Полупроводниковая микроэлектроника – 2026 г.

Часть 1. Мировой полупроводниковый рынок испытывает резкий подъем и может уйти в опасное пике, вызванное крахом ИИ

Дмитрий БОДНАРЬ,
к.т.н., генеральный директор,
АО «Синтез Микроэлектроника»

Мировой полупроводниковый рынок резко вырастет в 2026 г. Маркетинговые компании постоянно меняют прогнозы в сторону его увеличения. Однако рост в основном произойдет за счет фантастического увеличения цен на микросхемы памяти для искусственного интеллекта (ИИ), что приведет к большому количеству проблем текущего и отложенного свойства и возрастанию рисков для всего рынка. Сверхприбыли, извлекаемые производителями памяти, становятся причинами конфликтов внутри компаний. Цены также растут на остальные товары, материалы и услуги полупроводниковой отрасли. На смену оптимизму, вызванному подъемом рынка, начинает приходить осознание текущей переоцененности ИИ как главной причины этого явления и соответствующих проблем. Россия не извлечет дивидендов благодаря росту ИИ, а столкнется с новыми вызовами.

От автора

10 лет подряд с 2017 г. автор публикует ежегодную серию статей «Полупроводниковая микроэлектроника», направленных на ознакомление научных работников, специалистов и руководителей предприятий электронной промышленности России с развитием отечественной и мировой полупроводниковой отрасли, рынка, передовыми мировыми достижениями, технологиями, материалами, изделиями, уже находящимися в производстве или имеющими большой и перспективный потенциал в ближайшие годы. Десятый, по-своему юбилейный итоговый год серии традиционно открывает статья, посвященная мировому полупроводниковому рынку 2026 г., его тенденциям и проблемам.

Введение

То, что происходит на мировом полупроводниковом рынке в 2026 г., можно сравнить с ситуацией, в которой плавно набравший высоту скоростной самолет вдруг резко взмывает вверх. Такой маневр сопровождается гигантскими нагрузками на технику и летный экипаж и часто заканчивается выходом в пике, из которого пилоты могут не вывести самолет. Что-то подобное наблюдается на мировом рынке полупроводниковых изделий, рост которого спровоцирован резким ростом потребности в искусственном интернете (ИИ). И только на первый взгляд кажется, что рост этих заказов – благо для мирового рынка и компаний. На самом деле эта тенденция имеет несколько крайне опасных последствий, проявляющихся сразу или спустя некоторое время. **Как минимум она привела к росту мировых цен не только на микросхемы памяти, но и на все остальные продукты и услуги полупроводникового рынка, а также создала внутренние конфликты и хаос в поведении компаний**. Еще одной проблемой становится то, что компании, получающие сверхдоходы от ИИ и памяти, а также авансы за продукцию на один-два года вперед, начинают тратить их на строительство центров обработки данных (ЦОД). Таким образом, в эту опасную игру вовлекаются не только инвесторы, но и широкий круг потребителей без их согласия. Nvidia объявила о начале инициативы по привлечению стороннего капитала объемом более 500 млрд долл. инвестиций для строительства ЦОД для создания ИИ-инфраструктуры. Она заключила меморандумы о взаимопонимании с крупнейшими мировыми финансовыми институтами – Apollo, BlackRock, Blackstone, Brookfield, Goldman Sachs и KKR [1].

Скрытым последствием текущей ситуации может оказаться полномасштабный мировой экономический кризис, к тому же подогреваемый военными конфликтами, политической турбулентностью и непредсказуемостью. И он будет шире и глубже, чем последний ипотечный мировой экономический кризис 2008–2009 гг., поскольку затрагивает многие отрасли экономики и сопровождается не только гигантскими неокупаемыми инвестициями в ИИ, но и переоцененностью всего, что работает на эту сферу. *Подобной ситуации не было за всю более чем 60-летнюю историю мировой полупроводниковой электроники. Способов адаптации к ней мировая отрасль не накопила.*

Даже руководители компаний основных разработчиков и бенефициаров развития ИИ после череды инцидентов с информационной безопасностью ИИ начинают осознавать необходимость контроля за развитием этой сферы. Глава Anthropic Дарио Амодеи (Dario Amodei) предложил трехэтапный план сдерживания темпов развития и контроля ИИ. Его поддержали даже основные конкуренты: глава OpenAI Сэм Альтман (Sam Altman) и руководитель SpaceX Илон Маск (Elon

Musk) [2]. Лидеры ведущих мировых компаний из сферы ИИ на специальном заседании предупредили Совет Безопасности ООН о рисках бесконтрольного роста ИИ и призвали к совместным действиям по его управлению [3]. Проблема в том, что способы торможения и контроля ИИ пока неоднозначны, непонятны, а многие заинтересованные стороны, причем даже среди сотрудников упомянутых компаний, не хотят признавать наличие проблемы, поскольку получают большие доходы от ИИ [4]. Президент США Дональд Трамп и его семья, извлекающие доходы от ИИ, также не видят проблемы. Похоже, что консенсус по ним труднодостижим, пока не начнется реальный апокалипсис.

В настоящей статье автор затронул только некоторые видимые и проявившиеся проблемы мировой полупроводниковой отрасли, вызванные неконтролируемым ростом ИИ. Скрытые и социальные проблемы, включая безопасность, затронут все сферы мировой экономики и политики и пока в полной мере не проявились. За исключением роста цен и уже происходящего увольнения работников и их заменой ИИ.

Прогнозы мирового полупроводникового рынка в 2026 г. сродни гаданию на кофейной гуще

Ни одна из мировых консалтинговых компаний в конце 2025 – начале 2026 г. и близко не смогла предугадать размер и поведение мирового рынка в 2026 г. Совсем недавно эти компании прогнозировали достижение мировым полупроводниковым рынком рубежа в 1 трлн долл. только к 2030 г. [5]. В течение текущего года они несколько раз переписывали свои прогнозы в сторону более чем двукратного увеличения. Проблема в том, что погрешность новых прогнозов настолько высока, что фактическое значение по итогам 2026–2027 гг. может оказаться далеким от текущих предсказаний, причем как в верхнюю, так и в нижнюю сторону. Основной причиной является ажиотажный спрос и необузданный рост цен на все типы памяти, особенно на HBM, обусловленный ИИ и ЦОД. *Опасность текущей ситуации в том, что рост рынка достигается в первую очередь не увеличением количества выпускаемого товара, а многократным ростом цен на него. Это также влечет за собой сопутствующий рост цен всех других товаров независимо от того, используются в них микросхемы памяти или нет. Чем больше вырастет рынок за текущий и в последующие годы, тем опаснее будет обвал, вызванный возможным кризисом ИИ или переходом рынка в равновесное состояние.* Кроме того, если на начальной стадии роста в 2025 г. главные производители памяти Samsung, SK Hynix, Micron не имели возможности и желания увеличивать объемы выпуска в связи с заинтересованностью в поддержании роста цен, то в 2026 г. они решили, что ажиотажный спрос продлится до 2030 г., и стали инвестировать гигантские средства в создание новых производственных линий. При обвале ИИ эти линии окажутся невостребованными и потянут вниз не только экономику предприятий, но и мирового рынка.

Компания Omdia. Согласно прогнозу компании Omdia в конце 2025 г., объем мирового полупроводникового рынка к концу 2026 г. составит около 900 млрд долл., но уже в январе 2026 г. она пересмотрела его до 1 трлн долл. [6]. В апреле 2026 г. Omdia значительно повы-

Таблица 1. Прогноз компании WSTS (май 2026 г.) объемов мирового рынка полупроводников в 2026–2027 гг.

Весна 2026 г.	Сумма, млн долл.			Рост за год		
	2025 г.	2026 г.	2027 г.	2025 г.	2026 г.	2027 г.
Северная и Южная Америка	256 476	543 654	701 439	31,4%	112,0%	29,0%
Европа	54 694	86 643	101 587	6,7%	58,4%	17,2%
Япония	44 723	57 050	67 332	–4,3%	27,6%	18,0%
Азиатско-Тихоокеанский регион	439 747	823 900	1 043 326	30,3%	87,4%	26,6%
Итого по мировому рынку, млн долл.	**795 640**	**1 511 248**	**1 913 683**	**26,2%**	**89,9%**	**26,6%**
Дискретные полупроводники	30 728	33 188	35 712	–1,0%	8,0%	7,6%
Оптоэлектроника	43 042	44 218	46 436	4,7%	2,7%	5,0%
Сенсоры	20 894	21 516	23 002	10,4%	3,0%	6,9%
Интегральные микросхемы	700 975	1 412 326	1 808 533	29,9%	101,5%	28,1%
Аналоговые	86 519	95 358	101 662	8,7%	10,2%	6,6%
Микроконтроллеры	84 867	101 655	121 966	7,9%	19,8%	20,0%
Логика	299 547	411 371	522 820	38,8%	37,3%	27,1%
Память	230 042	803 941	1 062 085	39,0%	249,5%	32,1%
Итого по изделиям, млн долл.	**795 640**	**1 511 248**	**1 913 683**	**26,2%**	**89,9%**	**26,6%**

Примечание: поскольку числа в таблице округлены до полных миллионов долларов, может возникнуть незначительная разница между строкой «Итого по мировому рынку» и «Итого по изделиям».

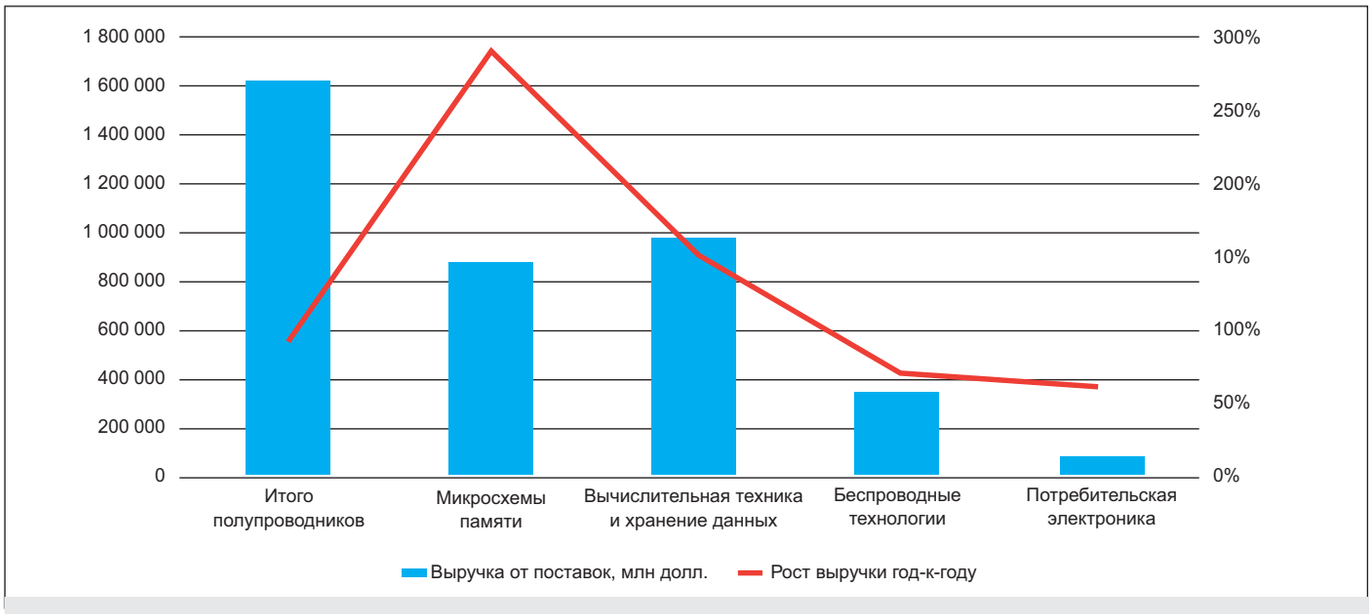


Рис. 1. Измененный прогноз компании Omdia (июль 2026 г.) по объемам мирового рынка полупроводников в 2026 г.

сила свой прогноз на 2026 г., предсказав рост на 62,7% относительно 2025 г. до уровня чуть ниже 1,4 трлн долл. [7]. Ожидалось, что стоимость памяти DRAM почти удвоится по сравнению с 2025 г, а NAND вырастет почти до четырехкратного уровня 2025 г. Вычислительная техника и системы хранения данных должны стать лидерами роста доходов от полупроводников во всех сегментах; при этом выручка от них в 2026 г. прогнозировалась до 700 млрд долл. с ростом на 90% в годовом выражении. Однако уже в июле 2026 г. Omdia повторно скорректировала прогноз в сторону увеличения на 94,1% до 1,6 трлн долл., из которых 50% придутся на микросхемы памяти (рис. 1) [8]. При этом вычислительная техника и системы хранения данных продолжат лидировать по темпам роста доходов от производства полупроводников на всех рынках приложений, увеличившись более чем на 150% в годовом исчислении и приблизившись к отметке в 1 трлн долл.

WSTS. Всемирная торговая ассоциация WSTS всегда отличалась сбалансированным подходом к прогнозам. В конце 2025 г. она ожидала рост мирового рынка в 2026 г. на 25% до 975 млрд долл. [9]. При этом рынок микросхем памяти должен был вырасти почти на 40%. В мае 2026 г. WSTS предсказала увеличение рынка на 90% до 1,5 трлн долл. (табл. 1) [10]. Резкий рост в основном обусловлен сегментом памяти, который, по прогнозам, вырастет примерно на 250% в годовом выражении и достигнет более 800 млрд долл. В 2027 г. мировой рынок продолжит рост до 1,914 трлн долл. (рис. 2). Очень вероятно, что осенний прогноз компании в ноябре 2026 г. будет снова скорректирован.

Gartner. В апреле 2026 г. компания Gartner прогнозировала, что мировой доход от полупроводников превысит 1,3 трлн долл. в 2026 г., то есть увеличится на 64%. Это самый значительный прирост за более чем два десятилетия [11]. Ожидалось, что полупроводники на базе ИИ составят около 30% общей выручки в 2026 г., оставаясь основным драйвером роста рынка. Gartner прогнозировала рост цен на DRAM на 125%, а на флэш-память NAND – на 234%. Значительное снижение цен ожидалось только в конце 2027 г. Gartner также советовала поставщикам и покупателям проявлять осторожность в условиях нестабильного ценообразования и рекомендовала компаниям избегать соглашений по поставкам с неблагоприятными ценовыми условиями после 2027 г. Это значит, что в 2028 г. можно ожидать изменения ситуации на рынке.

В августе Gartner скорректировала прогноз и сообщила, что мировой рынок полупроводников в 2026 г. достигнет 1,6 трлн долл., увеличившись на 92% по сравнению с доходом в 809 млрд долл. в 2025 г. [12]. В 2027 г. его объем составит 1,9 трлн долл. Выручка от продажи памяти составит 837 млрд долл. в 2026 г. и превысит 1 трлн долл. в 2027 г. В этом году память остается основным фактором роста полупроводниковой промышленности – ее доля составит 54% от общего дохода полупроводниковой промышленности по сравнению с 27% в 2025 г.

Bank of America. Еще более долгосрочный рост предсказывает Bank of America. По его оценкам, в период с 2026 до 2030 гг. объем целевого рынка полупроводниковых компонентов вырастет с 1,7 до 3,2 трлн долл. [13]. Помимо сегмента ЦОД и рынка памяти, рынок полупроводников будет расти за счет сегментов автомобильной электроники и промышленной автоматизации.

Согласно прогнозу Bank of America, общий объем целевого рынка микросхем памяти к 2030 г. увеличится с нынешних 937 млрд до 1,8 трлн долл. Спрос на классические полупроводниковые компоненты возрастет с 739 млрд до 1,35 трлн долл., серверное направление вырастет с 359 до 848 млрд долл., и даже доля ПК изменится с 55,8 до 68,7 млрд долл. Выручка в сегменте смартфонов увеличится с 71,1 до 77,8 млрд долл., а в автомобильном сегменте – в полтора раза, достигнув 90 млрд долл. Сопоставимый прогресс наблюдается в сегменте средств промышленной автоматизации, который вырастет с 65 до 99 млрд долл. В разделе «прочее» оказались компоненты для систем хранения данных, сетевые решения и потребительская электроника, которые в сумме увеличатся со 127 до 166 млрд долл. В это же время расходы производителей чипов на оборудование для их изготовления вырастут более чем в два раза – со 155,9 до 359,8 млрд долл.

Таким образом, более поздние прогнозы увеличивают объемы рынка в денежном выражении за счет галопирующего роста цен на микро-



Рис. 2. Прогноз компании WSTS по объемам мирового рынка полупроводников в 2027 г.

Таблица 2. Цены на 2-нм техпроцесс компаний TSMC, Samsung, Intel, Rapidus

Фаундри	Сроки 2-нм техпроцесса	Расчетная стоимость пластины диаметром 2 нм	Потенциальные покупатели пластин диаметром 2 нм (в процессе переговоров)	Недавние действия с ценами
tsmc Лидер рынка	**Процесс N2** Массовое производство: конец 2025 г.	**30 000 долл.**	Apple, NVIDIA, AMD, Qualcomm, MediaTek	**Масштабное повышение цен** По сообщениям, цены на 3/5/7 нм выросли на 5–10%
SAMSUNG Активный конкурент	**Процесс SF2** Массовое производство: конец 2025 г.	**20 000 долл.**	Tesla, Qualcomm, *Meta Platforms, Anthropic	**Точечная регулировка цен** Цены на 4/5/8 нм повышены на 15% для новых клиентов
intel Конкурент (IDM-модель)	**Процесс 18A** Массовое производство: конец 2025 г.	**30 000 долл.** (на уровне TSMC; также ходят слухи о цене на 25% ниже)	Apple (процесс 18A-P), Tesla (процесс 14A)	**Внешняя экспансия** Цена 2 нм сопоставима с TSMC
Rapidus Новый игрок	**Процесс 2 нм** Массовое производство: 2027 г.	**18 460–21 540 долл.**	Ведутся переговоры с более чем 60 компаниями	**Демпинг рынка** Стремление сбить цену TSMC

* Компания Meta Platforms Inc. признана в России экстремистской организацией.

схемы памяти и принуждения покупателей к долгосрочным договорам поставки. Однако Gartner пока не разделяет оптимизма производителей памяти, рассчитывающих на то, что их праздник продлится и в 2028 г., и после.

Оценивая все эти противоречивые прогнозы, в которых, как на аукционных торгах, ставки постоянно растут, хочется узнать: кто предскажет и даст больше? На какой срок и что будет потом?

Цены растут, вызывая ощущения тревоги

В 2026 г. цены растут на все товары и услуги, связанные с полупроводниковой отраслью. Рост затрат по всей цепочке поставок полупроводников также способствует повышению цен на производство чипов, сборку и тестирование; при этом более высокие затраты на энергию, транспортировку, сырье и производственные услуги приводят к увеличению себестоимости производства продукции.

Но если на микросхемы памяти цены растут в 2–4 раза, и даже по утверждению главы Intel, в 5–7 раз [14], *то на остальные товары они поднимаются на десятки процентов, но многократно* [15].

5 октября компания Intel повысила цены на процессоры для ПК примерно на 10%, что стало третьим повышением цен с конца 2025 г. Процессорный гигант уже увеличил цены на процессоры для ПК примерно на 10% в I кв. 2026 г., а в июле повысились цены на отдельные потребительские и серверные микросхемы; при этом рост составил от нескольких десятков до более чем 1000 долл. [16]. И это не в последний раз.

Компания STMicroelectronics вновь уведомила клиентов о повышении цен с 23 августа. И это уже третье повышение цен в 2026 г. Компания объяснила это высоким спросом на полупроводники в разных сегментах и ростом затрат на транспортировку, энергию, сырье и производственные услуги. Цены на некоторые автомобильные микроконтроллеры компании уже выросли на 15–20%. Сроки поставки силовых полупроводников, как правило, превышают 30 недель, а в некоторых случаях достигают 52 недель. При этом чистая прибыль компании достигла 222 млн долл., компенсировав чистый убыток в размере 97 млн долл. годом ранее.

Во второй половине 2026 г. рост цен распространяется на всю полупроводниковую отрасль и продукцию многих компаний, в том числе на аналоговые микросхемы, силовые полупроводники, микроконтроллеры и радиочастотные микросхемы.

Компания Texas Instruments (TI) корректировала цены пять раз за последние 12 месяцев. NXP и Onsemi также заявили о повышении цен. Infineon повышала цены дважды в 2026 г.: во второй раз в июле цены на силовые устройства для серверов ИИ и автомобильные силовые компоненты выросли на 10–20%.

Тайваньские производители силовых полупроводников готовят третий этап повышения цен уже в октябре; при этом цены на продукцию, не поставляемую по контрактам, вырастут на 10–15%.

Еще одним фактором, способствующим росту цен, является ограниченность мощностей по зрелым технологиям.

Показателем, характеризующим резкое изменение вектора ценового поведения компаний, является ситуация с ценами фаундри-услуг компании Samsung [17]. Всего год назад она была вынуждена прибегать к ценовому агрессивному снижению стоимости контрактного производства в противостоянии с TSMC. Ее производство по передовым технологиям испытывало недозагрузку мощностей, что вынудило Samsung на треть относительно TSMC снизить цены на 2-нм техпроцесс [18]. Проблемы с загрузкой испытывали также мощности для 4–5-нм техпроцессов. При этом Samsung, как правило, ответно реагировала на изменение цен со стороны TSMC, но по мере сокращения свободных производственных мощностей Samsung изменила ценовую политику и стала опережать основного конкурента в этом отношении. Ранее Samsung приложила большие усилия для привлечения заказов Qualcomm, а в новых условиях дефицита мощностей и несмотря на давление Qualcomm по снижению цены на 2 нм процесс Samsung отказывается это сделать [19]. В 2026 г. производственные линии Samsung работают на полную мощность для производства собственных 4-нм чипов памяти HBM4, что создает дополнительное давление на поставки. Мощности Samsung по 4-нм производству микросхем SF4 также пользуются высоким спросом у крупных технологических компаний. Google ведет переговоры о производстве чипов на SF4, а Qualcomm уже является клиентом Samsung. Все это происходит на фоне того, что Samsung продолжает проигрывать TSMC в выходе годных чипов по передовым техпроцессам. Однако дефицит мощностей и удлинение сроков поставки, спровоцированные ИИ, не оставляют заказчикам большого выбора. Повышение цен коснулось не только техпроцесса SF4, но и более зрелых технологий Samsung: цены на техпроцесс SF5 выросли на 10–15%, а на 8-нм техпроцесс – почти на 10%.

Среди продукции TSMC около 75% выручки приносят изделия, выполненные по 7-нм и менее технологиям. Компания повышает

цены на них на 5–10%, но подходит к этому дифференцированно с учетом статуса клиента [20]. После некоторой паузы руководство TSMC приняло решение перенести повышение цен на 2027 г., но оно уже затронет все технологии, включая и 7–28 нм, а на отдельную продукцию повышение и без того высоких цен составит 10–15% [21].

Японская компания Rapidus, которая планирует запустить 2-нм производство в 2027 г., стремится следовать за TSMC по уровням цен, но пока для привлечения клиентов устанавливает их ниже (табл. 2) [22].

За последние шесть лет, начиная с мировой пандемии коронавируса, это уже вторая широкая волна массового повышения цен. Однако если в 2020 г. она была вызвана сокращением складских запасов и затронула не все типы продукции, то нынешнее положение усугубляется гигантскими инвестициями в расширение полупроводниковых производственных мощностей и дата-центры ИИ. *Если произойдет мировой кризис, вызванный коллапсом ИИ, триллионы долларов будут заморожены в проектах будущего, которые могут так и не осуществиться. Последствия в таком случае для мировой полупроводниковой отрасли будут самыми разрушительными за все последние 50 лет.*

Samsung и SK hynix увеличили инвестиции в новые производства микросхем памяти

После более чем двухлетней выжидательной паузы руководство двух южнокорейских гигантов – производителей памяти Samsung и SK hynix на мероприятии, организованном президентом Южной Кореи Ли Чжэ Меном (Lee Jae Myung), объявили о крупных инвестициях в строительство своих предприятий на территории страны. Гендиректор SK hynix Квак Но Чжун (Kwak Noh-jung) заявил, что компания потратит 80 трлн вон (51,66 млрд долл.) на строительство нового завода по производству памяти NAND к 2029 г., и еще 20 трлн вон (12,92 млрд долл.) к концу 2027 г. понадобятся на строительство завода по сборке чипов в городе Чхонджу [23]. Господин Квак выразил уверенность, что спрос на чипы со стороны отрасли ИИ останется высоким. На этом же мероприятии руководство Samsung заявило, что компания также намерена расширять производственные мощности за пределами Сеула, на что потребуются инвестиции объемом 90 млрд долл., из которых 36,16 млрд долл. Samsung потратит на заводы по сборке чипов памяти.

Само по себе это решение два года назад было бы способно если не остановить рост цен памяти, то снизить его динамику, но компании выжидали и пользовались пролившимся на них «золотым дождем». Теперь это решение не вызывает большого оптимизма по нескольким причинам. Во-первых, инвестиции начнут давать какой-то результат не менее чем через два-три года, требующиеся на строительство, оснащение, запуск заводов и квалификацию продукции. Во-вторых, *в настоящее время никто кроме оптимистичного руководства SK hynix не уверен, что через три года нынешний спрос на рынке сохранится, а не упадет и эти инвестиции не будут заморожены.*

Новые архитектуры памяти оси Z и HBF

Имеется еще одна причина, способная в перспективе снизить текущий ажиотажный спрос и потребность в микросхемах памяти. Она

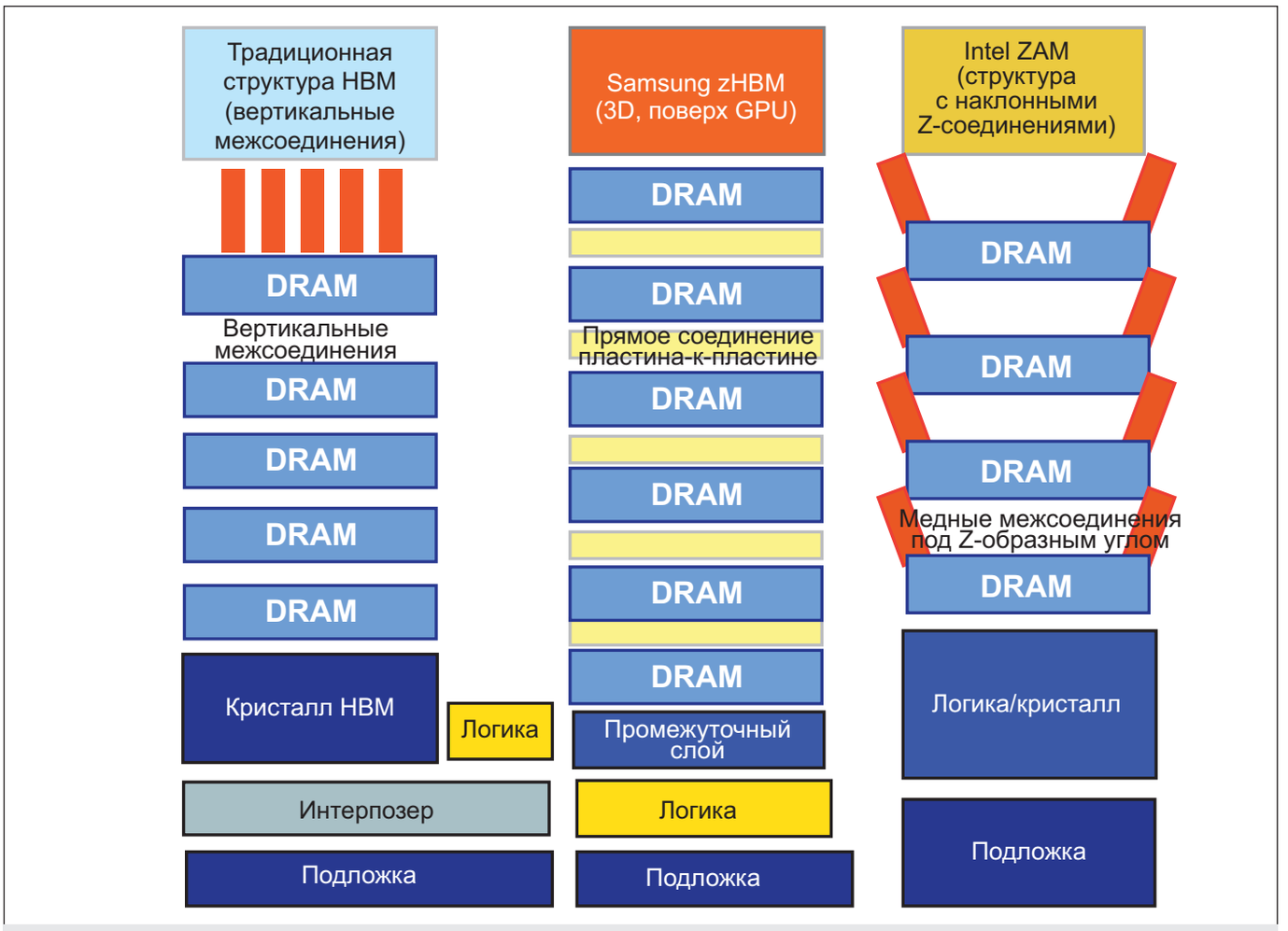


Рис. 3. Сравнение текущей архитектуры памяти HBM и перспективных архитектур zHBM от Samsung и ZAM от Intel

связана с разработкой памяти новых типов, которые придут на смену текущей высокоскоростной HBM.

Две компании Samsung и Intel разрабатывают новую концепцию Z-архитектуры следующего поколения. Они представили ее в начале текущего года [24–25]. В типовой архитектуре HBM кристаллы DRAM располагаются вертикально через TSV-интерпозеры. Один стек HBM может содержать более 10 000 отверстий TSV, обеспечивая очень короткие пути передачи данных и высокую скорость. Однако такая вертикальная конструкция также задерживает тепло в центре, затрудняя его рассеивание.

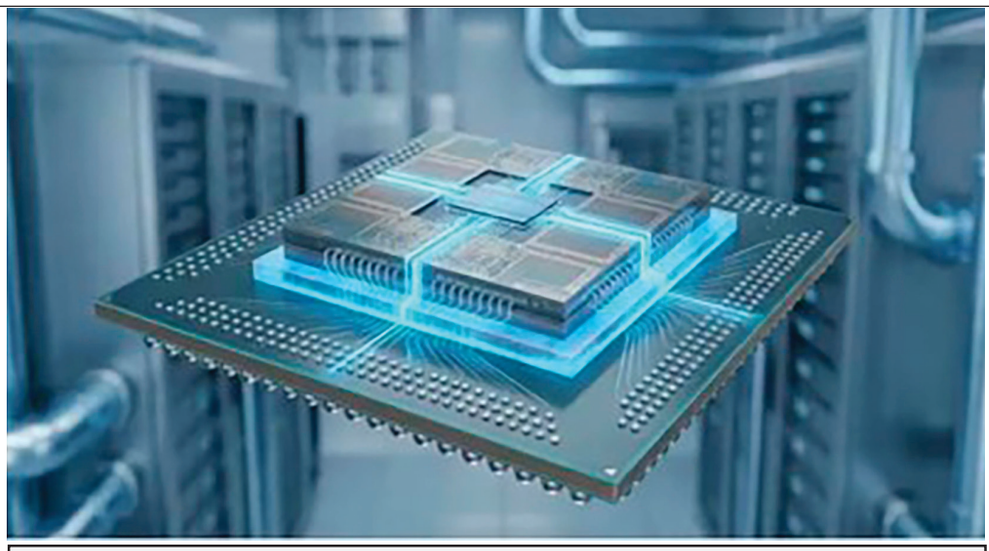
Для дальнейшего повышения производительности и эффективности Samsung разработала zHBM – новую архитектуру памяти, которая сменит HBM4. В отличие от нынешней HBM, которая располагается рядом с графическим процессором, Samsung стремится развить ее в полностью трехмерную структуру, где HBM будет размещена непосредственно поверх графического процессора, что обещает более тесную интеграцию и более высокую производительность.

Samsung сообщает, что по результатам предварительных испытаний это решение обеспечит в четыре раза большую пропускную способность и энергоэффективность по сравнению с HBM4. Помимо увеличения пропускной способности, этот подход также направлен на снижение энергопотребления на 75%.

Подход Samsung обещает значительное увеличение пропускной способности HBM, хотя он напрямую не решает проблему перегрева – задачу, решением которой занимается Intel. В основе ее архитектуры ZAM лежит диагональное соединение. В отличие от HBM, которая использует вертикальные TSV-отверстия, ZAM направляет соединения по диагонали через стек (рис. 3) [26]. Сквозные TSV-межсоединения создают горячие точки и механические напряжения, которые усугубляются с увеличением пропускной способности. Диагональные медные дорожки ZAM, напротив, улучшают теплоотвод и повышают энергоэффективность. Intel утверждает, что это может снизить энергопотребление на 40–50%. Intel была мировым лидером памяти DRAM в 1970 гг., но затем была вытеснена с рынка японскими компаниями и несколько раз пыталась вернуться в этот бизнес, но каждый раз неудачно из-за неконкурентных коммерческих результатов. Найдет ли компания золотую жилу в этом раз?

Второй гигант производства микросхем памяти **SK hynix** тоже пытается решать проблему снижения теплового сопротивления. В мае 2026 г. компания объявила о выпуске решения iHBM, в котором интегрированные элементы охлаждения ICE (Integrated Cooling Elements) встроены в корпус высокоскоростной памяти для изделий HBM следующего поколения [27].

Эффективное управление плотностью мощности на физическом уровне «кристалл–кристалл» D2D PHY (Die-to-Die Physical Layer) – интерфейсе, соединяющем чипы HBM и графического процессора GPU, – стало ключевым фактором, определяющим конкурентоспо-



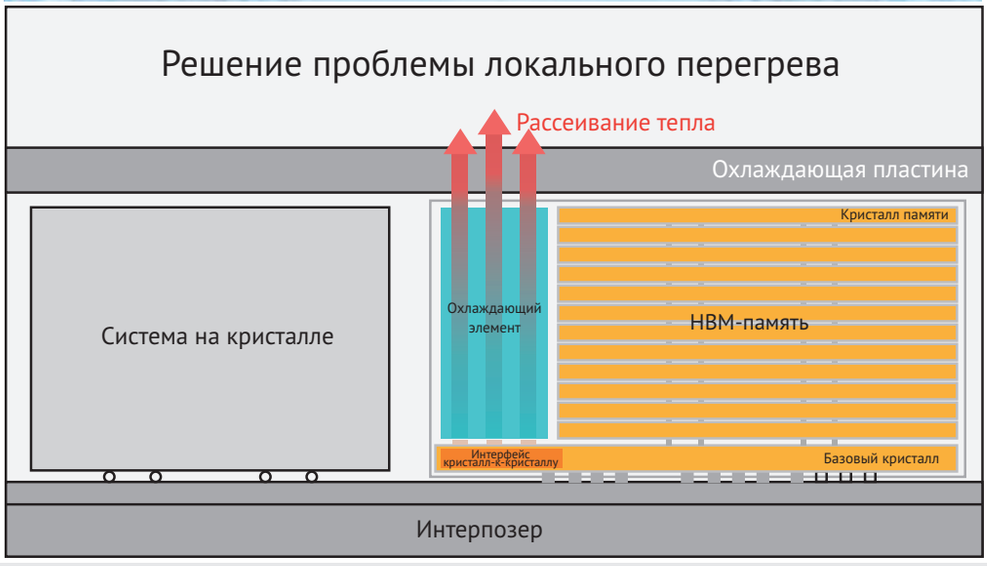


Рис. 4. Концептуальная схема решения теплоотвода iHBM для микросхем HBM, представленного компанией SK hynix

собность HBM следующего поколения. Существующие продукты HBM используют косвенный метод охлаждения, отводящий тепло через ядро кристалла. В отличие от них, в решении iHBM элементы управления размещаются непосредственно в области D2D PHY, где концентрация тепла наиболее высока, создавая дополнительный «путь рассеивания тепла» (рис. 4). Это решение для управления теплоотводом помогает снизить тепловое сопротивление на 30% и позволяет чипам стабильно работать даже в условиях высоких температур. Возможности компании по массовому производству также являются ключевым преимуществом. Процесс сборки на уровне пластин WLP (Wafer Level Packaging) компании SK hynix обеспечивает стабильное крупномасштабное производство чипов с iHBM-матрицей. Решение iHBM планируется внедрить в продукты HBM следующего поколения, включая HBM5.

Способны ли новые архитектуры оси Z от Samsung и Intel заменить несколько типовых HBM? zHBM и ZAM не только увеличивают память, но и создают другой подход к ее организации. В определенных задачах в зависимости от конкретной архитектуры ускорителя и рабочей нагрузки (хотя и не всегда) имеется возможность заменить несколько стеков HBM. Прототипы ZAM от Intel ожидаются в 2027 г., а полномасштабное внедрение запланировано на 2030 г. Эти сроки не обещают в ближайшие 2–3 года изменений на рынке, связанных с новой продукцией. Samsung пока не называет конкретных сроков.

По выражению экспертов, высоко цикличный товарный бизнес на рынке микросхем памяти превратился в золотую жилу искусственного интеллекта, а текущий ажиотаж напоминает золотую лихорадку [28].

Еще одним типом памяти, обещавшим составить конкуренцию HBM, является технология **HBF** (High Bandwidth Flash). Впервые ее представила компания Sandisk в феврале 2025 г. [29]. В августе 2026 г. Sandisk совместно с SK Hynix представила первые спецификации HBF [30]. Ее экспертизой также занимается компания OXMIQ Labs, основанная бывшим главным архитектором Intel и руководителем AMD Раджей Кодури.

HBF основана на архитектуре 3D NAND. Ее главное преимущество, согласно экспертизе OXMIQ Labs, заключается скорее в объеме, чем в производительности [31]. Она способна обеспечить в 8–16 раз больший объем, чем HBM примерно при той же стоимости. OXMIQ утверждает, что HBF следует рассматривать как технологию памяти большой емкости, а не как более дешевую замену HBM, поскольку преимущества HBF заключаются в решении задач, требующих больших объемов памяти, но менее ресурсоемких с точки зрения пропускной способности.

Компания OXMIQ проиллюстрировала этот компромисс, смоделировав стойку из 72 графических процессоров, работающую с моделью Kimi-K2, в которой содержится 1 трлн параметров, в режиме FP4. При тех же затратах и энергопотреблении замена HBM технологией HBF увеличивает объем памяти примерно в 14 раз – с 20,7 до 294,9 Тбайт, но обеспечивает лишь примерно 60% суммарной пропускной способности, составляющей 922 Тбайт/с против 1584 Тбайт/с у HBM.

Как отмечается в отчете, большая емкость HBF может значительно сократить количество графических процессоров для обработки очень больших моделей; при этом один графический процессор с HBF способен выполнять обработку данных, эквивалентную восьми графическим процессорам с HBM. Однако по мере роста пропускной способности вывода данных меньшая пропускная способность HBF становится узким местом, и, по оценке OXMIQ, HBM в конечном итоге обеспечит меньшую стоимость токена. *OXMIQ считает, что HBF следует рассматривать не как более медленную замену HBM, а в качестве высокопроизводительной памяти для данных, к которым обращаются реже, в то время как часто используемые данные остаются в HBM.* Потенциальные области применения включают в себя хранение больших, но редко используемых пулов. Эти варианты применения демонстрируют сильные стороны HBF, обеспечивающие большой объем памяти без необходимости в постоянно высокой пропускной способности. Однако использование HBF совместно с HBM потребует существенных изменений в современном программном обеспечении, что является слабым местом такой комбинации. По словам Раджа Кодури, «HBF – это прецизионный инструмент, а не молоток. Он побеждает в своей зоне, за пределами которой может стать дорогостоящей ловушкой».

Так или иначе, в ближайшее время полноценной дешевой замены высокоскоростной HBM-памяти с высокой пропускной способностью не видно, и будут использоваться компромиссные решения на основе HBM, zHBM и HBF.

Скачок роста скрывает структурный дисбаланс на рынке полупроводников

Клаус Аасхольм, основатель компании Semiconductor Business Intelligence, был одним из первых экспертов, обозначивших возрастание рисков для мирового полупроводникового рынка в связи с неконтролируемым резким ростом ИИ [32]. Он утверждал, что основную выгоду в последние годы на полупроводниковом рынке извлекают 5–10% крупных мировых компаний, тогда как остальные имеют очень маленькую маржу, что угрожает их финансовому благополучию [33].

Аасхольм утверждает, что хотя основные цифры указывают на беспрецедентный рост, основные динамики свидетельствуют о структурных дисбалансах в цепочке поставок [34]. *Одной из ключевых проблем является отсутствие роста сегмента материалов – фактор, который Аасхольм считает фундаментальным препятствием для способности отрасли поддерживать текущий курс. В то же время ценообразование – особенно в сегменте памяти – достигает уровней, которые оторваны от обычной рыночной логики.*

В то же время многие сознательно меняют стратегию в сторону бизнеса, связанного с ИИ, – не по необходимости, а в стремлении к более высокой марже. Последствия такого компромисса уже очевидны. Отрасли с длительными циклами квалификации, особенно автомобильная и промышленная электроника, сталкиваются с постепенным выводом из эксплуатации критически важных компонентов без адекватных замен.

Риск чрезмерной ориентации на ИИ является одним из самых острых, которые совершают производители чипов памяти, рискующие выпускать изделия с высокой маржинальностью в ущерб всей остальной продукции. Краткосрочная логика проста и понятна – в погоне за высокой маржой работать исключительно в сфере ИИ.

Аасхольм ожидает, что в 2026 г. продолжится развитие той модели, которую ранее он описывал как полупроводниковый сплит-суперцикл с сильным ростом в сегментах, напрямую связанных с ИИ, и слабым спросом в традиционно стабильных сегментах; при этом возрастает разрыв между лидерами рынка и его остальными участниками. Более важный вопрос, нависший над рынком, заключается в том, является ли ожидаемый спрос реальным или отложенным. *Развитие дата-центров в основном ориентировано на будущее. ЦОД строятся в ожидании того, что еще не востребовано.* Будет ли отрасль использовать текущее окно для устранения структурных дисбалансов или продолжит извлекать маржу до тех пор, пока цикл не изменится, – вопрос, на который ответит рынок в 2026 г.

Генеральный директор компании Broadcom Хок Тан (Hock Tan) выступил с критикой действий некоторых инвесторов, вкладывающих миллиарды долларов в сферу ИИ, не задумываясь об отдаче [35]. Он предположил, что *нехватка финансовых ресурсов ближе к концу этого десятилетия может стать серьезным ограничением для дальнейшего роста инфраструктуры ИИ.* Хок Тан предположил, что дефицит памяти начнет ослабевать в следующем году, но дисбаланс будет ощущаться и в 2029 г. Его поддержал генеральный директор Intel Лип-Бу Тан (Lip-Bu Tan), заявивший, что наличие финансовых ресурсов и стоимость этого капитала может стать серьезным ограничением для развития инфраструктуры в будущем [36].

ИИ поглощает производственные мощности полупроводников

С Клаусом Аасхольмом солидарен и генеральный директор компании **Best Supply Яцек Малецкий, который** заявил, что текущие сбои – это не временная проблема, а начало затяжного периода нестабильности [37]. Развитие инфраструктуры ИИ является самым значительным источником проблемы. ЦОД требуют огромного количества современных процессоров, чипов памяти, компонентов управления питанием, сетевого оборудования и систем охлаждения. Масштаб инвестиций настолько велик, что меняет правила, определяющие весь рынок полупроводников. *«С точки зрения ассортимента продукции, на ЦОД приходятся 0,2%. Количество компонентов и их типов очень ограничено, но их стоимость составляет почти половину всего рынка полупроводников».*

Доступность производственных линий – не единственный фактор, влияющий на производство полупроводников. Производителям также нужны специальные газы, химикаты, пластины, фоторезисты, сверхчистая вода, энергия и широкая логистическая инфраструктура. Любые перебои в поставках материалов могут ограничить работу всего завода. Восстановление сильно нарушенной цепочки поставок может занять от полугода до года, а для полной стабилизации ситуации понадобится еще больше времени.

Теоретически простой транзистор можно заменить эквивалентной моделью другого производителя. На практике, однако, существуют три препятствия: доступность, цена и необходимость повторной валидации. Например, в определенной ситуации компании могут потребоваться компоненты по цене 15 центов со сроком поставки 45 недель. В то же время их можно получить сразу, но по цене 2,8 долл. Кроме того, никто не знает, что произойдет через 45 недель. Срок поставки от 39 до 52 недель может означать, что изделие недоступно. Сроки поставки становятся все длиннее. Цены растут. Более длительные сроки поставки почти всегда ведут к росту цен. Один и тот же компонент может предлагаться разным клиентам по разным ценам в зависимости от важности заказчика, отрасли, объема заказов или результатов предыдущих переговоров.

Естественной защитой от перебоев в поставках являются запасы. Однако в течение многих лет компании считали содержание большого склада ненужным способом связать капитал. Модель поставки «точно в срок», при которой запасы сводится к минимуму, становилась все более распространенной.

Еще одной проблемой является растущее количество компонентов, выводящихся с рынка в рамках процедур окончания срока службы. Когда производители хотят распределить производственные мощности на более прибыльные продукты, старые или менее прибыльные линейки закрываются. В результате у клиентов имеется некоторое ограниченное время для окончательного заказа, или возникает необходимость в перепроектировании своих устройств.

Эксперт отметил, что компании становятся все менее эффективными в прогнозировании будущего спроса. Парадокс в том, что сроки до года требуют прогнозов на период 12–18 месяцев, тогда как экономическая и геополитическая нестабильность делает эти предположения менее надежными. Производители не знают, сколько заказать, дистрибьюторы неохотно накапливают запасы, а конечные покупатели откладывают принятие решений. В результате каждый участник цепочки поставок пытается снизить собственный риск, передавая его другой стороне.

Никто не ожидает, что рынок внезапно рухнет. Однако наблюдается продолжительный период давления, в ходе которого несколько факторов усиливают друг друга. *Развитие ИИ поглощает производственные мощности, геополитическая напряженность угрожает поставкам сырья и логистики, производители отказываются от менее прибыльных чипов, а недостаток запасов усиливает влияние колебаний спроса.*

Сроки поставки полупроводникового оборудования растут из-за дефицита комплектующих

Рост спроса на электронные компоненты увеличил прогнозируемые показатели и повысил спрос на полупроводниковое оборудование. SEMI предсказывает рост этого сегмента в ближайшие три года до 229,5 млрд долл. в 2028 г. (рис. 5) [38]. Такой рост требует увеличения выпуска всех компонентов для полупроводникового оборудования, включая электронику. Сроки поставки основных компонентов для оборудования в текущем году увеличились более чем вдвое [39].

Доставка комплектующих для оборудования по осаждению, которая прежде занимала четыре месяца, теперь может составить

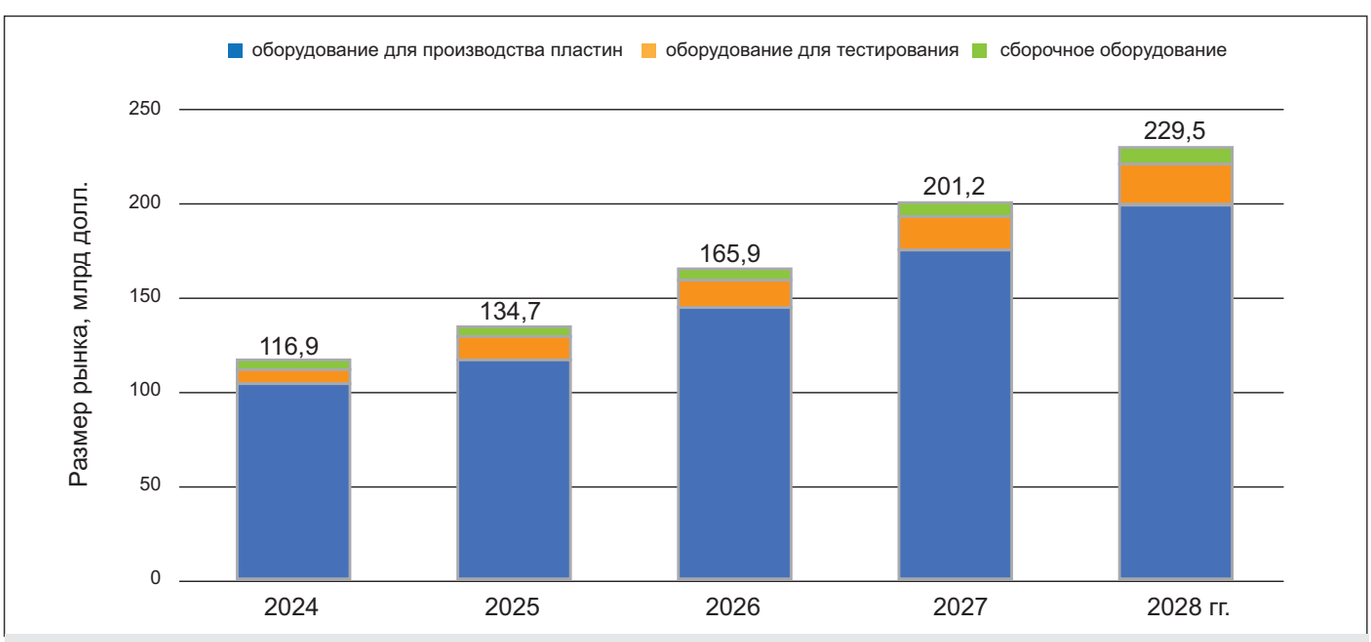


Рис. 5. Прогноз объемов мирового рынка полупроводникового оборудования в 2026-2028 гг. от SEMI

до 10 месяцев. Производитель оборудования для лазерной обработки полупроводников сталкивается со сроками поставки ключевых японских компонентов до 40 месяцев, поскольку поставщики не могут ускорить поставки даже при более высокой цене из-за ограниченных производственных мощностей. Производитель сборочного оборудования заявляет, что доставка комплектующих, которая прежде занимала четыре месяца, теперь занимает не менее шести месяцев.

Одновременно увеличиваются сроки поставки самого оборудования для производства полупроводников. У Applied Materials, ASML, Lam Research, Tokyo Electron и KLA они увеличились в 1,5–2 раза – до одного года вместо шести месяцев ранее.

Затянувшиеся поставки оборудования и дефицит компонентов могут в конечном итоге привести к отсрочке инвестиций в производство полупроводников по всему миру. Поставщики компонентов не нарастили мощности в достаточной мере перед бумом ИИ, из-за чего не смогли угнаться за растущим спросом. В то же время неопределенность в полупроводниковой отрасли, обусловленная ИИ, заставляет поставщиков с осторожностью инвестировать в дополнительные мощности; при этом японские производители компонентов особенно осторожны в отношении расширения. Альтернативные варианты поставок также ограничены торговой напряженностью между США и Китаем. Производители оборудования с осторожностью относятся к использованию компонентов китайского производства в критически важном оборудовании для производства современных микросхем, опасаясь, что это может привести к ограничениям сделок с американскими компаниями.

В сентябре компания ASML известила Samsung и SK hynix о повышении цен на 10% на все запасные части своего оборудования, поставляемые в Южную Корею. ASML обсуждает с крупными клиентами повышение цен на новое литографическое оборудование, даже заказанное ими ранее [40]. Ценовая политика ASML не ограничивается Южной Кореей. Компания также добивалась повышения цен на оборудование для DUV-литографии на 10%, и некоторые китайские клиенты вынужденно согласились на него. Однако TSMC сопротивляется повышению цен как на EUV-, так и на DUV-системы.

Другие крупные поставщики оборудования также стремятся к повышению цен. Компания Applied Materials заявила во время телефонной конференции по итогам августа о повышении цен и на новые, и на существующие продукты. Tokyo Electron в конце июля заявила о переговорах по коррекции цен, в том числе на существующие модели, для компенсации роста затрат.

Повышение цен ведущими производителями оборудования было вполне ожидаемо и, не удивительно, что первыми, кому их предъявили, стали производители микросхем памяти, получающие огромную маржу благодаря росту спроса на ИИ.

Цунами повсеместного роста цен в полупроводниковой отрасли набирает обороты, и его последствия тревожные.

Почему рынок, работники и акционеры компаний не верят Samsung и SK hynix?

У лидеров рынка памяти второй квартал оказался лучшим в истории отрасли. За этот период Samsung и SK hynix вместе заработали более 100 млрд долл. операционной прибыли [41]. Львиная доля этих сверхдоходов обеспечена поставками HBM-памяти [42].

На две корейские компании в настоящее время приходится около 80% выручки мирового рынка памяти, а за полный 2026 г. SK hynix заработает больше прибыли, чем за предыдущие 27 лет вместе взятые.

Казалось бы, после таких показателей акции компаний должны взлететь, но происходит обратное. За три дня акции SK hynix упали почти на 30%, а Samsung – примерно на 19% [43]. В течение пяти дней в октябре акции компании SK Hynix упали на 26%, Samsung обвалились на 22%, а Micron – примерно на 11% [44]. Причиной является ожидание рынком перепроизводства памяти к 2029 г., затоваривания складов, падение цен на память, а также переоцененность ИИ. Рынок находится в тревожном ожидании возможного обвала, и любая новость может дать толчок к нему. На этот раз им послужило формальное сообщение китайского производителя памяти компании CXMT о планах начала выпуска памяти DDR5 с новой архитектурой.

Инвесторов уже не впечатляют рекордные прибыли. Их также не убеждают планы этих компаний по рекордным инвестициям в ближайшие годы. Их интересует другое – сколько еще продлится этот праздник.

Производители уверяют, что спрос никуда не денется, и к ним стоит очередь из клиентов. Samsung распродала около двух третей объема памяти на несколько лет вперед по контрактам с крупнейшими операторами ЦОД. SK hynix заключила долгосрочные соглашения с десятью ключевыми заказчиками. Обе компании прогнозируют, что дефицит памяти – это надолго. По расчетам Samsung, он продлится как минимум до 2028 г., а глава SK hynix говорит о еще более длительном периоде с пиком в 2027 г. и насыщении рынка после 2030 г.

Однако рынок памяти – это история бесконечных «суперциклов», которые заканчиваются одинаково. Рекордные прибыли толкают компании массово строить фабрики, после чего возникает кризис перепроизводства и обвал цен. Так было в начале 2000 гг., затем в 2009 г. и совсем недавно – в 2022–2023 гг.

Поводов для беспокойства хватает и теперь. Samsung возобновляет строительство второго завода в Техасе [45] и, кроме того, вместе с SK hynix участвует в создании производственного кластера в Южной Корее стоимостью 550 млрд долл. [46]. Компании уверяют, что спрос со стороны ИИ-отрасли оправдает эти вложения, но инвесторы задаются вопросом – не повторяется ли знакомая история?

Нынешний рынок оценивает не прибыли, а вероятность того, что ИИ отменил привычную цикличность на рынке памяти. Если многолетние контракты и структурный дефицит станут новой нормой, производители окажутся правы в своих оценках. Но гарантии, что нынешняя ситуация – не виток хорошо знакомой болезненной истории взлетов и падений, у инвесторов нет.

Сверхприбыли, извлекаемые производителями памяти, становятся причинами конфликтов между работниками и руководством этих компаний. В апреле свыше 30 тыс. работников Samsung устроили массовый протест, требуя повысить зарплату и премии [47]. Они узнали, сколько платит своим сотрудникам SK hynix – главный конкурент Samsung на рынке памяти и стали просить 15% от прогнозируемой прибыли Samsung. Профсоюз работников Samsung утверждает, что сотрудник подразделения по производству микросхем получает менее трети от суммы, на которую имеет право сотрудник SK hynix с аналогичной заработной платой. Угрожая многодневной забастовкой, работники Samsung указывают на рост выплат в SK hynix, которая в 2025 г. согласилась направлять 10% своей годовой операционной прибыли в фонд премирования. Соглашение, достигнутое при посредничестве правительства, предотвратило забастовку и распространяется примерно на 78 тыс. сотрудников, что составляет чуть более 60% от общего числа работников компании. Каждый из них сможет получить в этом году премию в размере около 370000 долл. Сотрудники SK hynix после окончания противостояния в Samsung посчитали, что могут добиться еще большего, и организовали новый профсоюз для переговоров с администрацией компании.

Очевидно, что требование повысить выплаты и угроза забастовки со стороны работников третьего гиганта-производителя памяти Micron были только делом времени. И они последовали со стороны профсоюзов сотрудников тайваньского Micron, потребовавших у руководства переговоров для изменения условий оплаты и пригрозивших забастовкой уже в сентябре [48]. То, что они добьются увеличения выплат, не вызывало сомнений.

Вопрос только в суммах. Очень скоро руководство компании сообщило, что сотрудники смогут рассчитывать на премиальные выплаты в размере от 35 до 68 месячных зарплат; минимальный размер денежного вознаграждения при этом составит 53 809 долл. на человека. Компания заявила, что она готова премировать более 60 тыс. сотрудников по всему миру [49]. Однако работники Micron на Тайване отказались от рекордных бонусов и потребовали увеличить в 1,2 раза выплаты за 2026 ф. г., а систему премирования в целом подвергнуть основательной переработке. В противном случае работники пригрозили массовой забастовкой, потребовав направить на премирование 15% от операционной прибыли [50].

Если учесть циклический характер рынка памяти, то после начала его спада следует ожидать массовых сокращений и снижения зарплат персонала. Это произойдет потом, а пока все участники рынка, на которых пролился «золотой дождь», стараются извлечь максимальную выгоду из ситуации.

Не остались в стороне от распределения сверхдоходов, свалившихся на производителей памяти SK hynix и Samsung, и **акционеры** этих компаний, потребовавшие от руководства увеличения выплаты дивидендов [51]. Эксперты отмечают, что нежелание руководства производителей памяти сразу возвращать часть своих доходов в виде дивидендов и выкупа акций говорит о неуверенности в долгосрочном сохранении тенденций, возникших в условиях ИИ-бума. Если Micron готова возвращать инвесторам 100% свободного денежного потока, то Samsung и SK hynix ограничиваются уровнем в 50%, но до конца года обещают предложить дополнительную доходность. Некоторые розничные инвесторы уже призывают провести внеочередное собрание акционеров и потратить 32 млрд долл. на выкуп с рынка собственных акций. Все хотят разделить доходы и не верят в завтрашнее благополучное.

Влияние мирового роста ИИ на Россию

Возникает резонный вопрос: как все происходящее влияет на нашу отечественную отрасль и страну? Ответ, по субъективному мнению автора статьи, тривиальный – практически никак в положительном смысле, и появятся новые проблемы.

Когда мировая электроника и экономика растут, у страны могли бы появиться новые возможности и варианты для производства и экспорта. Но у России, даже без учета имеющихся политических проблем, в настоящее время и давно уже нет конкурентной продукции для экспорта и соответствующих производств, о чем упоминается в [52]. После мировой пандемии, когда мир испытывал большую нехватку производств для удовлетворения дефицита электроники и восстанавливал заброшенные заводы, в нашей стране закрывали предприятия из-за их неэффективности и убыточности [53]. С того времени мало что изменилось. Рост ИИ и увольнения персонала затронут нас также, но в меньшей мере, чем в мире. Они уже происходят по многим причинам, в том числе из-за падения экономики. Наша страна не в числе мировых экономических лидеров и, кроме того, в настоящее время испытывает демографические и кадровые проблемы, которые не полностью, но демпфируют влияние ИИ на сокращение персонала. Однако проблемы будут и имеются также в тех областях, где ИИ не сможет заменить человека, например в реальном производственном секторе. Серьезной проблемой для страны станет рост мировых цен на все товары, что и происходит в мире из-за их дефицита, так как мы вынуждены импортировать практически все. Это неминуемо отразится на инфляции и падении спроса.

Когда мировая экономика и электроника в кризисе, на нас в первую очередь обрушиваются мировые проблемы. *Россия традиционно во время мирового кризиса находится в лидерах по спаду ВВП, и мы не будем «тихой гаванью во время мировой бури»*, что подтверждает глобальный экономический кризис 2008–2009 гг. Кроме того, наши сырьевые углеводороды в ныне производимом количестве будут миру не нужны. И еще нас догоняет мировая электрификация транспорта, «зеленая энергетика» и энергосбережение, которые тоже снижают эту потребность.

Так что смотреть на происходящее со стороны и полагать, что нас их проблемы не касаются, не получится. Еще как касаются! Шлейф этих проблем всегда гораздо больнее ударяет по нашей стране, чем по центру их появления.

Выводы

1. В мире пока нет единого взгляда и согласованной позиции по угрозам неконтролируемого роста ИИ и необходимости контроля над ним. Однако даже среди разработчиков и бенефициаров развития ИИ все больше сторонников плана сдерживания темпов развития и контроля ИИ.
2. Резкий рост мирового полупроводникового рынка в 2026 г. обусловлен неудовлетворенной потребностью в микросхемах памяти и в первую очередь памяти HBM для ИИ, галопирующим ростом цен на них, а также спровоцированным этим ростом цен на все остальные виды полупроводниковой продукции, даже не связанные с ИИ.
3. Подобное поведение мирового рынка проявляется впервые за более чем 60-летнюю его историю и будет иметь отрицательные текущие и отложенные по времени последствия. Текущая рыночная ситуация, спровоцированная ИИ и нехваткой микросхем памяти, создает опасный структурный дисбаланс в поставках, применяемых материалах, создании складских запасов продукции, перепрофилировании текущих производственных линий и создании мощностей для изготовления товаров ИИ с целью быстрого извлечения маржи.
4. Производители памяти ожидают, что благоприятная для них рыночная ситуация с неудовлетворенным спросом продлится до 2030 г., но маркетинговая компания Gartner считает, что имеющийся спрос на мировом рынке может измениться уже в 2028 г.
5. Мировой полупроводниковый рынок приобретает крайне опасную зависимость от роста ИИ, когда доля объемов соответствующей продукции превышает 54%. При обвале всей структуры ИИ неизбежен мировой экономический кризис, и полупроводниковая отрасль будет среди наиболее пострадавших.
6. Структурный дисбаланс рынка в еще большей мере увеличит образовавшийся в последние годы разрыв в доходах между 5–10% крупных мировых компаний и остальными 90% компаний, что усилит проблемы на рынке.
7. Мировая инвестиционная и финансовая системы, фондовый рынок начинают понимать, что образующийся дисбаланс и даже гигантский рост прибыли некоторых компаний благодаря спросу на ИИ носит спекулятивный характер и вопреки формальным показателям их доходов обваливают стоимость акций этих компаний.
8. Совокупность всех проблемных факторов заставляет крайне осторожно оценивать прогнозы мирового полупроводникового рынка на ближайшие годы и возможность его обвала, связанного с переоцененным ИИ.
9. Разработка новых видов памяти zHBM и HBF на замену HBM не решит проблему ее дефицита в ближайшие 2–3 года, поскольку их освоение на производстве состоится в 2030 г., а полноценная замена HBM не просматривается и решение состоит в их компромиссном применении для каждой конкретной задачи.
10. В тройке мировых лидеров производства микросхем памяти Samsung, SK Hynix, Micron развернулась ожесточенная борьба между руководством, работниками и даже акционерами, требующими значительного увеличения премиальных выплат по итогам небывалого роста операционной прибыли компаний в 2026 ф. г.
11. По мнению экспертов, мировой рынок микросхем памяти превратился из высоко цикличного товарного бизнеса в золотую жилу

искусственного интеллекта, а текущий ажиотаж все больше напоминает золотую лихорадку и казино.

Во второй части статьи этой серии будет рассмотрено состояние мировых суперсовременных нанометровых технологий и стратегия Китая по их альтернативному развитию в условиях санкционных ограничений.

Литература

1. NVIDIA Partners With Apollo, BlackRock, Blackstone, Brookfield, Goldman Sachs and KKR to Establish AI Compute Infrastructure Financing Platforms to Mobilize Over $500 Billion of Third-Party Capital. NVIDIA. August 10. 2026 // www.nvidianews.nvidia.com.
2. Anthropic CEO Urges AI Companies to Slow Model Development amid Fears over Misuse. Reuters. September 12. 2026 // www.reuters.com.
3. AI leaders Warn UN of Security Risks as Systems Grow More Powerful. Reuters. September 23. 2026 // www.reuters.com.
4. Nvidia and Meta bosses reject efforts to co-ordinate AI slowdown. Financial Times. September 17. 2026 // www.ft.com.
5. Боднарь Д. Полупроводниковая микроэлектроника – 2024 г. Часть 4. Мировой рынок растет, военные технологии ускоряются, а список стран на замену Китая пополняется. Электронные компоненты. 2024. №12.
6. 2026 Trends to Watch: Semiconductors. Omdia. 2025 // www.omdia.com.
7. Omdia raises 2026 semiconductor forecast to 62.7% as AI drives global memory crunch. April. 23. Omdia // www.omdia.com.
8. Omdia: AI demand drives 94.1% surge in semiconductor forecast for 2026. July 30. 2026. Omdia // www.omdia.com.
9. Global Semiconductor Market Approaches $1T in 2026. WSTS // www.wsts.org.
10. Global Semiconductor Market Surges Beyond $1.5T 2026. WSTS // www.wsts.org.
11. Gartner Forecasts Worldwide Semiconductor Revenue to Exceed $1.3 Trillion in 2026. Gartner Inc. April 8. 2026 // www.gartner.com.
12. Gartner Forecasts Worldwide Semiconductor Revenue to Reach $1.6 Trillion in 2026. Gartner Inc. August 24. 2026 // www.gartner.com.
13. Semiconductor TAM set to double by 2030 to $3.2T on memory and data center demand: BofA. Seeking Alpha. September 15. 2026 // www.seekingalpha.com.
14. Intel CEO Flags AI Supply Squeeze: Memory Prices Up 5–7x, Its CPUs Meet Just 50% of Demand. TrendForce. September 16. 2026 // www.trendforce.com.
15. STMicroelectronics Plans Third 2026 Price Hike for August 23; Power Device Lead Times Reportedly Hit 52 Weeks. TrendForce. August 21. 2026 // www.trendforce.com.
16. Intel plans another 10% PC CPU price hike in October, per report. Notebookcheck. September 08. 2026 // www.notebookcheck.net.
17. From Pricing War to Pricing Power: Behind Samsung Foundry's Reported up to 15% Price Hikes. TrendForce. August 21. 2026 // www.trendforce.com.
18. Samsung Reportedly Cuts 2nm Foundry Prices by 30% to Counter TSMC's 50% Hike. DigiTimes Asia. September 26. 2025 // www.digitimes.com.
19. Samsung-Qualcomm 2nm Deal May Slip to 2027; Foundry Resists Lower Pricing as Process Stabilizes. TrendForce. September 11. 2026 // www.trendforce.com.
20. Чипы станут еще дороже: TSMC снова повысила цены на производство по передовым техпроцессам. 3DNews. 24.06.2026 // www.3dnews.com.
21. Exclusive: TSMC to raise chipmaking prices by up to 10% from 2027. NikkeiAsia. July 21. 2026 // www.asia.nikkei.com.
22. Japan's Rapidus Takes on TSMC With Aggressive 2nm Pricing, Reportedly Targeting up to ¥3.5M per Wafer. TrendForce. July 09. 2026 // www.trendforce.com.
23. Korea taps Samsung, SK Hynix in $576 billion AI-chip drive to cement global leadership. Reuters. June 29. 2026 //www.reuters.com.
24. Samsung Unveils Next-Gen Semiconductors Including 'cHBM' and 'zHBM'. BusinessKorea. February 11. 2026 // www.businesskorea.co.kr.
25. Intel and SoftBank Subsidiary Saimemory Partner on Next-Gen Z-Angle Memory. TechPowerUp. February 3. 2026 // www.techpowerup.com.
26. Breaking HBM Barriers: Samsung's zHBM vs. Intel's Z-Angle Memory. TrendForce. February 18. 2026 // www.trendforce.com.
27. SK hynix unveils 'iHBM' thermal solution to boost AI performance. SK hynix Inc. May 26. 2026 // www.skhynix.com.
28. Intel at a Memory Crossroads, again. EETimes. August 14. 2026 // www.eetimes.com.
29. Future FWD: Sandisk 2025 Investor Day February 11. 2025 // www.investor.sandisk.com.
30. SK hynix Unveils First HBF Standard Specifications with Sandisk, Presenting AI Memory Solutions at 'FMS 2026'. SK Hynix. August 4. 2026 // www.news.skhynix.com.
31. Hot Chips 2026: High Bandwidth Flash promises massive bandwidth and capacity, but its usability is extremely limited – new memory format strikes a balance between HBM and NAND flash. Tom's Hardware. August 26. 2026 // www.tomshardware.com.
32. Claus Aasholm: "The semiconductor cycle is broken". Evertiq. July 02. 2025 // www.evertiq.com.
33. Боднарь Д. Полупроводниковая микроэлектроника – 2025 г. Часть 1. Мировой рынок меняется, создает опасные тенденции и растет, но не для всех. Электронные компоненты. 2025. №10.
34. Growth surge masks structural strain in semiconductor market. Evertiq. April 30. 2026 // www.evertiq.com.
35. Broadcom CEO Likens Many AI Investors to Casino Gamblers. Bloomberg. October 12. 2026 // www.bloomberg.com.
36. Intel, Broadcom CEOs warn capital crunch could become AI's biggest bottleneck. CNBC. October 12. 2026 // www.cnbc.com.
37. Electronic components market: A crisis gathering momentum. Evertiq. July 20. 2026 // www.evertiq.com.
38. Global Semiconductor Equipment Sales Forecast to Reach a Record $229 Billion in 2028. SEMI Reports. July 14. 2026 // www.semi.org.
39. Chip Equipment Component Lead Times Reportedly Double, Stretching to 40 Months as Price Pressures Mount. TrendForce. September 18. 2026 // www.trendforce.com.
40. ASML Reportedly Plans 10% Parts Price Hike in South Korea Starting Jan. 2027; Equipment Prices May Also Rise. TrendForce. October 12. 2026 // www.trendforce.com.
41. Samsung, SK hynix Answer AI Doubters with Big Numbers, Deals. Bloomberg. July 30. 2026 // www.bloomberg.com.
42. Почему рынок не верит Samsung и SK hynix? 3DNews. 30.07.2026 // www.3dnews.com.
43. Samsung and SK hynix answer AI doubters with big numbers and deals. The Japan Times. July 31. 2026 // www.japantimes.co.jp.
44. Memory stocks are getting hammered. China and a 2029 oversupply are the big worries. CNBC. October 15. 2026 // www.cnbc.com.
45. Samsung to begin construction of 2nd chip fab in Texas at end of 2026. The Kores Times. July 30. 2026 // www.koreatimes.co.kr.
46. Samsung and SK hynix plan $600bn chipmaking expansion. Financial Times. June 29. 2026 // www.ft.com.
47. Samsung workers protest over huge pay gap with SK hynix, threaten long strike. Reuters. April 23. 2026 // www.reuters.com.
48. Micron Taiwan Strike Vote Possible in Sept. as ~80% Union Back Action Over Bonus Gap with Samsung, SK Hynix. TrendForce. August 28. 2026 // www.trendforce.com.
49. Micron's Taiwan workers to get rewards worth up to 68 months of pay. Reuters. September 11. 2026 // www.reuters.com.
50. Micron Taiwan Union Reportedly Seeks 15% Profit Share After New Reward Plan; Warns of Strike Vote. TrendForce. September 15. 2026 // www.trendforce.com.
51. Samsung, SK hynix shareholders call for bigger payouts from AI cash mountain. Reuters. August 6. 2026 // www.reuters.com.
52. Боднарь Д. Эволюция технологий и материалов силовой полупроводниковой микроэлектроники. Часть 3. Российская силовая электроника – десятилетия упущенных возможностей или ожидание эволюционного скачка. Электронные компоненты. 2026. №9.
53. Боднарь Д. Российский застой во время мирового полупроводникового бума. Электронные компоненты. 2021. №10.