

Научная статья

Original article

УДК 330.34:339.9:004.9

doi: [https://doi.org/10.55186/2413046X\\_2026\\_11\\_3\\_40](https://doi.org/10.55186/2413046X_2026_11_3_40)

edn: RHLEPG

**ИНФРАСТРУКТУРНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ МАСШТАБИРОВАНИЯ  
ИНДУСТРИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МИРОВОЙ  
ЭКОНОМИКЕ**

**INFRASTRUCTURE CONSTRAINTS ON THE SCALING OF THE  
ARTIFICIAL INTELLIGENCE INDUSTRY IN THE GLOBAL  
ECONOMY**



**Богатырев Артем Максимович**, аспирант кафедры МЭО и внешнеэкономических связей, ФГБОУ ВО «Дипломатическая Академия МГИМО МИД России», Москва, E-mail: [ya@temek.ru](mailto:ya@temek.ru); [dreamcold65@gmail.com](mailto:dreamcold65@gmail.com)

**Bogatyrev Artem Maksimovich**, Postgraduate student, Chair of World Economy and International Economic Relations, Diplomatic Academy MGIMO of the Russian Foreign Ministry, Moscow, E-mail: [ya@temek.ru](mailto:ya@temek.ru); [dreamcold65@gmail.com](mailto:dreamcold65@gmail.com)

**Аннотация.** В статье рассматриваются инфраструктурные ограничения, сдерживающие масштабирование индустрии искусственного интеллекта на фоне беспрецедентного роста капитальных затрат технологических гигантов. Анализируется разрыв между финансовой экспансией сектора и физическими возможностями материальной базы — от производства полупроводников до доступности энергетических ресурсов. На основе отчётности Microsoft, Alphabet, Amazon и Meta выявлена трансформация

конкурентной парадигмы: переход от простого наращивания инвестиций к стратегии «тотального резервирования» дефицитных мощностей. Особое внимание уделено роли NVIDIA и TSMC в формировании узких мест цепочки поставок. Сделан вывод, что ключевым фактором устойчивости в отрасли становится контроль над физической инфраструктурой, а не только разработка алгоритмов.

**Abstract.** The article examines the infrastructural constraints that hinder the scaling of the artificial intelligence industry amid unprecedented growth in capital expenditures by technology giants. The author analyzes the gap between the sector's financial expansion and the physical capacity of the material base—from semiconductor manufacturing to energy availability. Based on the financial reports of Microsoft, Alphabet, Amazon, and Meta, a shift in the competitive paradigm is identified: the transition from simply increasing investment to a strategy of “total reservation” of scarce capacities. Particular attention is paid to the role of NVIDIA and TSMC in shaping supply chain bottlenecks. It is concluded that control over physical infrastructure, rather than algorithm development alone, becomes the key factor for sustainability in the industry.

**Ключевые слова:** индустрия искусственного интеллекта; GPU; ИИ-ускорители; цифровая экономика; инфраструктура ИИ; центры обработки данных; полупроводниковая промышленность; инвестиции в технологии; мировая экономика

**Keywords:** artificial intelligence industry; GPU; AI-chips; digital economy; AI infrastructure; data centers; semiconductor industry; technology investment; global economy

### Введение

Стремительное развитие генеративного искусственного интеллекта спровоцировало инвестиционную гонку крупнейших технологических корпораций: по прогнозам, их совокупные капитальные затраты (CAPEX) к 2026 году могут достичь 600 млрд долл. Однако этот процесс столкнулся с

жёсткими материальными барьерами — дефицитом высокопроизводительных чипов, нехваткой мощностей по упаковке полупроводников (CoWoS) и критическим энергодефицитом для центров обработки данных (ЦОД). Конкурентная борьба сместилась из плоскости финансовых возможностей в область контроля над физическими ресурсами, что привело к формированию «двухуровневой системы монополизации»: NVIDIA блокирует доступ к мощностям TSMC, а Microsoft и другие крупнейшие облачные провайдеры (гиперскейлеры) применяют такую стратегию, которая по итогу ограничивает доступ конкурентов к графическим процессорам (GPU) и ИИ-ускорителям.

Актуальность исследования обусловлена этой трансформацией, где рыночная капитализация компаний стала крайне чувствительна к их способности преодолевать инфраструктурные ограничения. Цель работы — выявить взаимосвязь между динамикой инвестиций «Big Tech» и возможностями расширения технологической базы в условиях монополизации поставок. Автор исследует механизмы долгосрочного бронирования мощностей как новый инструмент конкурентной борьбы, определяющий будущую архитектуру мировой экономики.

### **Методологическая основа исследования**

В данной работе были использованы такие общенаучные методы исследования, как анализ и синтез, метод сравнений и аналогий, обобщение и переход от общего к частному.

### **Структура рынка ИИ и формирование инфраструктурных ограничений**

В течение последнего десятилетия технологии искусственного интеллекта (ИИ) обеспечили устойчивый рост отдельных сегментов цифровой экономики. Широкое распространение алгоритмов машинного обучения (ML), развитие облачных вычислений и рост доступности вычислительных ресурсов существенно расширили возможности применения ИИ в различных секторах мировой экономики, например, в секторе финансовых услуг для

оценки кредитных рисков и борьбы с мошенничеством, в транспорте и логистике для автоматизации маршрутов, в образовании для подбора индивидуальных программ обучения, а также в промышленности для предсказания поломок оборудования.

После 2022 года развитие индустрии ИИ получило особое ускорение. Появление крупных языковых моделей (LLM), разработанных, в частности, OpenAI, привело к резкому увеличению спроса на вычислительные ресурсы, поскольку обучение и эксплуатация таких систем требуют принципиально больших объёмов вычислений по сравнению с предыдущими поколениями моделей. В результате крупнейшие компании-участники цифровой экономики начали существенно увеличивать инвестиции в развитие вычислительной инфраструктуры, необходимой для обучения и эксплуатации современных ИИ-моделей. Современный этап развития цифровой экономики характеризуется массовым внедрением ИИ, что фактически превращает его в отраслевой стандарт. По данным McKinsey Global Survey, доля компаний, использующих ИИ хотя бы в одной бизнес-функции, в отдельных секторах приближается к 80–90% [1].

Такая беспрецедентная динамика свидетельствует о том, что ИИ-тренд окончательно преодолел границы узкоспециализированных разработок и охватил подавляющее большинство ИТ-компаний мирового рынка. Тем не менее, несмотря на повсеместную демократизацию доступа к технологиям, ключевое влияние на архитектуру и направление развития отрасли сохраняют лидеры Big Tech. Однако не все из них являются крупнейшими облачными провайдерами (гиперскейлерами).

Гиперскейлерами называют крупнейших игроков ИТ-рынка, которые владеют глобальной сетью центров обработки данных (ЦОД) и обладают возможностью масштабировать вычислительные мощности в широких пределах.

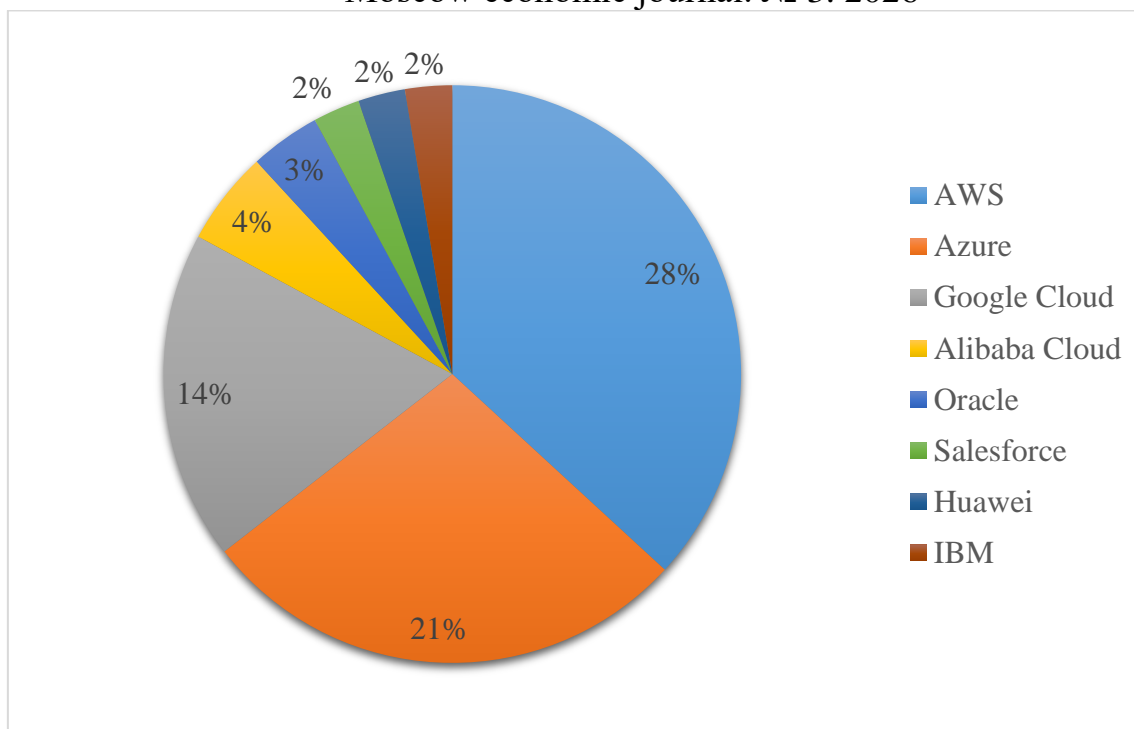


Рисунок 1. Доля крупнейших облачных провайдеров за 2025г.

Источник: составлено автором по данным Synergy Research Group [2].

Среди лидеров ИТ-рынка не все являются облачными провайдерами, например, Apple и Meta (Facebook) тратят миллиарды долларов на свои сервера, но они не предоставляют облачные услуги внешним клиентам, а используют инфраструктуру преимущественно для собственных цифровых платформ. Из всего Big Tech остаются такие компании как: Amazon (AWS), занимает крупнейшую долю рынка облачных услуг (около 28%), Microsoft (Azure) — около 21% и Google Cloud — около 14%.

По итогам 2025 года совокупная доля этих компаний превысила 60 % мирового рынка, при этом суммарная выручка достигла 419 млрд долл., а совокупные капитальные затраты оценивались в 315 млрд долл. [1].

Однако структура использования вычислительных мощностей различается между компаниями и отражает их стратегические приоритеты. Так, при лидерстве Amazon (AWS) по совокупному объёму серверной инфраструктуры, значительная часть его мощностей ориентирована на широкий спектр облачных услуг. В то же время Microsoft (Azure) в

последние годы направляет относительно большую долю новых вычислительных ресурсов на задачи, связанные с языковыми моделями, что обусловлено интеграцией ИИ-решений в собственную экосистему.

Подобные различия не означают отсутствия инвестиций в ИИ у отдельных игроков, однако указывают на формирование неоднородной структуры спроса на вычислительные мощности, в которой ключевую роль начинают играть специализированные ресурсы для обучения и эксплуатации ИИ-моделей.

В условиях роста спроса на специализированные вычислительные мощности ключевое значение приобретают поставщики, например: NVIDIA, Samsung Foundry, GlobalFoundries и др. Обучение и эксплуатация современных ИИ-моделей требуют применения графических процессоров и специализированных ИИ-ускорителей, для параллельных вычислений. В данном сегменте доминирующее положение занимает NVIDIA, что обусловлено её программной экосистемой CUDA и доступом к мощностям производственных партнёров, прежде всего TSMC. Рост спроса на такие компоненты привёл к резкому увеличению выручки компании (в 8 раз за 2022-2025 гг.) и способствовал усилению роли сегмента ЦОД как доминирующего направления на рынке полупроводников [3].

Таким образом, инвестиционная активность гиперскейлеров трансформируется в концентрированный спрос на ограниченный набор высокотехнологичных компонентов, что формирует зависимость всей отрасли от узкого круга поставщиков. При этом рост спроса на вычислительные мощности начинает опережать саму возможность их масштабирования. Прежде всего это связано с длительными инвестиционными циклами в производстве полупроводников, строительстве ЦОД и развитии энергетической инфраструктуры в целом.

В результате формируется структурный разрыв между динамикой финансовых вложений и пропускной способностью инфраструктуры,

который становится ключевым ограничением дальнейшего масштабирования ИИ-технологий. Анализ данного разрыва требует более детального рассмотрения, что и будет представлено в следующем разделе.

### **Инвестиционная динамика и стратегии гиперскейлеров**

Финансовая экспансия индустрии искусственного интеллекта проявляется прежде всего в ускоренном росте капитальных затрат крупнейших ИТ-компаний. Развитие и масштабирование таких систем требует не только совершенствования алгоритмов, но и значительных вложений в вычислительную инфраструктуру, включая строительство центров обработки данных, развитие облачных платформ и модернизацию энергетической базы.

Согласно оценкам International Energy Agency, распространение ИИ сопровождается ускоренным ростом энергопотребления дата-центров, что требует масштабного расширения энергетической инфраструктуры и сетевых мощностей. В результате инвестиционный цикл выходит за пределы цифрового сектора и затрагивает смежные отрасли, прежде всего, энергетику и промышленное строительство. Также, в этих условиях формируется структурный разрыв между динамикой финансовых вложений и возможностями физической инфраструктуры. Производство полупроводниковых компонентов (GPU, ИИ-ускорители и т.д.), строительство ЦОД и развитие энергетических систем характеризуются длительными инвестиционными циклами, что ограничивает скорость масштабирования ИИ-технологий [4].

Для иллюстрации данного разрыва следует обратить внимание на динамику капитальных затрат крупнейших ИТ-компаний из Big Tech (Рисунок 2).

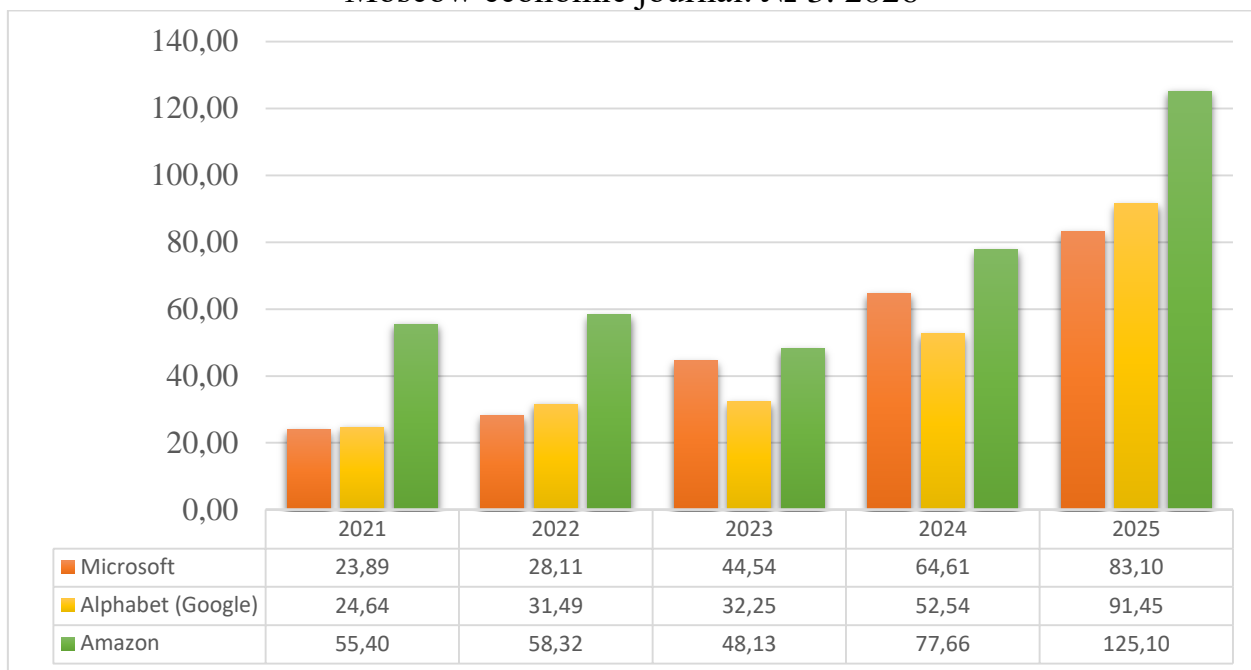


Рисунок 2. Динамика капитальных затрат гиперскейлеров за 2021-2025 гг.  
 (млрд долл.)

Источник: составлено автором на основе данных консолидированных финансовых отчетностей (Form 10-K) Microsoft [5], Alphabet [6], Amazon [7].

Данные, представленные на рисунке 2, демонстрируют устойчивый рост капитальных затрат, значительная часть которых направляется на развитие вычислительной инфраструктуры. Впервые в истории цифровой экономики инвестиции такого масштаба приобретают системный характер, что свидетельствует о переходе к инфраструктурной фазе развития ИТ-сектора, в которой доступ к вычислительным ресурсам становится ключевым фактором технологической конкуренции.

При этом стратегии гиперскейлеров существенно различаются. Amazon сохраняет лидерство по абсолютному объёму капитальных вложений, обеспечивая развитие как облачной, так и сопутствующей инфраструктуры. Alphabet демонстрирует ускоренное наращивание инвестиций в дата-центры и активно вкладывается в собственные разработки вычислительных ускорителей. Microsoft, в свою очередь, концентрирует ресурсы на

интеграции ИИ-решений в облачную экосистему, что определяет более высокую интенсивность инвестиций в соответствующие сегменты.

Несмотря на масштабный рост капитальных затрат, усиливается неопределённость относительно их экономической эффективности. Реакция финансовых рынков на объявления о расширении инвестиционных программ свидетельствует о том, что инвесторы начинают учитывать риски, связанные с длительными сроками окупаемости и ограничениями инфраструктурного характера.

Таким образом, современный этап развития ИИ-индустрии характеризуется противоречием между ускоренным ростом инвестиций и ограниченной способностью инфраструктуры обеспечивать их эффективную реализацию. В этой связи ключевое значение приобретает анализ структуры данных затрат, прежде всего в части ресурсов, непосредственно обеспечивающих вычислительные мощности.

### **Рынок ИИ-ускорителей как ключевое ограничение масштабирования**

Стремительный рост капитальных затрат крупнейших технологических компаний сопровождается неоднозначной реакцией финансовых рынков. Несмотря на масштабное расширение инвестиций в вычислительную инфраструктуру, объявления о дальнейшем увеличении капитальных затрат (CAPEX) в ряде случаев приводят к снижению рыночной капитализации. Так, в феврале 2026 г. после публикации планов по капитальным расходам совокупная рыночная стоимость Amazon, Microsoft и Alphabet сократилась на 900 млрд долл., тогда как суммарные инвестиции к концу 2026 года могут превысить 600 млрд долл. [8].

Отметим, что по состоянию на конец 2025 г. капитализация достигла исторических максимумов (Microsoft — 4 трлн долл., Alphabet — 4 трлн долл., Amazon — 2,5 трлн долл.), что указывает на сохраняющийся высокий уровень ожиданий, но и на растущие сомнения инвесторов относительно способности компаний эффективно монетизировать масштабные вложения.

В этой связи возникает необходимость анализа не только динамики инвестиций, но и их внутренней структуры. Ключевым является вопрос о том, какие именно элементы инфраструктуры формируют наибольшую добавленную стоимость и одновременно выступают потенциальными ограничителями дальнейшего роста.

Существенная часть капитальных затрат гиперскейлеров направлена на модернизацию аппаратной инфраструктуры. Согласно данным финансовой отчетности (см. Рисунок 2), капитальные затраты выросли в среднем на 54-55%, при этом основной прирост обеспечили инвестиции в серверное оборудование (ЦОД) и вычислительные ускорители. Рост спроса на графические процессоры и специализированные ИИ-ускорители привел к кратному увеличению выручки NVIDIA в сегменте ЦОД с 3,0 млрд долл. в 2020 финансовом году до 193,7 млрд долл. в 2026 г. (см. Таблицу 1).

Таблица 1. Динамика выручки и структуры доходов NVIDIA

Финансовый год	Капитализация на конец года (млрд долл.)	Выручка NVIDIA (млрд долл.)	Выручка ЦОД (млрд долл.)	Доля ЦОД (%)
2020	323,2	10,9	3,0	27,3
2021	735,3	16,7	6,7	40,1
2022	364,2	26,9	10,6	39,4
2023	1223,1	27,0	15,0	55,6
2024	3288,3	60,9	47,5	78,0
2025	4638,4	130,5	115,2	88,3
2026	4437,2	215,9	193,7	89,7

Источник: составлено автором на основе данных консолидированной финансовой отчетности NVIDIA Corporation (Form 10-K) за 2023–2026 финансовые годы [9].

По данным Visual Capitalist, доля NVIDIA в совокупной выручке сегмента ИИ и ЦОД выросла с 25% в 2021 г. до 86% к концу 2025 г., где перелом произошел после 2022 г., когда спрос сместился в сторону GPU-ориентированной инфраструктуры для ИИ-технологий. Столь высокая

концентрация подтверждает статус решений NVIDIA в качестве отраслевого стандарта для задач машинного обучения [10].

Представленные данные также свидетельствуют о качественном изменении структуры бизнеса компании. Если в начале периода сегмент ЦОД играл вспомогательную роль, то к 2025 г. он стал основополагающим, формируя до 90% выручки.

Одновременно с этим прослеживается прямая связь между инвестициями гиперскейлеров и финансовыми результатами NVIDIA. По оценкам отраслевых аналитиков и консолидированной отчетности гиперскейлеров, около 45-50% от всех совокупных капитальных затратах трех крупнейших облачных провайдеров (Amazon, Microsoft, Alphabet,) приходится ИИ-ускорители. Существенная часть этих расходов направлена на решения NVIDIA, что делает инвестиции гиперскейлеров ключевым источником роста её выручки.

Дополнительным подтверждением высокой концентрации спроса служит структура клиентской базы NVIDIA. Согласно финансовой отчетности компании за второй квартал 2025 г, два крупнейших прямых клиента обеспечили 39% совокупной выручки (23% и 16% соответственно), причём доля двух крупнейших выросла с 25% годом ранее [11]. В отчетности прямо указывается, что значительная часть выручки сегмента ЦОД формируется за счёт ограниченного числа крупных клиентов, включая крупнейших облачных провайдеров. Таким образом, инвестиционная активность нескольких компаний фактически определяет динамику спроса на критически важные компоненты ИИ-инфраструктуры.

Вместе с тем, столь высокая концентрация спроса усиливает зависимость отрасли от ограниченного числа поставщиков и переносит конкуренцию в область производственных возможностей. Ключевым элементом здесь выступает TSMC — крупнейший в мире контрактный производитель

полупроводников, контролирующей более 70% мирового рынка передовых процессоров по технологическим нормам 2-5 нм.

Особое значение имеет технология продвинутой упаковки CoWoS (Chip-on-Wafer-on-Substrate), необходимая для интеграции высокопроизводительной памяти (HBM) с графическими ИИ-ускорителями. По имеющимся данным, глобальный спрос на CoWoS вырос с 37 тыс. пластин в месяц в 2024 г. до 100 тыс. в 2026 г., TSMC наращивает мощности, планируя к концу 2026 г. выйти на уровень 120–130 тыс. пластин в месяц, однако более половины этого объёма забронировано NVIDIA [12].

Ограниченные мощности в сегменте CoWoS становятся узким местом всей индустрии: Microsoft, например, указывает на неудовлетворённый спрос в размере 80 млрд долл., связанный в том числе с дефицитом упаковочных мощностей. В этих условиях стратегия NVIDIA направлена на приоритетное закрепление доступа к таким мощностям, что позволяет компании обеспечивать масштабируемость поставок и одновременно ограничивает возможности конкурентов.

В результате даже при наличии альтернативных решений — таких как TPU у Alphabet, Trainium у Amazon или Maia у Microsoft — их масштабирование сталкивается с теми же производственными ограничениями, поскольку они зависят от тех же цепочек контрактного производства и передовой упаковки.

Таким образом, конкуренция в ИИ-индустрии смещается из области разработки технологий в область контроля над инфраструктурой производства. Для участников рынка фактически формируется следующий выбор: либо использование решений NVIDIA с гарантированным доступом к масштабируемым поставкам, либо развитие собственных ускорителей в условиях ограниченного производственного ресурса и повышенных издержек.

Описанный механизм может быть представлен в виде причинно-следственной модели (см. Рисунок 3).



Рисунок 3. Механизм формирования структурной зависимости на рынке ИИ-инфраструктуры

Источник: составлено автором.

В совокупности это формирует замкнутый механизм воспроизводства рыночной структуры: капитальные затраты гиперскейлеров трансформируются в выручку NVIDIA, которая, в свою очередь, направляется на закрепление доступа к критически важным производственным мощностям. Это ограничивает масштабирование альтернативных решений и усиливает концентрацию рынка.

Несмотря на то, что расходы на ИИ-ускорители составляют лишь часть совокупных инвестиций, именно они определяют эффективность всех остальных вложений. Без доступа к современным вычислительным

компонентам инвестиции в центры обработки данных, энергетику и облачные платформы теряют экономическую целесообразность.

В результате формируется устойчивая, но потенциально уязвимая конфигурация рынка, в которой ключевое значение приобретает не столько объём инвестиций, сколько способность обеспечить доступ к дефицитным ресурсам. Наиболее наглядно данная зависимость проявляется на уровне отдельных компаний, что требует перехода к анализу их инвестиционных и инфраструктурных стратегий.

### **Анализ инфраструктурной зависимости на примере Microsoft (2023–2025).**

Среди крупнейших гиперскейлеров Microsoft занимает особое положение, связанное не столько с масштабом капитальных затрат, сколько со структурой их распределения. В отличие от конкурентов, компания реализует стратегию опережающего резервирования дефицитных вычислительных ресурсов, прежде всего графических процессоров и ИИ-ускорителей NVIDIA.

По оценкам отраслевых аналитиков (Omdia, SemiAnalysis), в 2024–2025 гг. Microsoft действительно выступала крупнейшим покупателем ИИ-ускорителей NVIDIA (около 400–500 тыс. GPU в год), опережая не только своих конкурентов среди гиперскейлеров, но и всего Big Tech. Ключевая особенность данной стратегии заключается в том, что закупка подобных ускорителей используется как для удовлетворения внутреннего спроса (облачная платформа Azure), так и для обеспечения приоритетного доступа к вычислительным ресурсам для партнёрской экосистемы, прежде всего OpenAI и ее продукта ChatGPT, которая выступает одним из ключевых драйверов спроса на высокопроизводительные вычисления.

В отличие от классической инвестиционной логики, при которой закупки синхронизированы с вводом мощностей, Microsoft демонстрирует асинхронную модель. Темпы приобретения ускорителей в ряде случаев

опережают темпы ввода дата-центров и энергетической инфраструктуры, что указывает на смещение приоритетов от текущей загрузки к стратегическому контролю над дефицитными ресурсами.

По заявлению генерального директора Microsoft Сатьи Наделлы, значительная часть приобретённых ускорителей физически не может быть подключена из-за отсутствия достаточных энергоёмкостей и готовых корпусов дата-центров [13]. Указанные ускорители размещаются на складских площадях и не генерируют операционной отдачи в период между поставкой и вводом соответствующей энергетической инфраструктуры. Данный феномен представляет собой не логистический сбой, а системное следствие асинхронной модели инвестирования: темпы резервирования оборудования опережают темпы ввода энергоёмкостей. В результате часть забронированных ресурсов функционирует как отложенный актив, увеличивая капитальные затраты без немедленного расширения доступных вычислительных мощностей, что создаёт дополнительный разрыв между балансовой стоимостью оборудования и его производительной способностью.

Данная логика частично прослеживается у NVIDIA, но уже на уровне производственной цепочки. По отраслевым оценкам, компания зарезервировала значительную долю мощностей передовой упаковки CoWoS у TSMC, что оценивается в диапазоне 60-70% доступных мощностей, и создаёт структурные ограничения для конкурентов.

В результате на рынке образуется двухуровневая структура ограничения конкуренции:

1. Производственный уровень. NVIDIA через контроль над мощностями CoWos у TSMC ограничивает предложение ускорителей.
2. Прикладной уровень. Microsoft, являясь крупнейшим покупателем, изымает большую часть доступного предложения на рынке.

Таким образом, конкуренция смещается из области разработки в область доступа к физическим ресурсам. Даже при наличии альтернативных решений (TPU у Alphabet Inc., Trainium у Amazon, Maia у Microsoft) их масштабирование ограничено тем же узким местом — производственными мощностями TSMC.

Для оценки степени резервирования будущей инфраструктуры целесообразно обратиться к накопленным обязательствам, представленным в таблице 2.

Таблица 2. Объем невыполненных контрактных обязательств (RPO) Microsoft за 2025 год.

Показатель	Сумма (млрд долл.)	Значение
Компьютерное оборудование и ПО (балансовая стоимость)	132,8	Уже установленные серверы и GPU (в т.ч. NVIDIA H100). Рост на 77% за 2 года.
Обязательства по закупкам	110,0	Контракты с NVIDIA на 110 млрд долл. как гарантия, что доля чипов Blackwell не уйдут конкурентам.
Долгосрочные договоры аренды ЦОД	92,7	Забронированные на 20 лет площади под будущие дата-центры
Контракты на строительство	32,1	Строительство собственных ЦОД и решение энергетического вопроса

Источник: составлено автором на основе анализа годового отчета Microsoft (Form-10K) за 2025 финансовый год.

В случае Microsoft совокупность представленных показателей свидетельствует о формировании системы опережающего резервирования всей цепочки ИИ-производства.

Показатели, представленные в таблице 2, отражают не столько текущие инвестиции, сколько масштаб уже принятых на себя обязательств по развитию инфраструктуры. В частности, совокупный объём невыполненных контрактных обязательств (RPO) Microsoft превышает 300 млрд долл., что существенно выше аналогичного показателя Alphabet Inc. и Amazon (около 240 млрд долл. и 177 млрд долл. соответственно).

Однако, совокупный коммерческий RPO Microsoft, по состоянию на II квартал 2026 уже достиг 625 млрд долл., увеличившись более чем вдвое в годовом выражении, что указывает на ускоренное формирование долгосрочного спроса на облачные и ИИ-сервисы. Существенная часть этих обязательств связана с крупными контрактами в ИИ-сегменте, включая сотрудничество с OpenAI (около 45%), выступающим одним из ключевых источников нагрузки на инфраструктуру.

Именно данный разрыв между масштабом уже законтрактованного спроса и фактической доступностью вычислительных мощностей объясняет критическую зависимость от поставок ускорителей NVIDIA. В условиях, когда спрос фиксируется на годы вперёд, доступ к GPU становится не просто фактором роста, а необходимым условием исполнения уже принятых обязательств.

Дополнительный объём обязательств формируется через долгосрочные контракты на закупку оборудования. В таблице 2 зафиксированы обязательства по закупкам на 110 млрд долл. — прямые контракты с NVIDIA, гарантирующие поставки чипов Blackwell. Указанные контракты, наряду с долгосрочной арендой ЦОД (92,7 млрд долл.) и инвестициями в строительство (32,1 млрд долл.), фиксируют будущий доступ компании к ключевым ресурсам: GPU, дата-центрам и энергетической инфраструктуре. В совокупности эти данные указывают на переход Microsoft от модели текущих инвестиций к модели опережающего резервирования инфраструктуры.

Таким образом, проведённый анализ позволяет заключить, что инвестиционная стратегия Microsoft в сегменте ИИ-инфраструктуры приобрела характер опережающего резервирования дефицитных ресурсов через NVIDIA, производственные мощности TSMC и учитывая энергетические мощности под будущие дата-центры. Формирование запасов оборудования, не обеспеченного своевременным вводом энергетической инфраструктуры, является системным следствием асинхронной модели инвестирования, а не операционным отклонением. В сложившихся условиях доступ к энергомощностям выступает основным ограничителем масштабирования вычислительных ресурсов, что смещает конкурентное преимущество из сферы финансовых возможностей в сферу инфраструктурного планирования.

### **Заключение**

Проведённое исследование показало, что масштабирование индустрии искусственного интеллекта в мировой экономике сталкивается с инфраструктурными ограничениями, которые носят системный характер.

Установлено, что конкурентная парадигма сместилась от соперничества в области программных алгоритмов к борьбе за доступ к дефицитным материальным ресурсам — прежде всего к передовым полупроводниковым компонентам (GPU, ИИ-ускорители), мощностям их упаковки (CoWoS) и энергетической инфраструктуре.

В работе обосновано формирование двухуровневой структуры ограничения конкуренции, где на производственном уровне NVIDIA через резервирование мощностей TSMC ограничивает предложение ускорителей для альтернативных производителей, в то время как на прикладном уровне крупнейшие гиперскейлеры, в первую очередь Microsoft, абсорбируют значительную часть доступного объёма ускорителей, создавая дефицит для остальных участников рынка.

На примере Microsoft выявлена асинхронная модель инвестирования, при которой темпы закупки оборудования опережают ввод энергетических мощностей, что ведёт к накоплению запасов неработающих активов. Данный феномен интерпретируется не как операционный просчёт, а как следствие стратегии опережающего резервирования, позволяющей фиксировать долгосрочный доступ к критическим компонентам.

В работе сделан вывод, что устойчивое доминирование в ИИ-секторе определяется не объёмом капитальных затрат, а способностью компаний контролировать физическую цепочку поставок — от производства чипов до энергоснабжения дата-центров. Таким образом, физическая инфраструктура признаётся первичным фактором, определяющим темпы и направление развития современной цифровой экономики.

#### **Список источников**

1. McKinsey & Company. The state of AI in 2025: Agents, innovation, and transformation // McKinsey & Company. — 2025. — 5 нояб. — URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai> (дата обращения: 23.03.2026).
2. Synergy Research Group. GenAI Helps Drive Quarterly Cloud Revenues to \$119 Billion as Growth Rate Jumped Yet Again in Q4 // Synergy Research Group. — 2026. — URL: <https://www.srgresearch.com/articles/genai-helps-drive-quarterly-cloud-revenues-to-119-billion-as-growth-rate-jumped-yet-again-in-q4> (дата обращения: 23.03.2026).
3. TrendForce. TSMC Captures 68.1% of Global Foundry Market in Q4 2025, While Advanced Packaging Revenue Surges // TrendForce. — 2026. — 12 марта. — URL: <https://www.trendforce.com/presscenter/news/20260312-12965.html> (дата обращения: 23.03.2026).
4. International Energy Agency. Electricity 2026 // International Energy Agency. — 2026. — 11 февр. — URL: <https://www.iea.org/reports/electricity-2026> (дата обращения: 23.03.2026).

5. Microsoft Corporation. Annual Reports (Form 10-K and other filings) // Microsoft Investor Relations. — [2025–2026]. — URL: <https://www.microsoft.com/en-us/investor/annual-reports> (дата обращения: 21.03.2026).
6. Alphabet Inc. Annual Reports (Form 10-K and other filings) // Alphabet Investor Relations. — [2025–2026]. — URL: <https://abc.xyz/investor/earnings/> (дата обращения: 21.03.2026).
7. Amazon.com, Inc. SEC Filings (including Form 10-K and 10-Q) // Amazon Investor Relations. — [2025–2026]. — URL: <https://ir.aboutamazon.com/sec-filings/default.aspx> (дата обращения: 23.03.2026).
8. Futunn. Panic Sparked by \$660 Billion in AI Spending: Tech Giants Face Growing Investor Scrutiny // Futunn. — 2026. — 20 февр. — URL: <https://news.futunn.com/en/post/68552590/panic-sparked-by-660-billion-in-ai-spending-tech-giants> (дата обращения: 23.03.2026).
9. NVIDIA Corporation. Annual Reports (Form 10-K) for Fiscal Years Ended January 29, 2023; January 28, 2024; January 26, 2025; January 25, 2026 // NVIDIA Investor Relations. — [2025–2026]. — URL: <https://investor.nvidia.com/financial-info/> (дата обращения: 18.03.2026).
10. Visual Capitalist. Charted: The Battle for AI Data Center Revenue (2021–2025) // Visual Capitalist. — 2025. — URL: <https://www.visualcapitalist.com/charted-the-battle-for-ai-data-center-revenue-2021-2025/> (дата обращения: 23.03.2026).
11. Futunn. Concentration Risk Emerging: NVIDIA’s Top Two Mysterious Clients Contributed Over 40% of Revenue // Futunn. — 2025. — 12 дек. — URL: [https://news.futunn.com/en/post/61351713/concentration-risk-emerging-nvidia-s-top-two-mysterious-clients-contributed?level=1&data\\_ticket=1774698874239264](https://news.futunn.com/en/post/61351713/concentration-risk-emerging-nvidia-s-top-two-mysterious-clients-contributed?level=1&data_ticket=1774698874239264) (дата обращения: 23.03.2026).
12. Wedbush Securities. The Packaging Fortress: TSMC’s \$50 Billion Bet to Break the 2026 AI Bottleneck // Wedbush Investor Relations. — 2026. — 13 янв.

— URL: <https://investor.wedbush.com/wedbush/article/tokenring-2026-1-13-the-packaging-fortress-tsmcs-50-billion-bet-to-break-the-2026-ai-bottleneck> (дата обращения: 23.03.2026).

13. Data Centre Magazine. Microsoft's power problem: AI chips are sitting in inventory // Data Centre Magazine. — 2026. — 18 февр. — URL: <https://datacentremagazine.com/news/microsofts-power-problem-ai-chips-are-sitting-in-inventory> (дата обращения: 23.03.2026).

### References

1. McKinsey & Company. (2025, November 5). The state of AI in 2025: Agents, innovation, and transformation. McKinsey & Company. Retrieved March 23, 2026, from <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai>
2. Synergy Research Group. (2026). GenAI Helps Drive Quarterly Cloud Revenues to \$119 Billion as Growth Rate Jumped Yet Again in Q4. Synergy Research Group. Retrieved March 23, 2026, from <https://www.srgresearch.com/articles/genai-helps-drive-quarterly-cloud-revenues-to-119-billion-as-growth-rate-jumped-yet-again-in-q4>
3. TrendForce. (2026, March 12). TSMC Captures 68.1% of Global Foundry Market in Q4 2025, While Advanced Packaging Revenue Surges. TrendForce. Retrieved March 23, 2026, from <https://www.trendforce.com/presscenter/news/20260312-12965.html>
4. International Energy Agency. (2026, February 11). Electricity 2026. International Energy Agency. Retrieved March 23, 2026, from <https://www.iea.org/reports/electricity-2026>
5. Microsoft Corporation. (2025–2026). \*Annual Reports (Form 10-K and other filings)\*. Microsoft Investor Relations. Retrieved March 21, 2026, from <https://www.microsoft.com/en-us/investor/annual-reports>

6. Alphabet Inc. (2025–2026). \*Annual Reports (Form 10-K and other filings)\*. Alphabet Investor Relations. Retrieved March 21, 2026, from <https://abc.xyz/investor/earnings/>
7. Amazon.com, Inc. (2025–2026). \*SEC Filings (including Form 10-K and 10-Q)\*. Amazon Investor Relations. Retrieved March 23, 2026, from <https://ir.aboutamazon.com/sec-filings/default.aspx>
8. Futunn. (2026, February 20). Panic Sparked by \$660 Billion in AI Spending: Tech Giants Face Growing Investor Scrutiny. Futunn. Retrieved March 23, 2026, from <https://news.futunn.com/en/post/68552590/panic-sparked-by-660-billion-in-ai-spending-tech-giants>
9. NVIDIA Corporation. (2023–2026). \*Annual Reports (Form 10-K) for Fiscal Years Ended January 29, 2023; January 28, 2024; January 26, 2025; January 25, 2026\*. NVIDIA Investor Relations. Retrieved March 18, 2026, from <https://investor.nvidia.com/financial-info/>
10. Visual Capitalist. (2025). Charted: The Battle for AI Data Center Revenue (2021–2025). Visual Capitalist. Retrieved March 23, 2026, from <https://www.visualcapitalist.com/charted-the-battle-for-ai-data-center-revenue-2021-2025/>
11. Futunn. (2025, December 12). Concentration Risk Emerging: NVIDIA’s Top Two Mysterious Clients Contributed Over 40% of Revenue. Futunn. Retrieved March 23, 2026, from [https://news.futunn.com/en/post/61351713/concentration-risk-emerging-nvidia-s-top-two-mysterious-clients-contributed?level=1&data\\_ticket=1774698874239264](https://news.futunn.com/en/post/61351713/concentration-risk-emerging-nvidia-s-top-two-mysterious-clients-contributed?level=1&data_ticket=1774698874239264)
12. Wedbush Securities. (2026, January 13). The Packaging Fortress: TSMC’s \$50 Billion Bet to Break the 2026 AI Bottleneck. Wedbush Investor Relations. Retrieved March 23, 2026, from <https://investor.wedbush.com/wedbush/article/tokenring-2026-1-13-the-packaging-fortress-tsmcs-50-billion-bet-to-break-the-2026-ai-bottleneck>

Московский экономический журнал. № 3. 2026

Moscow economic journal. № 3. 2026

13. Data Centre Magazine. (2026, February 18). Microsoft's power problem: AI chips are sitting in inventory. Data Centre Magazine. Retrieved March 23, 2026, from <https://datacentremagazine.com/news/microsofts-power-problem-ai-chips-are-sitting-in-inventory>

© *Богатырев А.М., 2026. Московский экономический журнал, 2026, № 3.*