

Вестник Пермского университета. Серия «Экономика». 2025. Т. 20, № 1. С. 5–27.  
*Perm University Herald. Economy*, 2025, vol. 20, no. 1, pp. 5–27.



УДК 330.34, 330.35, ББК 65.6, 65.012.3, 65.03, JEL Code O33, L16, O31

DOI [10.17072/1994-9960-2025-1-5-27](https://doi.org/10.17072/1994-9960-2025-1-5-27)

EDN [HRCANA](https://www.edn.ru/HRCANA)

## Влияние информационных технологий и искусственного интеллекта на экономический рост: анализ теоретических подходов

Елизавета Валерьевна Мартьянова <sup>а)</sup>

РИНЦ Author ID: [1260600](https://elibrary.ru/author/1260600), Researcher ID: [GPP-6996-2022](https://orcid.org/0009-0001-9000-0000), ✉ [martyanova@iep.ru](mailto:martyanova@iep.ru)

Андрей Владимирович Полбин <sup>а), б)</sup>

РИНЦ Author ID: [714615](https://elibrary.ru/author/714615), Researcher ID: [L-3662-2017](https://orcid.org/0009-0001-9000-0000), Scopus Author ID: [57193317076](https://orcid.org/0009-0001-9000-0000)

<sup>а)</sup> Институт экономической политики им. Е. Т. Гайдара, Москва, Россия

<sup>б)</sup> Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия

### Аннотация

**Введение.** Статья посвящена анализу влияния информационных технологий и искусственного интеллекта на экономический рост. Несмотря на очевидный потенциал новых технологий, с середины 2000-х гг. в развитых странах наблюдается замедление темпов экономического роста одновременно с ростом расходов на исследования и разработки. Отмечается замедление динамизма рынков, что выражается в снижении коэффициентов входа и выхода фирм и мобильности работников. **Цель.** Проанализировать современные исследования, объясняющие отсутствие ощутимых макроэкономических эффектов от распространения информационных технологий и искусственного интеллекта. **Материалы и методы.** Проведены критический анализ и обсуждение академической литературы, посвященной макроэкономическим эффектам информационных технологий и искусственного интеллекта. **Результаты.** Анализ литературы показал, что современные исследования предлагают несколько объяснений отсутствия макроэкономических эффектов от распространения информационных технологий и искусственного интеллекта. Выявлены исследования, связывающие рост рыночной власти и снижение динамизма с сокращением возможностей для фирм догонять лидеров, что обусловлено особенностями информационных технологий и искусственного интеллекта, такими как замедление распространения знаний и рост значения нематериальных активов. Среди других потенциальных причин отсутствия влияния информационных технологий и искусственного интеллекта на экономический рост упоминаются: а) завышенные ожидания относительно их влияния на производительность, б) неточное измерение эффектов от их воздействия, в) использование новых технологий для перераспределения имеющейся ренты, а не для создания новой добавленной стоимости, г) лаги внедрения и реструктуризации, связанные с необходимостью дополнительных инвестиций и времени для интеграции технологий широкого назначения, к которым относятся информационные технологии и искусственный интеллект. **Выводы.** Современные теоретические модели предполагают, что замедление динамизма и усиление рыночной власти могут быть связаны с распространением информационных технологий. Соответственно работа может быть полезна исследователям и экономистам, интересующимся факторами экономического роста в условиях цифровой трансформации. В заключение приведены перспективные приложения искусственного интеллекта для стимулирования экономического роста.

### Ключевые слова

Информационные технологии, искусственный интеллект, экономический рост, производительность, исследования и разработки, рыночная власть, технологии широкого назначения, динамизм рынков

### Для цитирования

Мартьянова Е. В., Полбин А. В. Влияние информационных технологий и искусственного интеллекта на экономический рост: анализ теоретических подходов // Вестник Пермского университета. Серия «Экономика». 2025. Т. 20, № 1. С. 5–27. DOI [10.17072/1994-9960-2025-1-5-27](https://doi.org/10.17072/1994-9960-2025-1-5-27). EDN [HRCANA](https://www.edn.ru/HRCANA).

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила: 13.11.2024

Принята к печати: 03.02.2025

Опубликована: 31.03.2025



© Мартьянова Е. В., Полбин А. В., 2025

## The impact of information technologies and artificial intelligence on economic growth: An analysis of theoretical approaches

**Elizaveta V. Martyanova** <sup>a)</sup>

RISC Author ID: [1260600](#), Researcher ID: [GPP-6996-2022](#), ✉ [martyanova@iep.ru](mailto:martyanova@iep.ru)

**Andrey V. Polbin** <sup>a), b)</sup>

RISC Author ID: [714615](#), Researcher ID: [L-3662-2017](#), Scopus Author ID: [57193317076](#)

<sup>a)</sup> Gaidar Institute for Economic Policy, Moscow, Russia

<sup>b)</sup> Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

### Abstract

*Introduction.* This survey analyzes the impact of information technologies (IT) and artificial intelligence (AI) on economic growth. Despite the clear potential of new technologies, since the mid-2000s, the developed countries have been experiencing both a slowdown in their economic growth rates and a rise in their research and development expenditures. Additionally, market dynamism has been declining, which results in lower firm entry and exit rates, alongside a decrease in labour mobility. *Purpose.* The article aims at analyzing current studies that explore the lack of notable macroeconomic effects from IT and AI proliferation. *Materials and Methods.* The study includes critical analysis and discussion of academic literature focused on the macroeconomic effects of IT and AI. *Results.* A literature review revealed that current studies offer several reasons for no macroeconomic effects from IT and AI proliferation. Some studies suggest that the growth of market power and reduced dynamism are linked to diminishing opportunities for firms to catch up with the leaders due to IT and AI characteristics, such as slower knowledge diffusion and higher importance of intangible assets. Other potential reasons for the lack of IT and AI impacts on economic growth include: a) overly optimistic expectations regarding the productivity effects of IT and AI, b) inaccuracies in measuring the IT and AI effects, c) the use of new technologies for redistributing existing rents rather than creating new added value, and d) implementation and restructuring lags for additional investments and time to integrate general-purpose technologies like IT and AI. *Conclusions.* Findings from current theoretical models suggest that slowing market dynamism and increasing market power may be linked to IT diffusion. Therefore, the paper may be useful for researchers and economists interested in the factors of economic growth in the context of digital transformation. The conclusion explores potential AI applications to stimulate economic growth.

### Keywords

Information technology, artificial intelligence, economic growth, productivity, research and development, market power, general-purpose technologies, market dynamism

### For citation

Martyanova E. V., Polbin A. V. The impact of information technologies and artificial intelligence on economic growth: An analysis of theoretical approaches. *Perm University Herald. Economy*, 2025, vol. 20, no. 1, pp. 5–27. DOI [10.17072/1994-9960-2025-1-5-27](https://doi.org/10.17072/1994-9960-2025-1-5-27). EDN [HRCAHA](#).

**Declaration of conflict of interest:** none declared.

**Received:** November 13, 2024

**Accepted:** February 03, 2025

**Published:** March 31, 2025



© Martyanova E. V., Polbin A. V., 2025

## ВВЕДЕНИЕ

Распространение информационных технологий и искусственного интеллекта порождает активные дискуссии относительно их влияния на экономический рост.

Информационные технологии (ИТ) представляют собой совокупность методов, инструментов и систем для обработки, хранения и передачи информации. Это понятие включает в себя управление информационными системами, использование программного и аппаратного обеспечения для автоматизации процессов, инфраструктуру, обеспечивающую обработку и передачу данных. Цифровая технология – более узкое понятие, которое означает технологии, работающие исключительно с цифровой (двоичной) информацией (обработка информации в цифровом формате, создание цифровых систем связи), а также искусственный интеллект и машинное обучение.

Искусственный интеллект (ИИ) – это способность компьютерной системы имитировать человеческие когнитивные функции, такие как обучение и принятие решений. Машинное обучение является подвидом и практической реализацией ИИ. Машинное обучение можно определить как процесс использования математических моделей для того, чтобы помочь компьютеру обучаться на основе данных без прямых инструкций<sup>1</sup>. Задачи машинного обучения включают обучение: 1) с учителем, 2) без учителя, 3) с подкреплением, 4) с частичным контролем. Для решения этих задач используются разнообразные модели и алгоритмы, включая линейные модели, деревья решений, ансамбли, методы кластеризации и снижения размерности, а также нейронные сети, достигшие впечатляющих успехов в решении широкого спектра прикладных проблем. Например, благодаря развитию машинного обучения и увеличению вычислительных мощностей коли-

чество ошибок при маркировке содержимого фотографий в наборе данных *ImageNet* снизилось с 30 % в 2010 г. до 2 % в 2017 г.<sup>2</sup> Генеративная нейронная сеть *ChatGPT* привлекла внимание широкими возможностями применения, такими как создание текстов, перевод, написание кода на основе текстовых инструкций. Стоит отметить, что отечественные аналоги от компаний Сбер и Яндекс также активно развиваются, предлагая решения для разнообразных задач на основе искусственного интеллекта.

Информационные технологии и искусственный интеллект тесно связаны. Информационные технологии включают все технологии, направленные на обработку, хранение и передачу данных, а ИИ использует эти данные для создания моделей и алгоритмов, которые могут выполнять задачи, требующие «интеллекта», такие как обработка естественного языка, компьютерное зрение, создание предсказательных моделей. ИИ зависит от достижений цифровых технологий – в сфере больших данных, облачных вычислений, сетевой инфраструктуры и аппаратного обеспечения и др. Хотя ИИ традиционно ассоциируется с обработкой больших объемов данных, методы машинного обучения могут быть эффективно применены и на более компактных наборах данных, например макроэкономических, что демонстрирует их гибкость в различных областях. С точки зрения применения ИИ предлагает новые уровни автоматизации и аналитики, которые выходят за рамки традиционных ИТ-систем, ориентированных на работу с данными.

Технологические оптимисты считают, что цифровизация экономики приведет к новому витку экономического роста. Они ожидают, что новые технологии значительно повысят производительность труда и капитала, что, в свою очередь, приведет к росту ВВП. Благодаря ИТ появляются новые бизнес-модели

<sup>1</sup> *Artificial Intelligence (AI) vs. Machine Learning (ML)* // Microsoft Azure. URL: <https://clck.ru/3GKDjw> (дата обращения: 12.12.2024).

<sup>2</sup> *ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge 2017* // ImageNet. URL: <https://clck.ru/3GKDM2> (дата обращения: 12.12.2024).

и рынки: разработка таких платформ, как *Uber*, *Airbnb* и *Amazon*, стала возможна благодаря достижениям цифровых технологий. Машинное обучение позволяет снизить стоимость прогнозов с поправкой на качество, что дает возможность компаниям лучше прогнозировать уровень спроса, оптимизировать запасы и улучшать управление ресурсами. Электронная коммерция и финансовые технологии значительно сократили транзакционные издержки для бизнеса и потребителей. Образовательные программы, курсы и тренинги в онлайн-формате повышают квалификацию работников, что ведет к росту человеческого капитала и, следовательно, повышению производительности и экономическому росту. Использование ИИ в научных исследованиях и разработках (например, в медицине и фармацевтике) позволяет ускорить процесс инноваций. ИТ и ИИ оптимизируют логистику, позволяя компаниям в реальном времени управлять запасами и контролем заказов, что снижает организационные издержки и ускоряет выполнение заказов.

Важность цифровой экономики осознается на государственном уровне. Существует множество государственных программ, направленных на поддержку и развитие информационных технологий и искусственного интеллекта, в разных странах: *American AI Initiative* – в США, «Национальный план развития ИИ» – в Китае, «Цифровая Европа» – в Европейском союзе, *AI Made in Germany* – в Германии. В России утверждены государственная программа «Национальная стратегия развития искусственного интеллекта до 2030 года» и национальная программа «Цифровая экономика».

Тем не менее, несмотря на осознаваемый потенциал, государственную поддержку и значительные инвестиции в ИТ, темпы экономического роста остаются относительно низкими, что приводит к рассуждениям о «парадоксе производительности» [1; 2].

Почему, несмотря на очевидный потенциал новых технологий, темпы экономического роста остаются низкими? Цель настоящей статьи – проанализировать исследования, пред-

лагающие ответы на этот вопрос. Особое внимание уделено теоретическим подходам, включая шумпетерианские модели, которые помогают объяснить это явление.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### Замедление экономического роста в развитых экономиках

После периода с середины 1990-х до середины 2000-х гг., характеризующегося высокими темпами экономического роста и распространением информационных технологий, наблюдается замедление экономического роста в США [1], Франции и Великобритании [2]. Падение производительности, судя по всему, не связано с мировым финансовым кризисом 2008 г. Авторы исследования [3] находят доказательства того, что замедление темпов экономического роста началось еще до мирового кризиса.

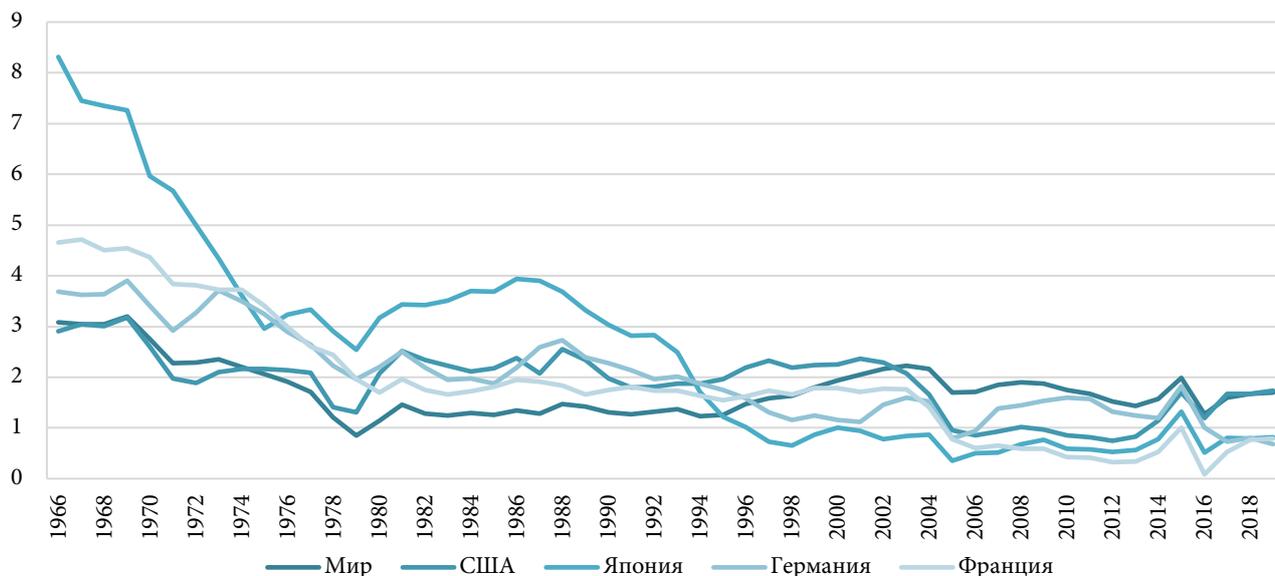
На рис. 1 показаны среднегодовые темпы роста реального ВВП на душу населения, сглаженные методом скользящего среднего с окном в 10 лет. Примерно с 2006 г. средние темпы экономического роста в развитых странах снижаются: так, в период с 2005 по 2019 г. темпы экономического роста в США составили примерно 1 %.

В то же время замедление экономического роста происходит при увеличении инвестиций в НИОКР. Как можно видеть на рис. 2, отношение расходов на НИОКР к ВВП в развитых странах возросло. Расходы на НИОКР включают в себя капитальные и текущие расходы как частного, так и государственного секторов.

Снижение темпов роста производительности, несмотря на значительные инвестиции в НИОКР, порождает дискуссии о новом парадоксе производительности. В 1987 г. оригинальную формулировку парадокса предложил Р. Солоу: «Вы можете видеть компьютерный век повсюду, кроме статистики производительности». Это означало, что, невзирая на значительное развитие компьютерных технологий, их влияние на общую производительность

экономики, измеренное на основе макроэкономических данных, было незначительным или неочевидным. Сегодня причины низкого роста производительности отличаются от тех, что наблюдались в 80-е гг. XX в., поскольку уровень технологического развития существенно изменился. Современная формулировка парадокса Солоу требует корректировки вслед-

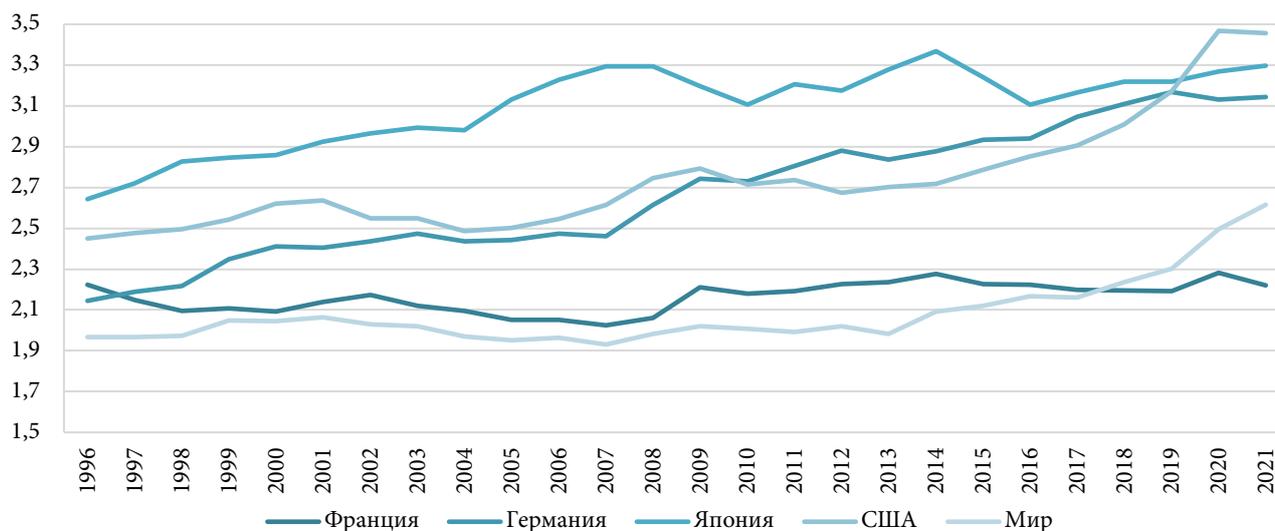
ствие возникновения и развития информационных технологий и искусственного интеллекта: почему современные ИТ-инновации, такие как искусственный интеллект и большие данные, не приводят к значительному увеличению производительности и экономическому росту, несмотря на их очевидный потенциал?



Источник: GDP per capita growth // World Bank Group. URL: <https://clck.ru/3GKDwi> (дата обращения: 12.12.2024).

Рис. 1. Среднегодовые темпы роста реального ВВП на душу населения, сглаженные методом скользящего среднего с окном в 10 лет

Fig. 1. Average annual growth rate of real GDP per capita over a ten-year period



Источник: DataBank. World Development Indicators // World Bank Group. URL: <https://clck.ru/3GKEAS> (дата обращения: 12.12.2024).

Рис. 2. Доля инвестиций в НИОКР в ВВП

Fig. 2. R&D investment share in GDP

### Возможные причины отсутствия значимого эффекта ИТ на макроэкономические показатели

Существует ряд гипотез, объясняющих отсутствие значимых макроэкономических эффектов от ИТ и ИИ, однако ни одна из них не смогла стать общепринятой.

В работе [4] предлагаются четыре потенциальных объяснения парадокса производительности. Первое заключается в том, что ожидания относительно цифровых технологий оказались чрезмерно оптимистичными. Эти технологии оказывают ограниченное влияние на некоторые сектора экономики, тогда как на другие их влияние либо минимально, либо вовсе отсутствует. В результате рост общей факторной производительности остается незначительным. Исторически некоторые идеи и инновации внушали оптимизм, однако не все из них оправдали ожидания. В качестве примера можно привести сверхзвуковые пассажирские самолеты, эксплуатация которых была связана с ограниченными маршрутами, высокими затратами и шумовыми загрязнениями. Однако в случае с информационными технологиями частные инвесторы и такие крупные технологические компании, как *Google* и *Microsoft*, настроены оптимистично и активно инвестируют в развитие искусственного интеллекта.

Некоторые исследования свидетельствуют в пользу первой гипотезы. Так, согласно оценкам *D. Acemoglu*, прирост общей факторной производительности в результате распространения ИИ составит не более 0,66 % за 10 лет [5]. Такое заключение автора основывалось на теореме Халтена: дополнительный прирост ВВП и общей факторной производительности можно оценить по тому, какая доля задач подвергается воздействию и какая средняя экономия затрат на выполнение этих задач возникает. В статье также утверждается, что и эта оценка может быть завышенной, так как первые данные собраны на основе задач, которые автоматизировать проще всего. С учетом

этого соображения скорректированный прирост совокупной факторной производительности составит не более 0,53 % за 10 лет.

Второе объяснение парадокса производительности заключается в неправильном измерении ВВП и общей факторной производительности. Это объяснение подразумевает, что преимущества новых цифровых технологий сложно учесть статистически. Ряд авторов [6–8], каждый из которых использует различные методологии и данные, пришел к выводу, что неправильное измерение не является основным объяснением замедления роста общей факторной производительности. Кроме того, если сейчас положительные эффекты цифровых технологий не отражаются в статистике ВВП, а значит, и в статистике производительности труда, то это же было верно и в период с середины 1990-х по середину 2000-х гг., когда темпы экономического роста не были такими низкими.

Третье объяснение заключается в том, что выгоды от новых технологий уже достижимы, но из-за концентрированного распределения ренты и рассеивания усилий на ее получение или сохранение влияние на рост производительности труда в среднем на работника практически равно нулю. Так, наиболее распространенные приложения ИИ включают в себя таргетирование рекламы и продажу финансовых инструментов, что, по сути, является перераспределением выгод с нулевой суммой. Некоторые работы могут служить косвенным свидетельством в пользу этой гипотезы. Эмпирические исследования показывают рост различий между передовыми и средними компаниями в производительности [9] и в прибыли [10]. В статье [11] проверяется гипотеза о том, что снижение доли оплаты труда в выпуске связано с ростом компаний-суперзвезд, которые увеличивают рыночную концентрацию, производя большую долю добавленной стоимости с более высокими наценками и низкой долей труда. Усиление конкуренции на мировых рынках и совершенствование технологий для поиска товаров и сравнения цен способствуют росту числа таких компаний.

Четвертое объяснение заключается в том, что для получения возможности эффективно использовать технологии общего назначения (*general-purpose technology, GPT*) необходимо время для их внедрения и освоения. В отличие от остальных трех гипотез эта версия не отрицает технологического оптимизма.

Известными примерами технологий широкого назначения в истории экономики являются водяное или ветряное колесо, паровой двигатель, электричество, лазер, полупроводники, а также такие достижения компьютерных наук, как цифровые технологии, включая модели искусственного интеллекта. В исследовании [12], где вводится это понятие, авторы выделяют три особенности технологий широкого назначения. Во-первых, они используются в большинстве секторов экономики и тем самым оказывают ощутимый макроэкономический эффект. Во-вторых, технологии широкого назначения продолжают улучшаться с течением времени, повышая свою эффективность и производительность. В-третьих, рассматриваемые технологии генерируют вторичные инновации за счет облегчения изобретения новых продуктов. Технология искусственного интеллекта, в частности машинное обучение, широко распространена, со временем совершенствуется и порождает дополнительные инновации, тем самым отвечая трем каноническим критериям технологии широкого назначения.

Парадокс производительности может быть общим явлением для технологий общего назначения. *P. David* утверждает, что динамика роста общей факторной производительности при распространении информационных технологий схожа с тем, что происходило при внедрении электромотора. Так, электрификация не оказывала заметного воздействия на темпы роста общей факторной производительности до 1920-х гг. [13]. Ученый предлагает два возможных объяснения. Первое заключается в медленных темпах электрификации фабрик, так как было бы невыгодно разрушать еще исправные фабрики, приспособленные к преж-

ней технологии – использованию энергии воды и пара. Кроме того, хотя в общих чертах потенциал использования электроэнергии был ясен многим, для повсеместной электрификации требовалось проработать детали применения новой технологии на практике и подготовить новые кадры – промышленных архитекторов и электриков. Их подготовка, в свою очередь, зависела от спроса на электрификацию, который рос медленно. Второе объяснение заключается в неправильном определении из-за сложно измеримых качественных характеристик и смещения в сторону производства товаров и услуг, которые ранее не учитывались. Например, электрический свет ярче, безопаснее и проще в обслуживании по сравнению с газовым освещением, а рост благосостояния в виде увеличения скорости передвижения никак не отразился в статистике ВВП [13].

*E. Brynjolfsson* и соавторы сравнили динамику роста производительности труда, измеряемого как рост отношения выпуска к часам работы, за 50 лет электрификации и распространения информационных технологий [4]. В обоих случаях в течение первых 25 лет производительность труда росла относительно медленно. Затем в обе эпохи наблюдалось десятилетнее ускорение роста производительности труда: с 1915 по 1924 г. – в эпоху электрификации и с 1995 по 2004 г. – в нынешнюю эпоху ИТ. Ускорение, наблюдаемое в конце 1990-х гг., частично разрешило парадокс Солоу подобно тому, как ускорение, фиксируемое в конце 1910-х гг., могло бы объяснить экономистам того периода, почему новые технологии видны повсюду, кроме статистики производительности. Авторы высказывают предположение, что дальнейшее распространение ИТ может вновь ускорить рост производительности труда подобно тому, как в 1933–1940 гг., в конце эпохи электрификации, производительность труда снова начала расти ускоренными темпами [4].

Задержку между признанием потенциала новой технологии широкого назначения и ее статистически измеримым влиянием на производительность *E. Brynjolfsson* с соавторами

объясняют двумя причинами. Во-первых, необходимо время для создания запасов активов, связанных с новой технологией, в объеме, достаточном для совокупного эффекта. Во-вторых, для получения полной отдачи необходимы дополнительные инвестиции на разработку и внедрение технологий, дополняющих новую технологию широкого назначения [4]. Таким образом, вопреки предсказаниям теории реального делового цикла, первоначальный эффект положительного технологического шока может заключаться не в увеличении выпуска, производительности труда и занятости, а в их сокращении.

### Шумпетерианские модели и динамика роста производительности в период внедрения технологии широкого назначения

Падение выпуска в результате положительного шока общей факторной производительности могут объяснить шумпетерианские модели, которые относятся к классу моделей эндо-

генного роста. Основные модели теории эндогенного роста включают АК-модели *R. Lucas* и *P. Romer* [14; 15], модели растущего разнообразия товаров [16], модели ступенек качества, или шумпетерианские модели [17; 18]. Обзор моделей эндогенного роста представлен в работе [19]. В исследовании [20], в свою очередь, приведен подробный разбор основных классов шумпетерианских моделей и сделаны основные выводы из них. Сравнительная характеристика шумпетерианских моделей показана в таблице.

Далее кратко опишем основные модели этого класса. В классической работе [17] предлагается базовая шумпетерианская модель. Товар конечного потребления производится из набора промежуточных товаров. В модели рассматривается процесс «созидательного разрушения», при котором новая, более эффективная технология производства промежуточных товаров с качеством  $\gamma A$  (где  $\gamma > 1$ ) заменяет существующую технологию с качеством  $A$ . Инновации носят радикальный характер (*leapfrogging innovations*), при котором каждая новая технология полностью вытесняет старую.

### Сравнительная характеристика шумпетерианских моделей Comparative characteristics of the Schumpeterian models

Характеристика	<i>P. Aghion, P. Howitt, 1992 [17]</i>	<i>P. Aghion, C. Harris, J. Vickers, 1997 [22]</i>	<i>T. Klette, S. Kortum, 2004 [23]</i>
Характер инноваций	Радикальные инновации, полностью заменяющие предыдущие технологии	Поэтапные инновации; отстающие фирмы догоняют лидеров	Кумулятивные инновации, расширяющие ассортимент продуктовых линеек фирмы
Фирмы	Стремятся к монопольной ренте через радикальные инновации	Постепенно догоняют технологических лидеров, что стимулирует инновационную активность	Расширяют свои продуктовые линейки через инновации, что приводит к их росту и увеличению рыночной доли
Конкуренция	Усиление конкуренции может снижать стимулы к инновациям из-за уменьшения монопольной ренты	В секторах с небольшим технологическим разрывом конкуренция стимулирует инновации; в секторах с большим разрывом эффект неоднозначен	Конкуренция между фирмами происходит через расширение и обновление продуктовых линеек
Экономический рост	Определяется скоростью радикальных инноваций и степенью творческого разрушения	Зависит от скорости внедрения поэтапных инноваций и динамики конкуренции между фирмами	Обусловлен расширением продуктовых линеек фирм и их инновационной активностью

Источник: составлено авторами на основе [17; 22; 23].

Конкуренция Бертрана делает эту замену неизбежной, так как новые технологии предлагают лучшее соотношение затрат и качества. Фирмы-производители промежуточных товаров инвестируют в исследования и разработки (НИОКР), мотивированные перспективой получения монопольной ренты.

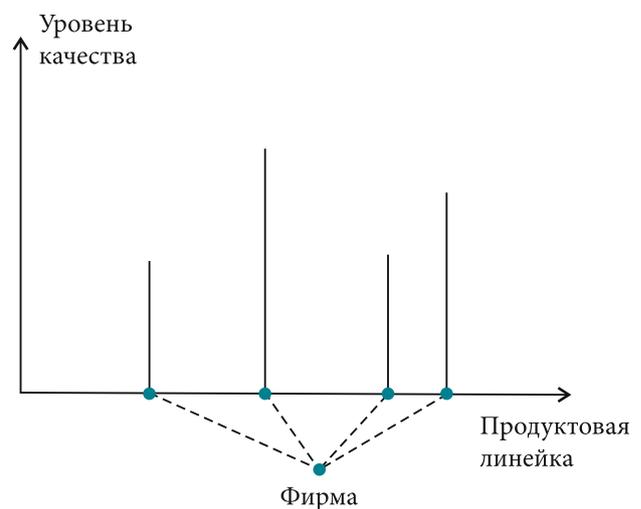
Решение базовой модели предполагает существование эффекта замещения Эрроу (*Arrow replacement effect*), описанного в [21]. Эффект состоит в том, что монополист имеет меньше стимулов к инновациям из-за его заинтересованности в сохранении статус-кво.

В работе [22] предпосылка о радикальном характере инноваций ослаблена и заменена предпосылкой о поэтапных инновациях (*step-by-step innovations*). Каждый сектор по производству промежуточных товаров характеризуется уровнем технологий лидера и технологическим разрывом между лидером и последователем. В модели выделяются два типа секторов: сектора с небольшим технологическим разрывом, или «ноздря в ноздю» (*neck-to-neck sectors*, или *leveled sectors*), и сектора с большим технологическим разрывом (*unleveled sectors*).

В секторах с небольшим технологическим разрывом усиление конкуренции будет стимулировать фирмы к инновациям с целью получения ими преимуществ перед конкурентами в данном секторе. Этот эффект называют эффектом бегства от конкуренции (*escape-competition effect*). В секторах с большим технологическим разрывом, помимо эффекта бегства от конкуренции, проявляется также шумпетерианский эффект (*Schumpeterian effect*). Он показывает, что влияние усиливающейся конкуренции на отстающие фирмы зависит от уровня их межвременных предпочтений, который определяется параметром дисконтирования. При высоких значениях параметра дисконтирования отстающие фирмы демонстрируют высокую степень нетерпеливости, фокусируясь на краткосрочном потоке чистой прибыли, который уменьшается с усилением конкуренции. Однако при низких значениях этого параметра ожидаемый эффект бегства от конкуренции становится

преобладающим, стимулируя инновационную активность отстающих фирм. Доля секторов с небольшим технологическим разрывом в устойчивом состоянии будет зависеть от интенсивности инноваций в таких секторах по сравнению с секторами с большим технологическим разрывом. В литературе это называют композиционным эффектом (*composition effect*).

В исследовании [23] предложена модель, которая воспроизводит основные стилизованные факты: 1) распределение фирм по размеру асимметрично; 2) возраст и размер фирм сильно коррелируют; 3) маленькие фирмы чаще прекращают свою деятельность, но выжившие растут темпами выше среднего; 4) большая доля инвестиций в исследования и разработки осуществляется действующими фирмами, а не новичками; 5) перераспределение ресурсов между фирмами является важным источником роста общей факторной производительности. Четыре первых факта требуют, чтобы новая фирма появилась, расширилась, затем, с течением времени, сократилась и в итоге была вытеснена фирмами-новичками (рис. 3). Таким образом, модель Klette и Kortum подходит для анализа динамики фирм.



Источник: составлено авторами на основе [23].

Рис. 3. Пример фирмы в модели Klette и Kortum  
 Fig. 3. Example of a firm in the Klette and Kortum model

Главное отличие от базовой модели заключается в двух пунктах. Во-первых, инновации

могут вводить как новички, так и действующие фирмы. Для внедрения инноваций компании объединяют имеющиеся у них знания, накопленные с течением времени и благодаря усилиям ученых, в соответствии с производственной функцией Кобба–Дугласа. Во-вторых, фирмы представляют собой множество продуктовых линеек (*product line*), или производственных линий (*production unit*). Если фирма успешно внедряет инновацию, она расширяет множество своих продуктовых линеек. Если конкуренты вытеснили фирму из всех ее продуктовых линеек, она уходит с рынка.

Шумпетерианские модели могут объяснить снижение темпов роста выпуска в результате положительного шока, вызванного изобретением технологии широкого назначения. Авторы работы [24] предлагают шумпетерианскую модель, в которой новая технология широкого назначения требует нового набора промежуточных товаров. В экономике должно быть изобретено достаточное количество промежуточных товаров, прежде чем фирмам будет выгодно отказаться от предыдущей технологии. В период между открытием новой технологии широкого назначения и ее окончательным внедрением национальный доход будет падать, поскольку ресурсы изымаются из производства и направляются на НИОКР для создания новых промежуточных товаров. Долгосрочная динамика в модели циклична: в первой фазе цикла выпуск и производительность растут медленно или снижаются, во второй фазе эти показатели растут. Согласно предсказаниям модели распространение новой технологии широкого назначения усиливает динамизм, так как она стимулирует инновации и созидательное разрушение во всех секторах экономики.

В статье [25] утверждается, что реализация потенциала технологий широкого назначения требует дополнительных инвестиций на внедрение: фирмы должны модифицировать бизнес-процессы, накопить управленческий опыт, провести переобучение работников. Эти дополнительные инвестиции часто

плохо поддаются оценке в национальных счетах, что приводит к недооценке роста общей факторной производительности в первые годы внедрения технологии широкого назначения. Впоследствии рост общей факторной производительности будет завышен, поскольку потоки капитальных услуг от недооцененных инвестиций на внедрение технологии широкого назначения будут генерировать измеримый выпуск. Для описания этого явления авторы вводят понятие *J*-кривой производительности (*Productivity J-Curve*).

*E. Brynjolfsson* с соавторами в работе [25] оценивают неучтенный вклад в общую факторную производительность дополнительных инвестиций на внедрение технологий широкого назначения, связанных с инвестициями в НИОКР в целом, с компьютерным оборудованием, программным обеспечением и искусственным интеллектом. Для этого они выводят выражение из модифицированной неоклассической производственной функции, где недооцененная часть общей факторной производительности задается как функция темпов роста выпуска, объема и теневой стоимости капитала, накопившегося из дополнительных инвестиций на внедрение технологии широкого назначения. Для оценки объема и теневой стоимости недоучтенного капитала авторы опирались на теорию *q*-Тобина. Идея заключалась в том, что разница между рыночной стоимостью фирмы и наблюдаемыми инвестициями отражает инвестиции на внедрение технологии широкого назначения. Так, фирма, проводящая компьютеризацию, должна пропорционально инвестировать в два актива: компьютерное оборудование и дополнительное обучение сотрудников. Если предположить, что рынки активов и ценных бумаг правильно оценивают стоимость фирмы, то для фирмы рыночная цена инвестиций в компьютерное оборудование будет выше заместительной стоимости оборудования на стоимость будущих потоков от дополнительного обучения. Превышение рыночной стоимости фирмы над балансовой означает, что коэффициент Тобина

выше единицы. На основе коэффициента Тобина можно оценить объем капитала, составленного из инвестиций на внедрение новой технологии широкого назначения, а значит, скорректированный показатель общей факторной производительности. Согласно количественным оценкам, для программного обеспечения скорректированный показатель общей факторной производительности на 11,3% выше, чем официальные показатели в конце 2004 г., и на 15,9% выше, чем официальные показатели в конце 2017 г. Тот же эффект от затрат на внедрение искусственного интеллекта оказался небольшим, но растущим.

### Снижение динамизма и замедление экономического роста

Ряд авторов связывает замедление темпов экономического роста со снижением динамизма (*business dynamism*). Динамизм подразумевает способность экономики к обновлению и адаптации через процесс «созидательного разрушения», когда менее эффективные компании вытесняются более эффективными новыми или существующими фирмами. Этот процесс связан с перемещением работников в более эффективные фирмы и созданием рабочих мест с более высокой оплатой труда.

Перемещение труда и капитала из менее производительных фирм в более производительные является одним из механизмов повышения общей факторной производительности. Когда предприятия с низкой производительностью закрываются или сокращают свои объемы и заменяются компаниями с высокой производительностью, это приводит к тому, что факторы производства могут быть использованы более эффективно. Если этот процесс замедляется, факторы производства остаются в фирмах с низкой производительностью, что препятствует росту общей факторной производительности.

Два последних десятилетия наблюдается снижение динамизма в экономике США и других развитых стран, что проявляется в уменьшении числа новых бизнесов, замедлении пе-

рераспределения рабочих мест и сокращении доли труда в выпуске. При этом снижение динамизма происходит на фоне роста концентрации рынка, прибыли и наценок. В работе [26] показано, что коэффициент входа новых фирм на рынок в США снижается уже более 30 лет, что влияет на возрастное распределение компаний. Авторы исследования [27] обнаружили, что темпы перераспределения рабочих мест между фирмами снизились во всех секторах экономики США с 2000 г. Хотя данные и показывают замедление оборота рабочих мест и фирм, не существует консенсуса о его причинах.

Одно из объяснений замедления динамизма связано со снижением темпов роста численности населения. Так, в статье [28] долгосрочное снижение числа новых фирм в США связывается с замедлением темпов роста предложения рабочей силы с 1970-х гг. вследствие демографических причин. Согласно количественным оценкам авторы исследования [29] замедление бизнес-динамизма объясняют прошедшим периодом беби-бума. В 1960–1970-х гг., с притоком беби-бумеров на рынок труда, появилось множество новых фирм, воспользовавшихся повышенным предложением рабочей силы. Многие из них продолжили свою деятельность, что отразилось на текущих показателях входа и выхода фирм. Когда в 1990-х гг. и начале XXI в. рост рабочей силы замедлился, существующие фирмы легко поглощали новое малочисленное поколение работников. В результате потребность в создании новых фирм снизилась, что привело к уменьшению числа новых предприятий и увеличению их среднего возраста. Поскольку старые фирмы, как правило, крупнее и реже покидают рынок, это способствовало концентрации занятости в крупных старых фирмах и снижению уровня выхода.

### Усиление рыночной власти как причина снижения динамизма

Одновременно с замедлением экономического роста наблюдается увеличение рыночной власти, что выражается в способности компаний

устанавливать цены выше предельных издержек, а значит, приводит к росту прибыли и наценок (*markup*). В работе [30] на основе данных о фирмах в США с 1955 г. обнаружено, что с 1980 г. превышение средней наценки над предельными издержками выросло с 21 до 61 %. Рост происходил за счет верхнего хвоста распределения наценок фирм, причем медиана осталась неизменной. Таким образом, доля рынка перераспределялась от фирм с низкой наценкой к фирмам с высокой наценкой. На основе данных о фирмах из 20 стран в исследовании [31] обнаружено, что за период 2000–2015 гг. наценки выросли на 6 %, причем прирост был сильнее в секторе услуг и в странах с развитой экономикой. Рост произошел за счет верхнего дециля распределения наценок, состоящего из крупных и малых компаний, т. е. между размером компании и наценками существовала зависимость в форме буквы *U*.

Ряд авторов трактует рост рыночной власти на основе шумпетерианских моделей. Механизм, объясняющий рост рыночной власти в этом классе моделей, заключается в снижении способности отстающих фирм догонять лидеров за счет инноваций.

В работе [32] показано, что качество патентов небольших компаний резко снизилось с 2000 г., после бума 1990-х гг. Для оценки качества патентов автор определял их рыночную стоимость, используя разницу в ценах акций фирм до и после публикации патентов согласно подходу, предложенному в исследовании [33], где приведена модификация шумпетерианской модели поэтапных инноваций [34], в которой фирмы-последователи имеют «преимущество отсталости», позволяющее им легче вводить более радикальные и разрушительные идеи по сравнению с лидерами. Снижение шансов на лидерство заставляет фирму-последователя уменьшать инвестиции в НИОКР. Фирма-лидер, сталкиваясь с более низкой вероятностью быть обойденной, больше инвестирует в НИОКР, чтобы укрепить свои позиции. В результате технологический разрыв между лидером и последователем увеличивается, что

повышает рыночную долю и наценки лидеров, а также концентрацию выручки и прибыли.

В статье [35] движущей силой современных тенденций названо снижение издержек расширения продуктовых линеек компании, которое произошло из-за распространения информационных технологий. Чем авторы обосновывают потенциальную связь между распространением ИТ и новыми эмпирическими фактами? Во-первых, снижение цен на ИТ-товары резко ускорилось в 1995–2005 гг., что совпало с кратковременным увеличением темпов роста остаточной производительности. Во-вторых, более высокие темпы роста производительности в 1995–2005 гг. и их снижение в последующие годы ложатся на динамику этого показателя в разбивке по отраслям. Авторы проанализировали динамику темпов остаточной производительности в зависимости от интенсивности использования ИТ. В секторах, разрабатывающих ИТ (*IT producing*), создаются компьютеры и электроника, проектируются компьютерные системы. Другие сектора делятся на активно использующие ИТ (*IT intensive*) и остальные – в зависимости от отношения средней стоимости их ИТ-капитала к общей добавленной стоимости. Авторы отметили более высокие темпы роста в секторах, занимающихся производством ИТ, во второй половине 1990-х гг. и в секторах, интенсивно использующих ИТ, в начале 2000-х гг. При этом в остальных секторах такого же ускорения роста не наблюдалось. Кроме того, для секторов, интенсивно использующих ИТ, отмечалось замедление роста остаточной производительности с середины 2000-х гг. В-третьих, доля труда в выпуске снижается во всех секторах экономики, но особенно сильно это снижение выражено в секторах, занимающихся производством ИТ или активно их использующих. В-четвертых, более крупные фирмы инвестируют большую долю своей выручки в ИТ [36].

Для количественного анализа авторы используют модификацию модели эндогенного роста, предложенной в работе [23]. Фирмы

в модифицированной модели являются гетерогенными по двум признакам. Первый – это качество продукции, которое различается в разных продуктовых линейках фирмы и улучшается эндогенно за счет инноваций и созидательного разрушения. Вторым признаком – эффективность процессов, которая не зависит от времени, различается между фирмами и является общей для всех продуктовых линеек отдельно взятой фирмы. Гетерогенность в эффективности процессов проистекает из различий в организационном капитале фирм – совокупности знаний, процессов и систем, на которые опираются компании в организации своей деятельности<sup>1</sup>.

*P. Aghion* с соавторами отмечают, что распространение ИТ в 1990-е гг. облегчило расширение высокоэффективных компаний, таких как *Microsoft* и *Amazon* [35]. Информационные технологии могут сокращать накладные расходы за счет автоматизации рутинных задач, более эффективного управления запасами и цепочками поставок, благодаря электронным коммуникациям и документообороту, масштабируемости и анализу данных для принятия решений. Распространение ИТ моделируется как снижение накладных расходов (*overhead cost*), облегчающее освоение новых продуктовых линеек. Параметр накладных расходов был откалиброван в соответствии со снижением относительных цен на ИТ-товары в 1996–2005 гг.

Расширение высокоэффективных фирм вызывает временный всплеск роста совокупной производительности в модельной экономике по двум причинам. Во-первых, высокоэффективные фирмы внедряют инновации и повышают качество продукции, чтобы захватить больше продуктовых линеек. Во-вторых, появление высокоэффективных фирм на большем числе рынков улучшает эффективность процессов в экономике в целом. Высокоэффективные фирмы могут устанавли-

вать более высокие наценки по сравнению с низкоэффективными фирмами при одинаковом качестве продукции. Из-за относительно более высоких наценок высокоэффективные фирмы характеризуются более низкой долей труда. В результате расширение продуктовых линеек высокоэффективных фирм приводит к росту средней наценки и снижению доли труда в выпуске. Несмотря на увеличение средних наценок в экономике в целом, наценки некоторых фирм могут снижаться из-за конкуренции с высокоэффективными фирмами. Расширение высокоэффективных фирм в новых продуктовых линейках снижает стимулы к инновациям, так как монопольная рента от инноваций сокращается из-за конкуренции с высокоэффективными фирмами, уже действующими на продуктовой линейке. В результате фирмы сокращают интенсивность инноваций, что может перевесить положительное влияние снижения накладных расходов. Таким образом, если в краткосрочной перспективе распространение ИТ вызывает увеличение темпов экономического роста, то в долгосрочной перспективе оно может его замедлить.

Увеличение роли нематериальных активов, таких как программные продукты, алгоритмы и модели машинного обучения, также может объяснять увеличение рыночной концентрации.

Во-первых, усиление значения нематериальных активов в производстве и укрепление их правовой охраны приводят к снижению скорости распространения знаний. Без защиты интеллектуальной собственности фирмы не были бы заинтересованы в инвестировании в инновации, поэтому вполне ожидаемо, что компании, работающие на основе нематериальных активов, будут стремиться к активной защите своей интеллектуальной собственности для сохранения конкурентного преимущества. Кроме того, данные, используемые для принятия

<sup>1</sup> *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015* // OECD iLibrary. URL: <https://clck.ru/3GKDCb> (дата обращения: 12.12.2024).

решений и машинного обучения, представляют собой уникальный ресурс<sup>1</sup>. Большие данные обладают сетевым эффектом: чем больше данных у фирмы, тем больше она знает о своих клиентах и тем лучше может их обслуживать. Преимущества в обслуживании привлекают больше клиентов, что генерирует еще больше данных и позволяет совершенствовать обслуживание. Таким образом, существующие крупные фирмы оказываются в более выгодном положении по сравнению с фирмами-новичками. Так, в работе [37] показано, что данные без возможности свободного использования (*proprietary data*) являются важным предиктором объемов венчурного финансирования, которые получают стартапы в сфере ИИ.

Во-вторых, нематериальные активы, такие как программное обеспечение и патенты, имеют низкие предельные издержки и относительно высокие постоянные издержки, потому что их создание требует значительных первоначальных затрат, но после этого их можно тиражировать или использовать многократно почти без дополнительных расходов. Например, разработка программного обеспечения требует значительных ресурсов, но после его создания затраты на копирование и распространение минимальны.

В исследовании [38] рост концентрации и снижение динамизма связывают с замедлением распространения знаний (*knowledge diffusion*). В работе представлены эмпирические факты для экономики США и их сопоставление с выводами из шумпетерианской модели с поэтапными инновациями, в которой фирмы-последователи постепенно совершенствуют качество продукта для сокращения технологического разрыва с лидером, а не вводят радикальную инновацию, полностью разрушающую ренту от предыдущей технологии. Авторы включают в модель экзогенную вероятность сокращения технологического разрыва между лидерами и последователями, которая является упро-

щенным представлением механизма обучения отстающих фирм у лидеров. Высокая вероятность сокращения технологического разрыва выгодна для отстающих фирм, но увеличивает конкуренцию и издержки для лидеров. Наценка фирмы-лидера задается эндогенно и зависит от технологического разрыва между лидером и последователем. Результаты авторов показывают, что замедление распространения знаний воспроизводит рост концентрации и совокупной наценки, а также снижение доли оплаты труда в выпуске, что объясняется увеличением доли секторов с большим технологическим разрывом между фирмами. Однако предложенная авторами стилизованная модель не смогла полностью описать новые эмпирические факты. Так, отсутствие свободного входа на рынок в модели не позволяет проанализировать феномен старения фирм.

В статье-продолжении [39] авторы показывают результаты прикладного исследования, проведенного на основе расширенной модели, пригодной для количественного анализа, в частности для анализа переходных траекторий. Модель была откалибрована исходя из предположения, что в 1980 г. экономика США находилась в устойчивом равновесии. Затем на ее основе были построены переходные траектории для сценариев, в которых экономика подвергается одному из четырех шоков. Рассматриваемые шоки включали корпоративное налогообложение, субсидирование НИОКР государством, уровень издержек входа и распространение знаний. Сгенерированные траектории сравнивались с фактическими данными, чтобы понять, какой канал влияния лучше всего способен объяснить наблюдаемые эмпирические тренды в экономике США. Авторы сделали два количественных расчета. В первом случае они симулировали шоки по отдельности, а во втором – все вместе. Оба набора симуляций показывают, что замедление распространения знаний является основным каналом

<sup>1</sup> *The world's most valuable resource is no longer oil, but data* // The Economist. May 6, 2017. URL: <https://clck.ru/3GKDK8> (дата обращения: 12.12.2024).

в модельной экономике, объясняющим все наблюдаемые тенденции.

В работе [40] предложена гипотеза, согласно которой снижение темпов экономического роста и увеличение рыночной концентрации можно объяснить увеличением роли нематериальных активов, таких как программное обеспечение, и их особенностями. Во-первых, как было сказано, нематериальные активы связаны с низкими предельными издержками и относительно высокими постоянными издержками, что дает фирмам с высокой долей нематериальных активов конкурентное преимущество, препятствуя входу новых фирм на рынок. Во-вторых, фирмы используют нематериальные активы с разной эффективностью. Как показано в исследованиях [41; 42], эффективность использования информационных технологий зависит от менеджмента. Влияние нематериальных активов на экономический рост зависит от того, насколько широко они распространены среди компаний. Значительное распространение нематериальных активов может способствовать экономическому росту, поскольку после того, как фиксированные издержки на их создание понесены, товары можно производить с очень низкими предельными издержками, что увеличивает рента и, следовательно, стимулирует инновации. Однако неравномерное распространение нематериальных активов повышает уровень инноваций только для компаний с высоким уровнем нематериальных активов, в то время как другим компаниям становится труднее выходить на новые рынки, что снижает темпы экономического роста. Для теоретического анализа авторы предложили модификацию модели [23]. В модели нематериальные активы включены в производственную функцию. Фирмы могут снижать предельные издержки, инвестируя фиксированные суммы в нематериальные активы, и различаются по эффективности их использования. В стандартной модели *Klette* и *Kortum* фирма, разработавшая более качественную версию товара, становится его единственным производителем. Нематериальные

активы изменяют этот результат, поскольку фирмы с высоким уровнем таких активов могут производить товары с более низкими издержками и продавать их по более низким ценам. Это создает барьеры для новых фирм, поскольку только значительное улучшение качества может компенсировать разницу в издержках. Таким образом, компании с высоким уровнем нематериальных активов могут препятствовать входу на рынок новых фирм.

### Потенциал ИИ для экономического роста

Несмотря на отсутствие значимого положительного влияния на экономический рост, оптимизм в отношении ИТ и ИИ не иссякает. В первую очередь он связан с развитием искусственного интеллекта, в частности его практического применения – машинного обучения.

Искусственный интеллект может дополнять труд человека, увеличивая его производительность. В работе [43] утверждается, что ИИ может настолько сильно повысить производительность труда, что люди будут меньше работать и получать при этом больше доходов. В исследовании [44] изучается влияние генеративного ИИ на стоимость компаний. Авторы оценивают, насколько задачи, выполняемые сотрудниками различных профессий, могут быть автоматизированы или улучшены с помощью ИИ. Затем они рассчитывают показатель подверженности фирм ИИ на основе состава сотрудников и возможности автоматизации задач для их профессии. Согласно полученным результатам, фирмы с более высокой подверженностью ИИ ежедневно получали дополнительную прибыль в размере 0,4% после выхода *ChatGPT*. Авторы статьи [45] оценивают влияние ИИ на производительность немецких фирм с помощью инструментальных переменных для применения ИИ: частота использования искусственного интеллекта на уровне отрасли, расходы на инновации в предыдущие периоды на одного сотрудника, сопротивление сотрудников внедрению новых технологий. Так,

компании, внедряющие технологии искусственного интеллекта, сообщают о росте продаж на 4,4% в расчете на одного работника. Исследование [46] показало, что использование *GPT-4* увеличивает производительность консультантов на 12,2% и скорость выполнения задач – на 25,1%, повышает качество результатов на 40% с наибольшими улучшениями у сотрудников с низкой исходной продуктивностью (рост на 43%). Однако при задачах за пределами возможностей ИИ производительность падала, причем ученые выявили два подхода к взаимодействию с ИИ: делегирование задач («Кентавры») и полная интеграция («Киборги»). В работе [47] показано, что внедрение генеративного ИИ в качестве помощника для специалистов службы поддержки клиентов увеличило их производительность на 14%, особенно среди новичков и низкоквалифицированных работников (рост на 34%), но практически не повлияло на опытных сотрудников. Кроме того, ИИ повысил удовлетворенность клиентов, улучшил удержание сотрудников и способствовал обучению на рабочем месте.

ИИ может внести вклад в увеличение темпов экономического роста за счет более эффективного распределения ресурсов. К примеру, нейросети, разработанные командой *Google DeepMind*, оптимизировали потребление энергии в дата-центре, снижая затраты на охлаждение на 40% по сравнению с результатами, достигнутыми человеческими экспертами [4]. Другой способ снижения напрасной траты ресурсов – более точное предсказание погоды и других климатических явлений. Модель для предсказания погоды *GraphCast*<sup>1</sup> с использованием графовых нейронных сетей обеспечивает более точные и быстрые прогнозы по сравнению с традиционными методами. Более точные предсказания могут повысить готовность к экстремальным погодным явлениям и снизить потери времени и ресурсов в производственных процессах, способствуя росту общей фак-

торной производительности, например оптимизировать посевные и уборочные работы в сельском хозяйстве, улучшить управление возобновляемыми источниками энергии, повысить эффективность управления цепочками поставок за счет снижения рисков, связанных с неблагоприятными погодными условиями.

Некоторые ученые высказывают мнение, что потенциально ИИ может значительно ускорить процесс инноваций.

Во-первых, как и в случае с другими профессиями, ИИ может дополнять труд исследователей. В работе [48] описывается около 25 потенциальных применений для ИИ, включая генерацию идей, написание статей, программирование и математические выкладки. Авторы статьи [49] обнаружили, что внедрение ИИ в немецких компаниях увеличивает вероятность внедрения нового продукта или процесса примерно на 8%. В исследовании [50] предложен новый показатель инвестиций компаний в ИИ, построенный на основе текстового анализа резюме сотрудников. Авторы рассчитали показатель, определяя степень корреляции указанных в резюме навыков с искусственным интеллектом и тремя его основными подобластями: машинным обучением, обработкой естественного языка и компьютерным зрением – на основе их совместного упоминания в требованиях к вакансиям. Результаты показывают, что инвестиции в ИИ приводят к росту продаж, занятости и рыночной оценки компаний главным образом за счет увеличения продуктивных инноваций, причем этот рост сосредоточен среди крупных фирм и связан с их повышенной концентрацией в отрасли.

Во-вторых, ИТ и ИИ способствуют более быстрому и эффективному обмену идеями и их комбинированию. Такие платформы, как *GitHub*, и научные репозитории позволяют разработчикам и исследователям со всего мира обмениваться кодом, данными и исследованиями.

<sup>1</sup> *GraphCast* AI model for faster and more accurate global weather forecasting // Google DeepMind. 2023. URL: <https://clck.ru/3GKDSH> (дата обращения: 20.01.2025).

В-третьих, искусственный интеллект потенциально может ускорить труд исследователей, занятых перебором различных комбинаций идей. Так, основной вывод из модели рекомбинации идей [51], в которой каждая новая идея получается комбинацией старых, говорит о том, что предел экономического роста лежит не столько в нашей способности придумывать новые идеи, сколько в способности перерабатывать обилие новых идей в пригодную для использования форму. Если часть проблемы снижающегося темпа инноваций заключается в том, чтобы справиться с большим количеством способов комбинирования старых идей, растущим по мере накопления инноваций, то технологии, подобные глубокому обучению, могут помочь в этом.

В качестве примера использования ИИ для поиска полезных комбинаций идей можно привести *GNoME (Graph Neural Network for Materials Exploration)*<sup>1</sup> – модель глубокого обучения от *Google DeepMind*, разработанную для ускорения открытия новых материалов путем анализа их свойств на основе графовых нейронных сетей. Она может значительно увеличить скорость инноваций и способствовать экономическому росту, упрощая создание передовых материалов для использования в энергетике, медицине и промышленности. Другой пример – стартап *Atomwise*, разрабатывающий новую технологию выявления потенциальных кандидатов в лекарственные препараты и инсектициды с помощью нейронных сетей для прогнозирования биоактивности молекул-кандидатов<sup>2</sup>. Однако разработанная *Atomwise* технология пока находится на ранней стадии: ее первые результаты кажутся многообещающими, но на рынке еще не появилось ни одного нового лекарства, созданного благодаря этому подходу.

Таким образом, если причина замедления экономического роста заключается в том, что

новые идеи становится все сложнее найти [52], то участие ИИ в производстве идей может ускорить процесс инноваций.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эмпирические факты, наблюдаемые в настоящее время в развитых экономиках, не внушают оптимизма в отношении влияния ИТ и ИИ на экономику. В США и других развитых странах с середины 2000-х гг. фиксируется снижение темпов экономического роста. Одновременно с этим растут совокупные инвестиции в НИОКР, однако их эффективность, судя по всему, снижается. Кроме того, замедление темпов экономического роста происходит одновременно с ростом концентрации и наценок, уменьшением доли труда в выпуске и замедлением динамизма развития бизнеса, что выражается в снижении коэффициентов входа и выхода новых фирм и интенсивности перераспределения работников между фирмами.

Существует несколько гипотез относительно того, почему мы наблюдаем не увеличение, а снижение темпов экономического роста, несмотря на увеличение инвестиций в НИОКР и декларируемый потенциал новых технологий.

Во-первых, оптимизм в отношении ИТ и ИИ действительно может быть преждевременным. В экономической истории можно найти примеры технологий, которые не оправдали своих ожиданий.

Второе объяснение заключается в неправильном измерении темпов экономического роста. Однако исследования, выполненные с использованием различной методологии, данную гипотезу опровергают. Кроме того, если вклад в процесс создания ИТ занижен, то это же было верно в период 1995–2005 гг., когда темпы роста не были столь же низкими.

Третье объяснение состоит в том, что, хотя ИТ и ИИ уже могут обеспечивать более вы-

<sup>1</sup> *Millions of new materials discovered with deep learning* // Google DeepMind. 2023. URL: <https://clck.ru/3GKDbx> (дата обращения: 20.01.2025).

<sup>2</sup> *Company* // Atomwise. URL: <https://www.atomwise.com/company/> (дата обращения: 12.12.2024).

сокие темпы экономического роста, их наиболее распространенные приложения, например контекстная реклама и финансовые услуги, перераспределяют ренту, а не ведут к росту предельной производительности труда.

Четвертая гипотеза не отрицает технологического оптимизма и связывает отсутствие ощутимого положительного влияния информационных технологий и искусственного интеллекта с необходимостью выстраивания инфраструктуры и приспособления к новым технологиям. ИТ и ИИ удовлетворяют всем трем критериям технологии широкого назначения, предложенным *T. Bresnahan* и *M. Trajtenberg* [12]. Вполне вероятно, что замедление экономического роста является общим явлением для многих технологий широкого назначения. Так, замедление экономического роста происходило и в эпоху электрификации, в первой половине XX в. Исследователи связывают это явление с необходимостью дополнительных инвестиций для внедрения и полноценной реализации всех выгод новой технологии. При этом изъятие ресурсов на внедрение любой новой технологии широкого назначения приводит к замедлению темпов экономического роста.

Ряд исследований объясняет относительно низкие темпы экономического роста снижением динамизма, тесно связанного с «созидательным разрушением». Предлагаются объяснения, основанные на шумпетерианских моделях. В целом этот класс моделей в качестве причины роста рыночной власти указывает снижение возможностей для новых фирм догнать лидеров за счет инноваций. Так, в работе [35] снижение организационных издержек благодаря распространению ИТ привело к расширению продуктовых линеек высокоэффективных компаний. Если в краткосрочной перспективе экспансия высокоэффективных фирм на новые рынки приводит к экономическому росту, то в долгосрочной перспективе она может его замедлить из-за снижения стимулов к инновациям вследствие слишком большого технологического разрыва.

Большое значение нематериальных активов в эпоху распространения ИТ также может способствовать снижению динамизма из-за их особенностей. Во-первых, возрастание роли нематериальных активов естественным образом приводит к усилению их охраны, что влечет замедление распространения знаний. В исследовании [39] показано, что замедление распространения знаний, упрощенно моделируемое как снижение вероятности сокращения технологического разрыва между лидером и последователем, может объяснить динамику экономического роста и показателей рыночной власти. Во-вторых, нематериальные активы, такие как программное обеспечение, требуют больших первоначальных вложений, после чего они могут быть растиражированы с крайне низкими расходами. Это означает, что в структуре издержек увеличивается доля фиксированных и снижается доля переменных. В работе [40] показано, что, с одной стороны, это изменение в структуре издержек приводит к увеличению стимулов к инновациям у фирм, способных эффективно использовать нематериальные активы, а с другой – необходимость первоначальных крупных инвестиций затрудняет вход на рынок для новых фирм.

Несмотря на не самые обнадеживающие эмпирические факты, есть поводы для технологического оптимизма в отношении информационных технологий. Во-первых, если гипотеза об отсутствии экономического роста из-за издержек на внедрение новой технологии широкого назначения верна, то по завершении этого периода проявится положительный эффект от информационных технологий на экономический рост. Во-вторых, большие надежды возлагаются на расширение использования искусственного интеллекта, тесно связанного с распространением ИТ. Так, согласно ряду исследований, внедрение ИИ увеличивает производительность работников и фирм. Искусственный интеллект может потенциально ускорить процесс инноваций благодаря более быстрому и эффективному обмену идеями и их комбинированию.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

## REFERENCES

1. Fernald J. G. Productivity and Potential Output before, during, and after the Great Recession // *NBER Macroeconomics Annual*. 2015. Vol. 29, no. 1. P. 1–51. DOI [10.1086/680580](https://doi.org/10.1086/680580)
2. Adler G., Duval M. R. A., Furceri D., Celik S. K., Koloskova K., Poplawski-Ribeiro M. *Gone with the Headwinds: Global Productivity*. Washington, DC: International Monetary Fund, 2017. 98 p. DOI [10.5089/9781475589672.006](https://doi.org/10.5089/9781475589672.006)
3. Cette G., Fernald J., Mojon B. The pre-Great Recession slowdown in productivity // *European Economic Review*. 2016. Vol. 88, no. 3–20. P. 3–20. DOI [10.1016/j.eurocorev.2016.03.012](https://doi.org/10.1016/j.eurocorev.2016.03.012)
4. Brynjolfsson E., Rock D., Syverson C. Artificial intelligence and the modern productivity paradox // *The economics of artificial intelligence: An agenda*. Chicago: University of Chicago Press, 2019. P. 23–57. DOI [10.7208/chicago/9780226613475.003.0001](https://doi.org/10.7208/chicago/9780226613475.003.0001)
5. Acemoglu D. The simple macroeconomics of AI. NBER Working Paper No. 32487. Cambridge, MA: NBER, 2024. 58 p. DOI [10.3386/w32487](https://doi.org/10.3386/w32487)
6. Cardarelli M. R., Lusinyan M. L. *US Total Factor Productivity Slowdown: Evidence from the US States*. Washington, D.C.: International Monetary Fund, 2015. 24 p. DOI [10.5089/9781513520834.001](https://doi.org/10.5089/9781513520834.001)
7. Byrne D. M., Fernald J. G., Reinsdorf M. B. Does the United States have a productivity slowdown or a measurement problem? // *Brookings Papers on Economic Activity*. 2016. No. 1. P. 109–182. DOI [10.1353/eca.2016.0014](https://doi.org/10.1353/eca.2016.0014)
8. Syverson C. Challenges to mismeasurement explanations for the US productivity slowdown // *Journal of Economic Perspectives*. 2017. Vol. 31, no. 2. P. 165–186. DOI [10.1257/jep.31.2.165](https://doi.org/10.1257/jep.31.2.165)
9. Andrews D., Criscuolo C., Gal P. *The best versus the rest: The global productivity slowdown, divergence across firms and the role of public policy* // *OECD Productivity Working Papers*. No. 5. Paris: OECD Publishing, 2016. 77 p. DOI [10.1787/63629cc9-en](https://doi.org/10.1787/63629cc9-en)
10. Brynjolfsson E., McAfee A., Sorell M., Zhu F. Scale without mass: Business process replication and industry dynamics // *Harvard Business School Technology & Operations Mgt. Unit Research Paper No. 07-016*. SSRN, 2008. 47 p. DOI [10.2139/ssrn.980568](https://doi.org/10.2139/ssrn.980568)
11. Autor D., Dorn D., Katz L. F., Patterson C., Reenen J. V. The fall of the labor share and the rise of superstar firms // *The Quarterly Journal of Economics*. 2020. Vol. 135, no. 2. P. 645–709. DOI [10.1093/qje/qjaa004](https://doi.org/10.1093/qje/qjaa004)

1. Fernald J. G. Productivity and Potential Output before, during, and after the Great Recession. *NBER Macroeconomics Annual*, 2015, vol. 29, no. 1, pp. 1–51. DOI [10.1086/680580](https://doi.org/10.1086/680580)
2. Adler G., Duval M. R. A., Furceri D., Celik S. K., Koloskova K., Poplawski-Ribeiro M. *Gone with the Headwinds: Global Productivity*. Washington, DC, International Monetary Fund, 2017. 98 p. DOI [10.5089/9781475589672.006](https://doi.org/10.5089/9781475589672.006)
3. Cette G., Fernald J., Mojon B. The pre-Great Recession slowdown in productivity. *European Economic Review*, 2016, vol. 88, no. 3–20, pp. 3–20. DOI [10.1016/j.eurocorev.2016.03.012](https://doi.org/10.1016/j.eurocorev.2016.03.012)
4. Brynjolfsson E., Rock D., Syverson C. Artificial intelligence and the modern productivity paradox. *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*. Chicago, University of Chicago Press, 2019, pp. 23–57. DOI [10.7208/chicago/9780226613475.003.0001](https://doi.org/10.7208/chicago/9780226613475.003.0001)
5. Acemoglu D. *The Simple Macroeconomics of AI*. NBER Working Paper No. 32487. Cambridge, MA, NBER, 2024. 58 p. DOI [10.3386/w32487](https://doi.org/10.3386/w32487)
6. Cardarelli M. R., Lusinyan M. L. *US Total Factor Productivity Slowdown: Evidence from the US States*. Washington, D.C., International Monetary Fund, 2015. 24 p. DOI [10.5089/9781513520834.001](https://doi.org/10.5089/9781513520834.001)
7. Byrne D. M., Fernald J. G., Reinsdorf M. B. Does the United States have a productivity slowdown or a measurement problem? *Brookings Papers on Economic Activity*, 2016, no. 1, pp. 109–182. DOI [10.1353/eca.2016.0014](https://doi.org/10.1353/eca.2016.0014)
8. Syverson C. Challenges to mismeasurement explanations for the US productivity slowdown. *Journal of Economic Perspectives*, 2017, vol. 31, no. 2, pp. 165–186. DOI [10.1257/jep.31.2.165](https://doi.org/10.1257/jep.31.2.165)
9. Andrews D., Criscuolo C., Gal P. *The best versus the rest: The global productivity slowdown, divergence across firms and the role of public policy*. OECD Productivity Working Papers. No. 5. Paris, OECD Publishing, 2016. 77 p. DOI [10.1787/63629cc9-en](https://doi.org/10.1787/63629cc9-en)
10. Brynjolfsson E., McAfee A., Sorell M., Zhu F. Scale without mass: Business process replication and industry dynamics. *Harvard Business School Technology & Operations Mgt. Unit Research Paper No. 07-016*. SSRN, 2008. 47 p. DOI [10.2139/ssrn.980568](https://doi.org/10.2139/ssrn.980568)
11. Autor D., Dorn D., Katz L. F., Patterson C., Reenen J. V. The fall of the labor share and the rise of superstar firms. *The Quarterly Journal of Economics*, 2020, vol. 135, no. 2, pp. 645–709. DOI [10.1093/qje/qjaa004](https://doi.org/10.1093/qje/qjaa004)

12. Bresnahan T. F., Trajtenberg M. General purpose technologies 'Engines of growth'? // *Journal of Econometrics*. 1995. Vol. 65, no. 1. P. 83–108. DOI [10.1016/0304-4076\(94\)01598-T](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01598-T)

13. David P. A. The dynamo and the computer: An historical perspective on the modern productivity paradox // *The American Economic Review*. 1990. Vol. 80, no. 2. P. 355–361. URL: <https://www.jstor.org/stable/2006600> (дата обращения: 07.02.2025).

14. Lucas R. E. On the mechanics of economic development // *Journal of Monetary Economics*. 1988. Vol. 22, no. 1. P. 3–42. DOI [10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)

15. Romer P. M. Increasing returns and long-run growth // *Journal of Political Economy*. 1986. Vol. 94, no. 5. P. 1002–1037. DOI [10.1086/261420](https://doi.org/10.1086/261420)

16. Romer P. M. Endogenous technological change // *Journal of Political Economy*. 1990. Vol. 98, no. 5. P. 71–102. DOI [10.1086/261725](https://doi.org/10.1086/261725)

17. Aghion P., Howitt P. A Model of growth through creative destruction // *Econometrica*. 1992. Vol. 60, no. 2. P. 323–351. DOI [10.2307/2951599](https://doi.org/10.2307/2951599)

18. Grossman G. M., Helpman E. Quality ladders in the theory of growth // *Review of Economic Studies*. 1991. Vol. 58, no. 1. P. 43–61. DOI [10.2307/2298044](https://doi.org/10.2307/2298044)

19. Замулин О., Сонин К. Экономический рост: Нобелевская премия 2018 года и уроки для России // *Вопросы экономики*. 2019. № 1. С. 11–36. DOI [10.32609/0042-8736-2019-1-11-36](https://doi.org/10.32609/0042-8736-2019-1-11-36). EDN YTNWLB

20. Aghion P., Akcigit U., Howitt P. What do we learn from Schumpeterian growth theory? // *Handbook of Economic Growth*. Vol. 2. Elsevier, 2014. P. 515–563. DOI [10.1016/B978-0-444-53540-5.00001-X](https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53540-5.00001-X)

21. Arrow K. Economic welfare and the allocation of resources for invention // *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors* / Ed. by Universities-National Bureau Committee for Economic Research, Committee on Economic Growth of the Social Science Research Council. Princeton: Princeton University Press, 1962. P. 609–626. DOI [10.1007/978-1-349-15486-9\\_13](https://doi.org/10.1007/978-1-349-15486-9_13)

22. Aghion P., Harris C., Vickers J. Competition and growth with step-by-step innovation: An example // *European Economic Review*. 1997. Vol. 41, no. 3-5. P. 771–782. DOI [10.1016/S0014-2921\(97\)00036-6](https://doi.org/10.1016/S0014-2921(97)00036-6)

23. Klette T. J., Kortum S. Innovating firms and aggregate innovation // *Journal of Political Economy*. 2004. Vol. 112, no. 5. P. 986–1018. DOI [10.1086/422563](https://doi.org/10.1086/422563)

24. Helpman E., Trajtenberg M. *A Time to Sow and a Time to Reap: Growth Based on General Purpose Technologies*. Cambridge, MA: NBER, 1994. 48 p. DOI [10.3386/w4854](https://doi.org/10.3386/w4854)

12. Bresnahan T. F., Trajtenberg M. General purpose technologies 'Engines of growth'? *Journal of Econometrics*, 1995, vol. 65, no. 1, pp. 83–108. DOI [10.1016/0304-4076\(94\)01598-T](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01598-T)

13. David P. A. The dynamo and the computer: An historical perspective on the modern productivity paradox. *The American Economic Review*, 1990, vol. 80, no. 2, pp. 355–361. Available at: <https://www.jstor.org/stable/2006600> (access date 07.02.2025).

14. Lucas R. E. On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 1988, vol. 22, no. 1, pp. 3–42. DOI [10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)

15. Romer P. M. Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 1986, vol. 94, no. 5, pp. 1002–1037. DOI [10.1086/261420](https://doi.org/10.1086/261420)

16. Romer P. M. Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 1990, vol. 98, no. 5, pp. 71–102. DOI [10.1086/261725](https://doi.org/10.1086/261725)

17. Aghion P., Howitt P. A Model of growth through creative destruction. *Econometrica*, 1992, vol. 60, no. 2, pp. 323–351. DOI [10.2307/2951599](https://doi.org/10.2307/2951599)

18. Grossman G. M., Helpman E. Quality ladders in the theory of growth. *Review of Economic Studies*, 1991, vol. 58, no. 1, pp. 43–61. DOI [10.2307/2298044](https://doi.org/10.2307/2298044)

19. Zamulin O.A., Sonin K.I. Economic growth: Nobel prize in economic sciences 2018 and the lessons for Russia. *Voprosy ekonomiki*, 2019, no. 1, pp. 11–36. (In Russ.). DOI [10.32609/0042-8736-2019-1-11-36](https://doi.org/10.32609/0042-8736-2019-1-11-36). EDN YTNWLB

20. Aghion P., Akcigit U., Howitt P. What do we learn from Schumpeterian growth theory? *Handbook of Economic Growth*, 2014, vol. 2, pp. 515–563. DOI [10.1016/B978-0-444-53540-5.00001-X](https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53540-5.00001-X)

21. Arrow K. Economic welfare and the allocation of resources for invention. *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors* / Ed. by Universities-National Bureau Committee for Economic Research, Committee on Economic Growth of the Social Science Research Council. Princeton, Princeton University Press, 1962, pp. 609–626. DOI [10.1007/978-1-349-15486-9\\_13](https://doi.org/10.1007/978-1-349-15486-9_13)

22. Aghion P., Harris C., Vickers J. Competition and growth with step-by-step innovation: An example. *European Economic Review*, 1997, vol. 41, no. 3-5, pp. 771–782. DOI [10.1016/S0014-2921\(97\)00036-6](https://doi.org/10.1016/S0014-2921(97)00036-6)

23. Klette T. J., Kortum S. Innovating firms and aggregate innovation. *Journal of Political Economy*, 2004, vol. 112, no. 5, pp. 986–1018. DOI [10.1086/422563](https://doi.org/10.1086/422563)

24. Helpman E., Trajtenberg M. *A Time to Sow and a Time to Reap: Growth Based on General Purpose Technologies*. Cambridge, MA, NBER, 1994. 48 p. DOI [10.3386/w4854](https://doi.org/10.3386/w4854)

25. Brynjolfsson E., Rock D., Syverson C. The productivity J-Curve: How intangibles complement general purpose technologies // *American Economic Journal: Macroeconomics*. 2021. Vol. 13, no. 1. P. 333–372. DOI [10.1257/mac.20180386](https://doi.org/10.1257/mac.20180386)
26. Pugsley B. W., Şahin A. Grown-up business cycles // *The Review of Financial Studies*. 2019. Vol. 32, no. 3. P. 1102–1147. DOI [10.1093/rfs/hhy063](https://doi.org/10.1093/rfs/hhy063)
27. Decker R. A., Haltiwanger J., Jarmin R. S., Miranda J. Changing business dynamism and productivity: Shocks versus responsiveness // *American Economic Review*. 2020. Vol. 110, no. 12. P. 3952–3990. DOI [10.1257/aer.20190680](https://doi.org/10.1257/aer.20190680)
28. Karahan F., Pugsley B., Şahin A. Demographic origins of the start-up deficit // *American Economic Review*. 2024. Vol. 114, no. 7. P. 1986–2023. DOI [10.1257/aer.20210362](https://doi.org/10.1257/aer.20210362)
29. Hopenhayn H., Neira J., Singhania R. Implications for concentration, entrepreneurship and the labor share // *Econometrica*. 2022. Vol. 90, no. 4. P. 1879–1914. DOI [10.3982/ECTA18012](https://doi.org/10.3982/ECTA18012)
30. De Loecker J., Eeckhout J., Unger G. The rise of market power and the macroeconomic implications // *The Quarterly Journal of Economics*. 2020. Vol. 135, no. 2. P. 561–644. DOI [10.1093/qje/qjz041](https://doi.org/10.1093/qje/qjz041)
31. Díez F. J., Fan J., Villegas-Sánchez C. Global declining competition? // *Journal of International Economics*. 2021. Vol. 132. Article 103492. DOI [10.1016/j.jinteco.2021.103492](https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2021.103492)
32. Olmstead-Rumsey J. Market Concentration and the Productivity Slowdown // MPRA Paper No. 107000. December 13, 2020. 71 p. [Revised version].
33. Kogan L., Papanikolaou D., Seru A., Stoffman N. Technological innovation, resource allocation, and growth // *The Quarterly Journal of Economics*. 2017. Vol. 132, no. 12. P. 665–712. DOI [10.1093/qje/qjw040](https://doi.org/10.1093/qje/qjw040)
34. Aghion P., Harris C., Howitt P., Vickers J. Competition, imitation and growth with step-by-step innovation // *The Review of Economic Studies*. 2001. Vol. 68, no. 3. P. 467–492. DOI [10.1111/1467-937X.00177](https://doi.org/10.1111/1467-937X.00177)
35. Aghion P., Bergeaud A., Boppart T., Klenow P. J., Li H. A theory of falling growth and rising rents // *Review of Economic Studies*. 2023. Vol. 90, no. 6. P. 2675–2702. DOI [10.1093/restud/rdad016](https://doi.org/10.1093/restud/rdad016)
36. Crouzet N., Eberly J. C. Understanding Weak Capital Investment: The Role of Market Concentration and Intangibles. NBER Working Paper No. 25869. Cambridge, MA: NBER, 2019. 65 p. DOI [10.3386/w25869](https://doi.org/10.3386/w25869)
25. Brynjolfsson E., Rock D., Syverson C. The productivity J-Curve: How intangibles complement general purpose technologies. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2021, vol. 13, no. 1, pp. 333–372. DOI [10.1257/mac.20180386](https://doi.org/10.1257/mac.20180386)
26. Pugsley B. W., Şahin A. Grown-up business cycles. *The Review of Financial Studies*, 2019, vol. 32, no. 3, pp. 1102–1147. DOI [10.1093/rfs/hhy063](https://doi.org/10.1093/rfs/hhy063)
27. Decker R. A., Haltiwanger J., Jarmin R. S., Miranda J. Changing business dynamism and productivity: Shocks versus responsiveness. *American Economic Review*, 2020, vol. 110, no. 12, pp. 3952–3990. DOI [10.1257/aer.20190680](https://doi.org/10.1257/aer.20190680)
28. Karahan F., Pugsley B., Şahin A. Demographic origins of the start-up deficit. *American Economic Review*, 2024, vol. 114, no. 7, pp. 1986–2023. DOI [10.1257/aer.20210362](https://doi.org/10.1257/aer.20210362)
29. Hopenhayn H., Neira J., Singhania R. Implications for concentration, entrepreneurship and the labor share. *Econometrica*, 2022, vol. 90, no. 4, pp. 1879–1914. DOI [10.3982/ECTA18012](https://doi.org/10.3982/ECTA18012)
30. De Loecker J., Eeckhout J., Unger G. The rise of market power and the macroeconomic implications. *The Quarterly Journal of Economics*, 2020, vol. 135, no. 2, pp. 561–644. DOI [10.1093/qje/qjz041](https://doi.org/10.1093/qje/qjz041)
31. Díez F. J., Fan J., Villegas-Sánchez C. Global declining competition? *Journal of International Economics*, 2021, vol. 132, Article 103492. DOI [10.1016/j.jinteco.2021.103492](https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2021.103492)
32. Olmstead-Rumsey J. *Market Concentration and the Productivity Slowdown*. MPRA Paper No. 107000. December 13, 2020. 71 p. [Revised version].
33. Kogan L., Papanikolaou D., Seru A., Stoffman N. Technological innovation, resource allocation, and growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 2017, vol. 132, no. 12, pp. 665–712. DOI [10.1093/qje/qjw040](https://doi.org/10.1093/qje/qjw040)
34. Aghion P., Harris C., Howitt P., Vickers J. Competition, imitation and growth with step-by-step innovation. *The Review of Economic Studies*, 2001, vol. 68, no. 3, pp. 467–492. DOI [10.1111/1467-937X.00177](https://doi.org/10.1111/1467-937X.00177)
35. Aghion P., Bergeaud A., Boppart T., Klenow P. J., Li H. A theory of falling growth and rising rents. *Review of Economic Studies*, 2023, vol. 90, no. 6, pp. 2675–2702. DOI [10.1093/restud/rdad016](https://doi.org/10.1093/restud/rdad016)
36. Crouzet N., Eberly J. C. *Understanding Weak Capital Investment: The Role of Market Concentration and Intangibles*. NBER Working Paper No. 25869. Cambridge, MA, NBER, 2019. 65 p. DOI [10.3386/w25869](https://doi.org/10.3386/w25869)

37. Bessen J., Impink S. M., Reichensperger L., Seamans R. The role of data for AI startup growth // *Research Policy*. 2022. Vol. 51, no. 5. Article 104513. DOI [10.1016/j.respol.2022.104513](https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104513)

38. Akcigit U., Ates S. T. Ten facts on declining business dynamism and lessons from endogenous growth theory // *American Economic Journal: Macroeconomics*. 2021. Vol. 13, no. 1. P. 257–298. DOI [10.1257/mac.20180449](https://doi.org/10.1257/mac.20180449)

39. Akcigit U., Ates S. T. What happened to US business dynamism? // *Journal of Political Economy*. 2023. Vol. 131, no. 8. P. 2059–2124. DOI [10.1086/724289](https://doi.org/10.1086/724289)

40. De Ridder M. Market power and innovation in the intangible economy // *American Economic Review*. 2024. Vol. 114, no. 1. P. 199–251. DOI [10.1257/aer.20201079](https://doi.org/10.1257/aer.20201079)

41. Bloom N., Sadun R., Van Reenen J. Americans do IT better: US multinationals and the productivity miracle // *American Economic Review*. 2012. Vol. 102, no. 1. P. 167–201. DOI [10.1257/aer.102.1.167](https://doi.org/10.1257/aer.102.1.167)

42. Schivardi F., Schmitz T. The IT revolution and Southern Europe's two lost decades // *Journal of the European Economic Association*. 2020. Vol. 18, no. 5. P. 2441–2486. DOI [10.1093/jeea/jvz048](https://doi.org/10.1093/jeea/jvz048)

43. Stevenson B. Artificial intelligence, income, employment, and meaning // *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda* / Ed. by A. Agrawal, J. Gans, A. Goldfarb. Chicago: University of Chicago Press, 2018. P. 189–196. DOI [10.7208/chicago/9780226613475.003.0007](https://doi.org/10.7208/chicago/9780226613475.003.0007)

44. Eisfeldt A. L., Schubert G., Zhang M. B. Generative AI and Firm Values. NBER Working Paper No. 31222. Cambridge, MA: NBER, 2023. 69 p. DOI [10.3386/w31222](https://doi.org/10.3386/w31222)

45. Czarnitzki D., Fernández G. P., Rammer C. Artificial intelligence and firm-level productivity // *Journal of Economic Behavior & Organization*. 2023. Vol. 211. P. 188–205. DOI [10.1016/j.jebo.2023.05.008](https://doi.org/10.1016/j.jebo.2023.05.008)

46. Dell'Acqua F., McFowland III E., Mollick E. R., Lifshitz-Assaf H., Kellogg K., Rajendran S., Kraymer L., Candelon F., Lakhani K. R. Navigating the jagged technological frontier: Field experimental evidence of the effects of ai on knowledge worker productivity and quality // *Harvard Business School Technology & Operations Mgt. Unit Working Paper No. 24-013*. SSRN, 2023. 58 p. DOI [10.2139/ssrn.4573321](https://doi.org/10.2139/ssrn.4573321)

47. Brynjolfsson E., Li D., Raymond L. R. Generative AI at Work. NBER Working Paper No. 31161. Cambridge, MA: NBER, 2023. 67 p. DOI [10.3386/w31161](https://doi.org/10.3386/w31161)

37. Bessen J., Impink S. M., Reichensperger L., Seamans R. The role of data for AI startup growth. *Research Policy*, 2022, vol. 51, no. 5, Article 104513. DOI [10.1016/j.respol.2022.104513](https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104513)

38. Akcigit U., Ates S. T. Ten facts on declining business dynamism and lessons from endogenous growth theory. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2021, vol. 13, no. 1, pp. 257–298. DOI [10.1257/mac.20180449](https://doi.org/10.1257/mac.20180449)

39. Akcigit U., Ates S. T. What happened to US business dynamism? *Journal of Political Economy*, 2023, vol. 131, no. 8, pp. 2059–2124. DOI [10.1086/724289](https://doi.org/10.1086/724289)

40. De Ridder M. Market power and innovation in the intangible economy. *American Economic Review*, 2024, vol. 114, no. 1, pp. 199–251. DOI [10.1257/aer.20201079](https://doi.org/10.1257/aer.20201079)

41. Bloom N., Sadun R., Van Reenen J. Americans do IT better: US multinationals and the productivity miracle. *American Economic Review*, 2012, vol. 102, no. 1, pp. 167–201. DOI [10.1257/aer.102.1.167](https://doi.org/10.1257/aer.102.1.167)

42. Schivardi F., Schmitz T. The IT revolution and Southern Europe's two lost decades. *Journal of the European Economic Association*, 2020, vol. 18, no. 5, pp. 2441–2486. DOI [10.1093/jeea/jvz048](https://doi.org/10.1093/jeea/jvz048)

43. Stevenson B. Artificial intelligence, income, employment, and meaning. *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda* / Ed. by A. Agrawal, J. Gans, A. Goldfarb. Chicago, University of Chicago Press, 2018, pp. 189–196. DOI [10.7208/chicago/9780226613475.003.0007](https://doi.org/10.7208/chicago/9780226613475.003.0007)

44. Eisfeldt A. L., Schubert G., Zhang M. B. *Generative AI and Firm Values*. NBER Working Paper No. 31222. Cambridge, MA, NBER, 2023. 69 p. DOI [10.3386/w31222](https://doi.org/10.3386/w31222)

45. Czarnitzki D., Fernández G. P., Rammer C. Artificial intelligence and firm-level productivity. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2023, vol. 211, pp. 188–205. DOI [10.1016/j.jebo.2023.05.008](https://doi.org/10.1016/j.jebo.2023.05.008)

46. Dell'Acqua F., McFowland III E., Mollick E. R., Lifshitz-Assaf H., Kellogg K., Rajendran S., Kraymer L., Candelon F., Lakhani K. R. Navigating the jagged technological frontier: Field experimental evidence of the effects of AI on knowledge worker productivity and quality. *Harvard Business School Technology & Operations Mgt. Unit Working Paper No. 24-013*. SSRN, 2023. 58 p. DOI [10.2139/ssrn.4573321](https://doi.org/10.2139/ssrn.4573321)

47. Brynjolfsson E., Li D., Raymond L. R. *Generative AI at Work*. NBER Working Paper No. 31161. Cambridge, MA, NBER, 2023. 67 p. DOI [10.3386/w31161](https://doi.org/10.3386/w31161)

48. Korinek A. Language Models and Cognitive Automation for Economic Research. NBER Working Paper No. 30957. Cambridge, MA: NBER, 2023. 35 p. DOI [10.3386/w30957](https://doi.org/10.3386/w30957)

49. Rammer C., Fernández G. P., Czarnitzki D. Artificial intelligence and industrial innovation: Evidence from German firm-level data // *Research Policy*. 2022. Vol. 51, no. 7. Article 104555. DOI [10.1016/j.respol.2022.104555](https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104555)

50. Babina T., Fedyk A., He A., Hodson J. Artificial intelligence, firm growth, and product innovation // *Journal of Financial Economics*. 2024. Vol. 151. Article 103745. DOI [10.1016/j.jfineco.2023.103745](https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2023.103745)

51. Weitzman M. L. Recombinant growth // *The Quarterly Journal of Economics*. 1998. Vol. 113, no. 2. P. 331–360. DOI [10.1162/003355398555595](https://doi.org/10.1162/003355398555595)

52. Bloom N., Jones C. I., Van Reenen J., Webb M. Are ideas getting harder to find? // *American Economic Review*. 2020. Vol. 110, no. 4. P. 1104–1144. DOI [10.1257/aer.20180338](https://doi.org/10.1257/aer.20180338)

48. Korinek A. *Language Models and Cognitive Automation for Economic Research*. NBER Working Paper No. 30957. Cambridge, MA, NBER, 2023. 35 p. DOI [10.3386/w30957](https://doi.org/10.3386/w30957)

49. Rammer C., Fernández G. P., Czarnitzki D. Artificial intelligence and industrial innovation: Evidence from German firm-level data. *Research Policy*, 2022, vol. 51, no. 7, Article 104555. DOI [10.1016/j.respol.2022.104555](https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104555)

50. Babina T., Fedyk A., He A., Hodson J. Artificial intelligence, firm growth, and product innovation. *Journal of Financial Economics*, 2024, vol. 151, Article 103745. DOI [10.1016/j.jfineco.2023.103745](https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2023.103745)

51. Weitzman M. L. Recombinant growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 1998, vol. 113, no. 2, pp. 331–360. DOI [10.1162/003355398555595](https://doi.org/10.1162/003355398555595)

52. Bloom N., Jones C. I., Van Reenen J., Webb M. Are ideas getting harder to find? *American Economic Review*, 2020, vol. 110, no. 4, pp. 1104–1144. DOI [10.1257/aer.20180338](https://doi.org/10.1257/aer.20180338)

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елизавета Валерьевна Мартьянова – научный сотрудник, Институт экономической политики им. Е. Т. Гайдара (Россия, 125993, г. Москва, Газетный пер., д. 3-5, стр. 1); ✉ [martyanova@iep.ru](mailto:martyanova@iep.ru)

Андрей Владимирович Полбин – кандидат экономических наук, заведующий лабораторией математического моделирования экономических процессов, Институт экономической политики им. Е. Т. Гайдара (Россия, 125993, г. Москва, Газетный пер., д. 3-5, стр. 1); ведущий научный сотрудник, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Россия, 125167, г. Москва, Ленинградский пр., 49/2); ✉ [apolbin@iep.ru](mailto:apolbin@iep.ru)

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Elizaveta V. Martyanova – Researcher, Gaidar Institute for Economic Policy (3-5 Gazetny lane, Moscow, 125993, Russia); ✉ [martyanova@iep.ru](mailto:martyanova@iep.ru)

Andrey V. Polbin – Candidate of Science (Economics), Head of Mathematical Modeling of Economic Processes Department, Gaidar Institute for Economic Policy (3-5 Gazetny lane, Moscow, 125993, Russia); Senior Research Fellow, Financial University under the Government of the Russian Federation (49/2 Leningradsky prospect, Moscow, 125167, Russia); ✉ [apolbin@iep.ru](mailto:apolbin@iep.ru)