ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ: МЕЖСТРАНОВОЙ АНАЛИЗ НА ОСНОВЕ ПАНЕЛЬНЫХ ДАННЫХ

Дилафруз Содикова
PhD, Университет мировой экономики и дипломатии
ORCID: 0009-0000-9925-2395

Аннотация: Искусственный интеллект (ИИ) часто называют новой технологией общего назначения, однако его вклад в экономический рост пока измерен лишь фрагментарно. В статье систематизируются результаты эмпирических исследований, использующих панельные данные на уровне стран, отраслей и фирм, и предлагается спецификация динамической панельной модели для оценки связи между инновациями в области ИИ и ростом ВВП на душу населения. Анализ опирается на работы, опубликованные в рецензируемых журналах в 2018-2025 годах, и на оценки Международного валютного фонда. Межстрановая панель по 165 странам за 1970-2019 годы показывает положительное и значимое влияние патентов в области ИИ на рост, более сильное, чем у патентования в целом, но только для развитых экономик и только после 1995 года. Отраслевые панели указывают на вклад роботизации около 0,36 процентного пункта в ежегодный рост производительности труда, а фирменные данные свидетельствуют о более быстром росте компаний, инвестирующих в ИИ, прежде всего крупных. Макроэкономические оценки при этом значительно скромнее: прирост совокупной факторной производительности за десять лет может не превысить 0,66%. Мы приходим к выводу, что эффект ИИ для роста условен: он зависит от человеческого капитала, нематериальных инвестиций и институциональной среды, а для развивающихся стран, включая Узбекистан, пока остаётся статистически неочевидным.

Ключевые слова: искусственный интеллект, инновации, экономический рост, панельные данные, обобщённый метод моментов, производительность

ARTIFICIAL INTELLIGENCE INNOVATIONS AND ECONOMIC GROWTH: A CROSS-COUNTRY ANALYSIS BASED ON PANEL DATA

Dilafruz Sodiqova
PhD, University of World Economy and Diplomacy
ORCID: 0009-0000-9925-2395

Abstract: Artificial intelligence (AI) is often referred to as a new general-purpose technology; however, its contribution to economic growth has so far been measured only partially. This article systematizes the findings of empirical studies using panel data at the country, industry, and firm levels and proposes a dynamic panel model specification to assess the relationship between AI innovations and GDP per capita growth. The analysis draws on studies published in peer-reviewed journals between 2018 and 2025, as well as estimates provided by the. International Monetary Fund. A cross-country panel covering 165 countries over the period 1970–2019 demonstrates that AI-related patents have a positive and statistically significant effect on economic growth, stronger than that of overall patenting activity. However, this effect is observed only in advanced economies and only after 1995. Industry-level panel data indicate that robotization contributes approximately 0.36 percentage points to annual labor productivity growth, while firm-level evidence suggests that companies investing in AI, particularly large firms, experience faster growth. Nevertheless, macroeconomic estimates are considerably more modest: the increase in total factor productivity over a ten-year period may not exceed 0.66%. We conclude that the growth effects of AI are conditional upon human capital, intangible investment, and the institutional environment. For developing countries, including Uzbekistan, these effects remain statistically inconclusive.

Keywords: artificial intelligence, innovation, economic growth, panel data, generalized method of moments, productivity.

Введение

Со времён работ Солоу (Solow, 1956) экономисты знают, что долгосрочный рост на душу населения определяется не столько накоплением капитала, сколько технологическим

прогрессом. Модель Ромера (Romer, 1990) сделала этот прогресс эндогенным, связав его с производством идей. Искусственный интеллект вписывается в эту логику двояко. С одной стороны, он автоматизирует задачи, ранее выполнявшиеся людьми (Acemoglu & Restrepo, 2018), с другой, может ускорять сам процесс открытий, то есть становиться «изобретением метода изобретения» (Cockburn et al., 2019). Теоретические модели допускают при этом самые разные исходы, от умеренного ускорения роста до его резкого скачка (Aghion et al., 2019).

Эмпирическая картина пока противоречива. Исследования на уровне отдельных задач фиксируют внушительный прирост производительности: в эксперименте с профессиональными текстами генеративный ИИ сократил время работы примерно на 40% и повысил качество на 18% (Noy & Zhang, 2023), а в службе поддержки клиентов производительность выросла в среднем на 14% (Brynjolfsson et al., 2025). Однако в агрегированной статистике этот эффект почти не виден. Подобный разрыв уже наблюдался в эпоху компьютеризации, и Бриньолфссон с соавторами объясняют его «J-кривой» производительности: на ранней стадии фирмы вкладывают средства в нематериальные активы, которые плохо учитываются в национальных счетах (Brynjolfsson et al., 2021).

Панельные данные позволяют отчасти преодолеть эту проблему, поскольку учитывают ненаблюдаемые различия между странами и динамику во времени. Цель статьи состоит в том, чтобы обобщить результаты панельных исследований связи ИИ и роста и предложить спецификацию модели, пригодную для проверки этой связи на данных развивающихся стран.

Материалы и методы

Работа состоит из двух частей. В первой мы систематизируем эмпирические исследования, опубликованные в рецензируемых журналах, которые используют панельные данные и измеряют ИИ или близкие к нему технологии автоматизации на уровне стран, отраслей или фирм. Отбор был целевым: мы включали работы с явной стратегией идентификации (инструментальные переменные, динамические панельные оценки) и с количественной оценкой эффекта. Во второй части на основе этого опыта формулируется базовая эконометрическая модель.

Базовая спецификация, следуя Гонсалесу (Gonzales, 2023), имеет вид:

$$g_{it} = \alpha + \rho g_{i,t-1} + \beta \ln(AI_{it}) + \gamma \ln(y_{i,t-1}) + \delta' X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \qquad (1)$$

где g обозначает средний темп роста реального ВВП на душу населения за пятилетний период, AI измеряется числом патентов в области ИИ на миллион жителей, y соответствует начальному уровню ВВП на душу населения, X представляет собой вектор контрольных переменных (человеческий капитал, валовое накопление капитала, рост населения, государственные расходы, открытость торговли, инфляция), μ и λ отражают фиксированные эффекты стран и периодов. Наличие лаговой зависимой переменной делает оценку методом фиксированных эффектов смещённой (Nickell, 1981), поэтому основным инструментом служит системный обобщённый метод моментов (Arellano & Bond, 1991; Blundell & Bond, 1998). Пятилетнее усреднение сглаживает циклические колебания и ограничивает число инструментов, что важно для корректности теста Хансена (Roodman, 2009). Мы рекомендуем также проверять межстрановую зависимость остатков (Pesaran, 2015), поскольку технологические шоки в области ИИ распространяются между странами почти одновременно.

Результаты и обсуждение

Основные результаты рассмотренных исследований сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Эмпирические оценки влияния ИИ и автоматизации на рост и производительность

Исследование	Данные и метод	Основной результат
Graetz & Michaels (2018)	17 стран, отрасли, 1993-2007; IV	Роботизация добавила около 0,36 п.п. к ежегодному росту производительности труда; занятость в целом не снизилась
Gonzales (2023)	165 стран, 1970-2019, пятилетние периоды; FE, GMM, FE-IV	Патенты в области ИИ значимо повышают рост, сильнее, чем патенты в целом; эффект есть только в развитых странах и после 1995 г.
Damioli et al. (2021)	5257 фирм с патентами в области ИИ, 2000-2016	Патентование в области ИИ связано с ростом производительности труда фирм
Babina et al. (2024)	Фирмы США; IV по предложению выпускников	Инвестиции в ИИ ускоряют рост продаж, занятости и капитализации через продуктовые инновации; эффект сосредоточен в крупных фирмах
Brynjolfsson et al. (2021)	Данные по США; модель с нематериальными активами	С учётом нематериальных инвестиций уровень СФП к 2017 г. на 15,9% выше официальной оценки
Acemoglu (2025)	Задачный подход, теорема Хультена	Прирост СФП от ИИ за 10 лет не более 0,66% (с поправкой менее 0,53%)

Источник: составлено автором по указанным исследованиям.

Первое, что бросается в глаза, это разрыв между микро- и макроуровнем. Фирменные и отраслевые панели фиксируют ощутимые эффекты. Роботизация в 17 странах за 1993-2007 годы добавляла около 0,36 процентного пункта к ежегодному росту производительности труда, не сокращая общую занятость, хотя доля низкоквалифицированных работников снижалась (Graetz & Michaels, 2018). Компании, инвестирующие в ИИ, растут быстрее по продажам и занятости, причём главным каналом служат новые продукты, а не экономия издержек (Babina et al., 2024). Макроэкономическая оценка Аджемоглу, построенная снизу вверх по задачам, напротив, даёт скромный результат: не более 0,66% прироста совокупной факторной производительности за десятилетие (Acemoglu, 2025). На наш взгляд, эти цифры не противоречат друг другу. Они отражают разные горизонты и разные допущения о том, сколь широко ИИ распространится за пределы задач, где он уже применяется.

Межстрановая панель Гонсалеса (Gonzales, 2023) наиболее близка к теме нашей статьи. Используя патенты в области ИИ на миллион жителей и пятилетние периоды за 1970-2019 годы, автор находит положительное и статистически значимое влияние ИИ-патентования на рост ВВП на душу населения во всех основных спецификациях, включая GMM; тест Хансена не отвергает валидность инструментов. Важнее, однако, неоднородность результата. Эффект появляется только во второй половине выборки (1995-2019) и только в странах с ВВП на душу населения выше 10 тыс. долларов. Для менее развитых экономик он статистически незначим.

Почему так? Вероятное объяснение даёт концепция комплементарных активов. ИИ приносит отдачу там, где есть квалифицированные кадры, данные, вычислительная инфраструктура и готовность фирм перестраивать бизнес-процессы (Brynjolfsson et al., 2021). Оценки МВФ показывают, что в развитых странах влиянию ИИ подвержено около 60% рабочих мест, в странах с формирующимися рынками около 40%, а в странах с низким доходом лишь 26% (Cazzaniga et al., 2024). Меньшая подверженность означает меньше рисков для занятости в краткосрочной перспективе, но и меньше потенциальной отдачи. Кроме того, выгоды концентрируются в крупных фирмах, что повышает рыночную концентрацию (Babina et al., 2024).

Отдельно следует сказать о методологических ограничениях. Патенты измеряют изобретательскую активность, а не внедрение технологии, тогда как для большинства стран рост зависит именно от внедрения импортируемых решений. Патентная статистика в области ИИ к тому же сильно сконцентрирована: по данным Гонсалеса, за 1970-2019 годы на Китай пришлось около 850 тыс. таких патентов, на Японию около 365 тыс., на США

около 260 тыс. Для стран Центральной Азии показатель близок к нулю, и модель (1) на таких данных почти наверняка даст незначимый коэффициент β. Поэтому для развивающихся экономик целесообразно дополнять патентные показатели индикаторами внедрения: долей фирм, использующих ИИ, инвестициями в программное обеспечение и численностью специалистов по данным.

Заключение и рекомендации

Обзор панельных исследований позволяет сделать три вывода. Связь между инновациями в области ИИ и экономическим ростом подтверждается на межстрановых данных, но она условна: эффект проявился лишь в последние десятилетия и только в развитых экономиках. На уровне фирм и отраслей отдача от ИИ и автоматизации заметна уже сейчас, тогда как агрегированные оценки остаются умеренными, что согласуется с гипотезой J-кривой. Выгоды при этом распределяются неравномерно: они смещены в пользу крупных компаний и стран с развитым человеческим капиталом.

Для развивающихся стран, в том числе для Узбекистана, из этого следует, что приоритетом должно быть не столько собственное патентование в области ИИ, сколько создание условий для его внедрения. Речь идёт о подготовке специалистов по анализу данных, доступе к вычислительным мощностям, открытых государственных данных и поддержке малых и средних предприятий, которым без такой помощи будет трудно конкурировать с крупными игроками. Перспективным направлением дальнейших исследований мы считаем оценку модели (1) на панели стран с формирующимися рынками с использованием индикаторов внедрения ИИ вместо патентов.

Список литературы

Acemoglu, D. (2025). The simple macroeconomics of AI. *Economic Policy*, 40(121), 13-58. https://doi.org/10.1093/epolic/eiae042

Acemoglu, D. & Restrepo, P. (2018). The race between man and machine: Implications of technology for growth, factor shares, and employment. *American Economic Review*, 108(6), 1488-1542. https://doi.org/10.1257/aer.20160696

Aghion, P., Jones, B. F. & Jones, C. I. (2019). Artificial intelligence and economic growth. In A. Agrawal, J. Gans & A. Goldfarb (Eds.), *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda* (pp. 237-282). Chicago: University of Chicago Press.

Arellano, M. & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *Review of Economic Studies*, 58(2), 277-297. https://doi.org/10.2307/2297968

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

Blundell, R. & Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*, 87(1), 115-143. https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00009-8

Brynjolfsson, E., Li, D. & Raymond, L. (2025). Generative AI at work. *Quarterly Journal of Economics*, 140(2), 889-942. https://doi.org/10.1093/qje/qjae044

Brynjolfsson, E., Rock, D. & Syverson, C. (2021). The productivity J-curve: How intangibles complement general purpose technologies. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 13(1), 333-372. https://doi.org/10.1257/mac.20180386

Cazzaniga, M., Jaumotte, F., Li, L., Melina, G., Panton, A. J., Pizzinelli, C., Rockall, E. & Tavares, M. M. (2024). *Gen-AI: Artificial Intelligence and the Future of Work* (IMF Staff Discussion Note No. 2024/001). Washington, DC: International Monetary Fund.

Cockburn, I. M., Henderson, R. & Stern, S. (2019). The impact of artificial intelligence on innovation. In A. Agrawal, J. Gans & A. Goldfarb (Eds.), *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda* (pp. 115-146). Chicago: University of Chicago Press.

Damioli, G., Van Roy, V. & Vertesy, D. (2021). The impact of artificial intelligence on labor productivity. *Eurasian Business Review*, 11(1), 1-25. https://doi.org/10.1007/s40821-020-00172-8
Gonzales, J. T. (2023). Implications of AI innovation on economic growth: A panel data study. *Journal of Economic Structures*, 12, 13. https://doi.org/10.1186/s40008-023-00307-w
Graetz, G. & Michaels, G. (2018). Robots at work. *Review of Economics and Statistics*, 100(5), 753-768. https://doi.org/10.1162/rest_a_00754
Nickell, S. (1981). Biases in dynamic models with fixed effects. *Econometrica*, 49(6), 1417-1426. https://doi.org/10.2307/1911408
Noy, S. & Zhang, W. (2023). Experimental evidence on the productivity effects of generative artificial intelligence. *Science*, 381(6654), 187-192. https://doi.org/10.1126/science.adh2586
Pesaran, M. H. (2015). Testing weak cross-sectional dependence in large panels. *Econometric Reviews*, 34(6-10), 1089-1117. https://doi.org/10.1080/07474938.2014.956623
Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5, Part 2), S71-S102. https://doi.org/10.1086/261725
Roodman, D. (2009). How to do xtabond2: An introduction to difference and system GMM in Stata. *Stata Journal*, 9(1), 86-136. https://doi.org/10.1177/1536867X0900900106
Содикова, Д. (2023). ПУТИ И ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОПЫТА РАЗВИВАЮЩИХСЯ СТРАН В РАЗВИТИИ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ. Экономическое развитие и анализ, 1(3), 49-53.
Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94. https://doi.org/10.2307/1884513
Sodikova, D. (2023). Fundamentals OF Creating the Infrastructure for the Use OF E-commerce Platforms in the Digital Economy System OF Uzbekistan. Green Economy and Development, 1(7), 664574.
Содикова, Д. (2024). ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ НА ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПО КЛАССИФИКАЦИЯМ СТРАН. Экономическое развитие и анализ, 2(10), 224-231.