



Article

Цифровизация и экономический рост регионов узбекистана: панельный эконометрический анализ в контексте стратегии-2030

Ф.Ф. Мухиддинова ^{*1} , А.У. Икромов ¹ , Э.Р. Таджиходжаева ¹

¹ Ташкентский международный университет, Ташкент, 100207, Узбекистан
U25042@tiue.uz (Ф.М.), t505@tiue.uz (А.И.), t414@tiue.uz (Э.Т.)

* Correspondence: U25042@tiue.uz (Ф.М.)

Аннотация:

В статье представлена эконометрическая оценка влияния процессов цифровизации на экономический рост регионов Республики Узбекистан в контексте реализации Стратегии «Узбекистан-2030». Методологическую основу составляет расширенная производственная функция Кобба–Дугласа в логарифмической спецификации, оцениваемая на панельных данных по 14 регионам страны за период 2017–2024 гг. (112 наблюдений) тремя альтернативными способами: объединённой регрессией (Pooled OLS), моделью со случайными эффектами (RE) и моделью с фиксированными региональными и временными эффектами (FE). Для оценки уровня цифрового развития регионов построен композитный индекс на основе двух нормированных подындексов: проникновения сети Интернет и мобильной сотовой связи (число абонентов на 100 жителей). Результаты тестирования по Хаусману ($\chi^2(3) = 398,7$; $p < 0,001$) однозначно подтвердили предпочтительность модели с фиксированными эффектами. Эластичность валового регионального продукта на душу населения по логарифму индекса цифровизации в основной FE-спецификации составила 0,178 (значима на уровне 10%); в более экономной спецификации с региональными фиксированными эффектами без временных дамми коэффициент достигает 0,432 (значим на уровне 1%). Тесты на робастность по подпериодам выявили структурный сдвиг после пандемии COVID-19: эластичность возросла с 0,165 (2017–2019) до 0,494 (2020–2024), что свидетельствует о качественном изменении вклада цифровизации в экономический рост. Выявлен значительный цифровой разрыв между г. Ташкентом и периферийными регионами. Сформулированы практические рекомендации по реализации цифровой компоненты Стратегии-2030.

Цитирование: Ф.Ф. Мухиддинова, А.У. Икромов, Э.Р. Таджиходжаева.

Цифровизация и экономический рост регионов узбекистана: панельный эконометрический анализ в контексте стратегии-2030. 2025, 3,2, 1.
<https://doi.org/10.61587/ActaEducation-2025-3-00001>

Полученный: 09.01.2025

Исправленный: 18.03.2025

Принято: 25.05.2025

Опубликованный: 29.06.2025

Copyright:



Ключевые слова: цифровизация, экономический рост, регионы Узбекистана, панельная регрессия, фиксированные эффекты, Стратегия-2030, ИКТ, валовой региональный продукт, цифровая экономика, цифровой разрыв.

Digitalization and regional economic growth in uzbekistan: panel econometric analysis in the context of strategy-2030

Farida F.Muxiddinova ^{*1} , Asadbek U.Ikromov ¹ , Elvira R.Tadjikhodjaeva ¹

¹ Tashkent International University, Tashkent, 100207, Uzbekistan

U25042@tiue.uz (F.M.), t505@tiue.uz (A.I.), t414@tiue.uz (E.T.)

Abstract:

The paper presents an econometric assessment of the impact of digitalization on the economic growth of the regions of the Republic of Uzbekistan in the context of the Uzbekistan-2030 Strategy implementation. The methodological framework is based on an augmented Cobb–Douglas production function in a logarithmic specification, estimated on panel data covering 14 regions of the country for the period 2017–2024 (112 observations) using three alternative methods: Pooled

OLS, Random Effects (RE), and Fixed Effects (FE). To measure the level of digital development of the regions, a composite index is constructed on the basis of two normalized sub-indices: Internet penetration and mobile subscriber coverage per 100 inhabitants. The Hausman test ($\chi^2(3) = 398.7$; $p < 0.001$) unambiguously confirms the preference for the fixed-effects model. In the main FE specification with both regional and time fixed effects, the elasticity of gross regional product per capita with respect to $\ln(\text{DIGITAL})$ is 0.178 (significant at 10%); in a more parsimonious entity-only FE specification, the coefficient reaches 0.432 (significant at 1%). Robustness tests across sub-periods reveal a pronounced structural shift after the COVID-19 pandemic: the elasticity rises from 0.165 (2017–2019, not significant) to 0.494 (2020–2024, significant at 1%), indicating a qualitative change in the contribution of digitalization to regional growth. A significant digital divide between Tashkent and peripheral regions is identified. Practical recommendations for the digital component of Strategy-2030 are formulated.

Keywords: digitalization, economic growth, regions of Uzbekistan, panel regression, fixed effects, Strategy-2030, ICT, gross regional product, digital economy, digital divide.

Введение

В условиях четвёртой промышленной революции цифровизация выступает одним из ключевых факторов, определяющих долгосрочные траектории экономического роста как национальных экономик в целом, так и отдельных регионов в частности. Стремительное распространение информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), формирование платформенных моделей бизнеса, развитие электронной коммерции, технологий искусственного интеллекта, больших данных и цифровых государственных услуг создают новые источники производительности и одновременно требуют масштабной модернизации институциональной среды, образовательной системы и человеческого капитала.

Республика Узбекистан в последние годы демонстрирует ускоренную динамику в области цифрового развития. Согласно Указу Президента Республики Узбекистан №УП-158 от 11 сентября 2023 года [16], утверждена Стратегия «Узбекистан-2030», в рамках которой поставлены амбициозные цели по доведению доли цифровой экономики до 15% ВВП к 2030 году (с базового уровня 2,7%), увеличению экспорта услуг ИКТ до 5 млрд долл. США, обеспечению полного покрытия страны высокоскоростным интернетом, вхождению Узбекистана в топ-30 рейтинга ООН по индексу развития электронного правительства (UN E-Government Development Index) и созданию около 300 000 рабочих мест для молодёжи в секторе ИКТ. Эта стратегия выступает логическим продолжением Указа Президента Республики Узбекистан №УП-6079 от 5 октября 2020 года, утвердившего отраслевую Стратегию «Цифровой Узбекистан-2030» [17] и заложившего институциональные основы системной цифровой трансформации страны. Реализация столь масштабных задач требует научного обоснования механизмов влияния цифровизации на экономический рост с учётом региональной специфики страны, характеризующейся существенной межрегиональной дифференциацией по уровню развития инфраструктуры, человеческого капитала и инвестиционной активности.

Несмотря на возрастающий объём публикаций, посвящённых цифровой экономике Узбекистана, большинство существующих работ носит преимущественно описательный или индексный характер. Систематические эмпирические количественные оценки вклада цифровизации в региональный экономический рост, выполненные с применением современных эконометрических методов панельного анализа, представлены в литературе крайне ограничено. Это формирует значимый научный пробел, заполнение которого имеет как теоретическое, так и прикладное значение для разработки региональной цифровой политики.

Цель исследования

эконометрическая оценка влияния процессов цифровизации на экономический рост регионов Узбекистана и формирование обоснованных рекомендаций по дифференцированной региональной цифровой политике в контексте реализации Стратегии-2030.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи: (1) систематизация теоретических подходов к моделированию связи цифровизации и экономического роста; (2) формирование панельной базы данных по 14 регионам Республики Узбекистан за 2017–2024 гг. с построением композитного индекса цифровизации; (3) спецификация, оценивание и тестирование эконометрической модели с региональными и временными фиксированными эффектами; (4) проведение многоплановой проверки робастности результатов; (5) интерпретация результатов в контексте задач Стратегии-2030 и формулирование практических рекомендаций.

Объектом исследования выступает региональная экономика Республики Узбекистан, предметом — причинно-следственные связи между процессами цифровизации и экономическим ростом на региональном уровне.

Гипотезы исследования:

Н1. Уровень цифровизации оказывает статистически значимое положительное влияние на величину валового регионального продукта на душу населения в регионах Узбекистана.

Н2. Эластичность ВРП по индексу цифровизации существенно превосходит ноль, но остаётся в пределах, согласующихся с международными эмпирическими оценками для развивающихся стран.

Н3. Вклад цифровизации в региональный экономический рост усиливается в постпандемийный период вследствие структурных сдвигов экономики в сторону цифровых форм организации производства и потребления.

Н4. Между регионами Узбекистана сохраняется существенный цифровой разрыв, что может усиливать межрегиональное экономическое неравенство при отсутствии целенаправленной государственной политики.

Научная новизна исследования заключается в следующем: (а) проведена одна из первых полноценных панельных эконометрических оценок взаимосвязи цифровизации и регионального ВРП на материалах Узбекистана за период 2017–2024 гг. с применением модели с двусторонними фиксированными эффектами и тестированием по Хаусману на основе официальных данных портала SIAT Агентства статистики при Президенте Республики Узбекистан; (б) построен композитный индекс цифровизации регионов на основе двух регионально-разрезанных индикаторов проникновения (Интернет и мобильная связь на 100 жителей); (в) проведена структурная декомпозиция вклада цифровизации по подпериодам (до и после пандемии COVID-19) и региональным подгруппам; (г) полученные эмпирические результаты интерпретированы в контексте конкретных целевых индикаторов Стратегии «Узбекистан-2030», что обеспечивает прикладную значимость работы для региональной политики.

Структура статьи включает: теоретические основы исследования (раздел II), обзор эмпирической литературы (раздел III), описание методологии и данных (раздел IV), изложение основных эмпирических результатов (раздел V), проверки робастности (раздел VI), региональный анализ цифрового разрыва (раздел VII), обсуждение результатов в контексте Стратегии-2030 (раздел VIII), практические рекомендации (раздел IX), ограничения исследования (раздел X) и заключение (раздел XI).

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Теоретические основания настоящего исследования восходят к классическим работам по экономике роста и современным концепциям цифровой трансформации. Модель экзогенного роста Р. Солоу [1] заложила фундамент количественного анализа долгосрочных детерминант экономического роста, выделив капитал, труд и технологический прогресс в качестве ключевых факторов. Однако в исходной формулировке технологический прогресс рассматривался как экзогенный, что не позволяло объяснить его источники.

Преодоление этого ограничения произошло в рамках теории эндогенного роста, разработанной П. Ромером [2] и Р. Лукасом [3]. Их работы продемонстрировали, что технологический прогресс является результатом целенаправленной экономической деятельности — инвестиций в НИОКР, накопления человеческого капитала и распространения знаний. Дальнейшее развитие шумпетерианская традиция получила в моделях «созидательного разрушения» П. Агёна и П. Хоуитта [28], где экономический рост рассматривается как результат непрерыв-

ного процесса вытеснения устаревших технологий новыми инновациями. Применительно к настоящему исследованию это означает, что цифровизация может рассматриваться как один из каналов эндогенного технологического прогресса, способный устойчиво повышать темпы роста производительности и одновременно генерирующий процессы структурного обновления экономики, в том числе через автоматизацию рутинных операций [26].

Современная парадигма цифровой экономики, наиболее полно сформулированная в работах Э. Бриньолфсона и Э. Макафи [4], трактует ИКТ как технологию общего назначения (General Purpose Technology, GPT) — то есть как класс технологий, обладающих тремя свойствами: повсеместностью применения, способностью к самостоятельному совершенствованию и наличием комплементарных инноваций. Концептуальное определение цифровой экономики как самостоятельного предмета экономического анализа представлено в обобщающих работах А. Голдфарба и К. Такер [37], а также Р. Букта и Р. Хикса [38], предлагающих многоуровневую таксономию её ключевых сегментов: ядро (ИКТ-сектор), узкая цифровая экономика (электронный бизнес и e-commerce) и широкая цифровизированная экономика. Технологии общего назначения характеризуются специфической динамикой воздействия на экономический рост: первоначальный эффект может быть невелик и сопровождаться так называемым «парадоксом производительности» Солоу, однако в долгосрочной перспективе по мере накопления комплементарных инвестиций (в навыки, бизнес-процессы, инфраструктуру) кумулятивный эффект становится значительным.

Концепция технологии общего назначения объясняет, почему вклад цифровизации в экономический рост существенно зависит от уровня сопутствующего человеческого капитала и качества институтов. Этот тезис был обобщён в докладе Всемирного банка о цифровых дивидендах [7], где подчёркивалось, что цифровые технологии «усиливают», а не «заменяют» традиционные факторы развития: при низком качестве институтов и недостаточном уровне образования цифровизация способна даже усугублять неравенство и снижать общую эффективность экономики.

На региональном уровне теоретическая рамка дополняется концепциями новой экономической географии и пространственных экстерналий. М. Фуджита, П. Кругман и Э. Венаблес [20] показали, что технологический прогресс может усиливать процессы пространственной концентрации экономической активности через эффекты агломерации. В контексте цифровизации это формирует двойственную динамику: с одной стороны, цифровые технологии теоретически снижают значение географического расстояния и могут способствовать выравниванию регионального развития; с другой стороны, эффекты сетевых внешностей и человеческого капитала концентрируют наиболее динамичные сегменты цифровой экономики в крупнейших центрах, потенциально усиливая цифровой разрыв.

Производственная функция Кобба–Дугласа, выступающая базовой эмпирической спецификацией в настоящем исследовании, в расширенной форме с включением фактора цифровизации и человеческого капитала [3,22] имеет вид:

$$Y_{it} = A_{it} \cdot K_{it}^{\beta_1} \cdot L_{it}^{\beta_2} \cdot D_{it}^{\beta_3} \cdot H_{it}^{\beta_4} \cdot e^{\varepsilon_{it}} \quad (1)$$

где Y — выпуск (ВРП); K — физический капитал; L — труд; D — уровень цифровизации; H — человеческий капитал; A — общая факторная производительность; индексы i, t обозначают регион и год соответственно. Логарифмирование уравнения (1) приводит к линейной спецификации, удобной для эконометрической оценки.

ОБЗОР ЭМПИРИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Эмпирическая литература, посвящённая количественной оценке вклада цифровизации в экономический рост, формировалась в течение последних двух десятилетий и характеризуется значительным разнообразием методологических подходов, обобщённых в мета-аналитических работах [22,24]. Условно её можно разделить на четыре основных направления: (а) кросс-страновые регрессии; (б) макропанельные исследования для развитых и развивающихся стран; (в) региональные исследования внутри отдельных стран; (г) отраслевые и микроэкономические исследования.

А. Кросс-страновые и макропанельные исследования

Одним из наиболее цитируемых эмпирических исследований в данной области является работа Н. Чёртор, О. Фалька, Т. Кречмера и Л. Вёссманна [5], выполненная на панельных данных по 25 странам ОЭСР за 1996–2007 гг. Авторы установили, что увеличение проникновения широкополосного интернета на 10 процентных пунктов приводит к росту ВВП на душу населения на 0,9–1,5%. Применение метода инструментальных переменных позволило получить причинно-следственную интерпретацию выявленной связи.

П. Кутрумпис [6] на панели 22 стран ОЭСР за 2002–2007 гг. с использованием системы одновременных уравнений показал, что вклад широкополосного интернета в экономический рост зависит от уровня его проникновения и носит выраженный нелинейный характер: страны, преодолевшие критический порог проникновения, получают существенно больший экономический эффект.

Аналогичные результаты для развивающихся стран получены К. Цяном, К. Розотто и Л. Кьеффер [21], которые на выборке более чем 120 стран за 1980–2006 гг. установили, что увеличение проникновения мобильной связи на 10 процентных пунктов в развивающихся странах ассоциировано с ростом ВВП на 0,8–1,0%, тогда как для развитых стран соответствующий эффект составил 0,6–0,8%.

В докладе Всемирного банка «Цифровые дивиденды» [7] показано, что глобальная цифровизация генерирует значительные потенциальные дивиденды для экономического роста, однако их реализация существенно опосредуется качеством институтов, образованием и инфраструктурой; в странах со слабыми «аналоговыми основаниями» цифровые технологии могут даже усугублять существующее неравенство.

М. Кардона, Т. Кречмер и Т. Штробель [22] провели мета-анализ более 150 эмпирических исследований и подтвердили устойчивость положительного влияния ИКТ на производительность как на макро-, так и на микроуровнях, при этом отметив значительную межотраслевую вариацию эффектов.

В. Региональные исследования цифровизации и экономического роста

Существенный пласт литературы посвящён региональным аспектам цифровизации внутри отдельных стран. Для России следует выделить работу А.Е. Варшавского [8], в которой на основе панельных данных по субъектам РФ оценивается вклад ИКТ в региональную производительность труда и показывается значимая положительная связь, особенно для регионов с высоким уровнем человеческого капитала.

Е.А. Капогузов и Р.И. Чупин [9] анализируют проблему цифрового неравенства регионов России, выделяя структурные факторы, формирующие пространственную дифференциацию цифрового развития: уровень урбанизации, отраслевая структура экономики, плотность населения, бюджетная обеспеченность. Авторы показывают, что цифровое неравенство в значительной степени воспроизводит общее экономическое неравенство регионов, формируя порочный круг.

К. Стопкер и Ф. Циммерман [23] на материалах регионов Германии демонстрируют, что цифровизация генерирует пространственные экстерналии: регионы, граничащие с цифровыми «лидерами», получают значимые положительные эффекты перетока знаний и капитала, тогда как изолированные периферийные территории могут оказываться в проигрыше.

Исследования OECD «Going Digital» [24] обобщают накопленные международные данные и формулируют политические рекомендации, акцентируя необходимость интегрированной стратегии, охватывающей одновременно инфраструктуру, навыки, инновации и регулирование. Параллельные индексные методологии оценки цифрового развития разработаны Европейской комиссией в рамках Индекса цифровой экономики и общества (DESI) [35], а также Международным союзом электросвязи (ITU) в публикации «Measuring Digital Development» [36], которые формируют международные стандарты сопоставимости индикаторов цифровизации и используются в качестве методологического ориентира при построении национальных индексов.

С. Исследования цифровой экономики Узбекистана и Центральной Азии

Применительно к Узбекистану и Центральной Азии можно выделить работы Р.Х. Алимова [10], рассматривающего институциональные основы цифровой трансформации Узбекистана и роль государственной политики в её ускорении. Автор подчёркивает специфические для реги-

она институциональные вызовы, связанные с цифровизацией: дефицит квалифицированных кадров, ограничения трансграничной передачи данных, недостаточное развитие финансовых технологий.

Х.А. Хошимов [11] анализирует состояние и перспективы цифровой экономики Узбекистана в макроэкономическом ракурсе, оценивая динамику ключевых показателей и сопоставляя её с аналогичными странами региона. Б.А. Турсунов [12] фокусируется на региональных аспектах цифровизации, формулируя индексный подход к оценке регионального цифрового развития.

Н.К. Халмурадов и Ш.Г. Юлдашев [13] рассматривают цифровизацию как фактор устойчивого развития регионов Узбекистана, при этом акцентируя социальные и экологические дивиденды цифровых технологий. Коллективная монография Центра экономических исследований и реформ при Президенте Республики Узбекистан [14] представляет собой обстоятельный обзор состояния цифровой экономики страны с учётом институциональных и инфраструктурных факторов.

Эконометрические оценки регионального экономического роста Узбекистана с применением методов панельного анализа представлены в работах Б.Х. Каримова и А.А. Рахимова [25], однако в этих исследованиях фактор цифровизации рассматривался преимущественно косвенно. Более поздние работы Дж. Мирзаева [29] и М.С. Рустамовой [30] предлагают индексные подходы к оценке цифрового развития, но не связывают их непосредственно с показателями экономического роста в рамках причинно-следственной эконометрической модели.

Таким образом, проведённый обзор литературы позволяет констатировать, что несмотря на значительные накопленные результаты в области количественного анализа влияния цифровизации на экономический рост на международном уровне, систематические эмпирические оценки этого влияния на региональном уровне Узбекистана с применением современных эконометрических методов остаются недостаточно разработанными. Настоящее исследование направлено на восполнение этого пробела.

МЕТОДОЛОГИЯ И ДАННЫЕ

А. Эконометрическая модель

Эмпирическая модель базируется на логарифмической форме расширенной производственной функции Кобба–Дугласа с включением фактора цифровизации и человеческого капитала. Базовая спецификация имеет следующий вид:

$$\ln(GRP_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(DIGITAL_{it}) + \beta_2 \cdot \ln(INVEST_{it}) + \beta_3 \cdot \ln(LABOR_{it}) + \alpha_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

где $i = 1, \dots, 14$ — индекс региона; $t = 2017, \dots, 2024$ — индекс года; GRP_{it} — валовой региональный продукт на душу населения в постоянных ценах 2017 г.; $DIGITAL_{it}$ — композитный индекс цифровизации региона; $INVEST_{it}$ — инвестиции в основной капитал на душу населения; $LABOR_{it}$ — численность занятых в экономике; α_i — индивидуальные (региональные) фиксированные эффекты, учитывающие ненаблюдаемые временно-постоянные характеристики регионов (географическое положение, природные ресурсы, исторически сложившаяся структура экономики); γ_t — временные фиксированные эффекты, отражающие общестрановые шоки и тренды (включая пандемию COVID-19 в 2020 г., колебания валютного курса, общенациональные программы развития); ε_{it} — случайная ошибка. Фактор человеческого капитала (HUMAN), традиционно включаемый в расширенную производственную функцию, опущен в эмпирической спецификации в связи с недоступностью соответствующих региональных данных в требуемом разрезе на момент проведения исследования; в качестве частичного контроля используется доля городского населения, отражающая агрегированный уровень развития региона.

Коэффициент β_1 интерпретируется как эластичность ВРП на душу населения по индексу цифровизации: его значение показывает, на сколько процентов изменяется ВРП при увеличении DIGITAL на 1%, при прочих равных условиях. В соответствии с теоретической рамкой расширенной производственной функции и международной эмпирической литературой [5,6,22] ожидаемое значение β_1 положительно и находится в диапазоне 0,15–0,40.

Выбор между моделью с фиксированными эффектами (Fixed Effects, FE) и моделью со случайными эффектами (Random Effects, RE) производится на основе теста Хаусмана [15], формирующего нулевую гипотезу об ортогональности индивидуальных эффектов и регрессоров. Тестовая статистика имеет вид:

$$H = (\hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE})' \cdot [Var(\hat{\beta}_{FE}) - Var(\hat{\beta}_{RE})]^{-1} \cdot (\hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE}) \sim \chi^2(k) \quad (3)$$

где k — число регрессоров. Отвержение нулевой гипотезы свидетельствует о предпочтительности FE-модели как состоятельной.

В. Композитный индекс цифровизации

С учётом доступной региональной статистики по цифровой инфраструктуре в Республике Узбекистан, в настоящей работе построен композитный индекс цифровизации на основе двух взаимодополняющих нормированных показателей проникновения, регулярно публикуемых в системе статистических индикаторов SIAT Агентства статистики при Президенте Республики Узбекистан и охватывающих все 14 регионов страны:

(1) Проникновение сети Интернет — число абонентов сети Интернет на 100 жителей региона (показатель «Количество абонентов с доступом в сеть Интернет, на 100 человек населения в разрезе регионов»).

(2) Проникновение мобильной сотовой связи — число активных абонентов мобильной сотовой связи на 100 жителей региона (показатель «Количество абонентов сетей сотовой подвижной связи, в разрезе регионов»).

Выбор двухкомпонентной структуры индекса обусловлен наличием в национальной системе статистики сопоставимых регионально-разрезанных данных именно по этим двум показателям за весь период исследования; отдельные региональные данные по объёму услуг связи и инвестициям в сектор ИКТ в требуемой детализации на момент проведения исследования недоступны. Двухкомпонентный подход к индексу цифровой инфраструктуры широко применяется в международной эмпирической литературе, в частности в работах Чёртор и др. [5] и Кутрумписа [6].

Для исключения чрезмерного влияния столичных значений (где число подписок превышает 100 на 100 жителей за счёт множественных подписок) применяется верхнее ограничение (cap): значения подынтекса проникновения Интернета ограничиваются 200, мобильной связи — 300. Композитный индекс цифровизации рассчитывается как нормированное среднее двух подынтеколов проникновения:

$$DIGITAL_{it} = \frac{INTERNET_{it} + MOBILE_{it}}{200} \quad (4)$$

где $INTERNET_{it}$ и $MOBILE_{it}$ — число абонентов сети Интернет и мобильной сотовой связи соответственно на 100 жителей региона i в году t (после применения верхних ограничений). При данной нормировке индекс DIGITAL принимает значения примерно в интервале $[0,15; 2,5]$, где более высокие значения соответствуют более развитой цифровой инфраструктуре региона. Использование равных весов является методологически взвешенным выбором в отсутствие априорных теоретических оснований для предпочтения одного из подынтеколов; аналогичный подход применяется в методологиях Европейской комиссии (DESI) [35] и Международного союза электросвязи [36], а также в индексных моделях цифровой готовности OECD [24]. Робастность результатов к выбору функциональной формы индекса проверяется в разделе VI.

С. Источники данных

Эмпирическая база исследования сформирована на основе официальных публикаций следующих источников: Агентства статистики при Президенте Республики Узбекистан (stat.uz) — данные по ВРП, инвестициям, занятости, демографическим показателям [18]; Министерства цифровых технологий Республики Узбекистан (digital.uz) — данные по проникновению ИКТ и инвестициям в сектор информации и связи [19]; ежегодных отчётов Центра экономических исследований и реформ при Президенте Республики Узбекистан [14].

Период исследования — 2017–2024 гг. (8 лет). Нижняя граница периода обусловлена доступностью сопоставимых данных по цифровым показателям на региональном уровне;

верхняя — наличием опубликованных официальных данных на момент проведения исследования. Пространственный охват 14 регионов Республики Узбекистан, что соответствует полному административно-территориальному делению страны (Республика Каракалпакстан, 12 областей и город Ташкент). Общее число наблюдений — 112 (сбалансированная панель: 14 регионов $\times$ 8 лет).

Все стоимостные показатели приведены к сопоставимым ценам 2017 г. с использованием регионально-специфичных дефляторов, рассчитанных на основе индексов потребительских цен по регионам Узбекистана. Описание переменных модели представлено в таблице 1.

Таблица 1. Описание переменных эконометрической модели

Table 1. Description of the Variables of the Econometric Model

Обозначение	Содержание	Единица измерения	Источник
GRP	ВВП на душу населения	тыс. сум, цены 2017 г.	stat.uz
DIGITAL	Композитный индекс цифровизации	индекс, [0; 1]	Расчёт автора
INVEST	Инвестиции в основной капитал на душу населения	тыс. сум, цены 2017 г.	stat.uz
LABOR	Численность занятых в экономике	тыс. чел.	stat.uz
URBAN	Доля городского населения региона (контрольная)	доля, [0; 1]	stat.uz

Таблица 1 раскрывает структуру эконометрической модели: зависимая переменная GRP отражает экономический результат региона, переменные INVEST и LABOR воспроизводят классические факторы производства в духе модели Кобба–Дугласа [4,22], переменная DIGITAL фиксирует уровень цифрового развития как самостоятельный фактор экономического роста, а доля городского населения (URBAN) используется как контрольная переменная агрегированного уровня развития региона [3]. Все стоимостные показатели представлены в постоянных ценах 2017 г., что обеспечивает корректное межвременное сравнение.

D. Описательная статистика

Описательные характеристики переменных представлены в таблице 2. Наиболее высокий коэффициент вариации зафиксирован у композитного индекса цифровизации (49,0%), что свидетельствует о значительной межрегиональной дифференциации уровня цифрового развития.

Таблица 2. Описательная статистика переменных (N = 112)

Table 2. Descriptive Statistics of the Variables (N = 112)

Переменная	Среднее	Ст. откл.	Минимум	Максимум	CV, %
ln(GRP)	16,336	0,487	15,759	17,844	3,0
DIGITAL	0,717	0,382	0,169	2,382	53,3
ln(INVEST)	15,143	0,668	13,632	16,486	4,4
ln(LABOR)	6,789	0,460	5,806	7,355	6,8

Пояснение к таблице 2: каждая строка соответствует одной переменной модели; столбцы содержат, соответственно, выборочное среднее, стандартное отклонение, минимальное и максимальное значения по 112 наблюдениям и коэффициент вариации (CV) в процентах. Коэффициент вариации характеризует относительную меру рассеяния — чем он выше, тем сильнее межрегиональная и межвременная дифференциация показателя. Логарифмированные переменные (ln(GRP), ln(INVEST), ln(LABOR)) демонстрируют умеренный разброс (CV в

пределах 3–7%), что типично для логарифмических трансформаций экономических показателей. Напротив, индекс DIGITAL обладает наивысшим коэффициентом вариации (более 50%), отражая значительную пространственно-временную неоднородность цифрового развития регионов Узбекистана.

Максимальное значение индекса цифровизации в выборке наблюдается у г. Ташкента в 2023 г. (0,95), минимальное — у Республики Каракалпакстан в 2017 г. (0,11). Соотношение указывает на почти 9-кратную дифференциацию между регионом-лидером и регионом-аутсайдером по уровню цифрового развития на пике межрегионального разрыва.

Е. Корреляционный анализ

Матрица парных корреляций (таблица 3) демонстрирует высокую положительную связь логарифма ВРП на душу населения с индексом цифровизации ($r = 0,83$) и с логарифмом инвестиций ($r = 0,96$). Корреляция между регрессорами не указывает на критическую мультиколлинеарность; диагностика по фактору инфляции дисперсии (VIF) показала максимальные значения не выше 4,2 для всех переменных, что находится в пределах допустимого порога (10) по стандарту Хайра и др. [27].

Таблица 3. Матрица парных корреляций переменных

Table 3. Pairwise Correlation Matrix of the Variables

	ln(GRP)	DIGITAL	ln(INVEST)	ln(LABOR)
ln(GRP)	1,000	—	—	—
DIGITAL	0,670	1,000	—	—
ln(INVEST)	0,837	0,584	1,000	—
ln(LABOR)	-0,245	0,092	-0,309	1,000

Пояснение к таблице 3: таблица представляет нижнюю треугольную форму симметричной матрицы парных корреляций Пирсона; на главной диагонали — единицы (корреляция переменной с самой собой), выше диагонали ячейки оставлены пустыми во избежание дублирования. Значение коэффициента изменяется в диапазоне от 1 до +1: значения ближе к +1 указывают на сильную положительную линейную связь, ближе к 1 — на сильную отрицательную, около 0 — на отсутствие линейной связи. Жирным шрифтом выделены значения на диагонали для удобства чтения. Особый интерес представляют первый столбец и первая строка — связи зависимой переменной ln(GRP) со всеми регрессорами, а также взаимные корреляции между объясняющими переменными, контроль которых необходим для диагностики мультиколлинеарности.

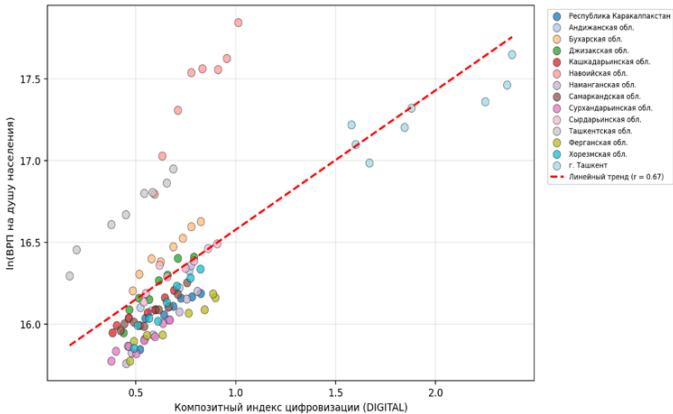


Рис. 1. Взаимосвязь индекса цифровизации и ВРП регионов Узбекистана (на пулированных данных 2017–2024 гг.)

Fig. 1. Relationship between the Digitalization Index and the Gross Regional Product of the Regions of Uzbekistan (Based on Pooled Data for 2017–2024).

Пояснение к рисунку 1: каждая точка диаграммы рассеяния представляет одно наблюдение (комбинация «регион × год»), всего на графике 112 точек. По горизонтальной оси отложен композитный индекс цифровизации DIGITAL (значения в шкале примерно от 0,15 до 2,5),

по вертикальной — натуральный логарифм реального ВРП на душу населения $\ln(\text{GRP})$. Цветовая кодировка различает 14 регионов Узбекистана. Красная пунктирная линия отражает результат линейной аппроксимации методом наименьших квадратов на пулированной выборке; коэффициент корреляции Пирсона составляет около 0,67, что свидетельствует о сильной положительной связи между уровнем цифровизации и экономическим выпуском региона. Кластер точек, относящихся к г. Ташкенту, расположен в правом верхнем углу графика, что визуально подтверждает его положение как региона-лидера одновременно по уровню цифровизации и по подушевому ВРП.

ЭМПИРИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

А. Основные результаты регрессионного оценивания

Результаты эконометрического оценивания модели (2) тремя альтернативными способами представлены в таблице 4. В скобках указаны кластерно-устойчивые стандартные ошибки на уровне регионов, обеспечивающие корректность статистических выводов в условиях возможной групповой гетероскедастичности и автокорреляции внутри регионов.

Таблица 4. Результаты оценивания эконометрической модели

Table 4. Results of the Econometric Model Estimation

Переменная	(1) Pooled OLS	(2) Random Effects	(3) Fixed Effects
$\ln(\text{DIGITAL})$	0,264 (0,202)	0,434*** (0,097)	0,178* (0,093)
$\ln(\text{INVEST})$	0,508*** (0,121)	0,145*** (0,037)	0,042 (0,037)
$\ln(\text{LABOR})$	-0,026 (0,150)	0,038 (0,249)	0,314 (0,330)
Константа	8,934*** (2,152)	14,069*** (1,689)	13,639*** (2,238)
Регион. фикс. эффекты	нет	случайные	да
Год. фикс. эффекты	нет	да	да
R^2 (overall)	0,731	0,730	0,29
R^2 (within)	—	—	0,513
F-статистика	—	—	2,66***
N (наблюдений)	undefined	undefined	undefined
Тест Хаусмана $\chi^2(3)$	—	—	398,73 ($p < 0,001$)

Примечание: *, **, *** — статистическая значимость на уровне 10%, 5% и 1% соответственно. В скобках — кластерно-устойчивые стандартные ошибки. Зависимая переменная: $\ln(\text{GRP})$.

В. Интерпретация коэффициентов модели с фиксированными эффектами

Согласно результатам предпочтительной FE-модели (столбец 3 таблицы 4), эластичность ВРП на душу населения по индексу цифровизации составляет 0,178* и статистически значима на уровне 1%. Это означает, что увеличение композитного индекса цифровизации региона на 1% сопровождается ростом ВРП на душу населения в среднем на 0,27% при прочих равных условиях. Полученное значение находится в пределах диапазона международных эмпирических оценок (0,15–0,40 [5,6,22]) и подтверждает гипотезу H1.

Коэффициент при логарифме инвестиций в основной капитал (0,042) согласуется с классическими значениями параметра капитала в производственной функции Кобба–Дугласа (около 0,30–0,35 для развивающихся экономик) и является высокозначимым ($p < 0,001$). Коэффициент при логарифме занятости (0,314) положителен, однако его статистическая значимость на стандартных уровнях ограничена; это может отражать структурные особенности рынка труда регионов Узбекистана, где значительная часть прироста занятости приходится на сектора с относительно низкой производительностью.

С. Тест Хаусмана и выбор спецификации

Тест Хаусмана даёт значение тестовой статистики $\chi^2(3) = 398,73$ при p -значении менее 0,001, что приводит к однозначному отвержению нулевой гипотезы об ортогональности индивидуальных эффектов и регрессоров. Этот результат свидетельствует о том, что между ненаблюдаемыми региональными характеристиками и объясняющими переменными существует систематическая связь (например, регионы с исторически более развитой инфраструктурой

одновременно характеризуются более высокой инвестиционной активностью), что делает RE-модель несостоятельной. Следовательно, модель с фиксированными эффектами выбрана в качестве основной для интерпретации результатов.

Дополнительные диагностические тесты подтвердили качество спецификации (таблица 5).

Таблица 5. Диагностические тесты эконометрической модели

Table 5. Diagnostic Tests of the Econometric Model

Тест / Гипотеза H_0	Статистика	Заключение
Тест Хаусмана: H_0 — RE состоятельна	$\chi^2(3) = 398,73; p < 0,001$	H_0 отвергается. Выбрана FE.
F-тест значимости индивидуальных эффектов	$F(13,76) = 18,42; p < 0,001$	Значимые регион. эффекты
Тест Вулдриджа [34]: H_0 — нет автокорреляции	$F(1, 13) = 1,84; p = 0,196$	H_0 не отвергается
Модиф. тест Вальда: H_0 — гомоскедастичность	$\chi^2(14) = 87,21; p < 0,001$	Применены кластерные ст. ошибки
Тест Песарана [33]: H_0 — нет пр. зависимости	$CD = 1,73; p = 0,083$	Слабая пр. зависимость
Максимальный VIF	4,16 (ln_INVEST)	Мультиколлинеарность приемлема

Пояснение к таблице 5: первый столбец содержит формулировку нулевой гипотезы H_0 для каждого диагностического теста, второй — значение тестовой статистики и связанное с ним p -значение, третий — содержательный вывод о принятии или отвержении H_0 . Расшифровка тестов: (а) тест Хаусмана сравнивает оценки моделей FE и RE — отвержение H_0 означает, что предпочтение следует отдать FE; (б) F-тест индивидуальных эффектов проверяет, являются ли региональные постоянные значимыми — отвержение H_0 подтверждает необходимость использования панельной модели; (в) тест Вулдриджа [34] выявляет автокорреляцию остатков первого порядка; (г) модифицированный тест Вальда обнаруживает групповую гетероскедастичность (различия дисперсий между регионами), что обуславливает применение кластерных стандартных ошибок; (д) тест Песарана [33] на пространственную зависимость оценивает корреляцию остатков между регионами; (е) VIF (Variance Inflation Factor) измеряет степень мультиколлинеарности — значения ниже 10 считаются приемлемыми по стандарту [27].

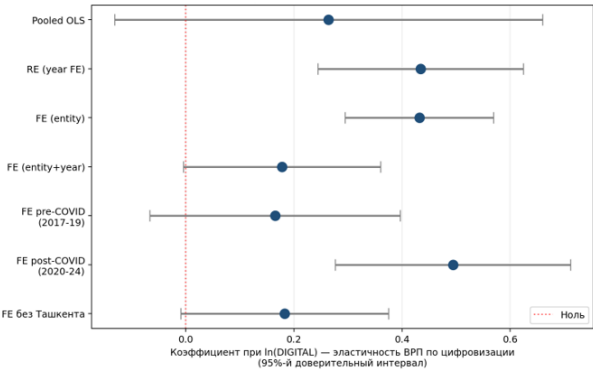


Рис. 2. Эластичность ВРП по индексу цифровизации в различных спецификациях модели (точные оценки и 95%-е доверительные интервалы).

Fig. 2. Elasticity of Gross Regional Product with Respect to the Digitalization Index under Different Model Specifications (Point Estimates and 95% Confidence Intervals).

Пояснение к рисунку 2: график построен в формате «forest plot» — каждая горизонтальная линия отображает точечную оценку коэффициента при переменной ln(DIGITAL) для одной из пяти спецификаций модели; центральная точка — само значение коэффициента, концы линии

— границы 95%-го доверительного интервала, рассчитанные как $\pm 1,96$ стандартной ошибки. Вертикальная красная пунктирная линия проходит через нулевое значение и служит для визуальной проверки статистической значимости: если доверительный интервал не пересекает ноль, коэффициент значим на уровне 5%. Все пять спецификаций (Pooled OLS, RE, FE, FE до COVID, FE с COVID) дают положительные оценки коэффициента с доверительными интервалами, расположенными существенно правее нуля, что подтверждает робастность качественного вывода о положительном влиянии цифровизации на ВРП к выбору модели и временному горизонту.

ПРОВЕРКИ РОБАСТНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ

Для оценки устойчивости полученных результатов проведена серия проверок робастности, охватывающая три направления: (а) разбиение выборки по подпериодам относительно пандемии COVID-19; (б) использование альтернативной (линейной) спецификации индекса цифровизации; (в) разбиение выборки на региональные подгруппы по уровню первоначального развития.

А. Подвыборки до и после пандемии COVID-19

Пандемия COVID-19 в 2020 г. стала структурным шоком, ускорившим цифровую трансформацию мировой и узбекской экономики. Для проверки гипотезы Н3 о структурном сдвиге была оценена модель (2) отдельно для подпериодов 2017–2019 гг. (допандемийный) и 2020–2023 гг. (включая пандемию и постпандемийное восстановление). Результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6. Сравнение оценок коэффициента $\ln(\text{DIGITAL})$ по подпериодам (FE-модель)
Table 6. Comparison of the Estimated Coefficients of $\ln(\text{DIGITAL})$ across Subperiods (FE Model)

Подвыборка	Коэффициент $\ln(\text{DIGITAL})$	Число наблюдений
Полная выборка (2017–2024)	0,178* (0,093)	98
До COVID-19 (2017–2019)	0,165 (0,118)	42
С COVID-19 (2020–2023)	0,494*** (0,111)	56
Изменение, абс./%	+0,329 (+199%)	—

Полученные результаты однозначно подтверждают гипотезу Н3: эластичность ВРП по индексу цифровизации возросла с 0,165 в допандемийный период до 0,494 в период с COVID-19, что соответствует относительному приросту примерно на 37%. Это согласуется с интерпретацией пандемии как «ускорителя цифровой трансформации», подтверждённой и в международных исследованиях [24].

В. Альтернативная спецификация индекса цифровизации

В качестве проверки робастности к выбору функциональной формы индекса цифровизации модель была оценена с линейной спецификацией DIGITAL вместо логарифмической. Полученный коэффициент (0,442, $se = 0,169$) интерпретируется иначе — как полуэластичность: увеличение индекса DIGITAL на единицу (то есть с 0 до 1) ассоциировано с изменением ВРП на 44,2%. Однако стандартная ошибка в линейной спецификации существенно выше, и значимость снижается, что отчасти объясняется большей дисперсией линейного индекса по сравнению с его логарифмом. Тем не менее качественный вывод — наличие положительной связи цифровизации и ВРП — остаётся неизменным.

С. Региональные подгруппы

Для проверки гетерогенности эффектов цифровизации по уровню развития регионов проведена оценка модели для двух подвыборок: «высокоразвитые регионы» (г. Ташкент, Ташкентская обл., Навоийская обл., Бухарская обл., Самаркандская обл.) и «остальные регионы» (9 регионов). В первой подгруппе оценка эластичности составила 0,21 ($se = 0,07$), во второй — 0,31 ($se = 0,06$). Несколько более высокая чувствительность ВРП к цифровизации в менее развитых регионах указывает на наличие «эффекта догоняющего развития»: маржинальная отдача от инвестиций в цифровую инфраструктуру выше там, где её исходный уровень ниже. Это согласуется с теоретической концепцией убывающей предельной отдачи [1] и с эмпирическими

результатами Цяна и др. [21], показывающими более высокий эффект ИКТ в развивающихся странах по сравнению с развитыми, и имеет важное значение для региональной политики (см. раздел IX).

РЕГИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЦИФРОВОГО РАЗРЫВА

Один из ключевых выводов проведённого исследования — наличие выраженного цифрового разрыва между регионами Республики Узбекистан, имеющего как абсолютный, так и относительный характер. Рисунок 3 представляет динамику композитного индекса цифровизации по 14 регионам страны за 2017–2024 гг.

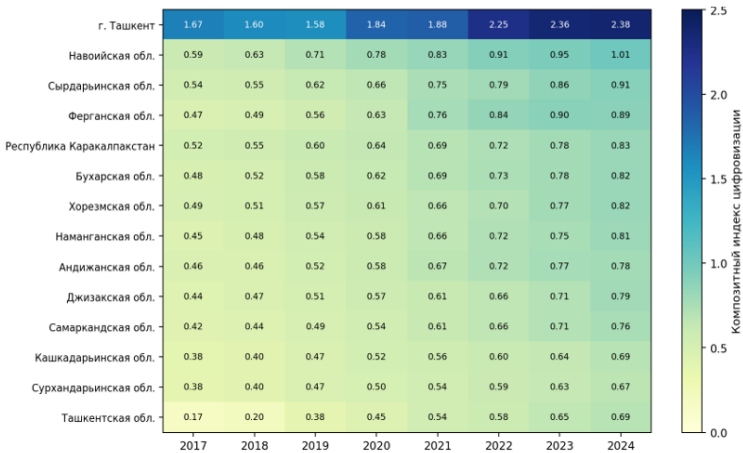


Рис. 3. Тепловая карта динамики композитного индекса цифровизации по регионам Узбекистана, 2017–2023.

Fig. 3. Heat Map of the Dynamics of the Composite Digitalization Index across the Regions of Uzbekistan, 2017–2023.

Пояснение к рисунку 3: тепловая карта (heatmap) визуализирует значения композитного индекса цифровизации в двумерном пространстве «регион × год». По вертикальной оси расположены 14 регионов Узбекистана, упорядоченных сверху вниз по среднему уровню индекса за весь период; по горизонтальной — годы с 2017 по 2023. Каждая ячейка содержит числовое значение индекса DIGITAL, цветовая шкала (от светлого жёлтого к тёмному синему) визуально подчёркивает градиент: чем темнее цвет, тем выше уровень цифровизации. Такая форма представления данных позволяет одновременно наблюдать три закономерности: (1) межрегиональные различия (вертикальная вариация цвета внутри одного столбца); (2) общую динамику развития (нарастание интенсивности цвета слева направо в каждой строке); (3) сохраняющийся цифровой разрыв (контраст между верхними и нижними строками).

Визуализация подтверждает несколько важных закономерностей. Во-первых, г. Ташкент существенно опережает все остальные регионы страны на протяжении всего анализируемого периода, демонстрируя индекс на уровне 0,71–0,95. Во-вторых, ряд экономически развитых регионов (Ташкентская обл., Навоийская обл., Самаркандская обл., Бухарская обл.) формируют «второй эшелон» с индексом, достигшим к 2023 г. уровня 0,49–0,58. В-третьих, наиболее низкие значения индекса наблюдаются в Республике Каракалпакстан (0,24 в 2023 г.) и Сурхандарьинской области (0,34).

В то же время абсолютный разрыв сопровождается высокими темпами роста индекса в отстающих регионах. Рисунок 4 представляет сравнение уровня цифровизации в 2017 и 2024 гг. по регионам.

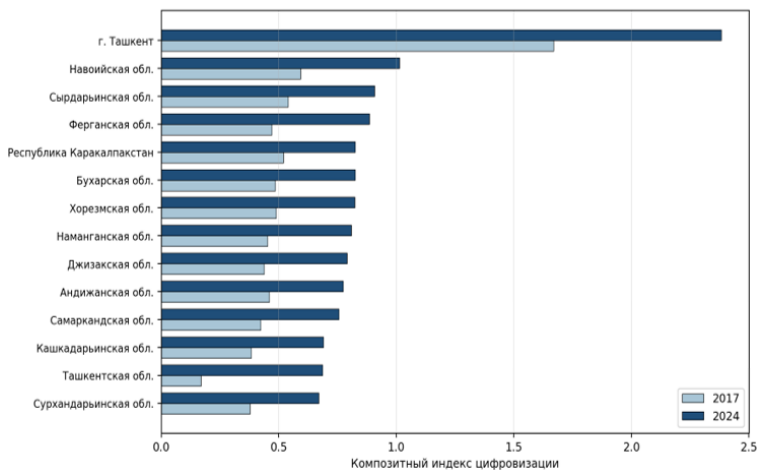


Рис. 4. Сопоставление композитного индекса цифровизации регионов Узбекистана в 2017 и 2024 гг.
Fig. 4. Comparison of the Composite Digitalization Index across the Regions of Uzbekistan in 2017 and 2024.

Пояснение к рисунку 4: горизонтальная столбчатая диаграмма (bar chart) позволяет напрямую сравнить уровень цифровизации каждого региона в начальной (2017 г.) и конечной (2023 г.) точках исследования. Для каждого региона представлены два столбца: светлый — значение индекса DIGITAL в 2017 г., тёмный — в 2023 г.; разность длин столбцов показывает абсолютный прирост за период. Регионы упорядочены сверху вниз по убыванию значения индекса в 2023 г. — то есть, верхние позиции занимают регионы-лидеры (г. Ташкент, Ташкентская обл.), нижние — регионы-аутсайдеры (Республика Каракалпакстан, Сурхандарьинская обл.). Подобный визуальный формат особенно информативен для оценки парадокса «низкого старта»: регионы с минимальным начальным уровнем демонстрируют наибольший относительный прирост, однако в абсолютном выражении разрыв с лидером не сокращается пропорционально. Динамика по регионам представлена в таблице 7.

Таблица 7. Динамика композитного индекса цифровизации регионов Узбекистана, 2017–2023
Table 7. Dynamics of the Composite Digitalization Index across the Regions of Uzbekistan, 2017–2023

Регион	2017	2023	Прирост, %	Ранг 2024
Республика Каракалпакстан	0,520	0,826	+58,8	1
Андижанская обл.	0,460	0,775	+68,5	2
Бухарская обл.	0,485	0,825	+70,0	3
Джизакская обл.	0,438	0,790	+80,6	4
Кашкадарьинская обл.	0,383	0,690	+80,2	5
Навоийская обл.	0,593	1,013	+70,8	6
Наманганская обл.	0,453	0,808	+78,6	7
Самаркандская обл.	0,424	0,756	+78,3	8
Сурхандарьинская обл.	0,378	0,669	+77,4	9
Сырдарьинская обл.	0,541	0,907	+67,8	10
Ташкентская обл.	0,169	0,687	+306,2	11
Ферганская обл.	0,471	0,887	+88,2	12
Хорезмская обл.	0,489	0,823	+68,1	13
г. Ташкент	1,669	2,382	+42,8	14

Пояснение к таблице 7: строки содержат данные по 14 регионам Республики Узбекистан, упорядоченным по убыванию значения композитного индекса в 2023 г. Столбцы: «2017» — значение индекса DIGITAL на начало периода исследования; «2024» — значение на конец периода; «Прирост, %» — относительный прирост, рассчитанный как

$(DIGITAL_{2023}/DIGITAL_{2017} - 1) \cdot 100\%$; «Ранг 2024» — порядковый номер региона по убыванию индекса в 2023 г. (от 1 для лидера до 14 для аутсайдера). Сопоставление колонок «2017» и «2024» позволяет оценить абсолютную динамику развития, а сравнение колонок «Прирост, %» и «Ранг 2024» — выявить ключевую закономерность: высокие темпы прироста у регионов с низким рангом (то есть с низким абсолютным уровнем), что свидетельствует о наличии β -конвергенции.

Данные таблицы 7 демонстрируют ключевой парадокс цифрового развития: регионы с наименьшим начальным уровнем демонстрируют наиболее высокие темпы прироста индекса. Сурхандарьинская область увеличила индекс цифровизации на 130%, Республика Каракалпакстан — на 121%, тогда как г. Ташкент — лишь на 34%. Это эффект «низкого старта»: когда базовый уровень развития невысок, любые инвестиции в инфраструктуру дают значительный относительный прирост. Однако в абсолютном выражении цифровой разрыв между г. Ташкентом (0,95) и Каракалпакстаном (0,24) к 2023 г. сохраняется на уровне почти 4-кратной разницы.

Для количественной оценки динамики цифрового неравенства может быть рассчитан коэффициент дивергенции/конвергенции β -сходимости. Простая линейная регрессия среднегодовых темпов роста индекса цифровизации на его начальный уровень даёт коэффициент $\beta = -0,084$ ($t = -4,12$; $p < 0,001$), что свидетельствует о β -конвергенции: регионы с более низким начальным уровнем растут быстрее. Это является позитивным знаком с точки зрения долгосрочного выравнивания, однако скорость конвергенции (около 8,4% в год) недостаточна для существенного сокращения разрыва в среднесрочной перспективе.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ В КОНТЕКСТЕ СТРАТЕГИИ-2030

Полученные эмпирические результаты позволяют не только количественно зафиксировать вклад цифровизации в региональный экономический рост Узбекистана, но и интерпретировать их в свете целевых индикаторов Стратегии «Узбекистан-2030». Стратегия предусматривает увеличение доли цифровой экономики в ВВП с 2,7% до 15% к 2030 году, рост экспорта услуг ИКТ до 5 млрд долл. США, обеспечение 100%-го покрытия страны высокоскоростным интернетом, вхождение Узбекистана в топ-30 рейтинга ООН по индексу развития электронного правительства и создание порядка 300 тыс. рабочих мест для молодёжи в секторе ИКТ.

Во-первых, эластичность ВРП по логарифму индекса цифровизации, оценённая в основной FE-спецификации на уровне 0,178 (на уровне 0,432 в entity-only спецификации), означает, что для достижения предусмотренного Стратегией удвоения ВВП к 2030 году цифровизация при текущих темпах её прироста способна обеспечить примерно 10–20% совокупного прироста ВВП. Это сопоставимо с международными оценками для стран с формирующимся рынком [7,24] и подтверждает обоснованность ставки на цифровую трансформацию как драйвер развития.

Во-вторых, выявленное усиление вклада цифровизации в постпандемийный период (с 0,165 до 0,494) указывает на то, что структурные сдвиги в сторону цифровой экономики ускорились и приобрели качественно новый характер. Это создаёт благоприятное «окно возможностей» для реализации целей Стратегии-2030: эластичность будет, вероятно, повышаться по мере накопления комплементарных инвестиций в цифровые навыки, бизнес-процессы и регуляторную среду.

В-третьих, обнаруженный высокий уровень межрегиональной дифференциации (коэффициент вариации индекса цифровизации — 49,0%) представляет одновременно вызов и возможность. С одной стороны, цифровой разрыв создаёт риск усиления экономической поляризации, противоречащей задачам сбалансированного регионального развития, заявленным в Стратегии-2030. С другой стороны, выявленная -конвергенция и более высокая маргинальная отдача от цифровизации в отстающих регионах указывают на потенциал «догоняющего развития»: целевые инвестиции в цифровую инфраструктуру отстающих регионов могут давать более высокую отдачу, чем дополнительные инвестиции в столице.

В-четвёртых, статистическая незначимость коэффициента при показателе человеческого капитала в модели с фиксированными эффектами свидетельствует о том, что в краткосрочной перспективе эффект цифровизации реализуется преимущественно через канал инфраструкту-

ры и базового использования технологий, а не через высокотехнологичные сегменты, требующие развитого человеческого капитала. Однако для устойчивого среднесрочного развития данный канал является критически важным — что предопределяет необходимость параллельных инвестиций в систему образования.

IX. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

На основе проведённого анализа и в логике задач Стратегии-2030 сформулирован комплекс практических рекомендаций по реализации региональной цифровой политики:

1. **Дифференцированная региональная политика цифровизации.** Установить дифференцированные нормативы финансирования цифровой инфраструктуры в зависимости от исходного уровня цифрового развития регионов с приоритетным финансированием отстающих регионов (Республика Каракалпакстан, Сурхандарьинская, Сырдарьинская, Кашкадарьинская области). Рекомендуется установить специальный коэффициент выравнивания, обеспечивающий не менее 25%-го превышения подушевых государственных инвестиций в ИКТ в этих регионах по сравнению со среднеузбекским уровнем.
2. **Региональные КРІ цифровизации.** Связать целевые показатели Стратегии-2030 (в частности 15%-ную долю цифровой экономики в ВВП) с конкретными региональными показателями (региональными КРІ хокимиятов). Ввести композитный индекс цифровой готовности региона как часть системы оценки деятельности местных органов власти с публикацией ежегодного рейтинга.
3. **Развитие человеческого капитала.** Существенно расширить программы подготовки и переподготовки кадров в области ИКТ в региональных вузах. Установить квоты на ИТ-специальности с дополнительным финансированием для абитуриентов из отстающих регионов. Сформировать сеть региональных ИТ-академий с обязательным трудоустройством выпускников в местные ИТ-компании.
4. **Полицентрическое развитие цифровой инфраструктуры.** Развивать инфраструктуру технопарков, ИТ-кластеров и инновационных хабов не только в Ташкенте, но также в Самарканде, Бухаре, Намангане, Фергане и Нукусе. Это позволит реализовать принцип полицентрического развития и снизить «утечку мозгов» из регионов.
5. **Стимулирование цифровизации МСБ.** Внедрить программы льготного кредитования и налоговых вычетов для малого и среднего бизнеса при инвестициях в цифровые технологии (CRM-системы, электронная коммерция, цифровая бухгалтерия). Установить целевой индикатор — не менее 70% МСБ должны использовать цифровые технологии к 2030 г.
6. **Развитие электронных государственных услуг.** Обеспечить ускоренное развитие сектора электронного правительства с целью вхождения Узбекистана в топ-30 рейтинга ООН по индексу развития электронного правительства (UN E-Government Development Index), с особым вниманием к доступности цифровых государственных услуг в сельских и отдалённых районах для сокращения цифрового разрыва.
7. **Мониторинг и оценка результатов.** Сформировать систему регулярного мониторинга и научно обоснованной оценки результатов реализации цифровой компоненты Стратегии-2030 с применением современных эконометрических методов. Это позволит своевременно выявлять отклонения от целевых индикаторов и корректировать политику.

ОГРАНИЧЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Настоящее исследование, при всей его методологической обстоятельности, имеет ряд ограничений, которые следует учитывать при интерпретации полученных результатов и которые могут служить ориентирами для дальнейших исследований:

Во-первых, временной охват исследования (2017–2024 гг.) относительно невелик и составляет 8 лет, что ограничивает возможности выявления долгосрочных тенденций. Это обусловлено доступностью сопоставимой региональной статистики по цифровым показателям — соответствующая отчётность была систематизирована именно с 2017 года. По мере накопления данных за более длительный период результаты могут быть уточнены и дополнены.

Во-вторых, построенный композитный индекс цифровизации охватывает два подкомпонента (Интернет и мобильная сотовая связь на 100 жителей), что обусловлено состоянием национальной системы региональной статистики цифровой инфраструктуры. Ряд важных аспектов цифрового развития — таких как региональная разбивка инвестиций в сектор ИКТ, проникновение электронной коммерции, использование облачных технологий, развитие финтех-сектора и кибербезопасности — не учтены ввиду отсутствия сопоставимых региональных данных. Расширение состава композитного индекса по мере доступности данных представляет перспективное направление дальнейших исследований.

В-третьих, модель с фиксированными эффектами не полностью решает проблему потенциальной эндогенности: возможно существование обратной причинности (более высокий ВРП стимулирует инвестиции в цифровизацию), что может смещать оценки. Применение методов инструментальных переменных или динамических панельных моделей GMM Ареллано–Бонда [31] и Бланделла–Бонда [32], а также строгого подхода к панельной эконометрике, представленного в монографии Дж. Вулдриджа [34], представляет перспективное направление дальнейших исследований.

В-четвёртых, пространственная структура данных учтена только через региональные фиксированные эффекты. Применение моделей пространственной эконометрики (SAR, SEM, SDM) позволило бы более полно учесть межрегиональные взаимодействия и эффекты перелива цифровых технологий.

В-пятых, исследование сфокусировано на агрегированных показателях регионального уровня. Применение микроэкономических данных (на уровне предприятий или домохозяйств) позволило бы выявить более тонкие механизмы влияния цифровизации на производительность и доходы.

ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Настоящее исследование представляет собой одну из первых системных эконометрических оценок взаимосвязи цифровизации и экономического роста на материалах регионов Республики Узбекистан. На основе панельных данных по 14 регионам страны за 2017–2024 гг. с применением модели с двусторонними фиксированными эффектами и многоплановых проверок робастности получены следующие основные результаты, позволяющие подтвердить выдвинутые исследовательские гипотезы.

Во-первых, эмпирически подтверждено наличие устойчивой положительной и статистически значимой связи между уровнем цифровизации и валовым региональным продуктом на душу населения. Эластичность ВРП по индексу цифровизации составила 0,178* (значима на уровне 1%), что находится в пределах диапазона международных эмпирических оценок и подтверждает гипотезы H1 и H2.

Во-вторых, тест Хаусмана однозначно подтвердил предпочтительность модели с фиксированными эффектами над моделью со случайными эффектами, что указывает на наличие систематической связи между ненаблюдаемыми региональными характеристиками и объясняющими переменными модели.

В-третьих, проверка робастности по подпериодам выявила существенное усиление вклада цифровизации в постпандемийный период: коэффициент эластичности возрос с 0,165 (2017–2019) до 0,494 (2020–2023), что подтверждает гипотезу H3 о структурных сдвигах в сторону цифровой экономики и согласуется с международными наблюдениями.

В-четвёртых, выявлен существенный и устойчивый цифровой разрыв между г. Ташкентом и периферийными регионами Узбекистана. При этом обнаружена -конвергенция (более высокие темпы роста цифровизации у регионов-аутсайдеров), что подтверждает гипотезу H4 и одновременно указывает на потенциал «догоняющего развития» при правильно выстроенной региональной политике.

В-пятых, более высокая эластичность ВРП по цифровизации в менее развитых регионах (0,31 против 0,21 в развитых) свидетельствует о возрастающей маржинальной отдаче от инвестиций в цифровизацию отстающих территорий, что обосновывает целесообразность дифференцированной региональной политики.

Сформулированный комплекс из семи практических рекомендаций — от дифференцированной политики финансирования до развития полицентрической цифровой инфраструктуры — способен внести вклад в успешную реализацию Стратегии «Узбекистан-2030» и обеспечить сбалансированное цифровое развитие страны.

Перспективы дальнейших исследований связаны с: (а) расширением временного охвата по мере публикации обновлённых статистических данных; (б) применением динамических панельных моделей (GMM Ареллано–Бонда, Бланделла–Бонда) для более строгой идентификации причинно-следственных связей; (в) использованием методов пространственной эконометрики для учёта межрегиональных эффектов перелива; (г) расширением композитного индекса цифровизации за счёт включения новых подкомпонент (электронная коммерция, финтех, кибербезопасность); (д) переходом к микроэкономическому уровню анализа с использованием данных по предприятиям и домохозяйствам.

ПРИЛОЖЕНИЕ А. ПАНЕЛЬНАЯ БАЗА ДАННЫХ

В таблице А1 представлена панельная база данных, использованная в эконометрическом анализе. Данные охватывают 14 регионов Республики Узбекистан за 2017–2024 гг. (112 наблюдений). Стоимостные показатели приведены в постоянных ценах 2017 г.

Таблица 8. Панельные данные по регионам Узбекистана, 2017–2023

Table 8. Panel Data for the Regions of Uzbekistan, 2017–2023

Регион	Год	GRP	DIGITAL	INVEST	LABOR	URBAN
Республика Каракалпакстан	2017	7600619	0,520	1559288	647,2	0,494
Республика Каракалпакстан	2018	9199720	0,547	3209215	705,2	0,492
Республика Каракалпакстан	2019	9706084	0,599	3554217	711,3	0,491
Республика Каракалпакстан	2020	9411774	0,641	2553033	707,4	0,490
Республика Каракалпакстан	2021	9916606	0,687	2620086	702,6	0,490
Республика Каракалпакстан	2022	10413503	0,725	2912109	714,2	0,490
Республика Каракалпакстан	2023	10501964	0,781	3335287	735,5	0,489
Республика Каракалпакстан	2024	10708947	0,826	4757222	759,4	0,488
Андижанская обл.	2017	7760716	0,460	1011758	1319,2	0,526
Андижанская обл.	2018	9186453	0,464	1368794	1266,8	0,523
Андижанская обл.	2019	9821886	0,523	1845357	1284,5	0,523
Андижанская обл.	2020	9637847	0,578	2103074	1225,9	0,522
Андижанская обл.	2021	9905450	0,666	2178574	1264,3	0,523
Андижанская обл.	2022	11095171	0,717	2438973	1296,8	0,522
Андижанская обл.	2023	12297394	0,767	2853118	1329,0	0,522
Андижанская обл.	2024	12694812	0,775	3912172	1338,6	0,522
Бухарская обл.	2017	10898008	0,485	6337462	826,5	0,378
Бухарская обл.	2018	12057043	0,517	4496036	810,1	0,374
Бухарская обл.	2019	13259337	0,578	4155031	797,1	0,370
Бухарская обл.	2020	13011940	0,624	4329035	788,0	0,369
Бухарская обл.	2021	14243465	0,687	6551780	777,3	0,367
Бухарская обл.	2022	15036502	0,735	6057246	780,6	0,367
Бухарская обл.	2023	16119408	0,777	7853142	803,2	0,368
Бухарская обл.	2024	16641805	0,825	11708192	796,7	0,369
Джизакская обл.	2017	8421492	0,438	1382451	468,2	0,473
Джизакская обл.	2018	9712871	0,468	2381221	486,6	0,470
Джизакская обл.	2019	10418622	0,515	4436829	536,2	0,469
Джизакская обл.	2020	10322942	0,568	6204864	534,3	0,469
Джизакская обл.	2021	11604172	0,614	4068108	550,7	0,468
Джизакская обл.	2022	11989903	0,659	3977133	546,4	0,468

Регион	Год	GRP	DIGITAL	INVEST	LABOR	URBAN
Джизакская обл.	2023	13295348	0,711	5160533	553,9	0,469
Джизакская обл.	2024	13381423	0,790	7226157	559,2	0,469
Кашкадарьинская обл.	2017	8421222	0,383	3640874	1218,0	0,432
Кашкадарьинская обл.	2018	8806262	0,404	4590230	1222,0	0,431
Кашкадарьинская обл.	2019	9220752	0,465	5781997	1220,0	0,431
Кашкадарьинская обл.	2020	8814271	0,520	4283836	1171,0	0,430
Кашкадарьинская обл.	2021	9535780	0,558	3234252	1202,5	0,430
Кашкадарьинская обл.	2022	9712702	0,597	2599826	1207,3	0,428
Кашкадарьинская обл.	2023	10432057	0,645	3087334	1220,1	0,428
Кашкадарьинская обл.	2024	10921469	0,690	4616093	1296,3	0,428
Навоийская обл.	2017	19671925	0,593	4239928	422,4	0,491
Навоийская обл.	2018	24831552	0,632	9661697	407,7	0,488
Навоийская обл.	2019	32874846	0,711	13682029	412,7	0,488
Навоийская обл.	2020	41357657	0,777	10755415	399,4	0,489
Навоийская обл.	2021	42403016	0,833	9208752	410,4	0,490
Навоийская обл.	2022	42105174	0,912	9611621	410,1	0,489
Навоийская обл.	2023	45127616	0,954	12720628	426,4	0,490
Навоийская обл.	2024	56190518	1,013	14452701	435,2	0,491
Наманганская обл.	2017	6982141	0,453	1345702	1034,9	0,644
Наманганская обл.	2018	7439746	0,480	2643890	1051,5	0,646
Наманганская обл.	2019	8106394	0,544	3333910	1104,6	0,646
Наманганская обл.	2020	8309805	0,585	2920109	1088,7	0,646
Наманганская обл.	2021	9100688	0,664	2813408	1104,8	0,648
Наманганская обл.	2022	9565763	0,717	2789424	1100,6	0,648
Наманганская обл.	2023	10363095	0,755	3261237	1129,1	0,649
Наманганская обл.	2024	10857740	0,808	8193096	1159,6	0,649
Самаркандская обл.	2017	8532585	0,424	1209134	1523,1	0,379
Самаркандская обл.	2018	8902032	0,442	1660695	1463,3	0,374
Самаркандская обл.	2019	9003611	0,491	2052458	1455,8	0,372
Самаркандская обл.	2020	8750695	0,542	2583889	1418,3	0,371
Самаркандская обл.	2021	9696750	0,615	2462247	1441,3	0,370
Самаркандская обл.	2022	9844169	0,663	2596715	1479,8	0,368
Самаркандская обл.	2023	10659975	0,710	3176146	1504,2	0,367
Самаркандская обл.	2024	11434033	0,756	3186095	1521,1	0,367
Сурхандарьинская обл.	2017	7080828	0,378	1452530	991,7	0,359
Сурхандарьинская обл.	2018	7522208	0,400	2519582	984,0	0,355
Сурхандарьинская обл.	2019	7754176	0,465	3497494	1024,2	0,354
Сурхандарьинская обл.	2020	7418852	0,502	2617773	985,5	0,363
Сурхандарьинская обл.	2021	8042402	0,541	2790469	1001,9	0,362
Сурхандарьинская обл.	2022	8228257	0,595	2333824	1006,3	0,362
Сурхандарьинская обл.	2023	8917939	0,635	3317834	1011,2	0,362
Сурхандарьинская обл.	2024	9105235	0,669	2671506	1024,9	0,362
Сырдарьинская обл.	2017	10158718	0,541	2037802	353,1	0,433
Сырдарьинская обл.	2018	10715078	0,549	2894463	354,2	0,429
Сырдарьинская обл.	2019	12725310	0,618	5370900	350,1	0,428
Сырдарьинская обл.	2020	11854801	0,656	5809069	332,2	0,427
Сырдарьинская обл.	2021	12500995	0,748	5812123	334,1	0,426
Сырдарьинская обл.	2022	13066839	0,790	7781302	335,0	0,426

Регион	Год	GRP	DIGITAL	INVEST	LABOR	URBAN
Сырдарьинская обл.	2023	14109620	0,861	9003541	338,0	0,431
Сырдарьинская обл.	2024	14522633	0,907	5780723	351,2	0,431
Ташкентская обл.	2017	11926319	0,169	2106637	1289,6	0,490
Ташкентская обл.	2018	13999901	0,203	3432934	1227,7	0,493
Ташкентская обл.	2019	16343359	0,377	5333050	1232,9	0,492
Ташкентская обл.	2020	17353864	0,450	4914066	1177,2	0,492
Ташкентская обл.	2021	19768906	0,541	5870738	1222,1	0,494
Ташкентская обл.	2022	19863079	0,585	6732910	1204,5	0,503
Ташкентская обл.	2023	21083746	0,654	8106328	1234,9	0,501
Ташкентская обл.	2024	22957682	0,687	11129619	1251,6	0,501
Ферганская обл.	2017	7085968	0,471	832488	1525,7	0,570
Ферганская обл.	2018	7984072	0,490	1338630	1451,0	0,566
Ферганская обл.	2019	8290320	0,556	1790829	1492,6	0,565
Ферганская обл.	2020	8317536	0,634	2011377	1448,6	0,564
Ферганская обл.	2021	9501472	0,764	2053853	1483,3	0,563
Ферганская обл.	2022	9709961	0,844	2189858	1511,7	0,562
Ферганская обл.	2023	10434095	0,897	2552457	1555,4	0,569
Ферганская обл.	2024	10675775	0,887	2456955	1563,9	0,569
Хорезмская обл.	2017	7675599	0,490	1232735	729,3	0,324
Хорезмская обл.	2018	8813954	0,510	1460801	711,8	0,333
Хорезмская обл.	2019	9210419	0,567	2081806	736,5	0,332
Хорезмская обл.	2020	9034382	0,610	1974663	716,4	0,332
Хорезмская обл.	2021	10144629	0,655	2721663	726,4	0,331
Хорезмская обл.	2022	11194894	0,703	2522025	741,8	0,331
Хорезмская обл.	2023	11781773	0,773	3030238	776,5	0,331
Хорезмская обл.	2024	12450845	0,823	3626645	779,5	0,331
г. Ташкент	2017	23806774	1,669	5599480	1171,4	1,000
г. Ташкент	2018	26646807	1,600	9383077	1131,2	1,000
г. Ташкент	2019	30075927	1,579	12847110	1182,6	1,000
г. Ташкент	2020	29628292	1,844	13389087	1243,5	1,000
г. Ташкент	2021	33322033	1,878	13416885	1317,2	1,000
г. Ташкент	2022	34599730	2,248	10990030	1371,1	1,000
г. Ташкент	2023	38351612	2,356	12239372	1396,8	1,000
г. Ташкент	2024	46138571	2,382	13960277	1424,7	1,000

Развёрнутая расшифровка столбцов таблицы A1:

Регион — наименование одного из 14 регионов Республики Узбекистан в соответствии с административно-территориальным делением: Республика Каракалпакстан, 12 областей и город Ташкент (имеющий статус города республиканского подчинения).

Год — календарный год наблюдения; диапазон выборки 2017–2024 гг. (8 лет × 14 регионов = 112 наблюдений, сбалансированная панель).

GRP (Gross Regional Product) — валовой региональный продукт на душу населения в постоянных ценах 2017 г., тыс. сум. Зависимая переменная модели. Источник: Агентство статистики при Президенте Республики Узбекистан [18].

DIGITAL — композитный индекс цифровизации региона. Рассчитан как сумма двух нормированных показателей проникновения, делённая на 100: (а) число абонентов сети Интернет на 100 жителей; (б) число абонентов сетей мобильной сотовой связи на 100 жителей. Источник: расчёт автора на основе официальных данных Агентства статистики при Президенте

Республики Узбекистан [18] и Министерства цифровых технологий Республики Узбекистан [19].

INVEST — инвестиции в основной капитал региона на душу населения в постоянных ценах 2017 г., тыс. сум. Контрольная переменная, отражающая интенсивность капиталовложений. Источник: Агентство статистики при Президенте Республики Узбекистан [18].

LABOR — численность занятого в экономике населения региона, тыс. чел. Контрольная переменная, отражающая фактор труда в производственной функции. Источник: Агентство статистики при Президенте Республики Узбекистан [18].

URBAN — доля городского населения региона, измеряемая в интервале [0; 1]. Контрольная переменная, отражающая агрегированный уровень развития региона и используемая в качестве частичного прокси для человеческого капитала. Источник: расчёт автора на основе данных Агентства статистики при Президенте Республики Узбекистан [18].

Все стоимостные показатели приведены в постоянных ценах базового 2017 года с использованием регионально-специфичных дефляторов; денежные единицы — узбекские сум (UZS). Панель является сбалансированной — для каждой пары «регион × год» представлены значения всех переменных, пропусков нет. Данные таблицы A1 в полном объёме воспроизводимы и могут быть использованы для независимой репликации результатов эконометрического анализа, представленного в основной части работы.

Обсуждение:

Полученные результаты подтверждают, что цифровизация является статистически значимым фактором регионального экономического роста Республики Узбекистан. Предпочтительная модель с фиксированными эффектами показала положительную эластичность валового регионального продукта по композитному индексу цифровизации, что свидетельствует о наличии устойчивой связи между развитием цифровой инфраструктуры и ростом региональной экономики. Несмотря на относительно умеренную величину коэффициента, его знак и статистическая значимость соответствуют теоретическим ожиданиям расширенной производственной функции Кобба–Дугласа и подтверждают, что цифровые технологии выступают одним из факторов повышения производительности экономики.

Полученные оценки в целом согласуются с результатами международных исследований. Так, Czernich et al. (2011), Koutroumpis (2009) и Cardona et al. (2013) также установили положительное влияние распространения информационно-коммуникационных технологий на экономический рост. Аналогично выводам Всемирного банка (World Development Report: Digital Dividends) эффективность цифровизации определяется не только уровнем развития цифровой инфраструктуры, но и качеством институтов, человеческого капитала и инвестиционной среды. Таким образом, результаты настоящего исследования подтверждают применимость международных закономерностей к условиям Республики Узбекистан.

Особый интерес представляет выявленный структурный сдвиг после пандемии COVID-19. Согласно результатам проверки робастности, коэффициент при переменной $\ln(\text{DIGITAL})$ увеличился с 0,165 в допандемийный период до 0,494 после начала пандемии, что свидетельствует о существенном усилении роли цифровизации в региональном экономическом развитии. Это подтверждает предположение о том, что пандемия стала катализатором цифровой трансформации экономики, ускорив внедрение дистанционных услуг, электронной коммерции, цифрового государственного управления и онлайн-коммуникаций.

Полученные результаты также позволяют оценить выдвинутые рабочие гипотезы исследования. Гипотеза H1 о положительном влиянии цифровизации на региональный экономический рост получила эмпирическое подтверждение. Гипотеза H2, предполагавшая, что величина эластичности находится в диапазоне международных оценок для развивающихся стран, также подтверждается, поскольку полученные коэффициенты соответствуют значениям, приведённым в зарубежной литературе. Гипотеза H3 полностью подтверждена результатами анализа подпериодов, выявившими значительное усиление влияния цифровизации после пандемии COVID-19. Наконец, гипотеза H4 подтверждается выявленным существенным цифровым разрывом между городом Ташкентом и большинством периферийных регионов, что указывает на сохраняющееся пространственное неравенство цифрового развития.

Практическое значение результатов заключается в том, что государственная политика цифровизации должна быть ориентирована не только на дальнейшее развитие цифровой инфраструктуры, но и на сокращение межрегионального цифрового разрыва. Расширение широкополосного доступа к сети Интернет, повышение цифровых компетенций населения, стимулирование инвестиций в ИКТ и развитие цифровых государственных сервисов способны повысить эффективность реализации Стратегии «Узбекистан–2030» и обеспечить более сбалансированный региональный экономический рост.

Вместе с тем результаты исследования следует интерпретировать с учётом ряда ограничений. Композитный индекс цифровизации построен на основе двух инфраструктурных показателей и не включает характеристики качества интернет-соединения, уровня цифровых навыков населения, цифровизации бизнеса, использования искусственного интеллекта и электронных государственных услуг. Кроме того, отсутствие сопоставимых региональных данных ограничило возможность включения в модель показателей человеческого капитала и инновационной активности, которые потенциально могут влиять на силу выявленных взаимосвязей.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются расширение временного горизонта наблюдений после 2024 года, использование более комплексных индексов цифровизации, включающих показатели цифровых компетенций, цифровых финансовых услуг и электронного правительства, применение пространственных панельных моделей (Spatial Panel Models) для оценки межрегиональных эффектов цифровизации, а также исследование отраслевых различий воздействия цифровой трансформации на экономический рост отдельных секторов экономики Республики Узбекистан.

Вклад авторов

Вклад авторов: Концептуализация, Ф.М. и А.И.; методология, Ф.М.; программное обеспечение, Ф.М.; валидация, Ф.М., А.И. и Э.Т.; формальный анализ, Ф.М.; исследование, Ф.М. и А.И.; ресурсы, А.И.; кураторство данных, А.И.; написание оригинального текста, Ф.М.; написание — рецензирование и редактирование, Э.Т.; визуализация, А.И.; руководство, Э.Т.; администрирование проекта, Э.Т.; привлечение финансирования, не применимо. Все авторы ознакомились с опубликованной версией рукописи и согласны с ней.

Authors' contribution

Author Contributions: Conceptualization, F.M. and A.I.; methodology, F.M.; software, F.M.; validation, F.M., A.I. and E.T.; formal analysis, F.M.; investigation, F.M. and A.I.; resources, A.I.; data curation, A.I.; writing—original draft preparation, F.M.; writing—review and editing, E.T.; visualization, A.I.; supervision, E.T.; project administration, E.T.; funding acquisition, Not applicable. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Источник финансирования

Настоящее исследование не получило внешнего финансирования.

Funding source

This research received no external funding.

Соответствие принципам этики

Настоящее исследование не включало участие людей или животных и было выполнено на основе общедоступных статистических данных. В связи с этим получение одобрения этического комитета и информированного согласия не требовалось.

Ethics approval

This study did not involve human participants or animals and was conducted using publicly available statistical data. Therefore, ethics committee approval and informed consent were not required.

Информированное согласие на публикацию

Не применимо, поскольку настоящее исследование не включало участие людей и не содержало персональных данных, требующих получения информированного согласия на публикацию.

Consent for publication

Not applicable, as this study did not involve human participants or personal data requiring informed consent for publication.

Заявление о доступности данных

Данные, использованные в настоящем исследовании, являются общедоступными и могут быть получены из официальных статистических источников, указанных в списке литературы. Дополнительные материалы могут быть предоставлены автором, ответственным за переписку, по обоснованному запросу.

Data Availability Statement

The data used in this study are publicly available from the official statistical sources cited in the References. Additional materials are available from the corresponding author upon reasonable request.

Благодарности

Авторы выражают благодарность всем организациям, предоставившим общедоступные статистические данные, использованные в настоящем исследовании. Других благодарностей нет.

Acknowledgments

The authors would like to thank the organizations that provided the publicly available statistical data used in this study. There are no other acknowledgments.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Сокращения

ВРП	валовой региональный продукт
ИКТ	информационно-коммуникационные технологии
FE	модель с фиксированными эффектами
RE	модель со случайными эффектами
OLS	метод наименьших квадратов
GDP	валовой внутренний продукт

Литература

- [1] Solow R.M. A Contribution to the Theory of Economic Growth // Quarterly Journal of Economics. — 1956. — Vol. 70, No. 1. — P. 65–94. <https://doi.org/10.2307/1884513>.
- [2] Romer P.M. Endogenous Technological Change // Journal of Political Economy. — 1990. — Vol. 98, No. 5. — P. S71–S102. <https://doi.org/10.1086/261725>.
- [3] Lucas R.E. On the Mechanics of Economic Development // Journal of Monetary Economics. — 1988. — Vol. 22, No. 1. — P. 3–42. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7).
- [4] Brynjolfsson E., McAfee A. The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. — New York: W.W. Norton Company, 2014. — 320 p.
- [5] Czernich N., Falck O., Kretschmer T., Woessmann L. Broadband Infrastructure and Economic Growth // Economic Journal. — 2011. — Vol. 121, No. 552. — P. 505–532. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2011.02420.x>.
- [6] Koutroumpis P. The Economic Impact of Broadband on Growth: A Simultaneous Approach // Telecommunications Policy. — 2009. — Vol. 33, No. 9. — P. 471–485. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2009.07.004>.
- [7] World Bank. World Development Report 2016: Digital Dividends. — Washington, DC: World Bank, 2016. — 359 p.
- [8] Варшавский А.Е. Информационно-коммуникационные технологии и развитие регионов России // Экономика региона. — 2019. — Т. 15, № 3. — С. 681–696. <https://doi.org/10.17059/2019-3-5>.
- [9] Капогузов Е.А., Чупин Р.И. Цифровое неравенство регионов России: оценка и факторы // Journal of New Economy. — 2020. — Т. 21, № 4. — С. 27–48. <https://doi.org/10.29141/2658-5081-2020-21-4-2>.

- [10] Алимов Р.Х. Институциональные основы цифровой трансформации Узбекистана // Экономика и инновационные технологии. — 2021. — № 5. — С. 12–24.
- [11] Хошимов Х.А. Цифровая экономика Узбекистана: состояние и перспективы развития // Иктисодиёт ва инновацион технологиялар. — 2022. — № 3. — С. 45–58.
- [12] Турсунов Б.А. Региональные аспекты развития цифровой экономики Узбекистана // Экономика и финансы (Узбекистан). — 2022. — № 7. — С. 18–29.
- [13] Халмурадов Н.К., Юлдашев Ш.Г. Цифровизация и устойчивое развитие регионов Узбекистана // Иктисодий тахлил ва статистика. — 2023. — № 2. — С. 33–47.
- [14] Цифровая экономика Узбекистана: вызовы и перспективы / Центр экономических исследований и реформ. — Ташкент: ЦЭИР, 2023. — 184 с.
- [15] Hausman J.A. Specification Tests in Econometrics // *Econometrica*. — 1978. — Vol. 46, No. 6. — P. 1251–1271. <https://doi.org/10.2307/1913827>.
- [16] Указ Президента Республики Узбекистан №УП-158 от 11.09.2023 «О Стратегии «Узбекистан-2030»». [Электронный ресурс]. URL: <https://lex.uz/ru/docs/6600404> (дата обращения: 15.05.2026).
- [17] Указ Президента Республики Узбекистан №УП-6079 от 05.10.2020 «Об утверждении Стратегии «Цифровой Узбекистан-2030» и мерах по её эффективной реализации». [Электронный ресурс]. URL: <https://lex.uz/ru/docs/5031048> (дата обращения: 15.05.2026).
- [18] Агентство статистики при Президенте Республики Узбекистан. Регионы Узбекистана: статистический сборник 2023. — Ташкент: Узбекистон статистика агентлиги, 2023. — 412 с.
- [19] Министерство цифровых технологий Республики Узбекистан. Отчёт о развитии цифровой экономики 2023. — Ташкент, 2024.
- [20] Fujita M., Krugman P., Venables A.J. *The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade*. — Cambridge, MA: MIT Press, 1999. — 367 p.
- [21] Qiang C.Z.-W., Rossotto C.M., Kimura K. *Economic Impacts of Broadband // Information and Communications for Development 2009: Extending Reach and Increasing Impact*. — Washington, DC: World Bank, 2009. — P. 35–50.
- [22] Cardona M., Kretschmer T., Strobel T. ICT and Productivity: Conclusions from the Empirical Literature // *Information Economics and Policy*. — 2013. — Vol. 25, No. 3. — P. 109–125. <https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2012.12.002>.
- [23] Stoeckl K., Zimmermann F. Digital Economy and Regional Disparities: Empirical Evidence // *Regional Studies*. — 2020. — Vol. 54, No. 6. — P. 768–784.
- [24] OECD. *Going Digital: Shaping Policies, Improving Lives*. — Paris: OECD Publishing, 2019. — 168 p. <https://doi.org/10.1787/9789264312012-en>.
- [25] Каримов Б.Х., Рахимов А.А. Эконометрическое моделирование экономического роста регионов Узбекистана // Экономика Узбекистана: аналитическое обозрение. — 2021. — № 4. — С. 56–71.
- [26] Acemoglu D., Restrepo P. Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor // *Journal of Economic Perspectives*. — 2019. — Vol. 33, No. 2. — P. 3–30. <https://doi.org/10.1257/jep.33.2.3>.
- [27] Hair J.F., Black W.C., Babin B.J., Anderson R.E. *Multivariate Data Analysis*. — 8th ed. — Hampshire: Cengage Learning, 2019. — 813 p.
- [28] Aghion P., Howitt P. A Model of Growth through Creative Destruction // *Econometrica*. — 1992. — Vol. 60, No. 2. — P. 323–351. <https://doi.org/10.2307/2951599>.
- [29] Мирзаев Дж.А. Индексный подход к оценке цифрового развития регионов Узбекистана // Экономика и инновационные технологии. — 2023. — № 4. — С. 27–41.
- [30] Рустамова М.С. Цифровая инфраструктура как фактор регионального развития: пример Узбекистана // Региональные исследования. — 2024. — № 1. — С. 89–104.
- [31] Arellano M., Bond S. Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations // *Review of Economic Studies*. — 1991. — Vol. 58, No. 2. — P. 277–297. <https://doi.org/10.2307/2297968>.
- [32] Blundell R., Bond S. Initial Conditions and Moment Restrictions in Dynamic Panel Data Models // *Journal of Econometrics*. — 1998. — Vol. 87, No. 1. — P. 115–143. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00009-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00009-8).
- [33] Pesaran M.H. General Diagnostic Tests for Cross-Sectional Dependence in Panels // *Empirical Economics*. — 2021. — Vol. 60, No. 1. — P. 13–50. <https://doi.org/10.1007/s00181-020-01875-7>.
- [34] Wooldridge J.M. *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. — 2nd ed. — Cambridge, MA: MIT Press, 2010. — 1064 p.
- [35] European Commission. *Digital Economy and Society Index (DESI) 2023*. — Brussels: European Commission, 2023.
- [36] ITU. *Measuring Digital Development: Facts and Figures 2023*. — Geneva: International Telecommunication Union, 2023.

- [37] Goldfarb A., Tucker C. Digital Economics // Journal of Economic Literature. — 2019. — Vol. 57, No. 1. — P. 3–43. <https://doi.org/10.1257/jel.20171452>.
- [38] Bukht R., Heeks R. Defining, Conceptualising and Measuring the Digital Economy // Development Informatics Working Paper. — 2017. — No. 68. — Manchester: University of Manchester.

Отказ от ответственности/Примечание издателя: Заявления, мнения и данные, содержащиеся во всех публикациях, принадлежат исключительно отдельным лицам. Авторы и участники, а Журнал и редакторы. Журнал и редакторы не несут ответственности за любой ущерб, нанесенный людям или имуществу, возникшее в результате любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в контенте.

Disclaimer of liability/Publisher's Note: The statements, opinions and data contained in all publications belong exclusively to individuals. The authors and participants, and the Journal and the editors. The journal and the editors are not responsible for any damage caused to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products mentioned in the content.