

DOI: 10.15838/esc.2026.2.104.13

УДК 338.1, 338.4, ББК 65.051.5, 65.205, 65.7

© Тигранян В.И., Папян З.К., Манукян Л.А.

## Динамика структурной трансформации реального сектора экономики Республики Армении в контексте смены промышленных парадигм



**Варсик Ишхановна**

**ТИГРАНЯН**

Российско-Армянский (Славянский) университет  
Армянский государственный экономический университет  
Ереван, Республика Армения

e-mail: varsiktigranyan@gmail.com

ORCID: 0009-0005-8686-5797; ResearcherID: ODK-8419-2025



**Зинавард Кареновна**

**ПАПЯН**

Российско-Армянский (Славянский) университет  
Ереван, Республика Армения

e-mail: zinavard.papian@rau.am

ORCID: 0009-0008-6038-652X; ResearcherID: JFJ-5155-2023



**Левон Арманович**

**МАНУКЯН**

Российско-Армянский (Славянский) университет  
Ереван, Республика Армения

e-mail: manleo2002@mail.ru

ORCID: 0009-0007-5831-3543; ResearcherID: ODK-6809-2025

**Для цитирования:** Тигранян В.И., Папян З.К., Манукян Л.А. (2026). Динамика структурной трансформации реального сектора экономики Республики Армении в контексте смены промышленных парадигм // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. Т. 19. № 2. С. 244–261. DOI: 10.15838/esc.2026.2.104.13

**For citation:** Tigranyan V.I., Papian Z.K., Manukyan L.A. (2026). Dynamics of the structural transformation of the real economy of the Republic of Armenia in the context of shifting industrial paradigms. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 19(2), 244–261. DOI: 10.15838/esc.2026.2.104.13

**Аннотация.** В статье исследуется структурная трансформация реального сектора экономики Республики Армения в контексте смены промышленных парадигм. Актуальность работы обусловлена тем, что в малых открытых экономиках структурные сдвиги и цифровизация усиливаются под воздействием внешних шоков, что требует количественной оценки их вклада в динамику выпуска. Цель исследования заключается в определении степени соответствия изменений отраслевой структуры, занятости и производительности труда логике перехода от Индустрии 3.0 к формированию элементов Индустрии 4.0 и предпосылок Индустрии 5.0. Научная новизна состоит в интеграции сравнительного и системно-структурного анализа с эконометрической верификацией на основе ARDL-модели, включая корректировку атипичных шоковых периодов фиктивной переменной и учет изменения внутренней структуры ИКТ-показателя. Эмпирическая база включает данные национальной статистики и международных источников за 2008–2025 гг. Применены статистический и сравнительный анализ, тесты стационарности, ARDL bounds-тест, модель коррекции ошибок, диагностические и стабильностные тесты. Сделан вывод о преобладании адаптационного характера трансформации и наличии ограничений технологического углубления при низких инвестициях в НИОКР и слабых механизмах трансфера технологий. Ограничением исследования является использование агрегированных макроиндикаторов и прокси-показателей, что открывает направление для будущих исследований с более глубокой отраслевой оценкой экономики Армении к требованиям Индустрии 5.0.

**Ключевые слова:** реальный сектор, промышленная революция, Индустрия 3.0, Индустрия 4.0, Индустрия 5.0, ARDL-модель, производительность труда.

### Благодарность

Исследование выполнено при финансовой поддержке Комитета высшего образования и науки Республики Армения в рамках научного проекта 25RG-5B184 «Политика устойчивого экономического роста в Республике Армения в условиях новой геополитической реальности».

### Введение

История развития человеческих обществ характеризуется чередованием эволюционных и революционных изменений. Эволюционный тип трансформаций предполагает постепенные и медленные сдвиги, тогда как революционный связан с резкими и кардинальными изменениями, формирующими новые основы социально-экономического развития. Наиболее яркими проявлениями второго вида являются промышленные революции.

На протяжении последних 40 тысяч лет технологический прогресс демонстрирует устойчивый гиперболический рост с периодическими колебаниями. В рамках сверхдлинных циклов фазы накопления и зарождения инноваций сменяются фазами их быстрого распространения и совершенствования (Гринин и др., 2020). С середины XX века темпы технологического развития приобрели экспоненциальный характер: в пределах одного человеческого поколения может смениться несколько технологических парадигм (Дзюбенко, 2020).

Параллельно с ускорением научно-технического прогресса в последние десятилетия возросла частота кризисов различного генеза — экономических, финансовых, социальных и политических. В условиях кризисов инновации часто выполняют функцию антикризисного механизма, ускоряя адаптацию экономик к новым условиям и стимулируя процессы цифровизации (Brem et al., 2023). Те страны, которые способны оперативно адаптироваться к изменению внешнеэкономической конъюнктуры, не только снижают негативное воздействие шоков, но и получают дополнительные возможности для ускоренного роста.

Республика Армения после обретения независимости в 1991 году столкнулась с необходимостью перехода от централизованной плановой экономики к рыночной системе в условиях глубоких трансформационных кризисов. В то время как в развитых странах активно распространялись персональные компьютеры, интернет и новые программные платформы, Арме-

ния вынуждена была решать задачи институциональных и структурных преобразований. Это объективно привело к временной технологической изоляции и снижению скорости интеграции в глобальные процессы. В настоящее время, чтобы компенсировать отставание, страна вынуждена ускоренными темпами внедрять цифровизацию, которая позволит внедрить и распространить цифровые технологии и инфраструктуру на внутреннем рынке.

Сильной стороной экономики Армении является высокий уровень качества человеческого капитала: значительная доля высококвалифицированных специалистов формирует основу для развития секторов, связанных с информационными технологиями и наукоёмким производством. Однако сохраняющийся разрыв между глобальными технологическими трендами и внутренними возможностями ограничивает уровень технологической конкурентоспособности страны.

Понимание логики смены промышленных революций и соотнесение их с текущим состоянием национальной экономики является ключом к объективной оценке уровня развития стран, а также к формированию стратегий его модернизации и интеграции в мировую экономику. В связи с этим было принято решение о проведении исследования реального сектора экономики Армении в контексте промышленных революций.

В условиях ускоряющейся цифровой трансформации и роста частоты экзогенных шоков особую значимость приобретает анализ структурных изменений реального сектора малых открытых экономик. Для Армении, находящейся на поздней стадии Индустрии 3.0 и адаптирующейся к элементам Индустрии 4.0, ключевым является не только темп экономического роста, но и характер перераспределения добавленной стоимости, занятости и производительности труда между секторами экономики.

Цель настоящего исследования заключается в анализе структурной трансформации реального сектора экономики Республики Армения в контексте смены промышленных парадигм и оценке влияния цифровизации, занятости и производительности труда на динамику выпуска в краткосрочной и долгосрочной перспективе. Для достижения поставленной цели

в статье используется сочетание структурного анализа и эконометрического моделирования на основе ARDL-подхода.

#### **Материалы и методы исследования**

Методологической основой исследования послужили общенаучные и специальные методы экономического анализа, включая сравнительный, системно-структурный, статистический и эконометрический подходы. Объектом исследования является реальный сектор экономики, определяемый в соответствии с методологией Статистического комитета Республики Армения. Временной охват исследования – 2008–2025 гг., при этом часть показателей анализируется за период 2012–2025 гг. в связи с переходом к методологии СНС-2008. Эмпирическая база исследования включает официальные статистические данные Статистического комитета Республики Армения (Армстат), Центрального банка Республики Армения (СБА), Группы Всемирного банка (WBG), Международного валютного фонда (IMF), Организации объединенных наций (UN), а также результаты расчётов и апробации построенных моделей, полученные авторами в ходе исследования.

Для количественной оценки влияния структурных факторов на динамику реального сектора экономики Армении был использован метод авторегрессионной модели с распределёнными лагами (ARDL), позволяющий одновременно анализировать краткосрочные и долгосрочные эффекты при наличии переменных различного порядка интеграции.

#### **Путь трансформации от Индустрии 1.0 к Индустрии 6.0**

В мировой экономической истории можно выделить несколько этапов технологической трансформации, связанных с промышленными революциями, каждая из которых обеспечивала переход на новую ступень социально-экономического развития.

*Первая промышленная революция (Industry 1.0, I.1)* происходила во второй половине XVIII – середине XIX века. Её ключевым результатом стал переход от аграрного к индустриальному обществу. Ручной труд был заменён механизированным производством, появились станки, фабрики и мануфактуры, а использование энергии водяного колеса и парового двигателя стало основой для массового производства (Гордничая, 2024).

*Вторая промышленная революция (Industry 2.0, I.2)* охватывает период с 1870 года до начала Первой мировой войны. Её специфика заключалась в совершенствовании производственных процессов, внедрении конвейерного производства, активной электрификации, а также в бурном развитии транспортной инфраструктуры – железнодорожного, морского и воздушного транспорта (Николаев и др., 2021).

*Третья промышленная революция (Industry 3.0, I.3)* началась в середине XX века и продолжалась до начала XXI века. Её определяющими характеристиками стали автоматизация и компьютеризация производства, что обеспечило рост производительности, точности и скорости производственных операций за счёт внедрения электронных систем управления и обработки данных (Уринсон, 2018).

*Четвёртая промышленная революция (Industry 4.0, I.4)* стартовала в 2010-х гг. и продолжается в ряде стран в настоящее время. Её отличительными признаками являются цифровизация, роботизация, использование технологий интернета вещей (IoT) и искусственного интеллекта. Концепция I.4 тесно связана с NBIC-конвергенцией (Nano-Bio-Info-Cognito), объединяющей нанотехнологии, биотехнологии, информационные технологии и когнитивные науки, что открывает возможности для создания новых материалов, процессов и бизнес-моделей (Heilala, Singh, 2023; Бабкин и др., 2023). Если развитие первых трёх революций происходило с линейным ускорением, то четвёртая характеризуется экспоненциальным воздействием на экономику и общество (Уринсон, 2018).

*Пятая промышленная революция (Industry 5.0, I.5)* начала формироваться с 2020 года в условиях углубляющейся глобализации. Её концепция связана с SCBIN-конвергенцией (Socio-Cognito-Bio-Info-Nano), объединяющей социальные, когнитивные, биологические, информационные и нанотехнологии (Бабкин и др., 2021). Основная цель I.5 – это интеграция творческого потенциала человека с эффективностью робототехники для персонализации и гибкости производственных процессов, что обеспечивает переход к кастомизированному производству (Городничая, 2024; Chourasia et al., 2022). Предполагается, что этот этап завершится к 2050 году.

*Шестая промышленная революция (Industry 6.0, I.6)*, согласно прогнозам, начнётся около 2050 года. Её основными характеристиками станут клиентоориентированность, гибкие и динамичные цепочки поставок, автоматизированные системы с высокой степенью адаптивности, а также интегрированные сети создания добавленной стоимости, функционирующие как внутри национальных экономик, так и на международном уровне (Бабкин и др., 2025; Chourasia et al., 2025). Поскольку она рассматривается как перспективный сценарий, в настоящем исследовании она используется лишь как контекст, не выступая объектом эмпирической верификации.

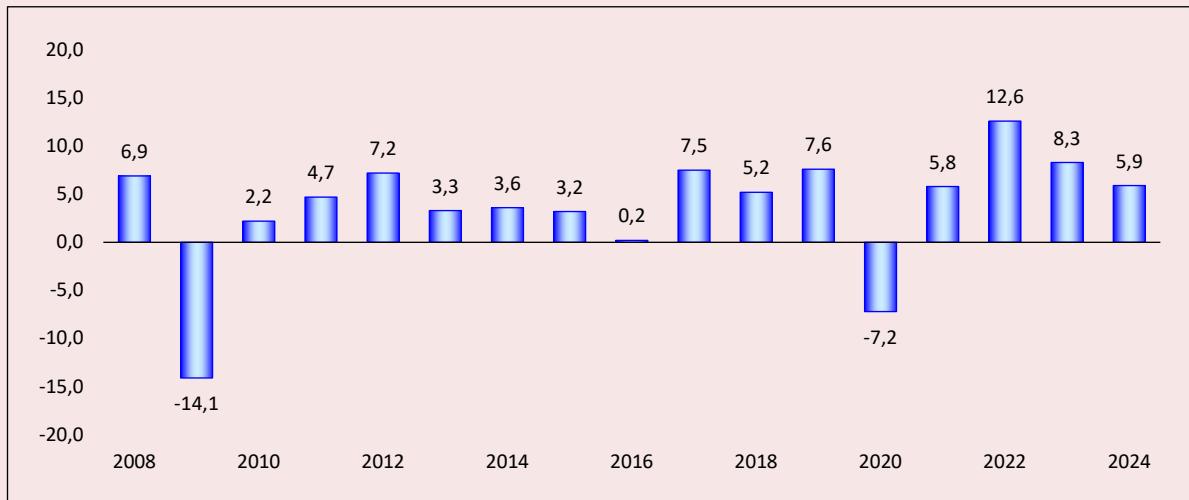
Таким образом, рассмотрение эволюции промышленных революций позволяет зафиксировать ключевые направления трансформации производственных систем в глобальном масштабе. Для оценки возможностей и ограничений адаптации указанных тенденций в национальном контексте была проанализирована динамика развития реального сектора экономики Республики Армения.

#### **Динамика развития реального сектора экономики Армении**

На *рисунке 1* представлена динамика реального прироста ВВП в Республике Армения в 2008–2024 гг. Наиболее глубокие спады совокупного ВВП зафиксированы в 2009 году (-14,10 п. п. на фоне глобального финансово-экономического кризиса) и в 2020 году (-7,20 п. п. вследствие пандемии COVID-19). В 2016 году в условиях регионального валютного кризиса прирост составил лишь 0,20 п. п., что свидетельствует о стагнации и сохранении технологической базы, характерной для Индустрии 3.0. Существенный рост произошёл в 2022 году (+12,60 п. п. к 2021 году) за счёт притока капитала, расширения ИКТ-сектора и ускоренной цифровизации, что отражает переходные процессы к Индустрии 4.0. В 2024 году темпы роста замедлились до 5,90 п. п., что указывает на необходимость перехода к более устойчивой и человекоцентричной модели Индустрии 5.0.

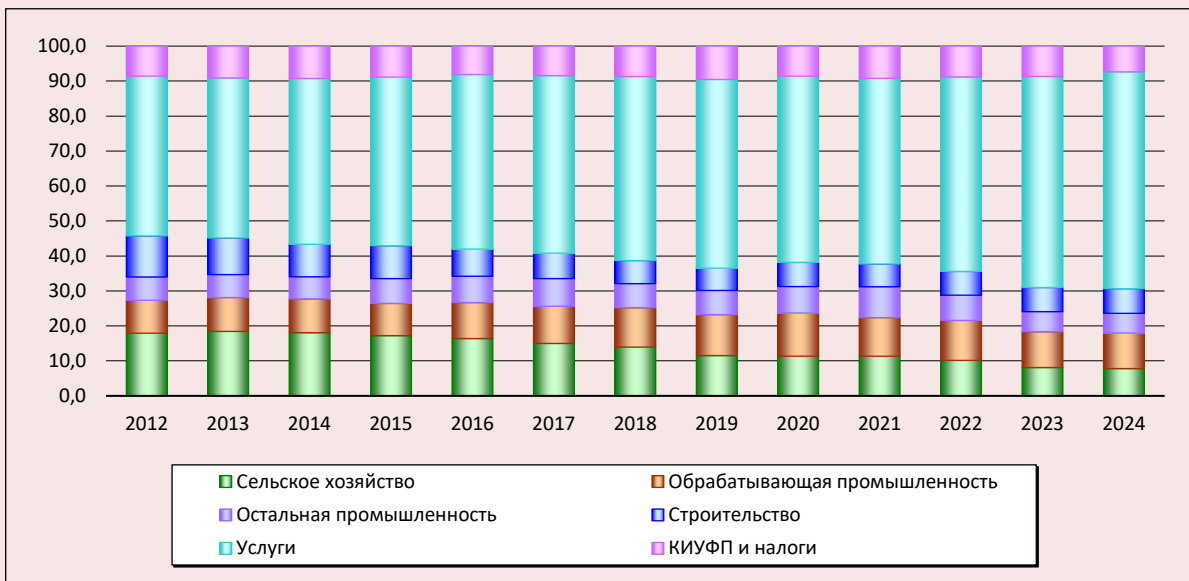
Существенные изменения в рассматриваемый период наблюдались в отраслевой структуре ВВП Армении (*рис. 2*), отражая перераспределение добавленной стоимости между клю-

Рис. 1. Прирост реального ВВП в 2008–2024 гг., % к прошлому году



Источники: Армстат, базы данных, национальные счета.

Рис. 2. Структура ВВП Армении по секторам экономики в 2012–2024 гг., % от ВВП



Источники: Армстат, базы данных, национальные счета.

чевыми секторами экономики. В 2012–2024 гг. доля сельского хозяйства сократилась с 17,91 до 7,81%, тогда как удельный вес сектора услуг увеличился с 45,70 до 61,99%, закрепив его доминирующее положение. При этом доля обрабатывающей промышленности оставалась относительно стабильной (9–12%), составив 10,16% в 2024 году, что указывает на отсутствие

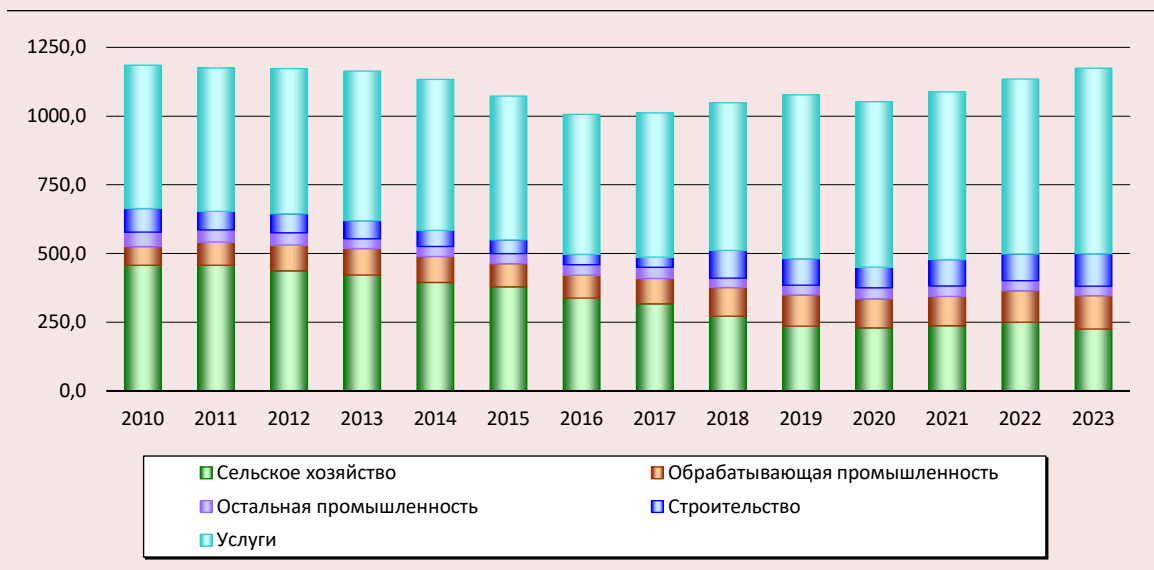
масштабных сдвигов в сторону углубления производственных процессов и технологического обновления. Остальная промышленность (горнодобывающая промышленность, энергетика, водоснабжение и переработка отходов) суммарно формировала 5,63% ВВП в 2024 году, сохраняя преимущественно инфраструктурный и ресурсно ориентированный характер.

Рост роли услуг на фоне сокращения аграрного сектора в целом соответствует переходу к постиндустриальной отраслевой структуре, однако количественные изменения не в полной мере сопровождаются сопоставимыми качественными преобразованиями. Значительная часть услуг развивается на основе ограниченного внедрения современных технологических и цифровых решений, что сдерживает рост производительности труда и не позволяет трактовать наблюдаемые сдвиги как завершённый переход к модели, соответствующей принципам Индустрии 4.0. В результате трансформация носит преимущественно адаптационный характер и отражает перераспределение экономической активности без существенного повышения технологической глубины производства и услуг.

Изменения в структуре занятости в 2010–2023 гг. (рис. 3) усилили тенденцию перераспределения трудовых ресурсов между секторами экономики, отражая процессы структурной адаптации реального сектора. Численность занятых в сельском хозяйстве сократилась с 457,4 тыс. до 225,4 тыс. человек (-50,7%) и перераспределилась в другие сектора. Одновременно занятость в сфере услуг увеличилась с 521,4 тыс. до 674,6 тыс. человек (+29,4%), что

соответствует росту значимости сферы обслуживания в структуре экономики. Наиболее высокий относительный прирост занятости наблюдался в обрабатывающей промышленности – с 68,0 тыс. до 121,5 тыс. человек (+78,7%), вместе с тем его следует интерпретировать преимущественно как результат восстановления и расширения производства и перераспределения рабочей силы. Такая динамика может частично отражать технологическое обновление, однако имеющихся оснований недостаточно для вывода о масштабной модернизации отрасли. Рост занятости в строительстве (с 85,8 тыс. до 118,4 тыс. человек (+38,0%)) носил преимущественно циклический характер и был обусловлен как реализацией инфраструктурных проектов, так и расширением спроса на рынке недвижимости. Существенную роль сыграли повышение зарплатных плат, изменение условий государственной целевой программы «Доступное жильё для молодых семей», а также внедрение механизма возврата подоходного налога в размере процентных платежей, полученных по ипотечному кредиту при покупке недвижимости на первичном рынке. Совокупное действие этих факторов стимулировало спрос на ипотеку и рост цен на жильё, что, в свою

Рис. 3. Занятость населения по секторам экономики в 2010–2023 гг., постоянное население в возрасте 15–74 лет, 1000 чел., среднее за год



Источники: Армстат, базы данных, обследование рабочей силы.

очередь, поддержало увеличение предложения на рынке недвижимости и расширение активности в сфере строительства.

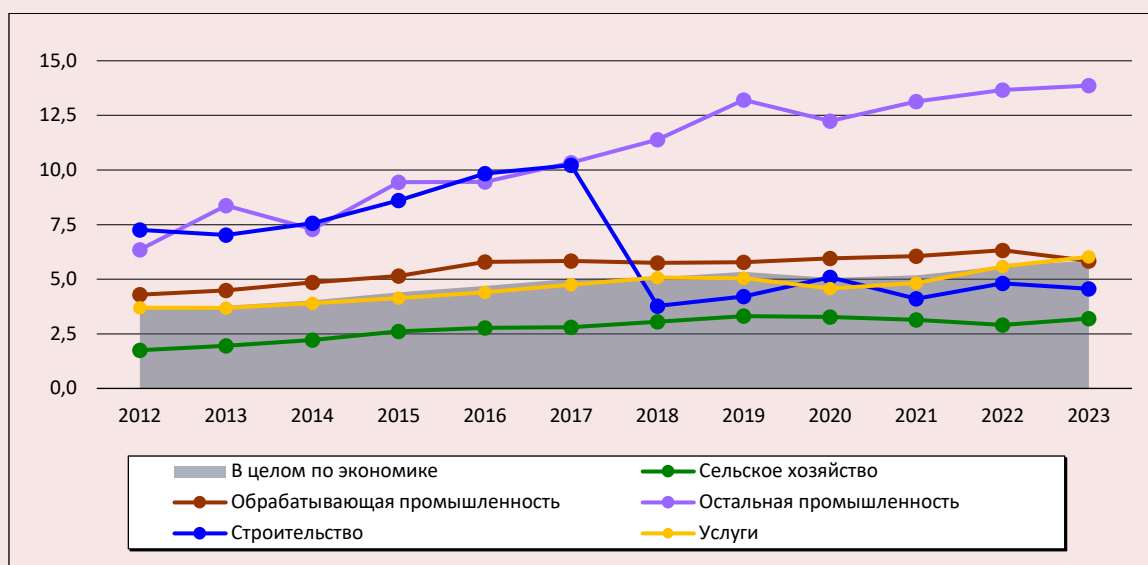
В совокупности выявленные сдвиги указывают на отход от аграрно ориентированной модели и формирование более диверсифицированной структуры занятости при ведущей роли сферы услуг. Вместе с тем качественные характеристики рабочих мест и уровень технологической оснащённости позволяют говорить скорее о переходной фазе структурной адаптации, чем о приближении к завершённой модели Индустрии 4.0: перераспределение занятости не сопровождается сопоставимым ростом технологической глубины и производственной сложности, что ограничивает потенциал устойчивого повышения производительности труда в долгосрочной перспективе.

Положительная динамика производительности труда в 2012–2023 гг. (рис. 4) отражает повышение эффективности использования трудовых ресурсов, однако требует дифференцированной интерпретации по секторам. В целом по экономике выпуск на одного занятого увеличился с 3,64 до 5,86 млн драмов в постоянных ценах 2012 года (+61,0%). Наиболее высокий прирост зафиксирован в промышленности

в целом – с 6,35 до 13,86 млн драмов на одного занятого (+118,2%), однако в обрабатывающей промышленности рост составил лишь 36%, что указывает на сохранение ограниченной технологической глубины перерабатывающих отраслей и значимость экстенсивных факторов (изменение структуры выпуска, загрузка существующих мощностей). В сельском хозяйстве увеличение производительности на 82,9% во многом обусловлено сокращением занятости, перераспределением ресурсов и технологическим прогрессом.

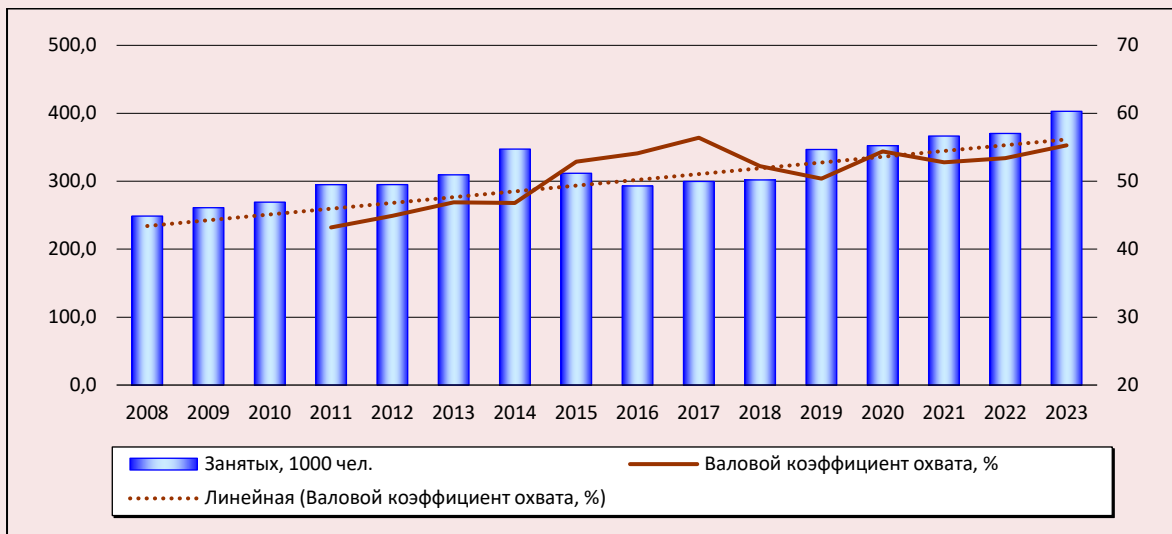
В сфере услуг выпуск на одного занятого вырос на 63,4%, что отражает повышение эффективности отдельных видов деятельности, включая использование цифровых инструментов и организационные изменения, однако неоднородность сектора и различия в технологическом оснащении его составляющих ограничивают трактовку такого роста как системного эффекта цифровизации. В строительстве динамика производительности носила нестабильный характер, что объясняется высокой цикличностью инвестиционной активности, зависимостью отрасли от макроэкономической конъюнктуры, развитием технологий строительства и улучшением качества строительных материалов.

Рис. 4. Объем выпуска на одного занятого по секторам экономики в 2012–2023 гг., в постоянных ценах 2012 года, млн армянских драмов



Источники: Армстат, базы данных, национальные счета и обследование рабочей силы.

Рис. 5. Численность занятого населения с высшим образованием и валовый коэффициент охвата студентов первым уровнем высшего образования в 2008–2023 гг.



Источники: Армстат, базы данных, обследование рабочей силы, образование.

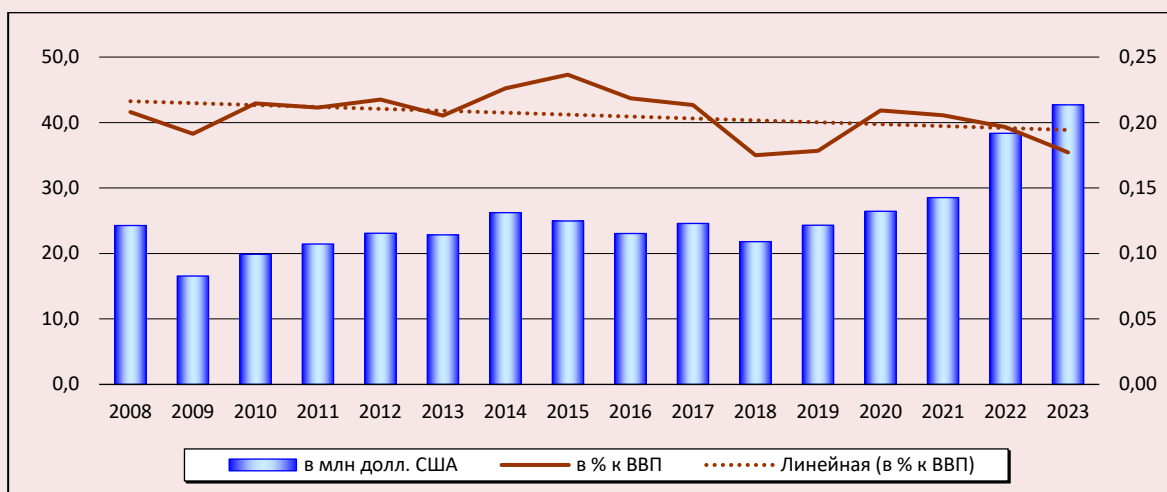
В 2008–2023 гг. численность занятых с высшим образованием в экономике Армении увеличилась на 62,0% — с 248,7 тыс. до 402,9 тыс. человек (рис. 5), при этом валовой коэффициент охвата высшим образованием оставался относительно стабильным (43,2–56,4%). Динамика указывает на рост доли работников с формально подтвержденным уровнем высшего образования, однако сам по себе этот показатель не является надёжным индикатором технологического развития экономики. Международные сопоставления демонстрируют, что высокие значения доли лиц с высшим образованием могут наблюдаться в странах с различным уровнем экономического развития и технологической сложности, что ограничивает аналитическую применимость показателя без учёта качества образования и структуры занятости.

В этом контексте увеличение численности занятых с высшим образованием следует трактовать как формирование потенциального кадрового ресурса для цифровой и технологической адаптации, ассоциируемой с элементами Индустрии 4.0, но не как прямое подтверждение соответствующего перехода. Реализация данного потенциала определяется институциональной средой, технологической оснащён-

ностью рабочих мест и способностью реального сектора трансформировать человеческий капитал в рост производительности труда и инновационную активность. При отсутствии устойчивых механизмов взаимодействия между системой образования, рынком труда и бизнесом возможны недоиспользование квалификаций и ограниченный эффект для структурной модернизации.

Инвестиции в науку и инновационную деятельность в экономике Республики Армении остаются ограниченными и не в полной мере соответствуют задачам технологической модернизации реального сектора. В 2008–2023 гг. государственные расходы на образование колебались в пределах от 1,94 до 3,42% ВВП, отражая поддержку накопления человеческого капитала, тогда как доля внутренних расходов на НИОКР составляла лишь 0,18–0,24% ВВП (рис. 6), заметно уступая значениям как развитых, так и ряда сопоставимых развивающихся экономик. Ускорение роста финансирования НИОКР в 2022–2023 гг. может рассматриваться как формирование начальных предпосылок для расширения исследовательской базы и укрепления связей между наукой и производством, однако без устойчивого наращивания ресурсов и институционализации механизмов

Рис. 6. Объемы внутреннего финансирования научно-исследовательских разработок в 2008–2023 гг.



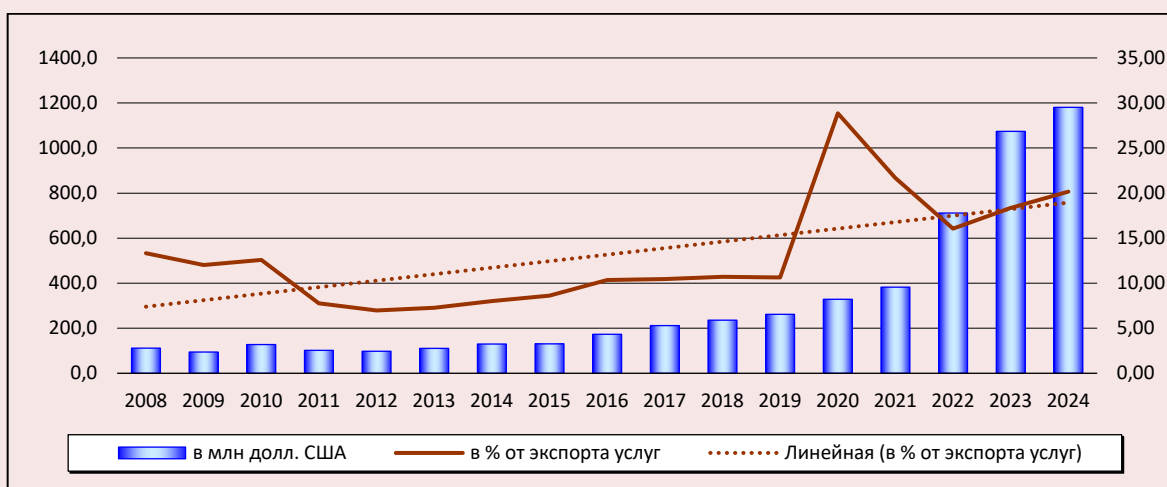
Источники: Армстат, базы данных, образование и наука.

трансфера технологий указанные изменения сохраняют фрагментарный характер и ограничивают возможности системного перехода к инновационно ориентированной модели развития.

Развитие информационно-коммуникационных технологий (далее – ИКТ-сектора) в экономике Армении отражает расширение цифровых видов экономической активности и усиление внешней конкурентоспособности

отдельных сегментов сферы услуг. С 2008 по 2024 год экспорт ИКТ-услуг увеличился более чем в десять раз – с 111,61 до 1 180,57 млн долл. США (рис. 7). Доля ИКТ-услуг в общем экспорте услуг достигала 16,07% в 2022 году и 20,16% в 2024 году, что свидетельствует о возрастающей роли сектора во внешнеэкономической специализации страны. Вместе с тем рост доли ИКТ в экспорте услуг не является прямой мерой технологического развития экономики в

Рис. 7. Объемы экспорта ИКТ-услуг в 2008–2023 гг.



Источники: Центральный банк Республики Армении, базы данных, платежный баланс.

целом: технологическая зрелость определяется масштабом внедрения цифровых решений в широкий круг отраслей реального сектора и их вкладом в устойчивый рост производительности труда. Одновременно устойчивое наращивание экспорта ИКТ-услуг косвенно указывает на накопление технологических и кадровых компетенций, которые при наличии каналов диффузии способны поддерживать структурную модернизацию за пределами самого ИКТ-сектора.

Особенно показательной является динамика 2020 года, когда доля ИКТ-услуг в общем экспорте услуг увеличилась в 2,7 раза по сравнению с 2019 годом. На фоне ограничений, вызванных пандемией COVID-19, резкое сокращение предложения услуг, требующих непосредственного взаимодействия, повысило относительную значимость дистанционно предоставляемых сервисов, вследствие чего ИКТ-сектор выступил фактором краткосрочной устойчивости и адаптивности экономики, частично компенсируя спад в традиционных сегментах сферы услуг.

Таким образом, динамика структуры выпуска, занятости, производительности труда и цифровой активности указывает на переходный и неоднородный характер структурной трансформации реального сектора экономики Республики Армения: наряду с формированием отдельных элементов Индустрии 4.0 и появлением в отдельных сегментах признаков, соотносимых с Индустрией 5.0, сохраняются отстающие отрасли с характеристиками поздней Индустрии 3.0. Это приводит к тому, что количественные сдвиги лишь частично сопровождаются сопоставимым качественным углублением технологической базы и не обеспечивают завершённого перехода экономики от Индустрии 3.0 к Индустрии 4.0 на системном уровне. Для проверки устойчивости выявленных взаимосвязей и оценки вклада ключевых факторов в динамику выпуска далее применяется эконометрическое моделирование.

#### ARDL-моделирование реального сектора

Поскольку переход между промышленными парадигмами на макроэкономическом уровне проявляется не напрямую, а через совокупность индикаторов, анализ структурной трансформации реального сектора экономики Республи-

ки Армении требует количественной оценки факторов, отражающих адаптацию экономики к новым технологическим и организационным условиям. Для формализации взаимосвязи между выявленными структурными сдвигами и динамикой выпуска в исследовании проведён регрессионный анализ с использованием модели авторегрессионного распределённого лага (Autoregressive Distributed Lag, ARDL). Данный тип моделей представляет собой линейные модели временных рядов, в которых зависимые и независимые переменные учитываются не только в текущем периоде, но и в пределах их лаговых значений.

Впервые методология ARDL была предложена Pesaran и Shin (Pesaran, Shin, 1998), а впоследствии доработана совместно с Smith (Pesaran et al., 2001). Общая спецификация ARDL имеет вид:

$$y_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i \Delta y_{t-i} + \sum_{i=0}^k \delta_i \Delta x_{t-i} + \varphi_1 y_{t-1} + \varphi_2 x_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

где  $y_t$  – зависимая переменная;  
 $x_t$  – независимая переменная;  
 $\beta_0$  – свободный член;  
 $\beta_i$  и  $\delta_i$  – краткосрочные коэффициенты;  
 $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  – долгосрочные коэффициенты;  
 $k$  – максимальный уровень лага в модели;  
 $\varepsilon_t$  – ошибки (белый шум).

Согласно международным исследованиям, ARDL-модели успешно применяются как для развитых, так и для развивающихся стран, поскольку позволяют учитывать как стационарные, так и нестационарные переменные без строгого требования к их порядку интеграции, а также выявлять краткосрочные и долгосрочные эффекты. Так, Jangid, Val и Debata установили положительную долгосрочную взаимосвязь между цифровизацией и экономическим ростом в странах G-20 и отрицательный краткосрочный эффект (Jangid et al., 2024). При этом развитие цифровых технологий оказалось особенно значимым в банковском и финансовом секторе, где оно повышает производительность и снижает информационную асимметрию, увеличивая доступность финансовых услуг для широких слоёв населения.

В исследовании Ngerah, Saba и Kajewole, напротив, была выявлена статистически значимая отрицательная долгосрочная зависимость между внедрением технологий Индустрии 4.0 и добавленной стоимостью обрабатывающей промышленности ЮАР (Ngerah et al., 2024). Данный эффект авторы объясняют ограниченными ИКТ-возможностями, недостаточной защитой данных, слабым уровнем инвестиций в средне- и высокотехнологичные отрасли, а также институциональными проблемами в системе регулирования.

Эконометрический анализ для Армении был проведён в программе EViews 12. В качестве базы данных использовались квартальные показатели Статистического комитета Республики Армения с первого квартала 2014 года по первый квартал 2025 года (45 наблюдений). Выбор временного интервала обусловлен необходимостью охвата ключевых экзогенных шоков: пандемии COVID-19 (2020–2021 гг.), Второй Арцахской войны (2020 г.), специальной военной операции (2022–2025 гг.) и переселения жителей из Арцаха (2023 г.).

Учитывая цели исследования, специфику доступной статистической информации и результаты предварительного анализа научной литературы, для эконометрического моделирования были использованы кумулятивные показатели по отношению к соответствующим периодам предыдущего года (*табл. 1*). Такой подход позволяет обеспечить сопоставимость временных рядов и снизить влияние сезонных колебаний при анализе структурных изменений в реальном секторе экономики.

Согласно классификатору видов экономической деятельности Республики Армения № HD-011-2013 от 19 сентября 2013 года<sup>1</sup>,

реальный сектор включает 20 разделов, поэтому для агрегированной оценки динамики структурной трансформации в исследовании используется совокупный показатель ВВП как обобщённый индикатор экономической активности и основной идентификатор макроэкономических эффектов. Альтернативные агрегированные показатели, позволяющие в сопоставимой форме оценить совокупное влияние структурных и цифровых факторов на экономику в целом, в рамках доступной статистики отсутствуют либо приводят к смещению оценок. Использование кумулятивных значений обусловлено особенностями публикации данных по ИКТ- и ИТ-сферам, которые в сопоставимых ценах представлены преимущественно в виде индексов к соответствующим периодам предыдущего года, что потребовало приведения остальных индикаторов к единому формату динамики.

При интерпретации показателя ИКТ учитывается его внутренняя структура: до 2019 года преобладала телекоммуникационная деятельность, что ограничивает трактовку ИКТ как прямого индикатора цифровизации, однако с 2020 года вклад ИТ-сегмента существенно возрос и в настоящее время почти втрое превышает долю телекоммуникаций. Вместе с тем телекоммуникации сохраняют самостоятельную значимость как инфраструктурная основа цифровых сервисов и важный элемент модернизации системы связи в постсоветский период. Поскольку ИКТ-сектор по классификации NACE Rev.2 входит в состав ВВП, статистически значимая положительная связь между их динамикой носит во многом проциклический характер и отражает сонаправленное движение ключевых компонентов экономической активности. В условиях ограниченности сопостави-

Таблица 1. Показатели для моделирования и их обозначения

Обозначение	Переменная
<i>GDP</i>	Реальный ВВП (индекс)
<i>ICT</i>	Реальный прирост деятельности в ИКТ-секторе (индекс)
<i>EMP</i>	Прирост занятости (индекс)
<i>PROD</i>	Реальный прирост объема выпуска на одного занятого (индекс)
<i>DUMMY</i>	Фиктивная переменная, принимающая значение 0 и 1

Источник: составлено авторами.

<sup>1</sup> Классификатор видов экономической деятельности // Статистический комитет Республики Армения. URL: <https://armstat.am/file/doc/99560228.docx>

мых альтернатив выбранный подход позволяет оценить вклад цифровых видов деятельности в структурную трансформацию реального сектора без искажения общей макроэкономической динамики.

Фиктивная переменная (*DUMMY*) была введена в модель для учёта периодов, характеризующихся резкими отклонениями макроэкономической динамики от тренда, обусловленными воздействием экзогенных факторов различной природы. Переменная принимала значение 1 в кварталах 2020Q2–2020Q3 и 2022Q2–2023Q2 и значение 0 во всех остальных случаях. Выбор периода 2020Q2–2020Q3 обусловлен воздействием пандемии COVID-19 и ограничительных мер, приведших к резкому снижению экономической активности, разрыву производственных цепочек и сокращению предложения в ряде отраслей, что соответствует фазе наиболее жёсткого пандемийного шока для реального сектора. Включение периода 2022Q2–2023Q2 связано с совокупным влиянием геополитических и миграционных факторов (последствия релокации населения из РФ, вынужденное переселение населения из Арцаха, перераспределение внешнеэкономических потоков). Несмотря на высокие темпы роста ВВП в этот интервал, динамика характеризовалась асимметрией и структурной неоднородностью, сопровождаясь скачками отдельных показателей, перераспределением спроса

и предложения, а также изменениями структуры занятости и выпуска, что могло исказить оценки устойчивых взаимосвязей без введения корректирующего индикатора.

Стационарность временных рядов была проверена при помощи расширенного теста Дики – Фуллера. Согласно полученным значениям (*табл. 2*), переменные *GDP* и *ICT* являются стационарными на 10% уровне значимости, в то время как переменные *EMP* и *PROD* становятся стационарными после первой разности. В соответствии с допущениями ARDL-модели допускается использование переменных разного порядка интеграции, поэтому в анализ были включены все показатели в форме первой разности.

Выбор оптимальной спецификации осуществлялся на основе критерия Акаике. Минимальному значению критерия соответствовала модель со структурой (1, 0, 0, 0, 0), представленная в *таблице 3*.

Полученное линейное уравнение имеет вид:

$$\Delta GDP_t = 0,219 \cdot \Delta GDP_{t-1} + 0,091 \cdot \Delta ICT_t + 0,174 \cdot \Delta EMP_t + 0,520 \cdot \Delta PROD_t - 1,534 \cdot DUMMY_t \quad (2)$$

Значение R-квадрат модели составило 0,59, а скорректированный R-квадрат – 0,55, что свидетельствует о приемлемом качестве спецификации и объяснительной способности модели.

Таблица 2. Значения расширенного теста Дики – Фуллера

Переменная	р-значение I(0)	р-значение I(1)
<i>GDP</i>	0,0513	0,0009
<i>ICT</i>	0,0534	0,0006
<i>EMP</i>	0,1024	0,0000
<i>PROD</i>	0,2008	0,0000

Источник: составлено авторами.

Таблица 3. ARDL-модель реального сектора Армении

Переменная	Коэфф.	Ст. ошиб.	t-статистика	р-значение	
<i>DGDP(-1)</i>	0,218606	0,109895	1,989225	0,0539	*
<i>DICT</i>	0,091139	0,032526	2,801995	0,0079	***
<i>DEMP</i>	0,174139	0,045685	3,811690	0,0005	***
<i>DPROD</i>	0,520105	0,098592	5,275327	0,0000	***
<i>DUMMY</i>	-1,533546	0,737753	-2,078672	0,0445	**

Примечание: \*\*\* р-значение < 0,01; \*\* р-значение < 0,05; \* р-значение < 0,10.  
Источник: составлено авторами.

Поскольку ARDL/ECM-спецификация оценивается методом наименьших квадратов, корректность статистических выводов (t- и F-критериев) зависит от свойств остатков, прежде всего от отсутствия автокорреляции и выраженной условной гетероскедастичности. В связи с этим LM-тест Бреуша – Годфри не выявил серийной корреляции остатков до второго лага (p-value по F-статистике = 0,5435). Проверка на ARCH-эффекты также не показала статистически значимой условной гетероскедастичности (p-value по F-статистике = 0,660), что подтверждает устойчивость оценок стандартных ошибок. Для полноты диагностической проверки дополнительно были рассчитаны альтернативные тесты на гетероскедастичность (Бреуша – Пагана – Годфри, Харви, Глейзера и Уайта); их p-value по F-статистикам составили 0,5842; 0,1159; 0,3647; 0,1610 соответственно, что не свидетельствует о наличии устойчивых нарушений, способных существенно исказить статистические выводы. Оценка мультиколлинеарности с использованием коэффициентов инфляции дисперсии (VIF) показала значения в диапазоне от 1,1257 до 1,3187, что указывает на отсутствие значимой мультиколлинеарности и стабильность параметрических оценок. Нормальность распределения остатков подтверждена тестом Харке – Бера (p-value = 0,4221). Тесты CUSUM и CUSUMQ показывают нахождение соответствующих статистик внутри 5%-ных доверительных границ на всём интервале наблюдений; графики не демонстрируют структурных разрывов или систематических отклонений, что свидетельствует о параметрической стабильности модели (приложение).

Для дополнительной проверки корректности функциональной формы и возможного пропуска значимых объясняющих переменных был

проведён RESET-тест Рамсея с включением квадратов прогнозных (fitted) значений в спецификацию модели. Полученные результаты не позволяют отвергнуть нулевую гипотезу о корректной спецификации: p-value по t-статистике составил 0,3763, p-value по F-статистике – 0,3763, а p-value теста отношения правдоподобия (Likelihood Ratio) – 0,3369). Следовательно, существенных признаков функциональной неверной спецификации, пропущенных нелинейностей или систематического влияния неучтённых факторов в рамках выбранной модели не выявлено, что повышает доверие к полученным оценкам коэффициентов и их интерпретации.

Проверка на наличие долгосрочной связи между переменными с использованием ARDL bounds-теста дала значение F-статистики 16,6589, что превышает критические значения для I(0) и I(1) даже при 10%-ном уровне значимости (1,90 и 3,01 соответственно). Это позволяет сделать вывод о наличии коинтеграционной зависимости и методологически обосновывает переход к оценке модели коррекции ошибок для интерпретации краткосрочных и долгосрочных эффектов.

#### Интерпретация результатов ARDL-модели

В краткосрочной перспективе выявлено статистически значимое положительное влияние цифровизации, занятости и производительности труда на реальный сектор экономики Армении. Согласно данным таблицы 4, увеличение активности в ИКТ-секторе ( $\Delta ICT$ ) на 1% приводит к росту реального ВВП примерно на 0,09%, что подтверждает высокую чувствительность экономики к процессам цифровизации. Аналогично: прирост занятости ( $\Delta EMP$ ) на 1% обеспечивает расширение выпуска на 0,17%, а рост производительности труда ( $\Delta PROD$ ) на 1% влечет за собой ускорение ВВП на 0,52%.

Таблица 4. Краткосрочные эффекты в ARDL-модели

Переменная	Коэфф.	Ст. ошиб.	t-статистика	p-значение	
<i>DGDP</i> (-1)	-0,781394	0,109895	-7,110371	0,0000	***
<i>DICT</i>	0,091139	0,032526	2,801995	0,0079	***
<i>DEMP</i>	0,174139	0,045685	3,811690	0,0005	***
<i>DPROD</i>	0,520105	0,098592	5,275327	0,0000	***
<i>DUMMY</i>	-1,533546	0,737753	-2,078672	0,0445	**

Примечание: \*\*\* p-значение < 0,01; \*\* p-значение < 0,05; \* p-значение < 0,10.  
Источник: составлено авторами.

Полученные результаты позволяют заключить, что именно повышение эффективности труда выступает главным драйвером краткосрочного расширения реального сектора в условиях активной цифровой трансформации. В то же время зафиксировано отрицательное краткосрочное воздействие кризисов, отражённое фиктивной переменной (*DUMMY*). В периоды пандемии COVID-19, активных миграционных потоков и геополитической нестабильности ВВП сокращался в среднем на 1,53%. Это указывает на высокую уязвимость экономики Армении к экзогенным шокам, что существенно ограничивает возможности для ускоренного и устойчивого перехода к новому индустриальному этапу развития.

В долгосрочном периоде влияние ключевых факторов на динамику реального сектора экономики Республики Армении усиливается, что отражает накопительный характер структурных и институциональных изменений. Долгосрочные эффекты получены на основе оцененной ARDL-модели посредством нормализации коэффициентов при уровнях объясняющих переменных в уравнении коррекции ошибок (ЕСМ), автоматически рассчитанных в среде EViews, что позволяет интерпретировать параметры как устойчивые долгосрочные зависимости при наличии коинтеграции.

Согласно результатам, представленным в таблице 5, рост ИКТ-сектора ( $\Delta ICT$ ) на 1% сопровождается увеличением ВВП примерно на 0,12%, расширение занятости ( $\Delta EMP$ ) на 1% приводит к приросту ВВП на 0,22%, а повышение производительности труда ( $\Delta PROD$ ) на 1% обеспечивает прирост выпуска на 0,67%. При этом наибольший вклад в долгосрочную динамику обеспечивает именно производительность, что подчёркивает ключевую роль эффективности использования ресурсов. Вместе с тем

указанные оценки не следует трактовать как однозначное свидетельство глубокой технологической трансформации, поскольку рост производительности может формироваться сочетанием структурных сдвигов, восстановительных процессов и точечного внедрения организационных и цифровых решений.

Одновременно отрицательное влияние экзогенных шоков, отражённое фиктивной переменной, сохраняется в долгосрочной перспективе: снижение ВВП в среднем на 1,94% указывает на наличие устойчивых структурных потерь. Они проявляются в ослаблении инвестиционной активности и модернизационных процессов, ограниченности расширения НИОКР и цифровой инфраструктуры, а также в рисках потери квалифицированной рабочей силы, что в совокупности сдерживает реализацию индустриальных преобразований и замедляет формирование более технологически сложной траектории развития.

С учетом представленных долгосрочных эффектов построенное уравнение коррекции ошибки принимает вид:

$$EC = \Delta GDP - (0,117 \cdot \Delta ICT + 0,223 \cdot \Delta EMP + 0,666 \cdot \Delta PROD - 1,963 \cdot DUMMY). \quad (3)$$

Коэффициент при уравнении равен -0,781 при уровне значимости  $p = 0,0000$ , что подтверждает наличие устойчивой долгосрочной взаимосвязи между динамикой ВВП и исследуемыми факторами.

#### Дискуссия

Трансформация реального сектора экономики Армении в 2008–2024 гг. характеризуется как фаза структурной адаптации в контексте смены промышленных парадигм, а не как «постепенное завершение» Индустрии 4.0. Сокращение доли сельского хозяйства, рост сектора услуг, изменения структуры занятости и расши-

Таблица 5. Долгосрочные эффекты в ARDL-модели

Переменная	Козэф.	Ст. ошиб.	t-статистика	p-значение	
<i>DGDP</i> (-1)	-0,781394	0,109895	-7,110371	0,0000	***
<i>DICT</i>	0,091139	0,032526	2,801995	0,0079	***
<i>DEMP</i>	0,174139	0,045685	3,811690	0,0005	***
<i>DPROD</i>	0,520105	0,098592	5,275327	0,0000	***
<i>DUMMY</i>	-1,533546	0,737753	-2,078672	0,0445	**

Примечание: \*\*\* p-значение < 0,01; \*\* p-значение < 0,05; \* p-значение < 0,10.  
Источник: составлено авторами.

рение цифровых видов деятельности, включая увеличение экспорта ИКТ-услуг, согласуются с формированием Индустрии 4.0 и тенденцией к модернизации. Вместе с тем данные сдвиги не обеспечивают автоматического технологического углубления реального сектора: сохраняются ограничения, связанные с низкой долей расходов на НИОКР, ограниченными инвестициями в инновации и недостаточной развитостью механизмов трансфера технологий, что повышает риск закрепления технологической инерции и зависимости от внешней конъюнктуры.

Сопоставление с международными исследованиями показывает, что подобные ограничения типичны для развивающихся экономик и проявляются через институциональные барьеры инноваций, процикличность драйверов роста и уязвимость к экзогенным шокам. В связи с этим приоритеты промышленной и инновационной политики должны быть ориентированы на распространение цифровых решений за пределами ИКТ-сектора, повышение технологической сложности обрабатывающих производств и устойчивое наращивание производительности труда как ключевого канала структурной трансформации. Практическими направлениями выступают стимулирование НИОКР, развитие цифровой инфраструктуры и человеческого капитала, а также поддержка высокотехнологичных производств и формирование механизмов устойчивости к кризисам, что создает предпосылки для перехода к более человекоцентричным и устойчивым траекториям развития, ассоциируемым с принципами Индустрии 5.0.

#### **Заключение**

В рамках исследования выявлено, что в формировании реального сектора экономики Республики Армения прослеживается траектория от догоняющего развития начала 2000-х

годов, ориентированного на преодоление технологического разрыва и включение в внешнеэкономические связи, к этапу ускоренной структурной адаптации 2020-х годов, сопровождаемому расширением цифровых видов деятельности и формированием инфраструктуры Индустрии 4.0. Эти процессы способствовали росту производительности труда и возможности диверсификации, в том числе за счёт ИТ-сектора и сервисов с более высокой добавленной стоимостью, однако не устранили институциональные и инвестиционные ограничения технологического углубления реального сектора.

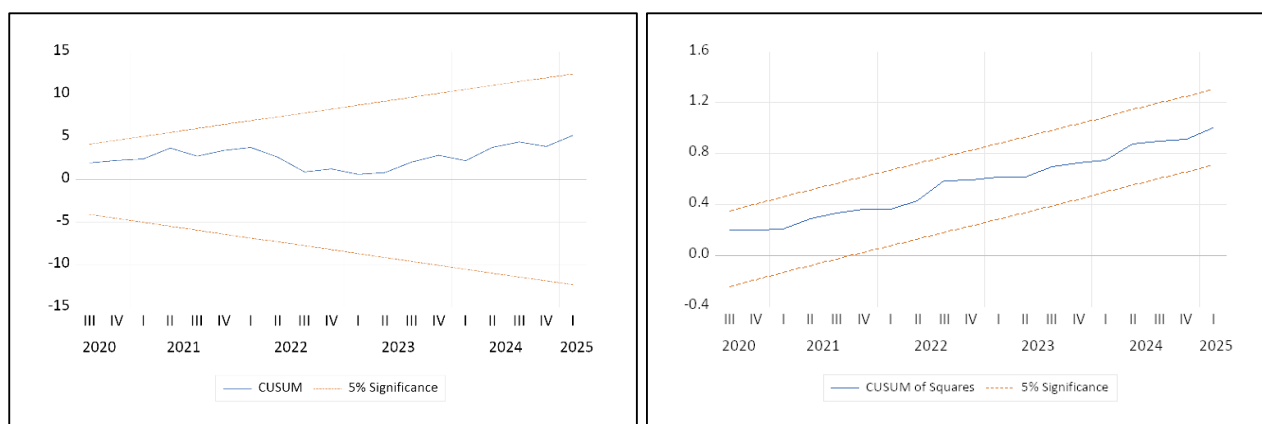
Проведённый анализ показывает, что наблюдаемые структурные изменения, к которым относятся перераспределение добавленной стоимости в пользу услуг, сдвиги в структуре занятости и рост производительности, отражают переходную фазу трансформации в контексте смены промышленных парадигм. Эконометрические результаты подтверждают статистически значимое положительное влияние цифровой активности, занятости и производительности на динамику выпуска при доминирующем вкладе эффективности труда, тогда как экзогенные шоки формируют долгосрочные ограничения через снижение инвестиционной активности и ослабление модернизационных процессов. В связи с этим продвижение к более устойчивым и человекоцентричным траекториям развития, ассоциируемым с принципами Индустрии 5.0, требует комплексной промышленной и инновационной политики: расширения инвестиций в НИОКР, укрепления цифровой инфраструктуры, стимулирования технологического обновления обрабатывающих отраслей и формирования институтов, обеспечивающих трансфер и диффузию технологий, координацию науки, бизнеса и государства, а также устойчивости реального сектора к внешним потрясениям.

### **Литература**

- Бабкин А.В., Федоров А.А., Либерман И.В., Клячек П.М. (2021). Индустрия 5.0: понятие, формирование и развитие // Экономика промышленности. № 4. DOI: 10.17073/2072-1633-2021-4-375-395
- Бабкин А.В., Шкарупета Е.В., Ташенова Л.В. (2023). Методика оценки конвергентности цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации в условиях Индустрии 4.0 и 5.0 // π-Economy. № 5. DOI: 10.18721/JE.16507
- Бабкин А.В., Либерман И.В., Клячек П.М., Шкарупета Е.В. (2025). Индустрия 6.0: методология, инструментарий, практика // π-Economy. № 1. DOI: 10.17073/2072-1633-2024-4-1369

- Городничая Е.В. (2024). Развитие промышленной революции: переход от промышленной революции 4.0 к промышленной революции 5.0 // *Universum: экономика и юриспруденция*. № 11(121). DOI: 10.32743/UniLaw.2024.121.11.18519
- Гринин Л.Е., Гринин А.Л., Коротаев А.В. (2020). Эволюция динамики темпов технологического роста в историческом процессе и сингулярность // *Эволюция: Эволюционные грани сингулярности*. Волгоград: Учитель. С. 177–244. URL: [https://socionauki.ru/upload/socionauki.ru/book/files/evol\\_10/009\\_Grinin\\_i\\_dr.pdf](https://socionauki.ru/upload/socionauki.ru/book/files/evol_10/009_Grinin_i_dr.pdf)
- Дзюбенко И.Б. (2020). Экспоненциальная скорость развития технологий // *Научные междисциплинарные исследования*. № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/eksponentsialnaya-skorost-razvitiya-tehnologiy>
- Клименко А.Д. (2024). Классификация технологических решений Индустрии 4.0 // *Экономика. Социология. Право*. № 4 (36). DOI: 10.22281/2542-1697-2024-03-04-22-26
- Николаев И.С., Воронов В.В., Шиляев С.А. (2021). Роль человека в Индустрии 4.0 и ее перспективы // *Sciences of Europe*. № 62-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-cheloveka-v-industrii-4-0-i-ee-perspektivy>
- Уринсон Я.М. (2018). Промышленная революция и экономический рост. Москва: Либеральная миссия. 40 с. URL: <https://liberal.ru/wp-content/uploads/legacy/files/articles/7223/Urinson.pdf>
- Brem A., Nylund P.A., Roshani S. (2023). Unpacking the complexities of crisis innovation: A comprehensive review of ecosystem-level responses to exogenous shocks. *Review of Managerial Science*, 18(8), 2441–2464. DOI: 10.1007/s11846-023-00709-x
- Castelo-Branco I. et al. (2022). Assessing the Industry 4.0 European divide through the country/industry dichotomy. *Computers & Industrial Engineering*, 176, 108925. DOI: 10.1016/j.cie.2022.108925
- Chourasia S. et al. (2022). Sustainability of Industry 6.0 in global perspective: Benefits and challenges. *MAPAN*, 37(2), 443–452. DOI: 10.1007/s12647-022-00541-w
- Habánik J., Grenčíková A., Krajčo K. (2021). The impact of Industry 4.0 on the selected macroeconomic indicators in Slovak Republic, Germany, the USA and Japan. *Journal of International Studies*, 14(2), 26–37. DOI: 10.14254/2071-8330.2021/14-2/2
- Heilala J., Singh K. (2023). Evaluation planning for artificial intelligence-based Industry 6.0 metaverse integration. *Intelligent Human Systems Integration*, 69, 692–703. DOI: 10.54941/ahfe1002892
- Jangid H., Bal D.P., Debata B. (2024). Digitalisation and economic growth in G-20 countries: A panel ARDL analysis. *Journal of Technology Management & Innovation*, 19(4), 18–31. DOI: 10.4067/s0718-27242024000400018
- Madsen D.Ø., Slåtten K., Berg T. (2025). From Industry 4.0 to Industry 6.0: Tracing the evolution of industrial paradigms through the lens of management fashion theory. *Systems*, 13(5), 387. DOI: 10.3390/systems13050387
- Ngepah N., Saba C.S., Kajewole D.O. (2024). The impact of industry 4.0 on South Africa's manufacturing sector. *Journal of Open Innovation Technology Market and Complexity*, 10(1), 100226. DOI: 10.1016/j.joitmc.2024.100226
- Pesaran M.H., Shin Y. (1998). An autoregressive distributed-lag modelling approach to cointegration analysis. *Econometric Society Monographs*, 31, 371–413.
- Pesaran M.H., Shin Y., Smith R.J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289–326.
- Surindra M.D. et al. (2024). Challenges of implementing Industry 4.0 in developed and developing countries: A comparative review. *Mechanical Engineering for Society and Industry*, 4(3), 455–489. DOI: 10.31603/mesi.12177
- Vaidya S., Ambad P., Bhosle S. (2018). Industry 4.0 – a glimpse. *Procedia Manufacturing*, 20, 233–238. DOI: 10.1016/j.promfg.2018.02.034
- Zayniddinov R. et al. (2024). The influence of the digital economy on economic development evidence from Uzbekistan. *8th International Conference on Future Networks & Distributed Systems*, 831–839. DOI: 10.1145/3726122.3726242

## Результаты CUSUM- и CUSUMQ-тестов



## Сведения об авторах

Варсик Ишхановна Тигранян – кандидат экономических наук, доцент, Российско-Армянский (Славянский) университет (Республика Армения, 0051, г. Ереван, ул. Овсепя Эмина, д. 123); старший преподаватель, Армянский государственный экономический университет (Республика Армения, 0025, г. Ереван, ул. Налбандян, д. 128–130; e-mail: varsiktigranyan@gmail.com)

Зинавард Кареновна Папян – старший научный сотрудник, преподаватель, Российско-Армянский (Славянский) университет (Республика Армения, 0051, г. Ереван, ул. Овсепя Эмина, д. 123; e-mail: zinavard.papian@rau.am)

Левон Арманович Манукян – ассистент, Российско-Армянский (Славянский) университет (Республика Армения, 0051, г. Ереван, ул. Овсепя Эмина, д. 123; e-mail: manleo2002@mail.ru)

Tigranyan V.I., Papyan Z.K., Manukyan L.A.

### Dynamics of the Structural Transformation of the Real Economy of the Republic of Armenia in the Context of Shifting Industrial Paradigms

**Abstract.** This article examines the structural transformation of the Republic of Armenia's real economy within the context of shifting industrial paradigms. In small open economies, structural changes and digitalization intensify under the influence of external shocks, necessitating a quantitative assessment of their contribution to output dynamics. This study aims to determine the extent to which changes in the sectoral structure, employment, and labor productivity align with the logic of transitioning from Industry 3.0 to the emerging elements of Industry 4.0 and the prerequisites for Industry 5.0. The research introduces scientific novelty by integrating comparative and systemic-structural analysis with econometric verification using an ARDL model. This approach includes adjusting for atypical shock periods with a dummy variable and accounting for changes in the internal structure of the ICT indicator. The empirical analysis draws on data from national statistics and international sources covering 2008–2025. The methodology employs statistical and comparative analysis, stationarity tests, the ARDL bounds test, an error correction model, and diagnostic and stability tests. The findings reveal that the transformation has been predominantly adaptive in nature, with limited potential for deeper technological advancement due to low R&D investment and weak technology transfer mechanisms. A limitation of this study is its

reliance on aggregated macro-indicators and proxy variables, which opens avenues for future research involving a more detailed sectoral assessment of the Armenian economy's alignment with the demands of Industry 5.0.

**Key words:** real sector, industrial revolution, Industry 3.0, Industry 4.0, Industry 5.0, ARDL model, labor productivity.

### Information about the Authors

Varsik I. Tigranyan – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Russian-Armenian University (123, Hovsep Emin Street, Yerevan, 0051, Republic of Armenia); senior lecturer, Armenian State University of Economics (128–130, Nalbandyan Street, Yerevan, 0025, Republic of Armenia; e-mail: varsiktigranyan@gmail.com)

Zinavard K. Papian – Senior Researcher, lecturer, Russian-Armenian University (123, Hovsep Emin Street, Yerevan, 0051, Republic of Armenia; e-mail: zinavard.papian@rau.am)

Levon A. Manukyan – assistant, Russian-Armenian University (123, Hovsep Emin Street, Yerevan, 0051, Republic of Armenia; e-mail: manleo2002@mail.ru)

Статья поступила 16.09.2025.