

Оригинальная статья / Original article

УДК 332.1

<https://doi.org/10.21869/2223-1552-2026-16-1-123-137>



Оценка причинности в социально-экономическом и научно-инновационном развитии территорий с помощью теста казуальности Грейнджера

С. А. Грачев¹ ✉, М. Л. Быкова¹

¹ Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых Столетовых ул. Горького, д. 87, г. Владимир 600000, Российская Федерация

✉ e-mail: grachev-sa@yandex.ru

Резюме

Актуальность. В современных условиях обостряется проблема обеспечения устойчивого социально-экономического развития регионов Российской Федерации. Одним из инструментов ее решения является динамизация научно-инновационного роста, однако следует учитывать различные возможности регионов в рассматриваемой области. С одной стороны, активное развитие науки и инноваций должно способствовать ускорению темпов социально-экономического роста, с другой – в регионах с недостаточно высоким уровнем экономического развития разработка и запуск инновационных проектов не представляются возможными ввиду отсутствия нужного объема инвестиций. Таким образом, возникает проблема анализа взаимообусловленности социально-экономического и научно-инновационного развития.

Цель исследования – оценить причинность между инновационным и социально-экономическим ростом с использованием теста казуальности Грейнджера, который позволяет оценивать процессы с учетом временных лагов.

Задачи: выявление причинных связей между текущими и капитальными инвестициями в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы и величиной валового регионального продукта; классификация регионов по типам причинности; определение оптимальных временных лагов между изменениями переменных.

Методология. Применяется тест Грейнджера для анализа причинно-следственных связей между валовым региональным продуктом и инвестициями в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы с определением оптимальных временных лагов при условии стационарности временных рядов исследуемых показателей.

Результаты. Исследование позволило определить, что для большинства субъектов округа именно текущие инвестиции в исследования и разработки выступают в качестве причины изменения валового регионального продукта, в некоторых регионах наблюдается зависимость от капитальных затрат в научно-исследовательскую деятельность.

Выводы. По результатам расчетов можно сделать вывод о невозможности выделения в некоторых регионах среди рассматриваемых факторов причиннообуславливающих, поскольку имеет место взаимная автокорреляция, что свидетельствует о наличии иных параметров, оказывающих влияние на изменение рассматриваемых переменных.

Предложенный подход универсальный характер и может быть использован региональными властями при построении стратегий управления социально-экономическим ростом территорий с учетом лагов, обеспечивающих максимальную отдачу от инноваций в научно-инновационную сферу.

Ключевые слова: научно-инновационное развитие; социально-экономический рост; причинность; тест Грейнджера.

Конфликт интересов: В представленной публикации отсутствует заимствованный материал без ссылок на автора и (или) источник заимствования, нет результатов научных работ, выполненных авторами публикации лично и (или) в соавторстве, без соответствующих ссылок. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией данной статьи.

© Грачев С. А., Быкова М. Л., 2026

Для цитирования: Грачев С. А., Быкова М. Л. Оценка причинности в социально-экономическом и научно-инновационном развитии территорий с помощью теста казуальности Грейнджера // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. 2026. Т. 16, № 1. С. 123–137. <https://doi.org/10.21869/2223-1552-2026-16-1-123-137>

Поступила в редакцию 16.12.2025

Принята к публикации 14.01.2026

Опубликована 27.02.2026

Assessment of causality in socio-economic, scientific and innovative development of territories using the Granger causality test

Sergey A. Grachev¹ ✉, Margarita L. Bykova¹

¹ Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletov
87 Gorky Str., Vladimir 600000, Russian Federation

✉ e-mail: g_evgeeva@mail.ru

Abstract

Relevance. In modern conditions, the problem of ensuring sustainable socio-economic development of the regions of the Russian Federation is aggravated. One of the tools for its solution is the dynamization of scientific and innovative growth, but various possibilities of the regions in the field under consideration should be taken into account. On the one hand, the active development of science and innovation should contribute to accelerating the pace of socio-economic growth, on the other hand – in regions with an insufficiently high level of economic development, the development and launch of innovative projects is not possible due to the lack of the required amount of investment. Thus, the problem arises of analyzing the interdependence of socio-economic and scientific-innovative development.

The purpose of the study – to assess causality between innovative and socioeconomic growth using the Granger Casualty Test, which allows processes to be assessed with time lags in mind.

Objectives: identification of causal relationships between current and capital investments in research and development and the value of the gross regional product; classification of regions by types of causality; determining optimal time lags between variable changes.

Methodology. The Grainger test is applied to analyze the causal relationships between the gross regional product and investments in research and development with the determination of optimal time lags, provided that the time series of the studied indicators are stationary.

Results. The study made it possible to determine that for most subjects of the district, it is the current investments in research and development that act as the reason for the change in the gross regional product, in some regions there is a dependence on capital expenditures in research and development activities.

Conclusions. Based on the calculation results, it can be concluded that it is impossible to identify the causes among the factors under consideration, since there is mutual autocorrelation, which indicates the presence of other parameters that affect the change in the variables under consideration.

The proposed approach is universal and can be used by regional authorities in building strategies for managing the socio-economic growth of territories, taking into account the lags that ensure the maximum return on innovation in the scientific and innovation sphere.

Keywords: scientific and innovative development; socio-economic growth; causality; Granger test.

Conflict of interest: In the presented publication there is no borrowed material without references to the author and (or) source of borrowing, there are no results of scientific works performed by the authors of the publication, personally and (or) in co-authorship, without relevant links. The authors declares no conflict of interest related to the publication of this article.

For citation: Grachev S.A., Bykova M.L. Assessment of causality in socio-economic, scientific and innovative development of territories using the Granger causality test. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Sotsiologiya. Menedzhment = Proceedings of the Southwest State University. Series: Economics, Sociology and Management.* 2026;16(1):123–137. (In Russ.) <https://doi.org/10.21869/2223-1552-2026-16-1-123-137>

Received 16.12.2025

Accepted 14.01.2026

Published 27.02.2026

Введение

В условиях глобальной трансформации экономических систем, вызванной цифровой революцией, научно-инновационное развитие регионов становится ключевым фактором конкурентоспособности и устойчивого роста, а также обеспечения высокого уровня и качества жизни [1]. Научно-инновационное развитие и цифровизация тесно взаимосвязаны, образуя основу современной экономики. Цифровизация, включая внедрение искусственного интеллекта, больших данных и интернета вещей, создает технологическую базу для инноваций, ускоряя исследования и разработки. В свою очередь, научно-инновационная деятельность обеспечивает прорывные технологии, которые становятся драйверами цифровой трансформации. Цифровизация, проникая во все сферы общественной жизни, формирует новую парадигму регионального развития, где высокотехнологические сектора выступают драйверами создания добавленной стоимости, оптимизации ресурсов и генерации прорывных идей. Интеграция цифровых технологий (от искусственного интеллекта и больших данных до интернета вещей (IoT) и блокчейна) переопределяет традиционные модели экономики, смещая фокус на знания, сетевые взаимодействия и скорость адаптации [2]. В этом контексте регион как пространственно-экономическая единица превращается в «цифровую экосистему», где инновации возникают на стыке технологий, институтов и человеческого капитала, а их распространение зависит от способности инфраструктуры и управления поддерживать непрерывный цикл обновлений [3].

Основой регионального роста в научно-инновационной сфере является цифровая инфраструктура, обеспечивающая техническую возможность внедрения инноваций. Широкополосный интернет, облачные вычисления, дата-центры и

умные сети формируют «цифровой скелет» территории, без которого невозможны ни автоматизация производств, ни развитие цифровых сервисов. Например, внедрение IoT в агропромышленном комплексе позволяет регионам с сельскохозяйственной специализацией перейти к точному земледелию, минимизируя потери и повышая урожайность. Однако инфраструктура – лишь базис; критическую роль играет ее интеграция с инновационными процессами. Так, технопарки и кластеры, объединяющие стартапы, научные организации и корпорации, становятся точками роста, где тестируются решения в области цифрового здравоохранения, умного транспорта или энергоэффективности [4]. При этом успех таких инициатив зависит от синхронизации усилий государства, бизнеса и академической среды – принцип «тройной спирали», актуализированный в эпоху цифровой экономики [5].

Человеческий капитал выступает центральным элементом инновационной экосистемы региона [6]. Для обеспечения инновационного развития территорий требуются не только ученые и технические специалисты (программисты, инженеры данных), но и компетенции в области управления цифровыми проектами, кибербезопасности, анализа цифровых рынков. Формирование такой кадровой базы невозможно без перестройки образовательных систем [7]. Университеты и колледжи внедряют программы по машинному обучению, цифровому маркетингу, робототехнике, часто в партнерстве с IT-компаниями, что обеспечивает практико-ориентированную подготовку. Параллельно возникает спрос на непрерывное обучение [8], поскольку скорость устаревания цифровых навыков опережает традиционные образовательные циклы. Регионы, инвестирующие в цифровую грамотность населения и программы переквалификации, получают преимущество: например, города Северной Европы,

где более 90% взрослого населения владеют базовыми цифровыми навыками, демонстрируют высокие темпы внедрения GovTech-решений (электронное правительство, цифровые платформы госуслуг)¹.

Институциональная среда и государственная политика определяют траекторию инновационного развития. Цифровая экономика, будучи глобальной по природе, требует от регионов гибкости в регулировании. С одной стороны, необходимо создавать стимулы для инвестиций в НИОКР: налоговые льготы для IT-компаний, гранты на разработку цифровых продуктов, с другой – устранять нормативные барьеры: устаревшие стандарты, запреты на использование дронов или блокчейна в госдокументообороте. Особое значение приобретают региональные цифровые стратегии, которые координируют развитие инфраструктуры, образования и законодательства. Например, программа «Умный город» в Сингапуре объединила усилия по внедрению датчиков контроля трафика, систем анализа энергопотребления и цифровых платформ для граждан, сделав город эталоном инновационного управления [9]. Важно, однако, избегать унификации: стратегии должны учитывать специфику региона – наличие сырьевых ресурсов, промышленный профиль, демографические тренды.

Одним из ключевых вызовов инновационного развития остается цифровое неравенство – как между регионами, так и внутри них [10]. Мегаполисы, аккумулирующие финансовые и интеллектуальные ресурсы, быстрее внедряют инновации, тогда как периферийные территории отстают из-за недостатка инфраструктуры или кадров. Это создает риски фрагментации экономического пространства.

Для решения проблемы необходимы механизмы перераспределения: например, создание региональных IT-хабов в малых городах, стимулирование удаленной занятости, программы цифровизации МСП. Параллельно возникает этическая дилемма: автоматизация и роботизация сокращают рабочие места в традиционных секторах, что требует пересмотра социальных политик – введения безусловного базового дохода, поддержки социальных предпринимателей [11].

Таким образом, инновационное развитие региона в контексте цифровой экономики – это многомерный процесс, движимый синтезом технологий, человеческого капитала и институтов. Его успех определяется способностью превратить цифровизацию из инструмента в стратегический ресурс, генерирующий цепные реакции роста. Регионы, которые смогут балансировать между технологическими прорывами, социальной инклюзией и экологической ответственностью, сформируют эталонные модели экономики будущего.

В условиях цифровизации научно-инновационное и социально-экономическое развитие регионов взаимно усиливают друг друга [12]. Цифровые технологии, такие как искусственный интеллект и большие данные, ускоряют научные исследования и внедрение инноваций, что способствует росту производительности и созданию высокотехнологичных отраслей [13]. Это, в свою очередь, стимулирует социально-экономическое развитие: повышается уровень доходов, создаются новые рабочие места, улучшается качество жизни.

Одновременно экономический рост обеспечивает дополнительные ресурсы для инвестиций в НИОКР и цифровую инфраструктуру, замыкая цикл развития [14]. Например, внедрение цифровых решений в здравоохранении или образовании напрямую влияет на социальные показатели [15]. Таким образом, цифровизация выступает катализатором, связывая

¹ Country reports – Digital Decade report 2023. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/country-reports-digital-decade-report-2023> (дата обращения: 13.11.2025).

инновации и социально-экономический прогресс в единую систему устойчивого развития регионов.

Исследование причинности между инновационным и социально-экономическим развитием субъектов необходимо для формирования эффективной стратегии управления территориальным ростом. Анализ причинных связей в этой сфере позволяет выявить ключевые драйверы развития, оптимизировать распределение бюджетных средств между НИОКР и программами социально-экономического роста, разработать адресные меры для регионов с доминированием различной причинности, а также оценить временные лаги между инвестициями в науку и их социально-экономической отдачей для различных субъектов.

Актуальность исследования причинных связей между инновационным и социально-экономическим развитием обосновывается тем, что в условиях новых вызовов и угроз инновации становятся ключевым фактором устойчивого развития регионов. Понимание причинных связей позволяет прогнозировать последствия внедрения инноваций и минимизировать риски. Актуальность исследования обусловлена не только практической значимостью анализа причинных связей между инновационным и социально-экономическим развитием регионов, но и наличием существенных методологических пробелов в существующих подходах к такой оценке. Большинство исследований ограничиваются анализом агрегированных показателей, не учитывая при этом дифференциацию между текущими и капитальными вложениями, а также оптимальные временные лаги для их воздействия. Это приводит к упрощенным выводам, не учитывающим региональную специфику [16].

Цель исследования – оценить причинность между инновационным и социально-экономическим ростом с использованием теста казуальности Грейнджера.

Задачами исследования, в соответствии с заявленной целью, стали:

- выявление причинных связей между текущими и капитальными инвестициями в НИОКР и величиной ВРП;
- классификация регионов по типам причинности: однонаправленная, двунаправленная, отсутствие связи;
- определение оптимальных временных лагов между изменениями переменных;
- разработка рекомендаций по дифференцированному подходу к региональной инновационной политике с учетом выявленных типов причинности и временных лагов.

Научная новизна исследования заключается в применении теста казуальности Грейнджера для оценки причинных связей между социально-экономическим и научно-инновационным развитием регионов с учетом временных лагов. В работе на примере субъектов Центрального федерального округа (ЦФО) проведена дифференциация влияния текущих и капитальных инвестиций в НИОКР на валовой региональный продукт, выявлены различия в динамике их воздействия и типах причинности. Полученные результаты позволяют уточнить подходы к региональной инновационной политике, обеспечивая более точное определение ключевых драйверов роста и сроков ожидания отдачи от инвестиций.

Материалы и методы

В современных условиях глобализации и усиления конкуренции между регионами ключевой задачей экономической политики становится выявление факторов, определяющих динамику социально-экономического и инновационного развития территорий. Установление причинно-следственных связей между инновациями, инвестициями в научные исследования, человеческим капиталом и экономическим ростом позволяет формировать обоснованные стратегии регио-

нального развития [17]. Однако сложность таких взаимосвязей, их нелинейность и временные лаги требуют применения продвинутых эконометрических методов, среди которых особое место занимает тест каузальности Грейнджера [18]. Этот подход, основанный на анализе предсказательной способности временных рядов, предоставляет инструментарий для проверки гипотез о направленности влияния между экономическими переменными [19], что особенно актуально в контексте управления инновационными процессами на уровне регионов.

Для оценки причинности в настоящее время используются различные методы и приемы: в частности, метод инструментальных переменных, который позволяет устранить эндогенность за счет применения внешних переменных, коинтеграционный анализ, направленный на исследование долгосрочных связей между нестационарными переменными, оценка векторной авторегрессии VAR, которая позволяет проанализировать динамическое взаимодействие множества временных рядов, методы машинного обучения и др.

Применение теста Грейнджера обусловлено его гибкостью, т. е. применимостью к любым стационарным рядам, простотой интерпретации, а также учетом временных лагов, что позволяет выявлять эффекты, имеющие место в экономике по истечении определенного промежутка времени.

Тест каузальности Грейнджера, разработанный в 1969 г. К. Грейнджером, формализует идею причинности через призму прогнозируемости: если включение прошлых значений переменной X улучшает прогноз будущих значений переменной Y по сравнению с использованием только прошлых значений Y , то X считается причиной Y в смысле Грейнджера [20]. Математически это проверя-

ется с помощью регрессионных моделей, где оценивается уравнение вида

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{j=1}^p \alpha_j Y_{t-j} + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{t-j} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

где p – лаг переменных, а гипотеза о причинности отвергается, если коэффициенты β_j статистически незначимы.

Расчет числа лагов p осуществляется исходя из соотношения

$$L \leq 3 \cdot p + 3, \quad (2)$$

где L – число уровней в исследуемом ряде.

Критическим условием применения теста является стационарность рядов, что достигается методами дифференцирования или декомпозиции, а также корректный выбор длины лагов, для которого используются информационные критерии [21].

Одним из ключевых методологических вызовов остается проблема ложной причинности, возникающая при наличии неучтенных общих факторов. Например, корреляция между инновациями и экономическим ростом может объясняться влиянием человеческого капитала, который одновременно усиливает и научный потенциал, и производительность труда. Для минимизации таких рисков исследователи дополняют тест Грейнджера методами векторной авторегрессии (VAR) и коинтеграционного анализа, особенно в случае нестационарных рядов. Кроме того, применение моделей коррекции ошибок (ЕСМ) позволяет разделить краткосрочные и долгосрочные эффекты, что критически важно для планирования региональных программ с горизонтом в 5–10 лет.

Однако применение теста Грейнджера имеет ограничения. Во-первых, он выявляет лишь предсказательную причин-

ность, но не устанавливает структурные механизмы влияния. Во-вторых, результаты чувствительны к выбору лагов и частоты данных: использование годовых показателей может нивелировать краткосрочные эффекты, характерные для инноваций. В-третьих, тест не учитывает пространственную автокорреляцию, хотя соседние регионы часто заимствуют технологии и кадры, что искажает выводы. Для решения этих проблем исследователи комбинируют тест Грейнджера с методами пространственной эконометрики и машинного обучения, позволяющими выявлять нелинейные и сетевые зависимости.

Несмотря на определенные методологические ограничения, применение теста Грейнджера в данном исследовании было полностью оправдано его способностью верифицировать ключевую гипотезу о причинной связи между исследуемыми процессами, определять направленность влияния факторов, а также обеспечивать эмпирическую базу для разработки научно обоснованных рекомендаций по региональному росту. Также следует отметить преимущество теста перед методом корреляционного анализа: в отличие от него тест Грейнджера позволяет определить направленность влияния факторов. Учитывая чувствительность результатов к выбору лагов и частоты данных, в рамках исследования использовался широкий временной интервал для анализа. Это позволило получить практически значимые результаты, имеющие ценность как для академических исследований, так и для прикладного применения в сфере региональной политики

Результаты и их обсуждение

Исследование причинной связи между социально-экономическим развитием

регионов и вложениями в научно-инновационную деятельность осуществлялось на примере субъектов Центрального федерального округа (кроме г. Москвы и Московской области). Исключение данных регионов из исследования обусловлено тем, что в 2012 г. изменились территориальные границы между данными субъектами, а ретроспектива анализа изменений анализируемых параметров предполагает расчет за период с 2005 по 2022 гг.

В качестве параметра, характеризующего социально-экономическое развитие территорий, рассматривалась величина валового регионального продукта (М). На сегодняшний день данный параметр является наиболее репрезентативным индикатором, характеризующим экономический и социальный прогресс, а также уровень благосостояния населения [22].

Для оценки величины научно-инновационных вложений использовался показатель внутренних валовых затрат на научные исследования и разработки, причем анализировались как текущие вложения (N1), так и капитальные затраты (N2), поскольку они позволяют дифференцировать влияние краткосрочных и долгосрочных факторов. Текущие затраты показывают операционную активность в науке, а капитальные – потенциал для будущих прорывов. Такое разделение помогает выявить, какие типы вложений наиболее эффективны для роста ВРП в конкретных регионах, что является критически важным элементом разработки и реализации адресной политики регионального роста.

Исходя из неравенства (2), количество лагов m , рассматриваемых при анализе причинности показателей, составляет 5.

Рассмотрим результаты расчетов с помощью теста Грейнджера (табл. 1).

Таблица 1. Результаты вычисления причинных связей между величиной ВРП и показателями, характеризующими научно-инновационное развитие регионов ЦФО

Проверяемая причинность	Временной лаг				
	5	4	3	2	1
<i>Белгородская область</i>					
N причина M1	0,9340	0,9346	0,9201	0,9141	0,9125
N причина M2	0,6804	0,6902	0,7067	0,6790	0,6635
M1 причина N	0,9324	0,9121	0,8920	0,9412	0,9736
M2 причина N	0,2526	-0,1108	-0,0122	0,1551	0,2356
<i>Брянская область</i>					
N причина M1	0,3685	0,3508	0,3631	0,4081	0,3660
N причина M2	-0,5247	-0,5560	-0,5692	-0,5246	-0,5188
M1 причина N	0,7849	0,9269	0,9259	0,8778	0,8153
M2 причина N	-0,2509	0,0072	0,5508	0,5781	0,6984
<i>Владимирская область</i>					
N причина M1	0,6626	0,6493	0,6371	0,6803	0,7090
N причина M2	0,0799	0,0681	0,0497	0,0802	0,02071
M1 причина N	0,9210	0,9512	0,9483	0,8750	0,8810
M2 причина N	-0,5134	-0,5104	-0,0881	0,5477	0,6670
<i>Воронежская область</i>					
N причина M1	0,9058	0,9280	0,9596	0,9685	0,9575
N причина M2	-0,0627	-0,0262	-0,0392	-0,0104	0,0981
M1 причина N	0,9443	0,9430	0,9198	0,9166	0,9069
M2 причина N	-0,4605	-0,5218	-0,0686	0,6170	0,6905
<i>Ивановская область</i>					
N причина M1	0,8919	0,8640	0,8250	0,8434	0,8465
N причина M2	0,6642	0,6200	0,6759	0,6745	0,5694
M1 причина N	0,8719	0,8023	0,9050	0,9011	0,9632
M2 причина N	0,4999	-0,0622	-0,4654	-0,2511	-0,0947
<i>Калужская область</i>					
N причина M1	-0,5537	-0,5515	-0,6075	-0,6109	-0,6258
N причина M2	-0,6811	-0,7218	-0,7359	-0,7632	-0,7425
M1 причина N	-0,2121	0,1240	0,5078	0,9404	0,9021
M2 причина N	-0,0215	0,1905	0,6380	0,9208	0,9101
<i>Костромская область</i>					
N причина M1	-0,0031	-0,0295	-0,0348	-0,0858	-0,0839
N причина M2	–	–	–	–	–
M1 причина N	0,8169	0,9076	0,9099	0,9703	0,9559
M2 причина N	–	–	–	–	–
<i>Курская область</i>					
N причина M1	0,1547	0,1523	0,1940	0,2050	0,1341
N причина M2	-0,5292	-0,5548	-0,4946	-0,5068	-0,5790
M1 причина N	0,4478	0,7345	0,9150	0,7163	0,7526
M2 причина N	-0,2880	-0,2041	0,0420	0,0850	0,2693
<i>Липецкая область</i>					
N причина M1	0,4119	0,3786	0,3120	0,3385	0,4620
N причина M2	0,6843	0,7821	0,7897	0,7843	0,7544
M1 причина N	0,7894	0,7052	0,7808	0,9190	0,7221
M2 причина N	0,5683	0,6017	0,4614	0,9005	0,7736

Окончание табл. 1

Проверяемая причинность	Временной лаг				
	5	4	3	2	1
<i>Орловская область</i>					
N причина M1	0,7598	0,7625	0,7405	0,7298	0,7056
N причина M2	–	–	–	–	–
M1 причина N	0,8063	0,8609	0,8950	0,9115	0,8681
M2 причина N	–	–	–	–	–
<i>Рязанская область</i>					
N причина M1	0,0070	–0,0327	–0,0408	–0,0433	–0,0597
N причина M2	0,4738	0,5231	0,5576	0,5460	0,4855
M1 причина N	0,4641	0,3849	0,4155	0,5739	0,5839
M2 причина N	0,4540	0,6704	–0,2375	–0,3337	–0,2387
<i>Смоленская область</i>					
N причина M1	0,9408	0,9497	0,9534	0,9355	0,9317
N причина M2	0,0364	0,0314	–0,0062	–0,0438	–0,0167
M1 причина N	0,9005	0,9675	0,9607	0,9742	0,9341
M2 причина N	0,1824	0,3173	0,0175	0,2358	0,4139
<i>Тамбовская область</i>					
N причина M1	–0,5498	–0,5837	–0,5618	–0,4980	–0,4513
N причина M2	–	–	–	–	–
M1 причина N	0,1591	0,2912	0,4813	0,7763	0,9100
M2 причина N	–	–	–	–	–
<i>Тверская область</i>					
N причина M1	0,7955	0,8082	0,7472	0,8085	0,8102
N причина M2	–0,6062	–0,6461	–0,6092	–0,5498	–0,6363
M1 причина N	0,8668	0,8625	0,9141	0,9509	0,9298
M2 причина N	–0,1308	0,1077	0,4774	0,3694	0,4992
<i>Тульская область</i>					
N причина M1	0,8999	0,8911	0,8862	0,8626	0,8839
N причина M2	–	–	–	–	–
M1 причина N	0,9647	0,9403	0,9470	0,9506	0,9591
M2 причина N	–	–	–	–	–
<i>Ярославская область</i>					
N причина M1	0,7454	0,7622	0,7586	0,7570	0,7550
N причина M2	–0,4795	–0,5262	–0,4908	–0,4419	–0,4556
M1 причина N	0,7903	0,7334	0,8623	0,9013	0,8804
M2 причина N	0,1605	0,1999	0,4581	0,4592	0,7088

Отсутствие расчетов по некоторым областям обусловлено неполнотой статистических данных для проведения вычислений.

В рамках исследования вывод о наличии причинной связи между явлениями рассматривался в том случае, если коэффициент, характеризующий тесноту связи с учетом временного лага, составлял свыше 0,9. Согласно шкале Чеддока, можно сделать вывод о наличии весьма

высокой связи между рассматриваемыми факторами в том случае.

Согласно результатам вычислений, для регионов ЦФО отсутствие причинных связей между научно-инновационными вложениями и величиной валового производства имеет место в Рязанской области. Также для ряда регионов (Белгородская, Воронежская, Смоленская области) сформулировать однозначный вывод о том, какие их факторов являются причи-

нами, обуславливающими изменение результирующих показателей, не представляется возможным ввиду высокого значения коэффициента корреляции при попарном исследовании на причинность. Таким образом, в данных субъектах имеет место влияние какого-либо иного, не рассматриваемого в рамках исследования фактора на изменение величины текущих вложений в научно-инновационное развитие и социально-экономический рост территорий.

Следует отметить, что временной лаг, на котором текущие инвестиции в науку и инновации оказывают наиболее

существенное влияние на величину ВРП, в различных регионах отличаются друг от друга. Графически результаты исследования отображены ниже (рис. 1). Серым цветом на схеме отмечены те регионы ЦФО, исследование которых в рамках исследования не проводилось, либо субъекты, для которых корреляция отсутствует, либо имеет место взаимообусловленная корреляция между рассматриваемыми факторами, что не позволяет сформулировать однозначный вывод о причинности с применением теста казуальности Грейнджера.

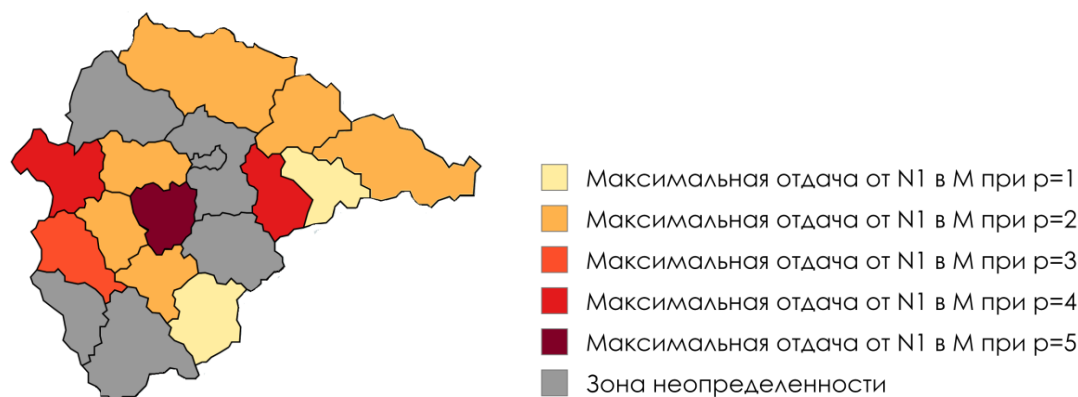


Рис. 1. Схема распределения регионов ЦФО в зависимости от лагов, обеспечивающих максимальную отдачу от текущих инвестиций в научные исследования и разработки в изменение величины ВРП

Следует отметить, что для большинства рассматриваемых субъектов именно величина текущих инвестиций чаще всего выступает фактором, обуславливающим изменение величины валового производства. Зависимость ВРП от капитальных затрат на научные исследования и разработки наблюдается в Липецкой и Калужской областях, причем максимальная отдача наблюдается при $p = 2$.

Выводы

Проведенное исследование, направленное на оценку причинности между социально-экономическим развитием (через показатель ВРП) и инвестициями в научно-инновационную деятельность (текущие и капитальные затраты на

НИОКР) в субъектах ЦФО за период 2005–2022 гг., позволило выявить ряд закономерностей, региональных особенностей и методологических нюансов. Анализ, основанный на тесте каузальности Грейнджера с учетом временных лагов до 5 лет и критерия Чеддока для интерпретации силы связи, продемонстрировал неоднородность влияния инновационных вложений на экономический рост, а также существенные различия между регионами.

Общие закономерности и региональная специфика причинно-следственных связей могут быть описаны следующим образом:

– доминирование текущих на научные исследования и разработки затрат

как фактора влияния на ВРП. Для большинства регионов ЦФО (Брянская, Ивановская, Калужская, Костромская, Курская, Липецкая, Орловская, Тамбовская, Тверская, Тульская, Ярославская области) текущие инвестиции в НИОКР выступают ключевым драйвером роста ВРП. Значения коэффициентов корреляции, превышающие 0,9 при лагах 1–5 лет, указывают на устойчивую причинную связь в направлении $M1 \rightarrow N$. Это согласуется с теорией инновационного роста, где непрерывное финансирование исследований и разработок стимулирует технологические улучшения, повышение производительности и, как следствие, экономический рост;

– ограниченная роль капитальных затрат. Капитальные вложения в НИОКР ($N2$) демонстрируют значимое влияние на ВРП лишь в Липецкой и Калужской областях, причем пик воздействия приходится на лаг 2 года. В Липецкой области коэффициент $M2 \rightarrow N$ достигает 0,9005, что может объясняться наличием крупных промышленных предприятий, где инфраструктурные инвестиции (например, в оборудование) дают отдачу через среднесрочный период. Во многих регионах округа связь $M2 \rightarrow N$ либо отсутствует, либо носит отрицательный характер. Это указывает на то, что капитальные затраты, связанные с долгосрочными проектами, могут не находить быстрого отражения в ВРП или даже создавать финансовую нагрузку в краткосрочной перспективе;

– двунаправленная причинность и скрытые факторы. В Белгородской, Воронежской и Смоленской областях выявлена двунаправленная причинность: высокие коэффициенты как $N \rightarrow M1$ (до 0,9685), так и $M1 \rightarrow N1$ (до 0,9742). Это свидетельствует о взаимозависимости экономического роста и инноваций: рост ВРП создает ресурсы для увеличения финансирования НИОКР, которые, в свою очередь, подпитывают дальнейшее развитие. Подобная цикличность характерна

для регионов с диверсифицированной экономикой и развитыми институтами поддержки инноваций. Однако такая ситуация затрудняет выделение первичного причинного фактора, что требует включения в модель дополнительных переменных (например, качества управления, человеческого капитала);

– отсутствие значимых связей. В Рязанской области не обнаружено статистически значимой причинности между инновационными вложениями и ВРП (коэффициенты корреляции колеблются от $-0,2387$ до $0,5839$). Это может объясняться структурными особенностями экономики региона, где доминируют традиционные сектора (сельское хозяйство, пищевая промышленность) с низкой восприимчивостью к инновациям. Полученные вычисления подчеркивают необходимость адресных мер для интеграции науки в производственные процессы.

Исследование подтвердило, что временной лаг, на котором инвестиции в НИОКР оказывают максимальное влияние на ВРП, варьируется в зависимости от типа затрат и специфики региона. Текущие затраты ($M1$) демонстрируют быструю отдачу в Ивановской и Тамбовской областях. В данных регионах пик влияния приходится на лаг в 1 год. Это характерно для субъектов с развитым сектором услуг и ИТ, где инновации внедряются оперативно. Капитальные затраты на НИОКР влияют на рост ВРП только в 2 субъектах округа. В остальных регионах связь при $p \leq 5$ не прослеживается. Это может быть объяснено логикой долгосрочных инфраструктурных проектов, характерных для промышленных кластеров.

Практические импликации для региональной политики можно сформулировать следующим образом.

Для субъектов с сильной связью $M1 \rightarrow N$ рекомендуется увеличить финансирование текущих НИОКР, фокусируясь на проектах с быстрой окупаемостью. Также необходимо развивать программы поддержки стартапов и малых инновационных предприятий.

Для регионов с двунаправленной причинностью необходимо обеспечивать создание механизмов реинвестирования доходов от ВРП в НИОКР через целевые фонды.

Для субъектов, в которых связь между рассматриваемыми параметрами с помощью теста казуальности не была выявлена, рекомендуется стимулировать кооперацию между вузами и промышленностью, внедрять пилотные проекты по цифровизации традиционных отраслей, а также использовать капитальные вложения (М2) для модернизации инфраструктуры научных парков.

При формировании бюджетов необходимо синхронизировать циклы финансирования НИОКР с ожидаемыми периодами отдачи (например, выделять средства под проекты с горизонтом 2–3 года для промышленных регионов).

Проведенное исследование подтвердило, что инновационные вложения играют значимую роль в социально-экономическом развитии регионов ЦФО, однако их влияние неоднородно и зависит от типа затрат, временного горизонта и локальных особенностей. Текущие затраты на НИОКР остаются ключевым фактором роста, тогда как капитальные вложения требуют адресного подхода. Полученные результаты подчеркивают необходимость дифференцированной региональной политики, учитывающей как экономическую структуру территорий, так и лаги реализации инновационных проектов. Дальнейшее углубление анализа с включением дополнительных переменных и методов позволит сформировать более точные рекомендации для управления инновационным развитием в условиях цифровой трансформации.

Список литературы

1. Социально-экономические показатели национальных целей развития России: тенденции и прогноз / А. А. Шабунова, С. В. Крошилин, А. В. Ярашева, Е. И. Медведева // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2024. Т. 17, № 5. С. 40–54. <https://doi.org/10.15838/esc.2024.5.95.2>
2. Управление экосистемой: механизмы интеграции компаний в соответствии с концепцией «Индустрия 4.0» / В. Я. Захаров, О. В. Трофимов, В. Г. Фролов, А. В. Новиков // Лидерство и менеджмент. 2019. Т. 6, № 4. С. 453–468. <https://doi.org/10.18334/lim.6.4.41197>
3. Березин И. Л., Лукьянова А. А. Институциональные формы управления инновационной деятельностью и их ограничения // Креативная экономика. 2023. Т. 17, № 4. С. 1211–1230. <https://doi.org/10.18334/ce.17.4.117687>
4. Казакова М. В. Творческие кросс-инновационные кластеры как драйверы современного экономического развития // Вопросы инновационной экономики. 2023. Т. 13, № 4. С. 2143–2158. <https://doi.org/10.18334/vinec.13.4.119716>
5. Borrás S., Edler J. The roles of the state in the governance of socio-technical systems' transformation // Research Policy. 2020. N 49 (5). P. 103971.
6. Хмелева Г. А., Беляева Г. И. Концепция человекоцентричности в региональной экономике // Экономика, предпринимательство и право. 2025. Т. 15, № 4. <https://doi.org/10.18334/erp.15.4.122849>
7. Факторы формирования научных кадров высшей квалификации в образовательной системе России / А. О. Кириченко, А. Л. Золкин, А. Е. Михайлова, Е. А. Свердликова // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 11, № 9 (150). С. 164–173. <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2024.09.11.021>. EDN CAWSLZ
8. Хайруллина Л. И., Зиятдинова С. Ф. Непрерывное обучение и автоматизированный диагностический комплекс роста: возможности совместного применения // Управление устойчивым развитием. 2024. № 3 (52). С. 91–99. https://doi.org/10.55421/2499992X_2024_3_91. EDN UKVERU

9. Санько И. А. Опыт внедрения инноваций концепции «Умный город» в Республике Сингапур // *Современные средства связи*. 2022. Т. 1, № 1. С. 328–329. EDN NHJHXS
10. Платонова С. И. Цифровое неравенство как новая форма социального неравенства // *Интеллект. Инновации. Инвестиции*. 2024. № 6. С. 139–149. <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2024-6-139>. EDN AIBXKS
11. Дудин М. Н., Шкодинский С. В., Продченко И. А. Цифровизация экономики и глобальные тренды на рынке труда как факторы экономического суверенитета страны // *Экономика труда*. 2021. Т. 8, № 7. С. 663–682. <https://doi.org/10.18334/et.8.7.112347>
12. *Инновационное развитие науки: фундаментальные и прикладные проблемы: монография* / П. А. Абрамович [и др.]. Петрозаводск: МЦНП «Новая наука», 2023. 441 с.
13. *Национальная инновационная система России и ее регионов: монография* / И. Б. Тесленко, О. Б. Дигилина, А. М. Губернаторов. Владимир: Издательство Владимирского государственного университета, 2023. 172 с.
14. Cevallos R., Merino-Moreno C. Collegial Forms of Implementation of Directionality in National Innovation Strategies // *Foresight and STI Governance*. 2022. N 16 (4). P. 46–58. <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2022.4.46.58>
15. *Инновационное развитие науки и образования: монография* / под общ. ред. Г. Ю. Гуляева. Пенза: Наука и Просвещение, 2021. 320 с.
16. Абзалбек Г. А. Факторная модель инновационного развития регионов Республики Казахстан // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Экономика и менеджмент»*. 2024. Т. 18, № 1. С. 15–22. <https://doi.org/10.14529/em240102>
17. Рагулина Ю. В. Перспективы глобального влияния инноваций на экономическое развитие // *Экономическая безопасность*. 2024. Т. 7, № 9. С. 2219–2238. <https://doi.org/10.18334/ессес.7.9.121710>
18. Дорофеев М. Л. Взаимосвязи между доходным неравенством и экономическим ростом в регионах России: новые результаты на основе теста казуальности Грейнджера // *E-Management*. 2024. Т. 7, № 1. С. 15–27. <https://doi.org/10.26425/2658-3445-2024-7-1-15-27>. EDN TRTHJY
19. Ефимова А. А. Каузальность и ее практическое применение // *Вектор экономики*. 2020. № 5 (47). С. 22. EDN WIALUJ
20. Information, imitation, and directed innovation / D. Acemoglu, A. Makhdoumi, A. Malekian [et al.] // *Journal of Econometrics*. 2025. N 238 (1). P. 105–134. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2025.01.046>
21. Федорова Е. А., Антаненкова И. С. Исследование влияния макроэкономических факторов на капитализацию компаний электроэнергетики // *Финансовая аналитика: проблемы и решения*. 2012. Т. 14, № 107. С. 25–32.
22. Крамин Т. В., Устюжанина Д. А. Влияние подушевого ВРП на качество жизни населения в регионах России // *Экономика региона*. 2024. Т. 20, № 1. С. 176–188. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2024-1-12>

References

1. Shabunova A.A., Kroshilin S.V., Yarasheva A.V., Medvedeva E.I. Social and economic indicators of Russia's national development goals: trends and forecast. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, trendy, prognoz = Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. 2024;17(5):40–54. (In Russ.) <https://doi.org/10.15838/esc.2024.5.95.2>
2. Zakharov V.Ya., Trofimov O.V., Frolov V.G., Novikov A.V. Ecosystem management: mechanisms for integrating companies in accordance with the "Industry 4.0" concept. *Liderstvo i menedzhment = Leadership and Management*. 2019;6(4):453–468. (In Russ.) <https://doi.org/10.18334/lim.6.4.41197>

3. Berezin I.L., Luk'yanova A.A. Institutional forms of management of innovative activity and their limitations. *Kreativnaya ekonomika = Creative Economics*. 2023;17(4):1211–1230. (In Russ.) <https://doi.org/10.18334/ce.17.4.117687>
4. Kazakova M.V. Creative cross-innovation clusters as drivers of modern economic development. *Voprosy innovatsionnoy ekonomiki = Issues of Innovation Economics*. 2023;13(4):2143–2158. (In Russ.) <https://doi.org/10.18334/vinec.13.4.119716>
5. Borrás S., Edler J. The roles of the state in the governance of socio-technical systems' transformation. *Research Policy*. 2020;(49):103971.
6. Khmeleva G.A., Belyaeva G.I. The concept of human centrality in regional economics. *Ekonomika, predprinimatel'stvo i parvo = Economy, Entrepreneurship and Law*. 2025;15(4). (In Russ.) <https://doi.org/10.18334/epp.15.4.122849>
7. Kirichenko A.O., Zolkin A.L., Mikhaylova A.E., Sverdlikova E.A. Factors of formation of scientific personnel of higher qualification in the Russian education system. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya = Economics and Management: Problems, Solutions*. 2024;11(9):164–173. (In Russ.) <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2024.09.11.021>. EDN CAWSLZ
8. Khairullina L.I., Ziyatdinova S.F. Continuous education and automated diagnostic growth complex: opportunities for joint application. *Upravlenie ustoychivym razvitiem = Sustainable Development Management*. 2024;(3):91–99. (In Russ.) https://doi.org/10.55421/2499992X_2024_3_91. EDN UKVERU
9. San'ko I.A. Experience of implementing innovations of the "Smart City" concept in the Republic of Singapore. *Sovremennye sredstva svyazi = Modern Means of Communication*. 2022;1(1):328–329. (In Russ.) EDN NHJHXS
10. Platonova S.I. Digital inequality as a new form of social inequality. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii = Intellect. Innovations. Investments*. 2024;(6):139–149. (In Russ.) <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2024-6-139>. EDN AIBXKS
11. Dudin M.N., Shkodinskiy S.V., Prodchenko I.A. Digitalization of the economy and global trends in the labor market as factors of the country's economic sovereignty. *Ekonomika truda = Labor Economics*. 2021;8(7):663–682. (In Russ.) <https://doi.org/10.18334/et.8.7.112347>
12. Abramovich P.A. (eds.) *Innovative Development of Science: Fundamental and Applied Issues*. Petrozavodsk: MCNP Novaya Nauka; 2023. 441 p. (In Russ.)
13. Teslenko I.B., Digilina O.B., Gubernatorov A.M. *Natsional'naya innovatsionnaya sistema Rossii i ee regionov*. Vladimir: Vladimir: Izdatel'stvo Vladimirskego gosudarstvennogo universiteta; 2023. 172 p. (In Russ.)
14. Cevallos R., Merino-Moreno C. Collegial Forms of Implementation of Directionality in National Innovation Strategies. *Foresight and STI Governance*. 2022;(16):46–58. <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2022.4.46.58>
15. Gulyaev G.Yu. (ed.) *Innovative Development of Science and Education*. Penza: Nauka i Prosveshchenie; 2021. 320 p. (In Russ.)
16. Abzalbek G.A. Factor model of innovative development of regions of the Republic of Kazakhstan. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Ekonomika i menedzhment» = Bulletin of the South Ural State University. Series «Economics and Management»*. 2024;18(1):15–22. <https://doi.org/10.14529/em240102>
17. Ragulina Yu.V. Prospects for the global impact of innovations on economic development. *Ekonomicheskaya bezopasnost' = Economic Security*. 2024;7(9):2219–2238. (In Russ.) <https://doi.org/10.18334/ecsec.7.9.121710>
18. Dorofeev M.L. Interrelationships between income inequality and economic growth in Russian regions: new results based on the Granger causality test. *E-Management*. 2024;7(1):15–27. (In Russ.) <https://doi.org/10.26425/2658-3445-2024-7-1-15-27>. EDN TRTHJY
19. Efimova A.A. Causality and its practical application. *Vektor ekonomiki = Vector of Economics*. 2020;(5):22. (In Russ.) EDN WIALUJ

20. Acemoglu D., Makhdoumi A., Malekian A., et al. Information, imitation, and directed innovation. *Journal of Econometrics*. 2025;(238):105–134. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2025.01.046>

21. Fedorova E.A., Antanenkova I.S. Study of the impact of macroeconomic factors on the capitalization of electric power companies. *Finansovaya analitika: problemy i resheniya = Financial Analytics: Problems and Solutions*. 2012;14(107):25–32. (In Russ.)

22. Kramin T.V., Ustyuzhanina D.A. The influence of per capita GRP on the quality of life of the population in Russian regions. *Ekonomika regiona = Economy of Region*. 2024;20(1):176–188. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2024-1-12>

Информация об авторах / Information about the Authors

Грачев Сергей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, г. Владимир, Российская Федерация, e-mail: grachev-sa@yandex.ru, Researcher ID: N-6875-2016, ORCID 0000-0002-6056-5527

Sergey A. Grachev, Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletov, Vladimir, Russian Federation, e-mail: grachev-sa@yandex.ru, Researcher ID: N-6875-2016, ORCID 0000-0002-6056-5527

Быкова Маргарита Леонидовна, кандидат экономических наук, доцент, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, г. Владимир, Российская Федерация, e-mail: margarita93@bk.ru, Researcher ID: AAB-8882-2022, ORCID: 0000-0002-0296-4781

Margarita L. Bykova, Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletov, Vladimir, Russian Federation, e-mail: margarita93@bk.ru, Researcher ID: AAB-8882-2022, ORCID: 0000-0002-0296-4781