

Валовой региональный продукт: анализ детерминант для России с использованием моделей машинного обучения¹

Аннотация. Пространственное неравенство субъектов Российской Федерации остается одной из ключевых проблем национальной экономики, что обуславливает постоянный научный интерес к детерминантам валового регионального продукта (ВРП). Несмотря на обширный массив исследований, традиционные эконометрические методы оказываются неспособны полноценно выявить сложные нелинейные взаимосвязи, временные лаги и синергетические эффекты между факторами роста. Цель данного исследования – выявление и комплексный анализ ключевых детерминант ВРП на душу населения в российских регионах с применением передовых методов машинного обучения для преодоления ограничений классических подходов. Эмпирическая база включает панельные данные по 85 субъектам РФ за 2013–2023 гг. Для прогнозирования ВРП были отобраны 10 исходных показателей, сгруппированных в тематические блоки: трудовые ресурсы, инвестиции и производственный потенциал. Критически важным этапом стало создание производных признаков (лаги и скользящие средние), а также дамми-переменных по регионам и годам. Для построения прогнозной модели был применен ансамбль алгоритмов машинного обучения, из которых наивысшее качество ($R^2 = 0,7345$) показал алгоритм Light Gradient Boosting Machine. Интерпретация результатов осуществлялась методами SHAP-анализа и расчета эластичностей. Результаты выявили абсолютное доминирование показателей доходов населения, особенно их лагированных значений и скользящих средних, что подтверждает гипотезу о кумулятивном и инерционном характере роста. Вторым по значимости фактором стали прямые иностранные инвестиции, также проявляющие эффект с временным лагом. Анализ подтвердил все три гипотезы: преобладающее влияние лагов, важность синергии (наиболее сильная – между доходами и зарплатой) и повышенная объяснительная способность модели с производными признаками. Полученные результаты имеют практическую ценность для органов регионального управления, формируя четкую повестку: приоритет политики устойчивого роста доходов населения и стратегическое управление инвестициями с учетом их запаздывающего эффекта. Ограничением исследования является зависимость от качества официальной статистики; перспективным направлением будущих работ является включение в модель качественных институциональных и социокультурных показателей.

Ключевые слова: валовой региональный продукт, машинное обучение, градиентный бустинг, SHAP-анализ, региональная экономика, доходы населения, прямые иностранные инвестиции, временные лаги

Для цитирования: Бадыкова, И. Р. (2026). Валовой региональный продукт: анализ детерминант для России с использованием моделей машинного обучения. *Экономика региона*, 22(1), 97–108. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2026-1-8>

¹ © Бадыкова И. Р. Текст. 2026.

Determinants of Gross Regional Product in Russia: A Machine Learning Approach

Abstract. Spatial inequality among Russian regions remains a key issue of the national economy, driving sustained academic interest in the determinants of gross regional product (GRP). Despite extensive research, traditional econometric methods often fail to fully capture the complex non-linear relationships, time lags, and synergistic effects between growth factors. The aim of this study is to identify and comprehensively analyse the key determinants of per capita GRP in Russian regions by applying advanced machine learning (ML) methods to overcome the limitations of classical approaches. The empirical base comprises panel data for 85 Russian regions from 2013 to 2023. To predict GRP, 10 initial indicators were selected and grouped into thematic blocks: labour resources, investment, and production potential. A critical step was the creation of derivative features (lags and moving averages) and dummy-variables for regions and years. An ensemble of ML algorithms was used to build the predictive model, with the Light Gradient Boosting Machine algorithm showing the highest performance ($R^2 = 0.7345$). The results were interpreted using SHAP analysis and elasticity calculations. The results revealed the absolute dominance of population income indicators, particularly their lagged values and moving averages, confirming the hypothesis of cumulative and inertial growth. The second most significant factor was foreign direct investment, which also exhibited a time-lagged effect. The analysis confirmed all three hypotheses: the predominant influence of lags, the importance of synergy (strongest between income and wages), and the enhanced explanatory power of the model with derivative features. The findings may assist regional authorities in prioritizing sustainable income growth and strategic investment policies, accounting for lagged effects. A limitation of the study is its dependence on the quality of official statistics; future research could incorporate qualitative institutional and socio-cultural indicators.

Keywords: gross regional product, machine learning, gradient boosting, SHAP analysis, regional economics, population income, foreign direct investment, time lags

For citation: Badykova, I. R. (2026). Determinants of Gross Regional Product in Russia: a Machine Learning Approach. *Ekonomika regiona / Economy of regions*, 22(1), 97–108. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2026-1-8>

Введение

Актуальность исследования детерминант валового регионального продукта (ВРП) обусловлена сохраняющейся и углубляющейся пространственной дифференциацией субъектов Российской Федерации. Несмотря на обширный массив научных работ, посвященных анализу факторов экономического роста, сохраняется потребность в разработке комплексных подходов, способных учесть многогранность и нелинейность взаимосвязей, определяющих развитие регионов. Как показал обзор литературы, современная наука выделяет широкий спектр ключевых детерминант — от экономических и инвестиционных до демографических и институциональных. Однако традиционные эконометрические методы, доминирующие в большинстве исследований, зачастую оказываются не в состоянии полноценно выявить сложные нелинейные зависимости, временные лаги и синергетические эффекты между факторами. Таким образом, возникает очевидный научный пробел, связанный с необходимостью применения более совершенного методологического аппарата, который позволил бы не только ранжировать факторы по степени их влияния, но и раскрыть комплексный характер их взаимодействия в рамках единой системы.

Цель данного исследования — выявление и комплексный анализ ключевых детерминант ВРП на душу населения в российских регионах с применением передовых методов машинного обучения для преодоления ограничений классических подходов. В соответствии с поставленной целью были сформулированы следующие гипотезы.

1. Наиболее значимое влияние на уровень ВРП оказывают не текущие, а лагированные значения экономических показателей, отражающие кумулятивный эффект от их воздействия.

2. Взаимодействие между факторами (синергия) играет не менее важную роль, чем их индивидуальное влияние.

3. Использование производных признаков (лаги, скользящие средние) существенно повышает объяснительную способность модели по сравнению с использованием только исходных показателей, что позволяет уловить динамические тренды и запаздывающие эффекты.

Для достижения поставленной цели в исследовании применяется ансамбль алгоритмов машинного обучения с последующей интерпретацией результатов методами SHAP-анализа для оценки вклада каждого признака и расчета коэффициентов эластичности. Эмпирическая база исследования включает данные по российским регионам за 2013–2023 гг., что позволяет обеспечить

репрезентативность выводов и сформулировать практические рекомендации для органов регионального управления, направленные на стимулирование устойчивого экономического роста.

Обзор литературы

Обзор литературы выявил, что научное сообщество выделяет несколько ключевых групп детерминант ВРП, анализ которых требует системного подхода.

Первостепенное внимание исследователи уделяют экономическим факторам. В качестве отправной точки рассматривается исходный уровень дохода региона, который определяет траектории его роста (Dahana et al., 2024). Этот тезис подтверждается различиями в динамике регионов с неодинаковым начальным ВВП на душу населения. Особый интерес в данном контексте представляет теория конвергенции, предполагающая постепенное выравнивание экономических позиций территорий (Дубовик и др., 2022).

Помимо базовых экономических показателей, существенное значение имеют инвестиционные потоки (Алленых и др., 2023). Многочисленные работы демонстрируют положительное влияние прямых иностранных инвестиций (ПИИ) на региональный рост через трансфер технологий, создание рабочих мест и увеличение производственного потенциала (Dahana et al., 2024; Nguyen et al., 2021; Setyowati, 2023; Masud, 2022). Однако эмпирические данные не всегда однозначны: в ряде случаев связь между ПИИ и ВРП не подтверждается (Darma, 2019; Feriyanto et al., 2019). Альтернативным направлением являются внутренние инвестиции, статистически значимая роль которых доказана в работах (Dahana et al., 2024; Feriyanto et al., 2019; Istiqomah et al., 2019). Таким образом, повышение инвестиционной привлекательности регионов остается стратегической задачей для органов власти (Masud, 2022).

Особый сегмент инвестиционной политики связан с государственными вложениями. Стратегические инфраструктурные проекты и формирование капитала через государственные каналы, как показано в исследованиях (Darma, 2019; Bunga/Sunarti et al., 2024; Mose, 2021), закладывают основу для устойчивого развития регионов.

Важным элементом экономической системы является банковский сектор. Доступность кредитов и эффективность финансовых институтов оказывают мультипликативный эффект на экономику как на макроуровне (Murrar et al., 2024; Shafrullah et al., 2024), так и в региональном разрезе (Batischeva et al., 2018; Bakeev et al., 2020). Расширение возможностей для бизнеса и предпринимательства через финансовую инклюзию напрямую стимулирует производственный потенциал территорий.

Структурные особенности экономики также выступают значимым фактором. Регионы с доминированием высокотехнологичных секторов, как правило, демонстрируют более высокие показатели ВРП (Pires et al., 2015; Дубовик и др., 2022). Инновационный ракурс этой проблемы раскрыт в работе А.В. Кудрова (2023), где экономическая сложность (например, в электронике и машиностроении) прямо коррелирует с ростом ВРП после достижения порогового уровня развития. Дополняя данный вывод, Hui (2024) подчеркивает важность модернизации традиционных отраслей для регионального прогресса.

Важную роль в формировании инновационного климата играет коллаборация между государством, бизнесом и наукой, известная как модель «тройной спирали» (Бондаренко и др., 2018). Кроме того, для российской действительности особую актуальность приобретает целевое управление инновационным развитием, направленное на снижение усиливающейся поляризации регионов (Чередниченко и др., 2020).

Важным макроэкономическим вызовом остается инфляция. Несмотря на дискуссии о ее неоднозначном влиянии (Ruzima, 2016), большинство исследователей отмечают ее негативное воздействие на экономический рост как на национальном (Shafrullah et al., 2024), так и на региональном уровнях (Darma, 2019). Высокая инфляция подрывает покупательную способность, усиливает неопределенность и сдерживает долгосрочные инвестиции. К аналогичным последствиям могут приводить кризисные явления, чье воздействие варьируется в зависимости от региональных условий (Webber et al., 2018).

Следующий пласт детерминант связан с демографией. Качество человеческого капитала, включая уровень образования и профессиональные навыки, напрямую влияет на производительность и инновационный потенциал регионов (Xu, 2023; Жиряева, Дмитриев, 2022; Vladyka et al., 2020; Акбердина и др., 2022). Ключевым демографическим индикатором выступает доля населения среднего возраста — наиболее продуктивного сегмента, обеспечивающего стабильность трудовых ресурсов (Thanh et al., 2024; Srebnijs et al., 2019; Maestas et al., 2023; Жуков и др., 2018). Парадоксально, но рост общей численности населения может иметь негативную корреляцию с ВРП на душу населения, как показано на примере Португалии (Pires et al., 2015; Bado et al., 2023), что подчеркивает важность сбалансированного управления ресурсами. Дифференциация воздействия демографических тенденций в странах с разным уровнем развития, выявленная Caussials et al. (2024), актуализирует необходимость контекстноориентированной политики.

Следующим ключевым аспектом выступают инфраструктура и технологии. Надежное энергоснабжение, как демонстрируют исследования в Кении и Португалии (Mose, 2021; Pires et al., 2015), является базисом для промышленного роста и современной экономической деятельности. Инновационная активность, в свою очередь, определяет конкурентные преимущества регионов: высокотехнологичные сектора стимулируют рост, тогда как низкотехнологичные его замедляют (Pyo & Choi, 2025). Интеграция образования в региональные инновационные системы, как доказано для России (Rodionov & Velichenkova, 2020), служит катализатором технологического прогресса.

Пространственные характеристики также играют роль. Урбанизация, особенно концентрация экономической активности в столичных регионах, создает синергетический эффект для роста (Gross & Ouyang, 2020).

Завершающим блоком рассматриваются институциональные детерминанты. Качество управления, по данным кенийских исследований (Mose, 2021), снижает транзакционные издержки и повышает эффективность распределения ресурсов.

Таким образом, синтез российских и зарубежных исследований подчеркивает многообразие факторов, воздействующих на ВРП. Комплексный анализ этих детерминант в рамках единого исследования позволит не только выявить их относительную значимость, но и сформулировать контекстозависимые рекомендации для региональной политики.

Данные и методы исследования

Эмпирическая база исследования охватывает данные по 85 российским регионам за 2013–2023 гг., где зависимой переменной выступает ВРП на душу населения (руб.), выступающий ключевым измерителем уровня экономического развития территории. Донецкая и Луганская народные республики, а также Запорожская и Херсонская области в рамках данного исследования были полностью исключены из эмпирической базы ввиду отсутствия необходимой статистической информации за все рассматриваемые в исследовании годы.

Для прогнозирования динамики ВРП был отобран широкий спектр объясняющих переменных, которые были сгруппированы в несколько тематических блоков. В блок трудовых ресурсов и доходов населения вошли: среднегодовая численность занятых в экономике (тыс. чел.), среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций (руб.) и среднемесячные денежные доходы на душу населения (руб.). Инвестиционный климат и внешнеэконо-

мическая активность были измерены с помощью индекса потребительских цен (%), поступлений от иностранных государств и международных организаций (млн руб.), инвестиций в основной капитал (млн руб.) и прямых иностранных инвестиций на душу населения (руб.). Наконец, производственно-промышленный потенциал регионов был измерен через объем добычи полезных ископаемых (млн руб.), стоимость основных фондов на конец года (млрд руб.) и оборот розничной торговли (млн руб.).

Все показатели, отображающие абсолютные показатели для региона в целом, далее преобразованы в приведенный вид: при моделировании использованы данные на душу населения.

Критически важным этапом подготовки данных стало создание производных признаков, позволяющих уловить временные лаги и динамические тренды в воздействии факторов на экономический рост. Для каждой из исходных переменных были рассчитаны значения с лагами в один и два года, а также скользящие средние за три периода. Этот подход позволил трансформировать исходный набор из 10 переменных в расширенную матрицу из 40 признаков, что значительно повысило объяснительную способность модели. Кроме того, для исследования влияния пространственных и временных факторов в модель включены дамми-переменные по регионам и по годам. Использование такого внушительного объема независимых переменных представляется возможным благодаря моделям машинного обучения.

Широкий охват переменных позволяет учесть максимум возможных детерминант ВРП, минимизируя риск пропуска значимых факторов.

Следует отметить, что методы машинного обучения, демонстрируя высокую прогнозную силу, не решают проблему эндогенности, возникающую при пропуске значимых переменных или наличии обратной причинно-следственной связи. Выявленные модели зависимости являются статистическими ассоциациями, чья каузальная интерпретация требует дополнительной проверки и обоснования с привлечением экономической теории и иных методов.

Для минимизации риска избыточной сложности моделей применены два механизма: разделение выборки на обучающую (655 наблюдений) и тестовую (280 наблюдений); кросс-валидация (10 наборов данных), гарантирующая репрезентативность оценки качества моделей.

Итак, обратимся к построенным ансамблевым моделям машинного обучения. Таблица 1 демонстрирует названия моделей и их коэффициенты детерминации (R^2). Сортировка произведена по принципу убывания скорректированного коэффициента детерминации.

Таблица 1
 Построенные модели и метрики их качества
 Table 1
 Models and their performance metrics

Model	R^2
Light Gradient Boosting Machine	0,7345
Extra Trees Regressor	0,6782
Extreme Gradient Boosting	0,6453
Gradient Boosting Regressor	0,6345
Random Forest Regressor	0,6177
AdaBoost Regressor	0,3589

Источник: расчеты произведены автором с использованием языка программирования Python.

В рамках данного исследования рассмотрены:

1) два алгоритма усреднения, основанных на рандомизированных деревьях решений: алгоритм Random Forest Regressor и метод Extra Trees Regressor. Оценивание простых моделей внутри ансамблевых в рамках данных моделей осуществляется параллельно;

2) четыре алгоритма бустинга, в основе которого лежит идея последовательного построения моделей, когда каждая последующая из них нацелена на уменьшение ошибок предыдущих: Extreme Gradient Boosting, Gradient Boosting Regressor, AdaBoost Regressor и Light Gradient Boosting Machine.

Лучшие результаты показала модель Light Gradient Boosting Machine, коэффициент детерминации которой в рамках использования механизма кросс-валидации составил 0,73. Таким образом, в рамках дальнейшего исследования был применен алгоритм градиентного бустинга, который обладает доказанной эффективностью в работе с гетерогенными данными, содержа-

щими категориальные признаки и пропущенные значения, и способен выявлять сложные нелинейные взаимосвязи. Для интерпретации результатов модели и оценки вклада каждого признака в итоговый прогноз, а также выявления взаимодействия между признаками, использовался метод SHAP (SHapley Additive exPlanations), основанный на кооперативной теории игр и обеспечивающий строгую математическую интерпретацию предсказаний любого алгоритма машинного обучения. Для углубленного анализа экономического содержания выявленных зависимостей были дополнительно рассчитаны коэффициенты эластичности, отражающие процентное изменение целевой переменной при изменении фактора на один процент. Валидация модели проводилась с учетом временной структуры данных, а ее качество подтвердилось достаточно высоким значением метрики R^2 . Таким образом, комбинация современных методов машинного обучения с принципами эконометрического анализа позволила обеспечить как высокую прогнозную точность, так и содержательную интерпретацию полученных результатов.

Результаты

Применение ансамблевых методов машинного обучения, в частности алгоритма Light Gradient Boosting Machine, продемонстрировало высокую прогнозную силу ($R^2 = 0,73$) при анализе детерминант ВРП на душу населения. Результаты SHAP-анализа (рис. 1) выявили четкую иерархию значимости факторов, что позволяет не только ранжировать их по силе влияния, но и дает глубокое содержательное понимание механизмов регионального экономического роста.

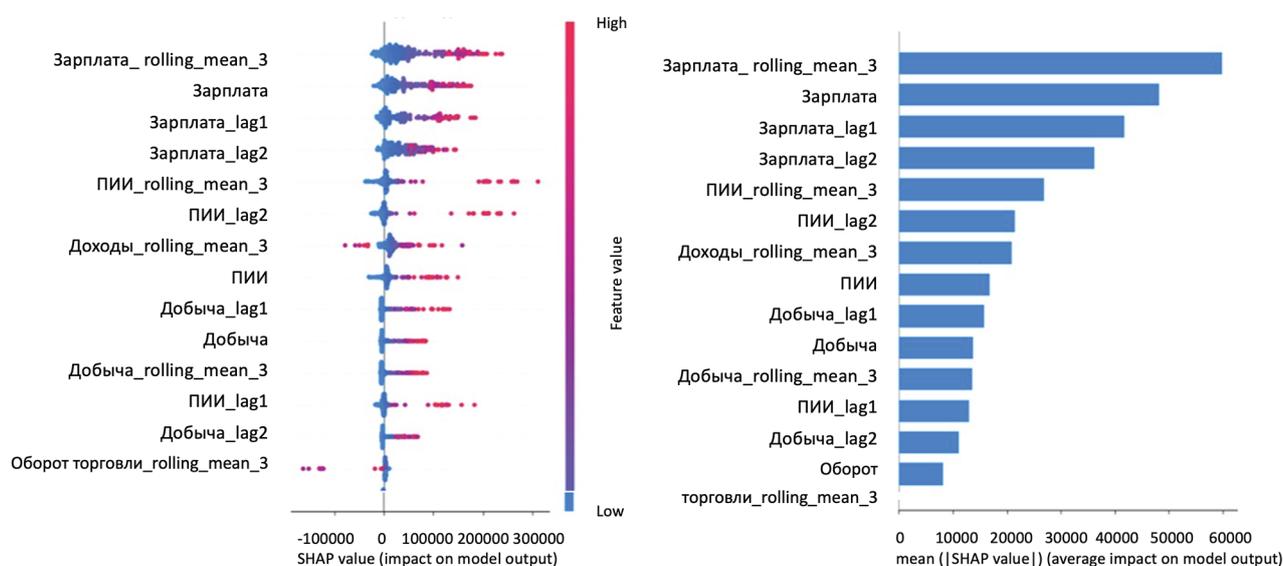


Рис. 1. SHAP-значения для модели Light Gradient Boosting Machine

(источник: графики построены автором с использованием языка программирования Python)

Fig. 1. SHAP values for the Light Gradient Boosting Machine model

(Source: author's calculations in Python)

Ключевым выводом является абсолютное доминирование показателей, связанных с доходами населения. Как исходный показатель «Зарплата», так и, что особенно важно, его производная — «скользящее среднее за три года» (Зарплата_rolling_mean_3) заняли первые позиции в рейтинге важности по SHAP. Это указывает на то, что не разовое значение заработной платы, а устойчивый и долгосрочный рост доходов населения является мощнейшим драйвером экономического развития через стимулирование потребительского спроса и увеличение налоговой базы. Данный результат перекликается с теорией человеческого капитала, представленной в литературном обзоре (Vladyka et al., 2020; Акбердина и др., 2022), и подчеркивает, что инвестиции в благосостояние граждан являются не социальной нагрузкой, а фундаментальным инвестиционным ресурсом.

В качестве второго критически важного блока факторов подтвердилась инвестиционная активность. Прямые иностранные инвестиции (ПИИ), особенно их лагированные значения и скользящие средние, показали высокую значимость. Это полностью согласуется с выводами многочисленных исследований (Dahana et al., 2024; Nguyen et al., 2021), которые отмечают кумулятивный и запаздывающий эффект от иностранных капиталовложений, связанный со временем, необходимым для внедрения технологий, создания новых производств и их выхода на полную мощность. Высокие коэффициенты эластичности для ПИИ (рис. 2) (порядка 0,02–0,04) свидетельствуют о том, что увеличение объема иностранных ин-

вестиций на 1 % ведет к росту ВРП на душу населения на 0,02–0,04 %, подтверждая их роль как значимого фактора роста. Однако наибольшее значение эластичности продемонстрировала скользящая средняя заработной платы (0,124), что подчеркивает ее исключительную роль: увеличение данного показателя на 1 % приводит к росту ВРП на душу населения более чем на 0,12 %. Это делает политику стимулирования доходов населения наиболее эффективным инструментом регионального развития с точки зрения отдачи. Эластичность таких факторов, как добыча полезных ископаемых и стоимость основных фондов оказалась ожидаемо положительной, но существенно более низкой (0,02–0,03), что указывает на их важную, но вспомогательную роль в формировании экономического роста.

Результаты убедительно подтверждают все три выдвинутые гипотезы исследования. Во-первых, гипотеза о преобладающем влиянии лагированных значений над текущими получила яркое выражение: в топ-10 самых важных признаков вошли семь производных переменных (лаги и скользящие средние для зарплаты, ПИИ и добычи полезных ископаемых). Это доказывает, что экономический рост является инерционным процессом, определяемым накопленным эффектом от действий, предпринятых в предыдущие периоды.

Важно отметить, что включенные в модель дамми-переменные, фиксирующие временные периоды и региональную принадлежность, не оказали существенного влияния на прогноз и не вошли в число значимых предикторов.

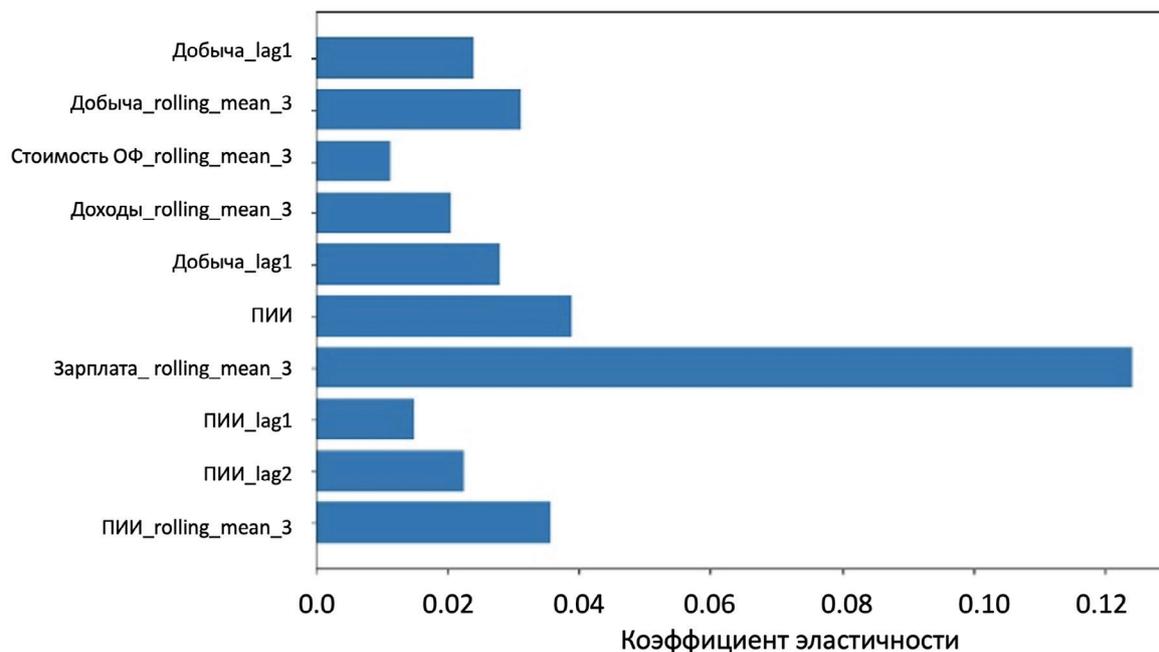


Рис. 2. Коэффициенты эластичности топ-10 признаков

(источник: графики построены автором с использованием языка программирования Python)

Fig. 2. Elasticity coefficients of the top 10 features (Source: author's calculations in Python)

Этот результат имеет важное методологическое и содержательное значение. С одной стороны, он свидетельствует о том, что введенные в модель производные признаки (лаги и скользящие средние) успешно захватили основную часть временной вариации данных, а включенные экономические показатели адекватно объясняют межрегиональные различия. С другой стороны, это указывает на универсальность выявленных взаимосвязей: основные детерминанты роста (доходы населения, инвестиции) демонстрируют устойчивое и предсказуемое влияние на ВРП для всех регионов и временных периодов, что усиливает надежность полученных выводов и их применимость для выработки общерегиональной политики.

Во-вторых, анализ взаимодействий между признаками (рис. 3) выявил наличие сильных синергетических эффектов, что подтверждает вторую гипотезу. Наиболее мощное взаимодействие наблюдается между скользящими средними заработной платы и доходов населения (*interaction strength* ~ 3730). Помимо того,

что доходы населения формируются в большей части за счет заработной платы, это может указывать на взаимное усиление их воздействия: рост доходов стимулирует спрос и инвестиции, что, в свою очередь, ведет к дальнейшему росту заработной платы, создавая положительную обратную связь и формируя кумулятивный причинно-следственный контур. Значимая синергия также обнаружена между показателями ПИИ и заработной платы (*interaction strength* ~ 2879). Это позволяет предположить, что иностранные инвестиции создают высокопроизводительные рабочие места с высоким уровнем оплаты труда, которые, в свою очередь, повышают внутренний спрос, усиливая общий экономический эффект от самих инвестиций.

В-третьих, гипотеза о принципиальной важности производных признаков подтвердилась. Расширенная матрица, включающая лаги и скользящие средние, позволила модели уловить динамические тренды и повысить ее объяснительную способность более чем на 20 % по сравнению с использованием только исход-

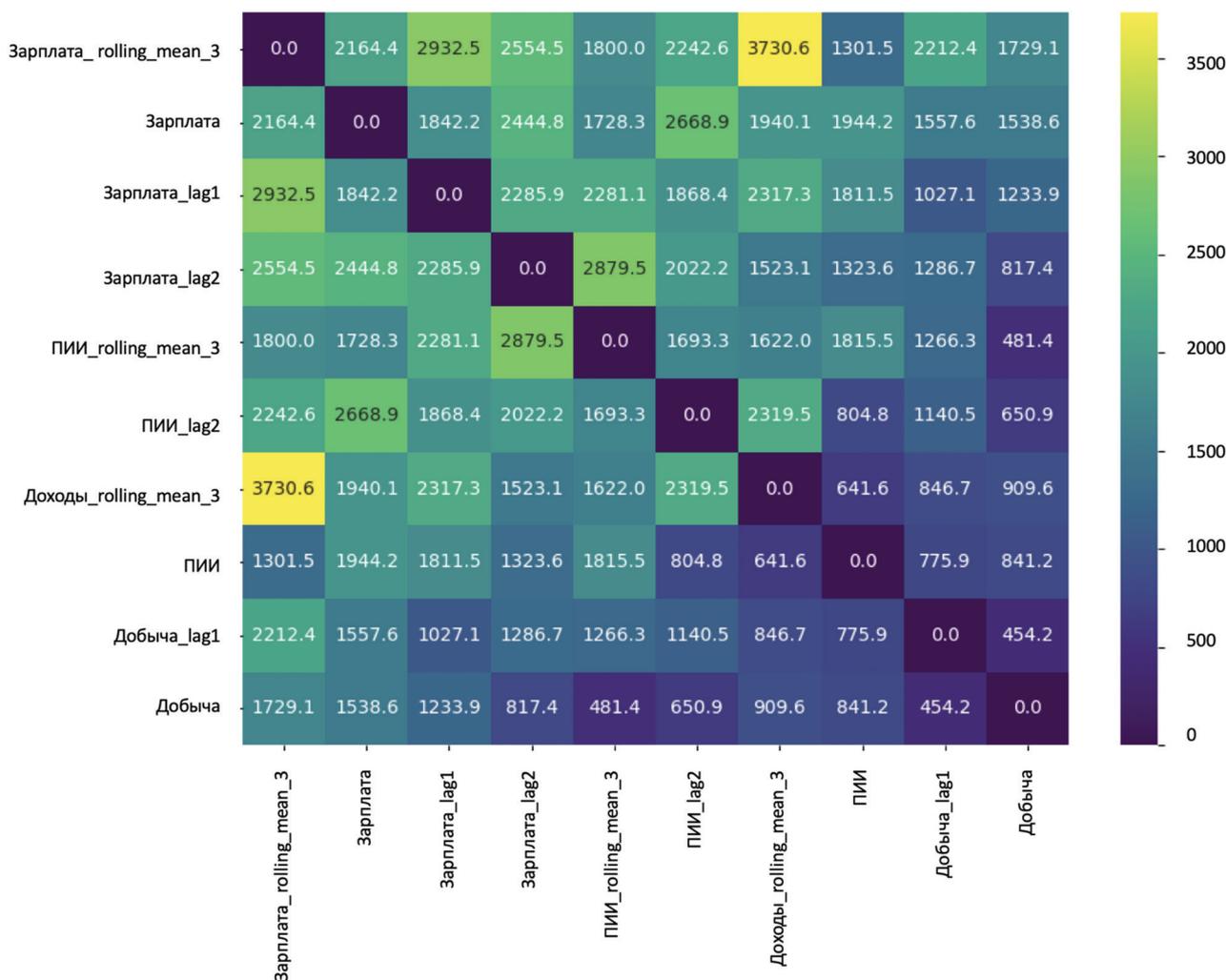


Рис. 3. Матрица взаимодействия признаков (SHAP-interactions)

(источник: графики построены автором с использованием языка программирования Python)

Fig. 3. Feature interaction matrix (SHAP interactions) (Source: author's calculations in Python)

ных показателей, что доказывает методологическую состоятельность подхода.

Что касается других групп факторов, то показатели добычи полезных ископаемых и стоимости основных фондов подтвердили свою ожидаемую значимость, особенно в лагированном виде. Это отражает ресурсную и инвестиционную составляющие российской региональной экономики.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать ряд основополагающих выводов, имеющих как теоретическую, так и практическую ценность для управления региональным развитием. Комплексное применение методов машинного обучения и последующая экономическая интерпретация результатов позволили преодолеть ограничения традиционных эконометрических подходов и выявить сложные, нелинейные и динамические взаимосвязи, определяющие экономический рост в регионах России.

Теоретическая значимость работы заключается в эмпирическом доказательстве того, что модель регионального роста в России носит ярко выраженный кумулятивный и инерционный характер, что согласуется с моделями экономического роста с распределенными лагами (ADL) и теориями, подчеркивающими роль накопленного эффекта (path-dependence). Экономическое развитие сегодня в значительной степени определяется решениями, принятыми два-три года назад. Тот факт, что включение фиктивных переменных времени и регионов не улучшило предсказательную силу модели, является важным индикатором. Это позволяет сделать вывод о том, что выявленные экономические закономерности носят фундаментальный, а не конъюнктурный или сугубо локальный характер. Детерминанты роста, выявленные моделью, оказываются более мощными, чем индивидуальные временные

или специфические локальные эффекты, что говорит об универсальности предложенной модели для анализа регионального развития.

С практической точки зрения, полученные результаты формируют четкую повестку для органов государственной и региональной власти.

1. Приоритет доходов населения. Основной рекомендацией является смещение акцента в региональной политике в сторону мер, обеспечивающих устойчивый рост реальных доходов и заработной платы. Универсальность выявленной зависимости (ее независимость от специфики конкретного года или региона) позволяет говорить о необходимости сделать этот приоритет стержневым для всех субъектов Федерации.

2. Стратегическое управление инвестициями. Политика привлечения инвестиций должна быть нацелена на долгосрочную перспективу с учетом их запаздывающего эффекта. То, что временные дамми-переменные не показали значимости, еще раз подчеркивает: ключевое значение имеют не общестрановые колебания деловой конъюнктуры в конкретный год, а накопленный объем инвестиций и их качество.

3. Универсальность подходов. Отсутствие сильного влияния региональных дамми-переменных позволяет сформулировать общие, базовые принципы политики стимулирования роста, которые будут релевантны для подавляющего большинства регионов России, несмотря на их индивидуальные особенности. Это значительно упрощает задачу выработки тиражируемых мер и рекомендаций на федеральном уровне.

Все три гипотезы, сформулированные в исследовании, нашли свое полное подтверждение. Это доказывает адекватность выбранного методологического аппарата и его высокую эффективность для анализа сложных экономических систем.

Список источников

- Акбердина, В. В., Грошева, П. Ю., Смирнова, О. П., Пономарева, А. О. (2022). Влияние уровня развития человеческого капитала на эффективность экономики регионов: использование метода пространственной корреляции. *Региональная экономика: теория и практика*, 20(7(502)), 1208–1234. <https://doi.org/10.24891/re.20.7.1208>
- Алленых, М. А., Дахновская, Е. А., Осемян, В. Р. (2023). Инвестиции в регионы как фактор экономического роста России. *Review of Business and Economics Studies*, 11(3), 18–26. <https://doi.org/10.26794/2308-944X-2023-11-3-18-26>
- Бондаренко, Н. Е., Дубовик, М. В., Губарев, Р. В. (2018). «Тройная спираль» как основа создания инновационных систем. *Вестник РЭА им. Г.В. Плеханова*, (2(98)), 3–15. <http://dx.doi.org/10.21686/2413-2829-2018-2-3-15>
- Дубовик, М. В., Дмитриев, С. Г., Обидовская, Н. Н. (2022). Регрессионная модель валового регионального продукта Брянского региона и выпуска отраслей региональной экономики. *Kant*, (1(42)), 27–33. <https://doi.org/10.24923/2222-243x.2022-42.4>
- Жиряева, Е. В., Дмитриев, П. А. (2022). Влияние различных форм образования на состояние человеческого капитала как фактора производства в регионах России. *Управленческое консультирование*, (7(163)), 137–149. <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2022-7-137-149>
- Жуков, Р. А., Поляков, В. А., Васина, М. В. (2018). Влияние инноваций, труда и капитала на объем валового регионального продукта как индикатора устойчивого развития: регионы Центрального федерального

округа и Тульская область. *Научные исследования и разработки. Экономика*, 6(5), 4–9. https://doi.org/10.12737/article_5bcf0ee258e203.74618577

Кудров, А. В. (2023). Влияние экономической сложности и отраслевой специализации на валовый региональный продукт регионов РФ. *Бизнес-информатика*, 17(4), 25–40. <https://doi.org/10.17323/2587-814X.2023.4.25.40>

Чередниченко, Л. Г., Губарев, Р. В., Дзюба, Е. И., Файзуллин, Ф. С. (2020). Целевое управление инновационным развитием регионов России. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика*, 36(2), 319–350. <https://doi.org/10.21638/spbu05.2020.207>

Bado, V., Irwandi, & Karmila, Y. (2023). The effect of education, poverty, and population growth on economic growth in South Sulawesi in 2010–2022. *Formosa Journal of Multidisciplinary Research*, 2(5), 1047–1062. <https://doi.org/10.55927/fjmr.v2i5.4311>

Bakeev, B. V., Valiullin, R. F., & Gareev, B. R. (2020). The impact of banking infrastructure on gross regional product. *Advances in Economics, Business and Management Research*, 128, 3184–3189. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.200312.459>

Batischeva, G. A., Denisov, M. Yu., Rybchinskaya, I. V., & Stryukov, M. B. (2018). Regional development and banking activities. *European Research Studies Journal*, 21(1), 455–465. https://www.ersj.eu/dmdocuments/43.STRYUKOV_XXI_S1_18.pdf (дата обращения: 15.12.2024).

Bunga/Sunarti, A. I. K., Rismawati, & Patra, I. K. (2024). The effect of government expenditure on gross regional domestic product. In *Proceedings of the International Student Conference on Business, Education, Economics, Accounting, and Management (ISC-BEAM)* (Vol. 2, No. 1, pp. 1608–1619). <https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/isc-beam/article/view/46635> (дата обращения: 01.02.2025).

Cayssials, G., González, F. A. I., & London, S. (2024). Population and economic growth: A panel causality analysis. *Population and Economics*, 8(3), 220–240. <https://populationandeconomics.pensoft.net/article/109133/list/9/> (дата обращения: 17.01.2025).

Dahana, S. Y., Susilastuti, D., Subiyantoro, H., & Wibawa, H. W. (2024). Determinants of gross regional domestic product and its impact on community welfare in Java Island. *International Journal of Science Academic Research*, 5(1), 6932–6937. <https://www.scienceijsar.com/sites/default/files/article-pdf/IJSAR-1997.pdf> (дата обращения: 19.01.2025).

Darma, C. D. (2019). Determinants of the gross regional domestic product of East Kalimantan Province: Macroeconomic variable review. *Review of Integrative Business and Economics Research*, 9(1), 232–241.

Dubovik, M., Dmitriev, S., & Aitkazina, M. (2025). The impact of gross regional product per capita on the processes of convergence between different regions of the country. *Qubahan Academic Journal*, 4(4), 443–445. <https://doi.org/10.48161/qaj.v4n4a931>

Feriyanto, N., Muafi, & El Aiyubbi, D. (2019). Regional spillover effect to gross regional development product (GRDP) in the Special Region of Yogyakarta, Indonesia. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 6(3), 1318–1334. [https://doi.org/10.9770/jesi.2019.6.3\(19\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2019.6.3(19))

Gross, J., & Ouyang, Y. (2020). Types of urbanization and economic growth. *International Journal of Urban Sciences*, 25(3), 1–15. <https://doi.org/10.1080/12265934.2020.1759447>

Hui, Z. (2024). Study on coupling relationship between population structure and regional economy in Ordos, China. *Economy and Society*, 1(116), 669–673.

Istiqomah, I., Wibowo, A. A., Yuniarti, E., & Gunawan, D. S. (2019). Determinants of gross regional domestic product in Eastern Indonesia region. *Trikonomika*, 18(1), 18–24. <https://doi.org/10.23969/trikononika.v18i1.1233>

Maestas, N., Mullen, K. J., & Powell, D. (2023). The effect of population aging on economic growth, the labor force, and productivity. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 15(2), 306–332. <https://doi.org/10.1257/mac.20190196>

Masud, R. (2022). The economic impact of investment, expenditure and wages on GRDP — a case study of 47 prefectures of Japan in 2005. *Technology Audit and Production Reserves*, 6(4(68)), 43–48. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.271840>

Mose, N. (2021). Determinants of regional economic growth in Kenya. *African Journal of Business Management*, 15(1), 1–12. <https://doi.org/10.5897/AJBM2020.9118>

Murrar, A., Asfour, B., & Paz, V. (2024). Banking sector and economic growth in the digital transformation era: insights from maximum likelihood and Bayesian structural equation modeling. *Asian Journal of Economics and Banking*, 8(3), 335–353. <https://doi.org/10.1108/AJEB-12-2023-0122>

Myrdal, G. (1957). *Economic theory and underdeveloped regions*. Methuen, 169.

Nguyen, D. T., Tran, L. C., Bui, T. N. H., Ngo, T. T. T., & Nguyen, T. L. H. (2021). The relationships between foreign direct investment, export and economic growth. *Accounting*, 7(6), 1371–1378. <https://doi.org/10.5267/j.ac.2021.3.028>

Pires Manso, J. R., Fernandes de Matos, A. J., & Carvalho, C. C. M. (2015). Determinants of regional growth in Portugal: An empirical analysis. *Economics and Sociology*, 8(4), 11–31. <https://doi.org/10.14254/2071-789X.2015/8-4/1>

Pyo, S., & Choi, S. O. (2025). Regional innovation and economic growth: Empirical insights from FGLS, FE-DKSE, and XGBoost-SHAP approach. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 11(2), 100524. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2025.100524>

- Rodionov, D., & Velichenkova, D. (2020). Relation between Russian universities and regional innovation development. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 6(4), 1–26. <https://doi.org/10.3390/joitmc6040118>
- Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5), S71–S102. <https://doi.org/10.1086/261725>
- Ruzima, M. (2016). Impact of inflation on economic growth: A survey of literature review. *International Multidisciplinary Research Journal*, 5(10), 1–9.
- Setyowati, E. (2023). Analysis of Indonesia Economic Growth Based on Investment Value and Human Development Index Using an Econometric Approach. *Jurnal Statistika Universitas Muhammadiyah Semarang [Journal of Statistics, University of Muhammadiyah Semarang]*, 10(2), 42–53. <https://doi.org/10.26714/jsunimus.10.2.2022.43-53>
- Shafrullah, F., Indrawati, L., Ismail, S., Ihsan, F., Pratiwi, P. A., & Karno, K. (2024). Determinant factors of gross domestic product (GDP) in Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) member countries. *F1000Research*, 13, 384. <https://doi.org/10.12688/f1000research.146826.2>
- Solomonov, M. P., Pakhomov, A. A., & Okhlopkov, G. N. (2021). Analysis of the influence of factors on the gross regional product of Russian regions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 666(6), 062109. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/666/6/062109>
- Srebnijs, A., Sićs, M., & Krasnopjorovs, O. (2019). Determinants of economic growth in the EU NUTS2 regions. *Journal of Economics and Management Research*, 8, 6–35. <https://doi.org/10.22364/jemr.8.01>
- Thanh Trong, N., Thi Dong, N., & Thi Ly, P. (2024). Population aging and economic growth: Evidence from ASEAN countries. *Cogent Business & Management*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/23311975.2023.2298055>
- Vladyka, M., Mamatov, A., Stryabkova, E., & Gorbunova, E. (2020). Investment in Human Capital as a Factor of Growth of the Gross Regional Product. *Advances in Economics, Business and Management Research*, 157, 330–336. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.201215.041>
- Webber, D. J., Healy, A., & Bristow, G. (2018). Regional growth paths and resilience: A European analysis. *Economic Geography*, 94(4), 355–375. <https://doi.org/10.1080/00130095.2017.1419057>
- Xu, X. (2023). Analysis of the impact of education level on regional GDP. *Highlights in Business, Economics and Management*, 21, 293–300. <https://doi.org/10.54097/hbem.v21i.14410>
- Zotikov, N. (2023). Gross regional product as indicator of economic development and quality of life of the population. *Oeconomia et Jus*, 3, 25–35. <https://doi.org/10.47026/2499-9636-2023-3-25-35>

References

- Akberdina, V. V., Grosheva, P. Yu., Smirnova, O. P., & Ponomareva, A. O. (2022). An Analysis of the Impact of Human Capital Development on the Regional Economy's Efficiency Through the Spatial Correlation Approach. *Regional'naya Ekonomika: Teoriya i Praktika [Regional Economics: Theory and Practice]*, 20(7(502)). <https://doi.org/10.24891/re.20.7.1208> (In Russ.)
- Allenykh, M. A., Dakhnovskaya, E. A. & Osepyan, V. R. (2023). Investments in the Regions as a Factor of Russia's Economic Growth. *Review of Business and Economics Studies*, 11(3), 18–26. <https://doi.org/10.26794/2308-944X-2023-11-3-18-26>
- Bado, B., Irwandi, & Karmila, Y. (2023). The Effect of Education, Poverty, and Population Growth on Economic Growth in South Sulawesi in 2010–2022. *Formosa Journal of Multidisciplinary Research*, 2(5), 1047–1062. <https://doi.org/10.55927/fjmr.v2i5.4311>
- Bakeev, B. V., Valiullin, R. F., & Gareev, B. R. (2020). The Impact of Banking Infrastructure on Gross Regional Product. *Advances in Economics, Business and Management Research*, 128, 3184–3189.
- Batischeva, G. A., Denisov, M. Yu., Rybchinskaya, I. V., & Stryukov, M. B. (2018). Regional Development and Banking Activities. *European Research Studies Journal*, 21(1), 455–465. https://www.ersj.eu/dmdocuments/43.STRYUKOV_XXI_S1_18.pdf (date of access: 15.12.2024).
- Bondarenko, N. E., Dubovik, M. V., & Gubarev, R. V. (2018). “Triple Helix” as a Basis for Creating Innovation Systems. *Vestnik Rossiiskogo Ekonomicheskogo Universiteta Imeni G.V. Plekhanova [Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics]*, (2(98)), 3–15. (In Russ.)
- Bunga/Sunarti, A. I. K., Rismawati, & Patra, I. K. (2024). The effect of government expenditure on gross regional domestic product. In *Proceedings of the Internaional Student Conference on Business, Education, Economics, Accounting, and Management (ISC-BEAM)* (Vol. 2, No. 1, pp. 1608–1619). <https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/isc-beam/article/view/46635> (date of access: 01.02.2025).
- Cherednichenko, L., Gubarev, R., Dzyuba, E., & Fayzullin, F. (2020). Targeted Management of Innovative Development of Russian Regions. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo Universiteta. Ekonomika [St. Petersburg University Journal of Economic Studies]*, 36(2), 319–350. (In Russ.)
- Cayssials, G., González, F. A. I., & London, S. (2024). Population and Economic Growth: A Panel Causality Analysis. *Population and Economics*, 8(3), 220–240. <https://populationandconomics.pensoft.net/article/109133/list/9> (date of access: 17.01.2025).

- Dahana, S. Y., Susilastuti, D., Subiyantoro, H., & Wibawa, H. W. (2024). Determinants of Gross Regional Domestic Product and Its Impact on Community Welfare in Java Island. *International Journal of Science Academic Research*, 5(1), 6932–6937. <https://www.scienceijsar.com/sites/default/files/article-pdf/IJSAR-1997.pdf> (date of access: 19.01.2025).
- Darma, C. D. (2019). Determinants of the Gross Regional Domestic Product of East Kalimantan Province: Macroeconomic Variable Review. *Review of Integrative Business and Economics Research*, 9(1), 232–241.
- Dubovik, M. V., Dmitriev, S. G., & Obidovskaya N. N. (2022). Regression Model of the Gross Regional Product of the Bryansk Region and the Output of the Branches of the Regional Economy. *Kant*, (1(42)), 27–33. <https://doi.org/10.24923/2222-243x.2022-42.4> (In Russ.)
- Dubovik, M., Dmitriev, S., & Aitkazina, M. (2025). The Impact of Gross Regional Product Per Capita on the Processes of Convergence between Different Regions of the Country. *Qubahan Academic Journal*, 4(4), 443–445. <https://doi.org/10.48161/qaj.v4n4a931>
- Feriyanto, N., Muafi, & El Aiyubbi, D. (2019). Regional Spillover Effect to Gross Regional Development Product (GRDP) in the Special Region of Yogyakarta, Indonesia. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 6(3), 1318–1334. [https://doi.org/10.9770/jesi.2019.6.3\(19\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2019.6.3(19))
- Gross, J., & Ouyang, Y. (2020). Types of Urbanization and Economic Growth. *International Journal of Urban Sciences*, 25(3), 1–15. <https://doi.org/10.1080/12265934.2020.1759447>
- Hui, Z. (2024). Study on coupling relationship between population structure and regional economy in Ordos, China. *Economy and Society*, (1(116)), 669–673.
- Istiqomah, I., Wibowo, A. A., Yuniarti, E., & Gunawan, D. S. (2019). Determinants of Gross Regional Domestic Product in Eastern Indonesia Region. *Trikonomika*, 18(1), 18–24. <https://doi.org/10.23969/trikononika.v18i1.1233>
- Kudrov, A. V. (2023). The Impact of economic complexity and industry specialization on the gross regional product of Russian regions. *Biznes-Informatika [Business Informatics]*, 17(4), 25–40. <https://doi.org/10.17323/2587-814X.2023.4.25.40>
- Maestas, N., Mullen, K. J., & Powell, D. (2023). The Effect of Population Aging on Economic Growth, the Labor Force, and Productivity. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 15(2), 306–332. <https://doi.org/10.1257/mac.20190196>
- Masud, R. (2022). The Economic Impact of Investment, Expenditure and Wages on GRDP – a Case Study of 47 Prefectures of Japan in 2005. *Technology Audit and Production Reserves*, 6(4(68)), 43–48. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.271840>
- Mose, N. (2021). Determinants of Regional Economic Growth in Kenya. *African Journal of Business Management*, 15(1), 1–12. <https://doi.org/10.5897/AJBM2020.9118>
- Murrar, A., Asfour, B., & Paz, V. (2024). Banking Sector and Economic Growth in the Digital Transformation Era: Insights from Maximum Likelihood and Bayesian Structural Equation Modeling. *Asian Journal of Economics and Banking*, 8(3), 335–353. <https://doi.org/10.1108/AJEB-12-2023-0122>
- Myrdal, G. (1957). *Economic Theory and Underdeveloped Regions*. Methuen, 169.
- Nguyen, D. T., Tran, L. C., Bui, T. N. H., Ngo, T. T. T., & Nguyen, T. L. H. (2021). The Relationships Between Foreign Direct Investment, Export and Economic Growth. *Accounting*, 7(6), 1371–1378. <https://doi.org/10.5267/j.ac.2021.3.028>
- Pires Manso, J. R., Fernandes de Matos, A. J., & Carvalho, C. C. M. (2015). Determinants of Regional Growth in Portugal: An Empirical Analysis. *Economics and Sociology*, 8(4), 11–31. <https://doi.org/10.14254/2071-789X.2015/8-4/1>
- Pyo, S., & Choi, S. O. (2025). Regional Innovation and Economic Growth: Empirical Insights from FGLS, FE-DKSE, and XGBoost-SHAP Approach. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 11(2), 100524. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2025.100524>
- Rodionov, D., & Velichenkova, D. (2020). Relation between Russian Universities and Regional Innovation Development. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 6(4), 1–26. <https://doi.org/10.3390/joitmc6040118>
- Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98(5), S71–S102. <https://doi.org/10.1086/261725>
- Ruzima, M. (2016). Impact of Inflation on Economic Growth: A Survey of Literature Review. *International Multidisciplinary Research Journal*, 5(10), 1–9.
- Setyowati, E. (2023). Analysis of Indonesia Economic Growth Based on Investment Value and Human Development Index Using an Econometric Approach. *Jurnal Statistika Universitas Muhammadiyah Semarang [Journal of Statistics, University of Muhammadiyah Semarang]*, 10(2), 42–53. <https://doi.org/10.26714/jsunimus.10.2.2022.43-53>
- Shafrullah, F., Indrawati, L., Ismail, S., Ihsan, F., Pratiwi, P. A., & Karno, K. (2024). Determinant Factors of Gross Domestic Product (GDP) in Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) Member Countries. *F1000Research*, 13, 384. <https://doi.org/10.12688/f1000research.146826.2>
- Solomonov, M. P., Pakhomov, A. A., & Okhlopov, G. N. (2021). Analysis of the influence of factors on the gross regional product of Russian regions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 666(6), 062109. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/666/6/062109>
- Srebnijs, A., Sičs, M., & Krasnopjorovs, O. (2019). Determinants of Economic Growth in the EU NUTS2 Regions. *Journal of Economics and Management Research*, 8, 6–35. <https://doi.org/10.22364/jemr.8.01>

Thanh Trong, N., Thi Dong, N., & Thi Ly, P. (2024). Population Aging and Economic Growth: Evidence from ASEAN Countries. *Cogent Business & Management*, 11 (1). <https://doi.org/10.1080/23311975.2023.2298055>

Vladyka, M., Mamatov, A., Stryabkova, E., & Gorbunova, E. (2020). Investment in Human Capital as a Factor of Growth of the Gross Regional Product. *Advances in Economics, Business and Management Research*, 157, 330–336. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.201215.041>

Webber, D. J., Healy, A., & Bristow, G. (2018). Regional Growth Paths and Resilience: A European Analysis. *Economic Geography*, 94(4), 355–375. <https://doi.org/10.1080/00130095.2017.1419057>

Xu, X. (2023). Analysis of the Impact of Education Level on Regional GDP. *Highlights in Business, Economics and Management*, 21, 293–300. <https://doi.org/10.54097/hbem.v21i.14410>

Zhiryaeva, E. V., & Dmitriev, P. A. (2022). Influence of Various Forms of Education on the State of Human Capital as a Factor of Production in the Regions of Russia. *Upravlencheskoe Konsul'tirovanie [Administrative Consulting]*, (7(163)), 137–149. <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2022-7-137-149> (In Russ.)

Zhukov, R. A., Polyakov, V. A., & Vasina, M. V. (2018). The Impact of Innovation, Labour and Capital in Gross Regional Product as an Indicator of Sustainable Development: The Regions of the Central Federal District and Tula Region. *Nauchnye Issledovaniya i Razrabotki. Ekonomika [Scientific Research and Development. Economics]*, 6 (5), 4–9. https://doi.org/10.12737/article_5bcf0ee258e203.74618577 (In Russ.)

Zotikov, N. (2023). Gross Regional Product as Indicator of Economic Development and Quality of Life of the Population. *Oeconomia et Jus*, 3, 25–35. <https://doi.org/10.47026/2499-9636-2023-3-25-35>

Информация об авторе

Бадькова Иделя Рашитовна — доктор экономических наук, профессор кафедры бизнес-статистики и экономики, Казанский национальный исследовательский технологический университет; Scopus Author ID: 57218828947; <https://orcid.org/0000-0002-9072-3856> (Российская Федерация, 420015, г. Казань, ул. Карла Маркса, д. 68; e-mail: idelia.badykova@gmail.com).

About the author

Idelia R. Badykova — Dr. Sci. (Econ.), Professor, Department of Business Statistics and Economics, Kazan National Research Technological University; Scopus Author ID: 57218828947; <https://orcid.org/0000-0002-9072-3856> (68, Karla Marksa St., Kazan, 420015, Russian Federation; e-mail: idelia.badykova@gmail.com).

Использование средств ИИ

Автор заявляет о том, что при написании этой статьи не применялись средства генеративного искусственного интеллекта.

Use of AI tools declaration

The author declares that she has not used Artificial Intelligence (AI) tools for the creation of this article.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The author declares no conflicts of interest.

Дата поступления рукописи: 25.05.2025.

Прошла рецензирование: 29.08.2025.

Принято решение о публикации: 25.12.2025.

Received: 25 May 2025.

Reviewed: 29 Aug 2025.

Accepted: 25 Dec 2025.