

УДК 332.14

<http://doi.org/10.35854/1998-1627-2025-8-979-989>

## О влиянии структурной сложности на устойчивость региональных экономических систем к шокам

Александра Григорьевна Полякова<sup>1</sup>✉, Владимир Владимирович Колмаков<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Московский городской педагогический университет, Москва, Россия, [agpolyakova@mail.ru](mailto:agpolyakova@mail.ru) ✉, <https://orcid.org/0000-0002-3674-4111>

<sup>2</sup> Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова, Москва, Россия, [vladimirkolmakov@mail.ru](mailto:vladimirkolmakov@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2801-4290>

### Аннотация

**Цель.** Исследовать и количественно измерить взаимосвязь между структурной сложностью экономики регионов России и их устойчивостью к экономическим шокам.

**Задачи.** Адаптация методики оценки структурной сложности экономики регионов с учетом российской специфики; тестирование методики оценки устойчивости региональных экономик к шокам; модельный анализ взаимосвязи между структурной сложностью экономики и устойчивостью к шокам на примере 85 субъектов Российской Федерации (РФ).

**Методы.** Методология включает в себя корреляционно-регрессионный и кластерный анализ для оценки взаимосвязи между экономической сложностью и устойчивостью к шокам при контроле за уровнем экономического развития и другими факторами.

**Результаты.** На основе анализа данных о 85 субъектах РФ за 2014–2023 гг. разработаны модифицированный индекс региональной экономической сложности (RECI) и индекс устойчивости региона к шокам (RSI). С помощью регрессионной модели измерена устойчивость регионов к экономическим шокам. Выполнена кластеризация регионов по уровню устойчивости и экономической сложности. Обнаружено, что регионы с высоким уровнем валового регионального продукта (ВРП), но низкой экономической сложностью (например, сырьевые регионы) демонстрируют высокую волатильность экономического роста и низкую устойчивость к шокам. Установлена значительная дифференциация регионов России по уровню экономической сложности и устойчивости к шокам.

**Выводы.** Исследование подтверждает гипотезу о том, что регионы с более сложной структурой экономики в большей степени устойчивы к экономическим шокам. Выявлено, что экономическая сложность является более значимым фактором устойчивости к шокам, чем общий уровень экономического развития, измеряемый ВРП на душу населения.

**Ключевые слова:** регион, региональная экономика, региональная система, валовой региональный продукт, структурная трансформация, диверсификация экономики, экономическая сложность, устойчивость

**Для цитирования:** Полякова А. Г., Колмаков В. В. О влиянии структурной сложности на устойчивость региональных экономических систем к шокам // *Экономика и управление*. 2025. Т. 31. № 8. С. 979–989. <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2025-8-979-989>

# The impact of structural complexity on the sustainability of regional economic systems to shocks

Aleksandra G. Polyakova<sup>1✉</sup>, Vladimir V. Kolmakov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Moscow City University, Moscow, Russia, [agpolyakova@mail.ru](mailto:agpolyakova@mail.ru)✉, <https://orcid.org/0000-0002-3674-4111>

<sup>2</sup> Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia, [vladimirkolmakov@mail.ru](mailto:vladimirkolmakov@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2801-4290>

## Abstract

**Aim.** The work aimed to study and measure quantitatively the relationship between the structural complexity of the economies of Russian regions and their sustainability to economic shocks.

**Objectives.** The work seeks to adapt the methods for assessing the structural complexity of regional economies taking into account Russian specifics; test the methods for assessing the sustainability of regional economies to shocks; perform the model analysis of the relationship between the economy structural complexity and sustainability to shocks using the example of 85 constituent entities of the Russian Federation (RF).

**Methods.** The methods included correlation-regression and cluster analysis to assess the relationship between economic complexity and sustainability to shocks while controlling for the level of economic development and other factors.

**Results.** Based on the analysis of data on 85 constituent entities of the Russian Federation for 2014–2023, a modified regional economic complexity index (RECI) and a regional shock sustainability index (RSI) were developed. The sustainability of regions to economic shocks was measured using a regression model. Clustering of regions by level of sustainability and economic complexity was performed. It was established that regions with a high level of gross regional product (GRP) but low economic complexity (for example, raw materials regions) demonstrate high volatility of economic growth and low sustainability to shocks. Significant differentiation of Russian regions by level of economic complexity and sustainability to shocks was revealed.

**Conclusions.** The study confirms the hypothesis that regions with a more complex economic structure are more resilient to economic shocks. Economic complexity was revealed to be a more significant factor in sustainability to shocks than the overall level of economic development measured by GRP per capita.

**Keywords:** region, regional economy, regional system, gross regional product, structural transformation, economic diversification, economic complexity, sustainability

**For citation:** Polyakova A.G., Kolmakov V.V. The impact of structural complexity on the sustainability of regional economic systems to shocks. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*. 2025;31(8): 979–989. (In Russ.). <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2025-8-979-989>

## Введение

Проблема устойчивости региональных экономик к различным видам шоков приобретает особую актуальность в современных условиях глобальной нестабильности, санкционного давления [1] и трансформационных процессов в экономике России. Экономические шоки, внешние (изменения на мировых рынках, геополитические кризисы, пандемии) или внутренние (структурные реформы, институциональные изменения), оказывают неравномерное воздействие на регионы страны, что обусловлено различиями в структуре их экономик, уровне развития и адаптивных возможностях.

Традиционно устойчивость экономических систем связывают с уровнем их диверсификации и общим экономическим развитием.

Однако в течение последних лет в экономической литературе активно развивается концепция экономической сложности [2], которая предлагает новый взгляд на факторы устойчивого развития территорий. Понятие экономической сложности подразумевает, что экономики различаются не просто диверсификацией, а набором производственных возможностей и компетенций, позволяющих создавать продукцию и услуги повышенной сложности. Следуя этой концепции, экономические системы, обладающие расширенным спектром компетенций, обеспечивают более оперативную адаптацию к изменяющимся условиям и, как следствие, должны демонстрировать повышенную устойчивость к негативным воздействиям.

При возрастающем внимании к теории экономической сложности ее применение

для анализа устойчивости региональных экономик России остается недостаточно изученным. Существующие исследования в основном фокусируются на анализе взаимосвязи между экономической сложностью и экономическим ростом на национальном уровне. Между тем региональный аспект, в частности вопрос о влиянии сложности экономики на ее устойчивость к шокам, остается малоизученным.

В статье предпринята попытка восполнить указанный пробел при изучении взаимосвязи между структурной сложностью экономики регионов и их устойчивостью к экономическим шокам на примере субъектов Российской Федерации (РФ). Поэтому в целях исследования и решения поставленных нами задач осуществлена проверка гипотезы о том, что регионы с более сложной структурой экономики демонстрируют большую устойчивость к экономическим шокам, независимо от общего уровня их экономического развития.

#### **Теоретико-методологические основы исследования**

Концепция экономической сложности как фактора экономического развития впервые предложена Р. Хаусманном и С. Идальго [3], которые разработали индекс экономической сложности (Economic Complexity Index, ECI) для оценки производственных возможностей стран. Концептуальной основой этого подхода служит представление о том, что производство товаров и услуг предполагает наличие определенных знаний, навыков и институтов. Более сложные товары и услуги требуют большего разнообразия таких компетенций, а экономики, способные производить более сложные товары, обладают более широким набором производственных возможностей, которые можно использовать и для создания других продуктов. Таким образом, экономическая сложность отражает наличие производственных навыков и знаний, присутствующих в экономике страны или региона.

Дальнейшие исследования Р. Хаусманна и соавторов показали, что ECI — надежный предиктор долгосрочного экономического роста [4]. Международные эмпирические наблюдения подтвердили, что государства с более высокими показателями ECI характеризуются стабильными темпами экономического роста и сниженной изменчиво-

стью основных макроэкономических индикаторов. Данные выводы свидетельствуют о взаимосвязи между уровнем экономической сложности и способностью противостоять внешним потрясениям, хотя этот аспект не являлся центральной темой упомянутых исследований.

Взаимосвязь между экономической сложностью и устойчивостью экономических систем к шокам стала предметом отдельного направления исследований. Л. Бригульо и соавторы [5, р. 229], изучая малые островные государства, пришли к выводу о том, что экономическая сложность видится более важным фактором устойчивости к внешним шокам, чем размер экономики или уровень валового внутреннего продукта (ВВП) на душу населения, а также проанализировали реакцию различных стран на мировой финансовый кризис 2008 г. В итоге они обнаружили, что страны с более высоким уровнем экономической сложности демонстрировали меньший спад ВВП и более быстрое восстановление экономики. По их наблюдениям, регионы с более высоким уровнем экономической сложности быстрее восстанавливались после кризиса и демонстрировали меньший спад экономической активности.

Применение концепции экономической сложности на региональном уровне стало активно развиваться в течение последних лет. Р. Балланд и соавторы адаптировали методологию расчета ECI для городских агломераций США [6; 7], показав, что городские экономики с более высоким уровнем сложности имеют более высокий уровень инновационной активности и экономического роста.

Концепция региональной экономической устойчивости разработана Р. Мартином и П. Санли, которые предложили рассматривать устойчивость как способность региональной экономики сопротивляться шокам, адаптироваться к ним и восстанавливаться после них [8]. Они выделили четыре аспекта устойчивости: сопротивляемость (способность противостоять шоку), восстановление (скорость возвращения к предшоковому состоянию), реориентацию (способность изменить структуру экономики в ответ на шок) и обновление (способность перейти на новую траекторию роста после шока). Р. Мартин и П. Санли также разработали методологию оценки региональной экономической устойчивости, основанную на анализе волатиль-

ности экономического роста и скорости восстановления после спадов.

Дальнейшие исследования в этой области показали, что устойчивость региональных экономик к шокам зависит от множества факторов, включая структуру экономики [9], уровень инноваций, качество институтов и человеческий капитал. В работе С. В. Полякова [10], например, к числу факторов региональной устойчивости отнесен уровень консолидации гражданского общества. Р. Бошма указала на важность связанного разнообразия (*related variety*) для региональной устойчивости [11, р. 733], утверждая, что наличие связанных, но не идентичных отраслей в экономике региона позволяет эффективнее перераспределять ресурсы в ответ на шоки.

В российской научной литературе тема экономической сложности также стала активно развиваться на современном этапе, хотя и с некоторым отставанием от международных исследований. И. Л. Любимов и соавторы адаптировали методологию расчета ЕСИ для российских регионов, используя данные о структуре их экспорта [12]. Они показали, что существует значительная дифференциация регионов по уровню экономической сложности, которая не всегда коррелирует с уровнем валового регионального продукта (ВРП) на душу населения.

Тема устойчивости региональных экономик России к шокам находит отражение в публикациях многих исследователей [13]. Они анализировали реакцию регионов на экономические кризисы 2008–2009 и 2014–2015 гг. [14], выявляя факторы, влияющие на устойчивость региональных экономик [15]. Среди этих факторов — структура экономики, степень ее диверсификации [16], зависимость от внешних рынков, уровень развития человеческого капитала и качество региональных институтов. Однако связь между экономической сложностью и устойчивостью к шокам в указанных работах не рассмотрена.

Таким образом, несмотря на значительный прогресс в исследовании экономической сложности и ее связи с экономическим развитием, применение этой концепции для анализа устойчивости российских региональных экономических систем к шокам остается малоизученной темой. В настоящем исследовании нами предпринята попытка внести вклад с целью восполнения

этого пробела, предлагая методику оценки взаимосвязи между структурной сложностью экономики регионов и их устойчивостью к экономическим шокам на примере субъектов РФ.

### Методика исследования

В основе исследования находится предположение о том, что структурная сложность экономики региона определяет его способность адаптироваться к экономическим шокам. Механизм этой взаимосвязи может быть объяснен следующим образом: более сложная экономическая структура подразумевает наличие более широкого спектра производственных возможностей и компетенций, которые позволяют экономике быстрее перераспределять ресурсы в ответ на внешние шоки. Это, в свою очередь, должно проявляться в меньшей волатильности экономического роста и более быстром восстановлении после шоков.

Традиционно экономическая сложность оценивается через анализ экспортной корзины страны или региона, исходя из предположения о том, что структура экспорта отражает производственные возможности экономики. Однако для российских регионов такой подход имеет ряд ограничений, связанных с высокой концентрацией экспорта в сырьевых секторах и недостаточной репрезентативностью данных о региональном экспорте. Поэтому в настоящем исследовании предлагаем оценивать экономическую сложность через анализ отраслевой структуры ВРП, что позволяет полнее учитывать разнообразие экономической деятельности в регионе.

Для тестирования предлагаемой гипотезы разработана первоначальная модель, связывающая структурную сложность экономики региона (измеряемую через региональный индекс экономической сложности) с его устойчивостью к шокам (измеряемой через волатильность экономического роста). Модель предполагает, что устойчивость к шокам является функцией от экономической сложности, при контроле за другими факторами, такими как уровень экономического развития, географическое положение и институциональные характеристики региона. Статус первоначальной присвоен разрабатываемой модели ввиду необходимости дальнейшей верификации идентифицированных корреляционных зависимостей

и уточнения значений ряда определяемых экспертным путем переменных.

В качестве эмпирической базы исследования использованы данные Федеральной службы государственной статистики (Росстата) о 85 субъектах РФ за 2014–2023 гг.:

1. Структура ВРП по видам экономической деятельности в соответствии с Общероссийским классификатором видов экономической деятельности (ОКВЭД 2). Данные получены из статистических сборников «Регионы России. Социально-экономические показатели» за соответствующие годы, а также из базы данных Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС).

2. Индексы физического объема ВРП в постоянных ценах, отражающие динамику экономического роста в реальном выражении. Эти данные позволяют оценить волатильность экономического роста как показатель устойчивости к шокам.

3. ВРП на душу населения, применяемый в качестве индикатора общего уровня экономического развития региона. Данный показатель включен в модель в качестве контрольной переменной, чтобы отделить эффект экономической сложности от эффекта общего уровня развития.

4. Данные о структуре занятости по видам экономической деятельности, позволяющие оценить распределение трудовых ресурсов по отраслям и используемые для корректировки оценок экономической сложности.

5. Данные об инвестициях в основной капитал по видам экономической деятельности, отражающие направления развития региональной экономики и применяемые в качестве контрольной переменной в регрессионном анализе.

6. Дополнительные социально-экономические показатели, используемые в качестве контрольных переменных: доля городского населения, уровень безработицы, доля экспорта в ВРП и др. В ряде публикаций обращено внимание, например, на значимость показателей уровня автоматизации и роботизации производств, уровня проникновения искусственного интеллекта [17]. Однако указанные параметры не представляется возможным использовать даже на уровне экспертных оценок ввиду значительного их разброса и малой репрезентативности.

Изучение данных за десятилетний период позволяет учитывать и краткосрочные колебания, и среднесрочные тенденции в раз-

витии региональных экономик, включая реакцию на различные виды шоков, такие как пандемия коронавируса COVID-19 и усиление санкционного давления.

#### *Методы оценки структурной сложности экономики*

Для оценки структурной сложности экономики региона разработан модифицированный индекс региональной экономической сложности (Regional Economic Complexity Index, RECI), учитывающий отраслевую структуру ВРП и технологическую сложность отраслей.

Индекс рассчитываем по формуле (1):

$$RECI = \sum_{i=1}^n S_i \times CI_i \quad (1)$$

где  $RECI$  — региональный индекс экономической сложности;

$S_i$  — доля  $i$ -й отрасли в ВРП региона;

$CI_i$  — индекс сложности  $i$ -й отрасли;

$n$  — количество отраслей.

Индексы сложности отраслей  $CI_i$  в ряде исследований определены с использованием экспертных оценок. В рамках первоначальной модели для отраслей установлены следующие индексы сложности.

1. Производственный сектор:

– высокотехнологичные производства (производство компьютеров, электронных и оптических изделий, фармацевтическая промышленность, производство авиакосмической техники) — 5.0;

– среднетехнологичные производства высокого уровня (производство электрического оборудования, машин и оборудования, химическая промышленность) — 4.0;

– среднетехнологичные производства низкого уровня (производство резиновых и пластмассовых изделий, металлургия, судостроение) — 3.0;

– низкотехнологичные производства (пищевая промышленность, текстильная промышленность, деревообработка), в частности 2.0 (добыча полезных ископаемых), 1.5 (сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыболовство) — 1.0.

2. Сектор услуг:

– наукоемкие рыночные услуги (ИТ, НИОКР, инжиниринг, финансовые услуги) — 4.0;

– наукоемкие нерыночные услуги (образование, здравоохранение) — 3.5;

– менее наукоемкие рыночные услуги (оптовая и розничная торговля, транспорт, гостиницы и рестораны) — 2.0;

Статистические характеристики предварительных индексов *RECI* и *RSI*

Table 1. Statistical characteristics of preliminary regional economic complexity index and regional shock sustainability index

| Показатель  | Среднее | Медиана | Минимум | Максимум | Стандартное отклонение |
|-------------|---------|---------|---------|----------|------------------------|
| <i>RECI</i> | 2,54    | 2,47    | 1,12    | 3,48     | 0,61                   |
| <i>VRPI</i> | 0,58    | 0,55    | 0,42    | 0,98     | 0,14                   |
| <i>RSI</i>  | 4,72    | 4,48    | 1,14    | 8,29     | 1,98                   |

Источник: расчеты авторов.

– менее наукоемкие нерыночные услуги (государственное управление, социальные услуги) — 1.0.

#### Методы оценки устойчивости к шокам

Для оценки устойчивости региональной экономики к шокам разработан индекс волатильности регионального продукта (Volatility of Regional Product Index, *VRPI*), рассчитываемый как коэффициент вариации темпов роста ВРП. Этот показатель отражает степень волатильности экономического роста и, соответственно, чувствительность экономики к шокам. Его рассчитывают как соотношение стандартного отклонения темпов роста ВРП за исследуемый период и среднего значения темпов роста ВРП за этот же период.

Более высокие значения *VRPI* указывают на большую волатильность экономического роста, а следовательно, меньшую устойчивость к шокам. На основе индекса экономической сложности и индекса волатильности рассчитан коэффициент устойчивости региона к шокам (Regional Shock-Resistance Index, *RSI*):

$$RSI = 100 \times RECI / VRPI. \quad (2)$$

Более высокие значения *RSI* указывают на более высокую устойчивость региональной экономики к шокам.

Для анализа взаимосвязи между экономической сложностью и устойчивостью к шокам использован комплекс статистических и эконометрических методов, включая корреляционно-регрессионный анализ и кластерный анализ. Корреляционный анализ применен для предварительной оценки силы и направления связи между *RECI* и *RSI*, а также между этими индексами и другими экономическими показателями. При оценке статистической значимости корреляционных связей использован *t*-критерий Стьюдента с уровнем значимости 0.05.

Для более строгой проверки гипотезы о влиянии экономической сложности на

устойчивость к шокам проведен регрессионный анализ. Построена следующая эконометрическая модель (3):

$$RSI_i = \beta_0 + \beta_1 RECI_i + \beta_2 \ln(GRP\_pc_i) + \beta_3 X_i + \varepsilon_i, \quad (3)$$

где *RSI<sub>i</sub>* — индекс устойчивости к шокам *i*-го региона;

*RECI<sub>i</sub>* — индекс экономической сложности *i*-го региона;

*GRP\_pc<sub>i</sub>* — ВРП на душу населения *i*-го региона;

*X<sub>i</sub>* — вектор контрольных переменных (доля городского населения, объем инвестиций в основной капитал и др.).

Представленная модель (3) дает возможность оценить влияние структурной сложности экономики на устойчивость к шокам при контроле за уровнем экономического развития и иными факторами. Для оценки параметров модели применен метод наименьших квадратов (МНК). Проверка робастности результатов выполнена путем оценки нескольких спецификаций модели с различными наборами контрольных переменных.

#### Результаты исследования

Рассчитанные для 85 субъектов РФ предварительные индексы *RECI* и *RSI* демонстрируют значительную региональную дифференциацию. Статистические характеристики индексов отражены в таблице 1.

Наибольшие предварительные значения индекса *RECI* наблюдаются у городов федерального значения (Москвы, Санкт-Петербурга) и развитых промышленных регионов (Московской, Нижегородской, Калужской областей). Эти регионы характеризуются высокой долей высокотехнологичных и среднетехнологичных отраслей в структуре ВРП, развитой сферой наукоемких услуг и высоким уровнем диверсификации экономики.

Коэффициенты корреляции между *RSI* и экономическими показателями

Table 2. Correlation coefficients between regional shock sustainability index and economic indicators

| Показатель                                        | Коэффициент корреляции с <i>RSI</i> |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Индекс сложности экономики региона                | 0,885                               |
| Логарифм среднедушевого ВРП                       | 0,494                               |
| Удельный вес городского населения                 | 0,535                               |
| Среднедушевой объем инвестиций в основной капитал | 0,377                               |
| Уровень безработицы                               | –0,433                              |
| Доля добывающих отраслей в ВРП                    | –0,608                              |
| Доля высокотехнологичных отраслей в ВРП           | 0,724                               |

Источник: расчеты авторов.

Наименьшие предварительные значения *RECI* характерны для регионов с преобладанием добывающих отраслей (Ненецкого АО, Чукотского АО, Ямало-Ненецкого АО) и сельскохозяйственных (Республики Калмыкия, Республики Алтай). Их экономика отличается высокой концентрацией в одной-двух отраслях с низким уровнем технологической сложности и ограниченными возможностями для диверсификации.

Предварительная оценка индекса *RSI* также демонстрирует значительную дифференциацию. Наиболее устойчивыми к шокам оказались Москва, Санкт-Петербург, Московская и Нижегородская области, Республика Татарстан, в которых наблюдаются относительно стабильные темпы экономического роста, даже в периоды общего экономического спада, что свидетельствует о высокой способности адаптироваться к внешним шокам. Наименее устойчивы к шокам Ненецкий АО, Чукотский АО, Республика Калмыкия и Республика Тыва; их экономика характеризуется высокой волатильностью экономического роста, что указывает на их высокую чувствительность к экономическим шокам.

Анализ исходных данных об отраслевой структуре ВРП регионов позволяет выявить ряд закономерностей.

1. Регионы с высокой долей добывающих отраслей в ВРП (более 30 %) демонстрируют низкие значения *RECI* (менее 2.0) и *RSI* (менее 3.0), что указывает на низкую экономическую сложность и низкую устойчивость к шокам.

2. Регионы с высокой долей высокотехнологичных и среднетехнологичных отраслей в ВРП (более 20 %) имеют высокие значения *RECI* (более 3.0) и *RSI* (более 6.0), что свидетельствует о высокой экономической сложности и высокой устойчивости к шокам.

3. Регионы с диверсифицированной структурой экономики, без четкого доминирования одной отрасли, показывают средние и выше среднего значения *RECI* и *RSI*, а значит, умеренную экономическую сложность и устойчивость к шокам.

Для предварительной оценки взаимосвязи между экономической сложностью и устойчивостью к шокам проведен корреляционный анализ. Коэффициент корреляции Пирсона между индексами *RECI* и *RSI* составил 0.86 ( $p < 0.01$ ), что говорит о сильной положительной связи между структурной сложностью экономики и устойчивостью к шокам.

Проведен также анализ корреляции между индексом *RSI* и другими экономическими показателями, что отражено в таблице 2.

Результаты корреляционного анализа в соответствии с первоначальной моделью подтверждают, что экономическая сложность имеет более сильную связь с устойчивостью к шокам, чем общий уровень экономического развития, измеряемый ВРП на душу населения (коэффициент корреляции 0,885 против 0,494). Обнаружена и сильная отрицательная связь между долей добывающих отраслей в ВРП и устойчивостью к шокам (коэффициент корреляции –0,608), что подтверждает гипотезу о большей уязвимости сырьевых экономик к экономическим шокам.

Интересен тот факт, что доля высокотехнологичных отраслей в ВРП имеет сильную положительную связь с устойчивостью к шокам (коэффициент корреляции 0,724). Это указывает на важность развития высокотехнологичных производств для обеспечения экономической устойчивости.

Для более строгой проверки гипотезы о влиянии экономической сложности на устойчивость к шокам проведен регрес-

Результаты регрессионного анализа (зависимая переменная — *RSI*)

Table 3. Regression analysis results (dependent variable is regional shock sustainability index)

| Переменная                          | Модель 1       | Модель 2       | Модель 3       | Модель 4       |
|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Константа                           | 0,52 (0,18)*** | 0,48 (0,21)**  | 0,45 (0,22)**  | 0,41 (0,23)*   |
| <i>RECI</i>                         | 1,87 (0,12)*** | 1,73 (0,14)*** | 1,68 (0,15)*** | 1,65 (0,16)*** |
| Ln (ВРП на душу населения)          | —              | -0,23 (0,09)** | -0,21 (0,10)** | -0,18 (0,11)*  |
| Доля городского населения           | —              | —              | 0,14 (0,08)*   | 0,12 (0,09)    |
| Инвестиции в основной капитал       | —              | —              | —              | 0,09 (0,07)    |
| <i>R</i> -квадрат                   | 0,74           | 0,78           | 0,80           | 0,81           |
| Скорректированный <i>R</i> -квадрат | 0,73           | 0,77           | 0,78           | 0,78           |
| <i>F</i> -статистика                | 235,27***      | 146,59***      | 107,43***      | 86,18***       |
| Количество наблюдений               | 85             | 85             | 85             | 85             |

Примечание: в скобках указаны стандартные ошибки; \*\*\*  $p < 0,01$ , \*\*  $p < 0,05$ , \*  $p < 0,1$ .

Источник: расчеты авторов.

Таблица 4

## Результаты кластерного анализа

Table 4. Cluster analysis results

| Кластер | Кол-во регионов | Средний <i>RECI</i> | Средний <i>RSI</i> | Характеристика                                     |
|---------|-----------------|---------------------|--------------------|----------------------------------------------------|
| 1       | 15              | 3,21                | 6,87               | Высокая сложность — высокая устойчивость           |
| 2       | 29              | 2,87                | 5,24               | Средняя сложность — средняя устойчивость           |
| 3       | 32              | 2,14                | 3,26               | Низкая сложность — низкая устойчивость             |
| 4       | 9               | 1,41                | 1,62               | Очень низкая сложность — очень низкая устойчивость |

Источник: расчеты авторов.

сионный анализ. В таблице 3 представлены результаты оценки различных спецификаций регрессионной модели.

Результаты регрессионного анализа подтверждают наличие статистически значимой положительной связи между индексами *RECI* и *RSI* даже при контроле за уровнем экономического развития и другими факторами. Во всех спецификациях модели коэффициент при *RECI* остается положительным и статистически значимым на уровне 1 %.

Обратим внимание на то, что при включении в модель логарифма ВРП на душу населения его коэффициент оказывается отрицательным и статистически значимым. Это может свидетельствовать о том, что при одинаковом уровне экономической сложности более богатые регионы могут быть менее устойчивыми к шокам, возможно, вследствие более сильной интеграции в глобальную экономику, а следовательно, большей подверженности внешним шокам.

Доля городского населения и объем инвестиций в основной капитал также имеют положительную связь с устойчивостью к шокам, хотя их влияние менее значимо, чем влияние экономической сложности. Модель

с наибольшей объяснительной способностью (модель 4) объясняет 81 % вариации индекса устойчивости к шокам, что указывает на высокую предсказательную силу модели.

Для более детального анализа взаимосвязи между экономической сложностью и устойчивостью к шокам проведен кластерный анализ. С использованием метода *k*-средних выделено четыре кластера регионов, как показано в таблице 4.

Кластер 1 включает в себя регионы с высоким уровнем экономической сложности и высокой устойчивостью к шокам. Среди них — Москва, Санкт-Петербург, Московская, Нижегородская и Калужская области, Республика Татарстан. Эти регионы характеризуются высокой долей высокотехнологичных отраслей в структуре экономики, развитой инновационной системой и диверсифицированной экономикой.

Кластер 2 объединяет регионы со средним уровнем экономической сложности и средней устойчивостью к шокам.

Кластер 3 включает в себя регионы с низким уровнем экономической сложности и низкой устойчивостью к шокам. Это преимущественно аграрные регионы и регионы со

значительной долей добывающих отраслей в экономике.

Кластер 4 составляют регионы, характеризующиеся крайне низкими показателями экономической сложности и минимальной устойчивостью к шокным воздействиям. Экономические системы этих регионов отличаются высокой степенью концентрации в ограниченном количестве отраслей, преимущественно добывающего характера, и минимальным уровнем диверсификации.

Результаты кластерного анализа отражают четкую корреляцию между степенью экономической сложности и способностью противостоять шокам. В частности, территории, обладающие более высокими показателями экономической сложности, отличаются повышенной резистентностью к экономическим потрясениям.

Результаты исследования подтверждают основную гипотезу о том, что регионы с более сложной структурой экономики демонстрируют большую устойчивость к экономическим шокам. Экономическая сложность, измеряемая через RECI, имеет более сильную связь с устойчивостью к шокам, чем общий уровень экономического развития, измеряемый ВРП на душу населения.

Важным выводом является то, что высокий уровень ВРП на душу населения сам по себе не гарантирует устойчивости к шокам. Регионы с высоким ВРП, но низкой экономической сложностью (например, сырьевые) показывают высокую волатильность экономического роста и низкую устойчивость к шокам. Это согласуется с концепцией «ресурсного проклятия», подтверждает важность диверсификации и усложнения структуры экономики для обеспечения устойчивого развития.

Интерес представляет еще один результат исследования: обнаружена отрицательная связь между уровнем ВРП на душу населения и устойчивостью к шокам при контроле за уровнем экономической сложности. Это можно объяснить тем, что более богатые регионы часто более интегрированы в глобальную экономику, а следовательно, более подвержены внешним шокам. Данный результат требует дальнейшего исследования, но указывает на значимость учета не только уровня, но и качества экономического развития при оценке устойчивости к шокам.

Полученные результаты имеют огромное значение для региональной экономической политики. Они обосновывают необходи-

мость структурной трансформации экономики в направлении повышения ее сложности. Это может быть достигнуто через развитие высокотехнологичных и наукоемких отраслей, стимулирование инновационной активности, развитие человеческого капитала и создание благоприятных институциональных условий для диверсификации экономики. Для регионов с низким уровнем экономической сложности и высокой зависимостью от сырьевых отраслей особенно важно стимулировать развитие производств с более высокой добавленной стоимостью на базе имеющихся ресурсов, а также развивать новые отрасли специализации, не связанные с добывающей промышленностью.

## Выводы

Проведенное исследование подтверждает наличие сильной положительной связи между структурной сложностью экономики регионов России и их устойчивостью к экономическим шокам. Регионы с более сложной структурой экономики, характеризующейся высокой долей высокотехнологичных и наукоемких отраслей, демонстрируют меньшую волатильность экономического роста и более высокую устойчивость к шокам.

Принятые ограничения настоящего исследования связаны с несколькими факторами. Во-первых, индексы сложности отраслей были не определены, а «назначены» для тестирования методического подхода в целом. Полученные результаты в дальнейшем будут протестированы на предмет устойчивости (робастности) к изменениям в оценках индекса. Кроме того, в расчетах будут применены экспертные оценки индексов, полученные сторонними исследователями. Во-вторых, исследование опирается на относительно короткий период анализа (десять лет), который может быть недостаточным для полноценной оценки устойчивости к шокам, особенно в контексте длинных экономических циклов, а также, как утверждается в ряде работ [18; 19], к шокам цифровизации и цифрового неравенства. В дальнейшем полученная первоначальная модель будет протестирована на более ранней ретроспективе по выборке регионов, что позволит и протестировать реакцию регионов на макроэкономические шоки, кризисы, которых в XXI веке было много.

С учетом изложенного можно сделать следующие выводы.

1. Экономическая сложность является более значимым фактором устойчивости к шокам, чем общий уровень экономического развития.

2. Регионы с высокой долей добывающих отраслей в ВРП демонстрируют низкую устойчивость к шокам, несмотря на, возможно, высокий уровень ВРП на душу населения.

3. Существует значительная дифференциация регионов России по уровню экономической сложности и устойчивости к шокам.

Требуется дополнительное исследование гипотезы о том, что определяющим фактором, влияющим на экономическую сложность и устойчивость, выступает удельный

вес высокотехнологичных и наукоемких секторов в структуре экономики. Этой проблематике будут посвящены научные изыскания впоследствии.

Теоретическая ценность результатов настоящего исследования заключается в углублении и расширении концепции экономической сложности, а также расширении сферы ее применения для оценки устойчивости экономических систем регионального уровня. Практическая значимость работы определена возможностями имплементации полученных результатов при формировании экономической политики на региональном уровне, нацеленной на укрепление устойчивости субъектов РФ к экономическим шокам.

### Список источников / References

- Смирнов Е. Н. Экономические санкции: теория и международная практика: монография. М.: Русайнс, 2024. 328 с.  
Smirnov E.N. Economic sanctions: Theory and international practice. Moscow: RuScience; 2024. 328 p. (In Russ.).
- Лукин Е. В. Основы изучения экономической сложности // К вершинам познания: материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф. (Ноябрьск, 01–30 апреля 2023 г.): в 2 т. Т. 2 / отв. ред. И. А Карпова. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2023. С. 164–166.  
Lukin E.V. Fundamentals of the study of economic complexity. In: Karpova I.A., ed. Towards the heights of knowledge. Proc. 13<sup>th</sup> Int. sci.-pract. conf. (Noyabrsk, April 01–30, 2023.). In 2 vols. Vol. 2. Tyumen: Tyumen Industrial University; 2023:164–166. (In Russ.).
- Hidalgo C. A., Hausmann R. The building blocks of economic complexity // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2009. Vol. 106. No. 26. P. 10570–10575. <https://doi.org/10.1073/pnas.0900943106>
- Hausmann R., Hidalgo C. A., Bustos S. et al. The atlas of economic complexity: Mapping paths to prosperity. Cambridge, MA: The MIT Press, 2014. 368 p. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9647.001.0001>
- Briguglio L., Cordina G., Farrugia N., Vella S. Economic vulnerability and resilience: Concepts and measurements // Oxford Development Studies. 2009. Vol. 37. No. 3. P. 229–247. <https://doi.org/10.1080/13600810903089893>
- Balland P.-A., Rigby D. The geography of complex knowledge // Economic Geography. 2017. Vol. 93. No. 1. P. 1–23. <https://doi.org/10.1080/00130095.2016.1205947>
- Balland P.-A., Broekel T., Diodato D. et al. The new paradigm of economic complexity // Research Policy. 2022. Vol. 51. No. 3. Article 104450. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104450>
- Martin R., Sunley P. On the notion of regional economic resilience: Conceptualization and explanation // Journal of Economic Geography. 2015. Vol. 15. No. 1. P. 1–42. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbu015>
- Земцов С. П., Волошинская А. А. Устойчивость к шокам экономик регионов России в условиях санкций // Журнал Новой экономической ассоциации. 2024. № 3. С. 54–83. [https://doi.org/10.31737/22212264\\_2024\\_3\\_54-83](https://doi.org/10.31737/22212264_2024_3_54-83)  
Zemtsov S.P., Voloshinskaya A.A. Russian regional resilience under sanctions. *Zhurnal Novoi ekonomicheskoi assotsiatsii = Journal of the New Economic Association*. 2024;(3):54–83. (In Russ.). [https://doi.org/10.31737/22212264\\_2024\\_3\\_54-83](https://doi.org/10.31737/22212264_2024_3_54-83)
- Поляков С. В. Интернет-федерализм и консолидация гражданского общества как фактор устойчивого развития // Взгляд молодых ученых на проблемы устойчивого развития: сб. науч. ст. по результатам IV Междунар. конгресса молодых ученых по проблемам устойчивого развития (Москва, 16–20 мая 2018 г.) Т. 5. М.: Русайнс, 2019. С. 132–138.  
Polyakov S.V. Internet federalism and consolidation of civil society as a factor in sustainable development. In: Young scientists' view of sustainable development problems. Proc. 4<sup>th</sup> Int. Congr. of young scientists on sustainable development issues (Moscow, May 16–20, 2018). Vol. 5. Moscow: RuScience; 2019:132–138. (In Russ.).
- Boschma R. Towards an evolutionary perspective on regional resilience // Regional Studies. 2015. Vol. 49. No. 5. P. 733–751. <https://doi.org/10.1080/00343404.2014.959481>
- Любимов И. Л., Гвоздева М. А., Казакова М. В., Нестерова К. В. Сложность экономики и возможность диверсификации экспорта в российских регионах // Журнал Новой экономической ассоциации. 2017. № 2. С. 94–122. <https://doi.org/10.31737/2221-2264-2017-34-2-4>  
Lyubimov I.L., Gvozdeva M.A., Kazakova M.V., Nesterova K.V. Economic complexity of Russian regions and their potential to diversify. *Zhurnal Novoi ekonomicheskoi assotsiatsii = Journal of the New Economic Association*. 2017;(2):94–122. (In Russ.). <https://doi.org/10.31737/2221-2264-2017-34-2-4>
- Устойчивое развитие Российской Федерации в условиях глобальных вызовов и угроз экономической безопасности: коллективная монография / Н. В. Артемьев, А. Д. Петров, М. Ю. Маковецкий [и др.]. М.: Московский университет имени С. Ю. Витте, 2023. 210 с.

- Artem'ev N.V., Petrov A.D., Makovetskii M.Yu., et al. Sustainable development of the Russian Federation in the context of global challenges and threats to economic security. Moscow: Witte Moscow University; 2023. 210 p. (In Russ.).
14. Михеева Н. Н. Адаптация пространственной структуры российской экономики к внешним шокам // Проблемы прогнозирования. 2023. № 6. С. 207–219. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-201-207-219>  
Mikheeva N.N. Adaptation of the spatial structure of the Russian economy to external shocks. *Studies on Russian Economic Development*. 2023;34(6):871-879. <https://doi.org/10.1134/S1075700723060096> (In Russ.: *Problemy prognozirovaniya*. 2023;(6):207-219. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-201-207-219>).
  15. Тагаров Б. Ж. Структура экономики России как фактор реализации концепции устойчивого развития // Фундаментальные исследования. 2024. № 12. С. 127–132. <https://doi.org/10.17513/fr.43751>  
Tagarov B.Zh. The structure of the Russian economy as a factor in the implementation of the concept of sustainable development. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental Research*. 2024;(12):127-132. (In Russ.). <https://doi.org/10.17513/fr.43751>
  16. Федина Е. В. Важность учета экономической сложности территорий при оценке их экспортного потенциала // Таможенное регулирование. Таможенный контроль. 2023. № 7. С. 42–48.  
Fedina E.V. The importance of taking into account the economic complexity of territories when assessing their export potential. *Tamozhennoe regulirovanie. Tamozhennyi kontrol'*. 2023;(7):42-48. (In Russ.).
  17. Enhancing hybrid manufacturing with AI-driven real-time adaptive process control: Integrating machine learning models and robotic systems / B. Swathi, S.V. Polyakov, S.R. Kandavalli [et al.] // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2024. <https://doi.org/10.1007/s00170-024-14155-w>
  18. Поляков С. В. Проблема когнитивной непрозрачности искусственного интеллекта как фактор риска в условиях цифровой трансформации // Искусственный интеллект и духовная культура: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 30 октября 2024 г.) / отв. ред. Н. М. Ершова. СПб.: Сциентиа, 2025. С. 94–97.  
Polyakov S.V. The problem of cognitive opacity of artificial intelligence as a risk factor in the context of digital transformation. In: Ershova N.M., ed. *Artificial intelligence and spiritual culture. Proc. Int. sci.-pract. conf.* (Moscow, October 30, 2024). St. Petersburg: Scientia; 2025:94-97. (In Russ.).
  19. Поляков С. В. Виртуальная идентичность в современном обществе: диалектика реального и цифрового пространства // Актуальные проблемы философской антропологии и философии культуры: материалы III Всерос. с междунар. участием науч.-практ. конф. (Липецк, 24–25 января 2025 г.) / отв. ред. А. Н. Тарасов. Липецк: Липецкий государственный педагогический университет имени П. П. Семенова-Тян-Шанского, 2025. С. 136–140.  
Polyakov S.V. Virtual identity in modern society: Dialectic of real and digital space. In: Tarasov A.N., ed. *Actual problems of philosophical anthropology and philosophy of culture. Proc. 3<sup>rd</sup> All-Russ. sci.-pract. conf. with int. particip.* (Lipetsk, January 24-25, 2025). Lipetsk: Lipetsk State Pedagogical University named after P.P. Semenov-Tyan-Shansky; 2025:136-140. (In Russ.).

## Информация об авторах

### Александра Григорьевна Полякова

доктор экономических наук, профессор,  
заместитель директора Института экономики,  
управления и права

Московский городской педагогический  
университет

129226, Москва, 2-й Сельскохозяйственный  
проезд, д. 4

### Владимир Владимирович Колмаков

доктор экономических наук, доцент,  
заместитель директора Высшей школы финансов  
Российский экономический университет  
имени Г. В. Плеханова

115054, Москва, Стремянный пер., д. 36

Поступила в редакцию 06.05.2025  
Прошла рецензирование 21.07.2025  
Подписана в печать 11.09.2025

## Information about the authors

### Aleksandra G. Polyakova

D.Sc. in Economics, Professor,  
Deputy Director of the Institute of Economics,  
Management and Law  
Moscow City University

4 Vtoroy Selskhozajstvenny dr., Moscow 129226,  
Russia

### Vladimir V. Kolmakov

D.Sc. in Economics, Associate Professor,  
Deputy Director of the Higher School of Finance  
Plekhanov Russian University of Economics

36 Stremyanny per., Moscow 115054, Russia

Received 06.05.2025  
Revised 21.07.2025  
Accepted 11.09.2025

**Конфликт интересов:** авторы декларируют отсутствие конфликта интересов,  
связанных с публикацией данной статьи.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest  
related to the publication of this article.