

## РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

Научная статья  
УДК 332.14

### Нелинейное влияние социально-экономических изменений на проблемные показатели устойчивости развития региона (на примере Алтайского края)

Данил Юрьевич Поползин<sup>1</sup>, Игорь Николаевич Дубина<sup>2</sup>, Жибек Берлибековна Рахметулина<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия

<sup>1</sup> popolzin\_danil@mail.ru

<sup>2</sup> igor\_dubina@yahoo.com

<sup>3</sup> Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан,  
rahmetulina\_zh@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается подход к исследованию природы проблемных показателей устойчивости развития региона в рамках процесса планирования и стратегирования. Основными компонентами подхода является анализ набора показателей устойчивости развития региона и выявление связи проблемных показателей с другими социально-экономическими факторами на основе эконометрической методологии. В качестве статистической основы исследования были выбраны временные ряды и методы определения их коинтеграционных связей, т.е. наличия их стабильных долгосрочных корреляций. Исследование, представленное в статье, направлено на повышение эффективности методов анализа и прогнозирования проблемных показателей устойчивости развития региона. Авторами разработан алгоритм по выявлению факторов, оказывающих влияние на такие показатели, и осуществлена программная реализация данного алгоритма, проведены вычислительные эксперименты с последующей подготовкой аналитического материала по использованию выявленных закономерностей. Подходы и методы, использованные в данной работе для анализа влияния социально-экономических изменений на показатели устойчивости развития Алтайского края, могут быть применены и для других регионов РФ.

**Ключевые слова:** устойчивое развитие региона, стратегическое планирование, эконометрическое моделирование, нелинейная коинтеграция

#### **Основные положения:**

- ♦ предложена последовательность действий по выявлению факторов, оказывающих наибольшее влияние на показатели устойчивости развития региона, разработанная на основе обзора современных достижений отечественных и зарубежных исследований в области эконометрического моделирования;
- ♦ разработана программная реализация алгоритма динамического анализа проблемных показателей устойчивости социально-экономического развития региона в условиях изменения макроэкономической структуры;
- ♦ получены математические модели, позволяющие описывать взаимосвязи между факторами социально-экономического развития региона с учетом изменений воздействия внешних по отношению к региону социально-экономических условий.

**Благодарности:** статья подготовлена в рамках финансирования при поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант ИРН АР 23490443) «Управление человеческим капиталом, повышение качества трудовых ресурсов в условиях развития цифровой экономики».

© Поползин Д.Ю., Дубина И.Н., Рахметулина Ж.Б., 2025

**Для цитирования:** Поползин Д.Ю., Дубина И.Н., Рахметулина Ж.Б. Нелинейное влияние социально-экономических изменений на проблемные показатели устойчивости развития региона (на примере Алтайского края) // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2025. № 1 (243). С. 42–59.

## REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY

Original article

### Nonlinear influence of social and economic changes on problematic indicators of regional sustainable development (based on data from the Altai region)

Danil Yu. Popolzin<sup>1</sup>, Igor N. Dubina<sup>2</sup>, Zhibek B. Rakhmetulina<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Altai State University, Barnaul, Russia

<sup>1</sup> popolzin\_danil@mail.ru

<sup>2</sup> igor\_dubina@yahoo.com

<sup>3</sup> L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, rahmetulina\_zh@mail.ru

**Abstract.** This paper investigates an approach to explore the nature of problematic indicators of regional development sustainability within the planning and strategizing process. The main components of the approach are the analysis of a set of indicators of regional sustainable development and the identification of the relationship of problematic indicators with other social and economic factors based on econometric methodology. Time series and methods for determining their cointegration relationships, that is, the presence of their stable long-term correlations, were selected as a statistical basis. The study presented in the article is aimed at improving the efficiency of methods for analyzing and forecasting problematic indicators of regional sustainable development. The authors developed an algorithm for identifying factors that influence such indicators of regional development, and created a software implementation of this algorithm, as well as conducted computational experiments and suggested recommendations for the application of the identified patterns. The approaches and methods used in this work to analyze the impact of social and economic changes on the indicators of sustainable development of the Altai region can be applied to other regions of the Russian Federation.

**Keywords:** regional sustainable development, strategic planning, econometric modeling, nonlinear cointegration

#### **Highlights:**

- ◆ an algorithm for identifying factors that have the greatest impact on the indicators of sustainable development of a region is proposed developed on the basis of modern research in the field of econometric modeling;
- ◆ a software implementation of the algorithm for dynamic analysis of problematic indicators of sustainability of regional social and economic development in the context of changing macroeconomic structure is created;
- ◆ mathematical models describing the relationships between factors of regional social and economic development are developed.

**Acknowledgments:** the research was carried out as part of the financing with the support of the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (grant IPH AP 23490443) “Human capital management, improving the quality of labor resources in the context of the development of the digital economy”.

**For citation:** Popolzin D.Yu., Dubina I.N., Rakhmetulina Zh.B. Nonlinear influence of social and economic changes on problematic indicators of regional sustainable development (based on data from the Altai region) // Vestnik of Samara State University of Economics. 2025. No. 1 (243). Pp. 42–59. (In Russ.).

### Введение

Одним из условий обеспечения устойчивости развития региона является совершенствование управления, которое основано на понимании закономерностей и принципов развития в условиях факторов, определяющих достижение данных целей. Исходя из этого, возникает первостепенная необходимость определения индивидуальной матрицы целей и показателей устойчивости развития региона, а также оценка состояния нормативно-правовой базы, обеспечивающей их достижение.

В 2014 г. утвержден Федеральный закон от 28.06.2014 № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» [1]. Перед региональными органами власти возникла необходимость включения в рабочую повестку разработки обновленных стратегических документов в соответствии с новыми правилами целеполагания, планирования, программирования и прогнозирования. Критический обзор нормативной базы стратегического планирования можно найти в работе [2].

В Алтайском крае 06.09.2021 г. был утвержден разрабатывавшийся длительное время главный стратегический документ социально-экономического развития на долгосрочный период, отвечающий требованиям данных федеральных законов и указов Президента РФ – «Стратегия социально-экономического развития Алтайского края на период до 2035 года» [3].

Генеральной целью данной Стратегии определено развитие человеческого капитала через создание комфортной среды для жизни на базе устойчивого экономического роста. Так, наряду с развитием социальной инфраструктуры в соответствии с приоритетом «качество жизни» и транспортной инфраструктуры в рамках «комфортной среды», главным направлением развития экономической сферы остается сельское хозяйство и промышленность.

Еще на стадии утверждения проект Стратегии был изучен региональным научным сообществом и подвергнут критике как в части структуры изложения, так и со стороны недостаточной освещенности острых проблем региона: экологии, жилья, доходов населения, производительности труда, миграционного оттока и других показателей [4]. Утвержденная Стра-

тегия по указанным проблемным направлениям была частично доработана.

Однако к моменту ее утверждения регион уже столкнулся с новым внешним фактором, влияние которого сложнопрогнозируемо, – пандемия коронавируса. Как следствие, такие показатели развития, как динамика оборота розничной торговли, пассажирооборот автомобильного транспорта и показатели других отраслей, требующих прямого контакта между людьми, в острый период пандемии демонстрировали существенное снижение.

При этом структура утвержденной Стратегии по сравнению с проектом практически не изменилась. Прогноз ВРП и показателей ключевых для региона отраслей – объема производства сельхозпродукции и индекса промышленного производства – незначительно скорректирован по всем сценариям: базовому, целевому и консервативному.

Наряду с этим в 2015 г. Генеральной ассамблеей ООН, включая Россию, в итоговом документе «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» приняты взаимосвязанные цели устойчивого развития (ЦУР) [5].

В 2020 г. опубликован «Добровольный национальный обзор достижения Российской Федерацией целей устойчивого развития (ЦУР) и реализации повестки в области устойчивого развития на период до 2030 года» [6], поскольку Генеральной Ассамблеей ООН рекомендовано странам, подписавшим данную Повестку, определять свои наборы показателей. Таким образом, в 2020 г. такой перечень был согласован, и на сегодняшний день он включает 176 показателей, включая 112 дезагрегированных показателей по субъектам РФ [7].

С учетом того, что утвержденная Стратегия почти не претерпела изменений по отношению к проекту, очевидно, что в итоговом варианте также не были учтены показатели, которые бы отвечали требованиям национального набора ЦУР.

Таким образом, для динамичного развития региона с учетом как национальных, так и общемировых тенденций возникает необходимость приведения документов стратегического планирования края в соответствие с критериями национального набора ЦУР. Перво-

степенно это касается проблемных показателей ЦУР, т.е. тех, которые демонстрируют отрицательную динамику, в том числе на протяжении длительного периода времени.

Для решения данной проблемы необходимо решить несколько важных задач, включая обзор современных подходов к определению устойчивости регионов и поведение матрицы национальных показателей ЦУР в регионах, в том числе и в Алтайском крае.

Однако изменения мировой экономики, вызванные глубокими структурными сдвигами в социально-экономической и институциональной сферах, пандемией, глобальными политическими потрясениями и прочими событиями, неизбежно меняют подходы к пониманию процессов развития и региональных экономик.

Недостаточный уровень развития математических моделей для исследования факторов, влияющих на проблемные показатели устойчивости регионального развития, а также необходимость совершенствования методов прогнозирования данных факторов определили актуальность исследования.

В статье представлен разработанный алгоритм построения эконометрических моделей связи показателей устойчивости социально-экономической сферы региона с его последующей программной реализацией, а также результаты проведенных вычислительных экспериментов с последующей подготовкой аналитических материалов по использованию выявленных закономерностей в анализе и прогнозировании развития проблемных показателей социально-экономического развития региона.

### Методы

В данном исследовании использовались как общенаучные, так и специальные методы (математической статистики и эконометрического моделирования, программно-математический инструментарий как уже существующих программных пакетов, так и собственной разработки).

Следует отметить, что на основе краевых статистических данных еще до утверждения федерального закона о стратегическом планировании ранее уже предпринимались шаги по применению математического аппарата для

анализа и прогнозирования основных показателей развития региона [8].

Безусловно, математическое моделирование, и в частности эконометрика, на сегодняшний день является одним из главных методов исследования экономических систем. Текущий уровень развития эконометрики позволяет на основе регулярных статистических данных проводить всесторонние исследования экономических процессов.

Информационной базой исследования послужили публикации в ведущих периодических научных изданиях, материалы российских и международных научных конференций, данные Федеральной службы государственной статистики по России и по Алтайскому краю, действующие нормативные документы, интернет-ресурсы.

В ходе исследования были определены основные этапы исследования коинтеграционных связей между временными рядами, включая тестирование нестационарности, структурных сдвигов и причинности по Грейнджеру. Затем проведено тестирование коинтеграции на примере реальных статистических данных по Алтайскому краю.

Основой для применения данной методологии являются статистические данные в виде среза данных по нескольким объектам в один и тот же период времени, либо в виде временных рядов, либо в виде их сочетания – панельных данных. Без исходных статистических данных эконометрическое моделирование невозможно.

Однако данные не всегда находятся в открытом доступе для широкого применения эконометрического инструментария с требуемым количеством наблюдений и числом объектов наблюдения. По этой причине в данной работе в качестве статистической основы исследования были выбраны временные ряды и методы определения их коинтеграционных связей, т.е. наличия их стабильных долгосрочных корреляций.

В основе проверки временных рядов на коинтеграционную связь лежит вычисление ряда статистических критериев, находящихся в рамках гипотез о качественных и количественных характеристиках изучаемых рядов. После-

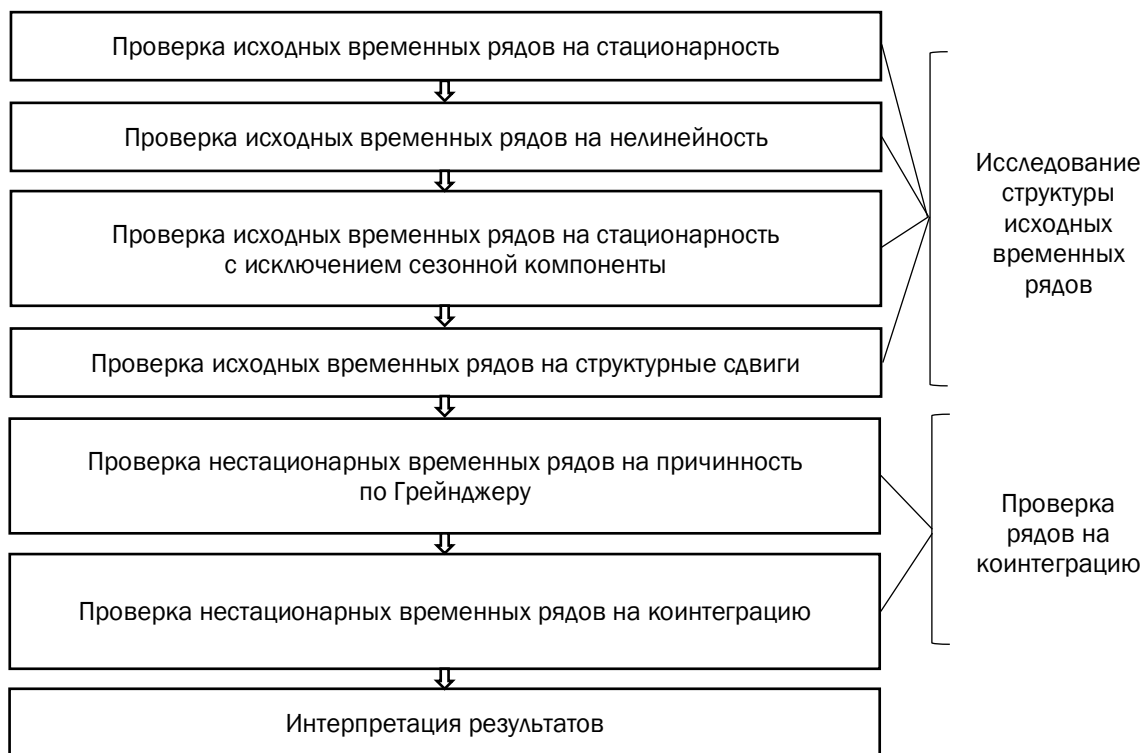


Рис. 1. Последовательность этапов проверки на коинтеграцию

довательность основных этапов вычислений представлена в виде блок-схемы (рис. 1).

Вся последовательность разбита на три уровня. На первом уровне проводится исследование на нелинейность и наличие в структуре исходных временных рядов стохастического тренда. Второй уровень представляет собой непосредственную проверку на коинтеграцию между нестационарными рядами. На третьем, заключительном уровне в случае обнаружения на втором уровне коинтеграционной связи с последующей оценкой долговременных параметров дается качественная и количественная интерпретация полученных результатов с последующим прогнозированием зависимой переменной.

Проверка временных рядов на стационарность проводилась с использованием расширенного теста Дики-Фуллера по DJSR-стратегии [9]. Использование альтернативного теста Филлипса-Перрона проводилось в случае невыполнения исходных предпосылок ADF-теста о нормальности распределения остатков тестовой спецификации, отсутствия в них гетероскедастичности и автокорреляции.

Для проверки нелинейности использован ранговый тест Грейнджера и Холмана, поскольку он показывает более высокую мощность в заданных условиях [10].

Проверка гипотез о наличии структурных сдвигов была проведена на основе методики Д. Эндрюса и Э. Зивота [11]. Главной особенностью данного метода является отсутствие заранее установленного момента структурного сдвига. Проверка гипотезы о его наличии сводится к последовательному перебору всевозможных значений данного момента.

Последними шагами исследования долговременной связи между нестационарными временными рядами является проверка на причинность по Грейнджеру и наличие коинтеграции. При этом последний этап представляет собой применение алгоритма, в соответствии с которым вначале происходит проведение F-теста Каниуры-Тернера [12], затем, в случае если гипотеза о коинтеграционной связи не отвергнута, проведение теста Йохансена [13].

Вместе с тем между переменными возможна долговременная связь и при разном порядке интеграции. Для выявления данной

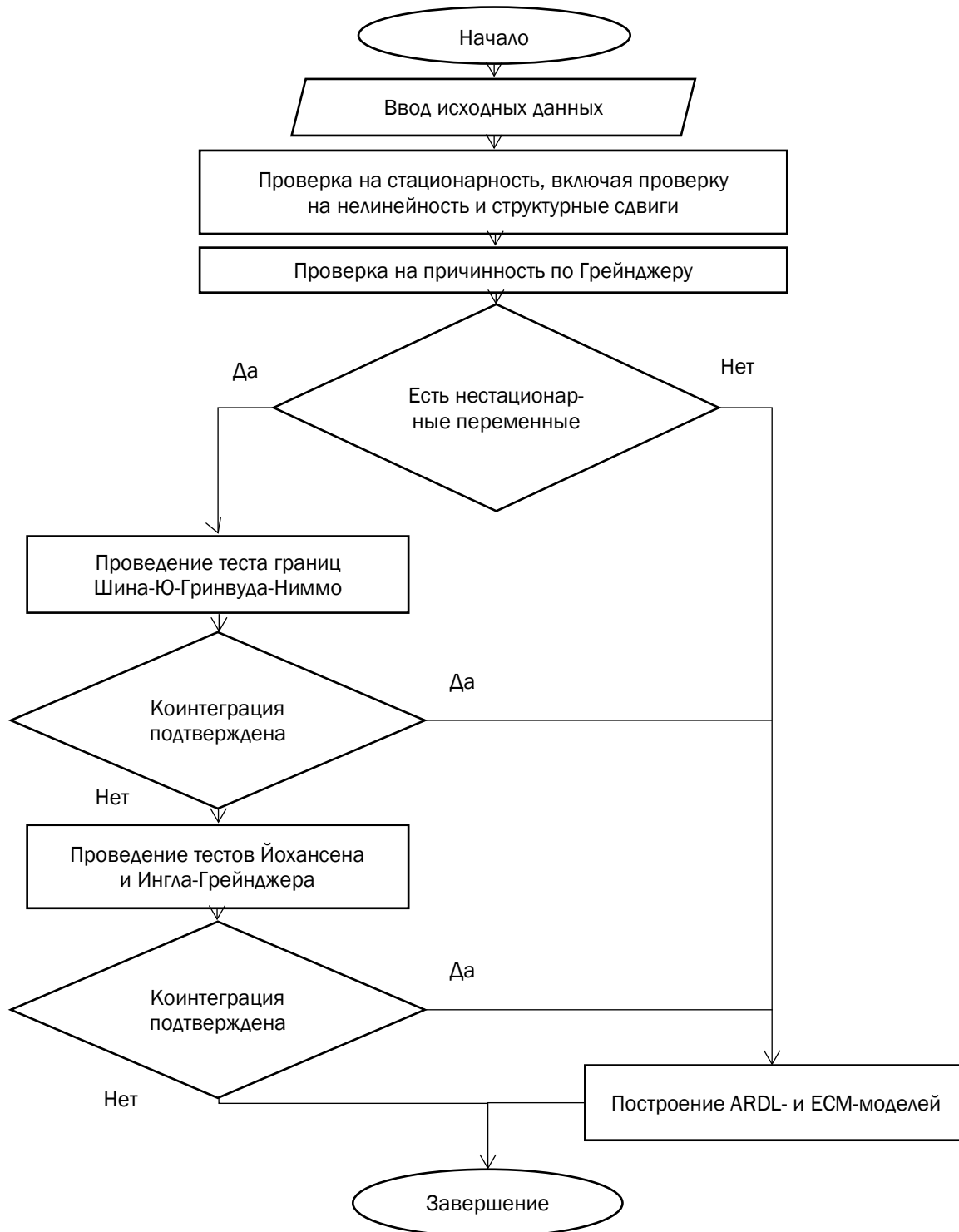


Рис. 2. Общая схема построения ARDL- и ECM-моделей

связи был использован тест границ на основе подхода Шина-Ю-Гринвуда-Ниммо, основанный на построении NARDL-моделей [14]. Также следует отметить, что подход Шина-Ю-Гринвуда-Ниммо позволяет отследить асимметрию влияния в краткосрочном и долгосроч-

ном периодах на зависимую переменную, что позволяет сделать дополнительные выводы о природе зависимости между показателями.

Данная процедура имеет ряд недостатков, несмотря на преимущества, заключающиеся в избегании длинной цепочки предваритель-

ной проверки природы исследуемых рядов. Так, условия проведения данного теста допускают вариант, когда тестовая статистика попадает в область, в которой гипотеза о наличии коинтеграции не может быть ни подтверждена, ни отклонена.

В такой ситуации требуется дополнительная проверка на коинтеграцию по стандартной процедуре. Кроме этого, в случае если оба ряда имеют стационарную природу, нет необходимости проводить тесты на коинтеграцию в каком-либо виде.

Таким образом, общая схема проверки взаимосвязи между временными рядами с возможным наличием в своей структуре стохастического тренда и дальнейшего построения ARDL-моделей выглядит следующим образом (рис. 2).

Для решения задачи по разработке программной реализации процесса построения эконометрических моделей в рамках решения поставленных задач каждый из этапов реализации данного алгоритма автоматизирован в среде программирования прикладного эконометрического пакета Eviews 13.

### Результаты

В рамках решения задачи по анализу теоретических основ устойчивости социально-экономического развития региона проведен анализ основных этапов его социально-экономического развития, выявлены сильные и слабые стороны, дана оценка текущему состоянию, включая возможные причинно-следственные связи между показателями.

В качестве интегрального показателя экономического роста традиционно используется валовой региональный продукт (ВРП), как в номинальном виде, так и в реальном (в сопоставимых ценах базового периода), в основе динамики которого лежит уровень производительности труда.

Так, в Алтайском крае структура ВРП региона за последние 20 лет кардинально не изменилась [15; 16]. Основу реального сектора экономики региона составляют обрабатывающая промышленность, сельское хозяйство и торговля. Отсутствие одной ярко выраженной отрасли говорит о достаточно высокой степени диверсификации экономики.

Однако в качестве ключевого показателя может рассматриваться не только ВРП. На сегодняшний день существует множество исследований, результаты которых говорят о том, что источником экономического роста может стать изменение практически любого показателя как социально-экономической, так и институциональной, экологической, научно-технической и других сфер жизни региона.

Эффективное планирование регионального развития, а также его реализация в современных условиях происходят при смещении акцентов с ресурсно-промышленной базы региона и выгодного географического положения на диверсификацию, поддержку малого и среднего предпринимательства, развитие человеческого капитала и общее повышение технологического уклада традиционных для данного региона отраслей экономики.

Вместе с тем эффективное региональное развитие возможно только при его устойчивости. Так, существует несколько определений устойчивости регионального развития.

Основная идея, закладываемая в понятие устойчивости развития региона, представляет собой результат взаимодействия в экономической, социальной, институциональной, экологической сферах, выражающий способность региона к стабильному функционированию и развитию в пределах ресурсных возможностей без ущерба окружающей среде [17].

В основу формирования системы показателей устойчивого развития региона могут быть заложены экономические принципы. Например, основные принципы системы сбалансированных показателей управления предприятиями Каплана-Нортон [18].

По мнению авторов, такой подход наиболее уместен, когда регионы рассматриваются через призму квазикорпораций. Однако в данном исследовании регион рассматривается не только как система взаимодействующих экономических агентов, максимизирующих свою прибыль, но, в первую очередь, в качестве сложной системы, включающей в себя подсистемы различного характера: социальные, институциональные, экономические и др.

Шаг по дезагрегации показателей по регионам, безусловно, является логичным продолжением по отслеживанию достижения ЦУР

вслед за федеральным уровнем. Однако разработка универсальных систем показателей для регионального уровня сопряжена с рядом трудностей, в том числе в силу уникальности каждого региона.

Актуальности исследованию также добавляет тот факт, что на сегодняшний день в Алтайском крае нет нормативно-правовых актов, на основании которых было бы проведено согласование целей и задач регионального развития, зафиксированных в региональных документах стратегического планирования, с перечнем показателей ЦУР ООН и с утвержденным национальным перечнем показателей ЦУР.

Оценка достижения ЦУР на региональном уровне может проводиться несколькими способами. Наименее трудозатратный путь оценки устойчивости развития регионов предполагает анализ рейтингов, сформированных на основе методик, отвечающих целям и задачам исследований.

Пример ранжирования регионов в рамках оценки устойчивого развития – рейтинги рейтингового агентства SGM [19], в которых большое внимание уделяется оценке экономического развития и городской инфраструктуры. Итогом данного рейтинга является интегральный показатель – индекс устойчивого развития регионов, посчитанный на основе нескольких десятков статистических показателей. Оценка устойчивого развития в соответствии с данным рейтингом проводится агентством SGM начиная с 2022 г.

Согласно данному индексу, составленному на основе 43 показателей, Алтайский край в 2019 г. занимал 67-ю позицию среди 85 регионов России. Однако по итогам 2022 г., когда в расчет индекса были включены уже 53 показателя, Алтайский край переместился на 74-ю позицию.

Еще одним результатом ранжирования регионов по критериям устойчивого развития является рейтинг МГИМО регионов по достижению ЦУР ООН [20]. В соответствии с данным рейтингом регионы оценены как в целом по достижению всех ЦУР ООН, так и отдельно по каждому из 4 аналитических кластеров: институциональному, экологическому, социальному и экономическому. Всего в рейтинге используется 128 показателей.

В соответствии с рейтингом МГИМО Алтайский край по итогам 2022 г. в целом занимает 68-ю позицию, что практически совпадает с результатом ранжирования агентства SGM. Данный результат обусловлен тем, что несмотря на нахождение позиции региона во «втором эшелоне» с 21-й позицией по экологическому и 31-й позицией по экономическому кластеру, по социальному кластеру край занимает лишь 79-ю позицию, а по институциональному – 84-ю.

Таким образом, при сравнении уровня устойчивого развития между регионами по существующим рейтингам SGM и МГИМО Алтайский край не находится на лидирующих позициях, что требует детального изучения причин данного результата.

Традиционно устойчивость развития определяется на основе трех составляющих: экономической, социальной и экологической. Основные индикаторы устойчивого развития региона могут определяться и более подробно, например, экономическим, социальным, экологическим, инновационным и институциональным направлениями [21].

В рамках сопоставления устойчивости развития Алтайского края с ЦУР, определенными Генассамблеей ООН и списком показателей, дезагрегированных до регионального уровня, после предварительного изучения первичной статистики можно в соответствии с таблицей выделить показатели, не демонстрирующие положительной динамики либо демонстрирующие разнонаправленную динамику, но в силу сложившегося уклада социально-экономической структуры играющие важную роль в развитии региона (см. таблицу).

После предварительного обзора проведено изучение смежных показателей и возможных факторов влияния на проблемные показатели устойчивости развития региона.

Следует отметить, что показатель «Заболеваемость с впервые установленным диагнозом наркомании на 100 тыс. населения» зависит, в первую очередь, от уровня пропаганды здорового образа жизни, наличия специализированных медицинских учреждений для лечения наркозависимых граждан, эффективности борьбы правоохранительных органов с распространением наркотиков. Иными словами,



**Проблемные показатели устойчивости развития региона\***

№ п/п	Сфера	Показатели	Причина дальнейшего изучения
1	Экономическая	Индекс производства продукции сельского хозяйства [7]	Имеет разнонаправленную динамику. Является показателем одной из крупнейших отраслей экономики региона
		Доля валовой добавленной стоимости отрасли «Обрабатывающее производство» в ВРП [15, 22]	Имеет разнонаправленную динамику. Является показателем крупнейшей отрасли экономики региона
		Общая протяженность автомобильных дорог общего пользования местного значения [23]	Показатель снижается на протяжении 6 лет подряд
		Пассажиروоборот предприятий транспорта общего пользования [24]	Снижение в 2022 году значения показателя на 43,3% к уровню 2019 года
		Доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в ВРП [7]	Снижение в 2021 году показателя на 3,7 п.п. до 16,3%
		Доля исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности исследователей [25]	Показатель снижается на протяжении 6 лет подряд
2	Социальная	Заболееваемость с впервые в жизни установленным диагнозом алкоголизма и алкогольного психоза на 100 тыс. населения [26]	Рост показателя на 141,8% в 2022 году к 2020 году
		Заболееваемость с впервые в жизни установленным диагнозом наркомании на 100 тыс. населения [27]	Рост показателя на 56,6% в 2022 году к 2020 году
		Реальные денежные доходы населения [7]	Снижаются либо остаются на уровне предыдущего года на протяжении 8 лет подряд начиная с 2015 года
		Суммарный коэффициент рождаемости [28]	Показатель с 2014 года ежегодно снижается
3	Экологическая	Доля домохозяйств, обеспеченных центральным водопроводом [7]	Снижение показателя в 2022 году по отношению к 2020 году на 3,25 п.п.
		Доля направленных на утилизацию отходов, выделенных в результате раздельного накопления и обработки (сортировки) твердых коммунальных отходов, в общей массе образованных твердых коммунальных отходов [29]	Нулевое значение показателя
		Доля твердых коммунальных отходов, направленных на обработку (сортировку), в общей массе образованных твердых коммунальных отходов [30]	Показатель принял ненулевое значение лишь в 2022 году и составил 1,3%
		Доля утилизированных и обезвреженных отходов производства и потребления в общем объеме образовавшихся отходов производства и потребления [31]	Снижение показателя с 81,7% в 2020 году до 41,5% в 2022 году

\* По данным Федеральной службы государственной статистики.

изменение динамики данных показателей лежит не в количественной, а в качественной плоскости и не зависит от изменения регулярно наблюдаемых статистических показателей.

Аналогично, все проблемные экологические показатели, в том числе связанные с обращением с отходами, и показатель «Общая протяженность автомобильных дорог общего пользования местного значения» из экономи-

ческой сферы напрямую зависят от объема финансирования и реализации плановых мероприятий.

Так, например, для увеличения доли домохозяйств, обеспеченных центральным водопроводом, необходимо предусмотреть в бюджете финансирование и достроить недостающую часть системы центрального водопровода для оставшихся домохозяйств.

Для остальных показателей реализация вычислительного алгоритма проводилась при длине временных рядов от 18 до 23 наблюдений, в зависимости от наличия в свободном доступе статистических данных. При этом границы интервалов обусловлены существованием статистических данных одновременно для всех переменных именно в этих границах. Первая граница начинается либо с 2000, с 2003, либо с 2005 г., тогда как вторая граница для всех временных рядов заканчивается 2022 г.

Результатом реализации алгоритма определения долговременной нелинейной связи являются модели:

1. Модели ЕСМ с подтвержденной долговременной связью для валовой добавленной стоимости по отрасли «Обрабатывающие производства»  $Y_1$ , %:

$$\Delta Y_{1t} = 5618892 - 0,13 * Y_{1t-1} + 321775 * X_{1t}^+ + 160143 * X_{1t}^-; \quad (1)$$

$$\Delta Y_{1t} = 9832679 - 0,26 * Y_{1t-1} + 10743 * X_{3t}^+ - 3378 * X_{3t}^-; \quad (2)$$

$$\Delta Y_{1t} = 10389056 - 0,11 * Y_{1t-1} + 280267 * X_{5t}^+ + 47711 * X_{5t}^-, \quad (3)$$

где  $X_1$  – индекс производства, % [32];  $X_3$  – потребление электроэнергии, млн кВтч [33];  $X_5$  – уровень потребительских цен на все товары и услуги, % [34].  $X_t^+$  и  $X_t^-$  – переменные, характеризующие асимметрию влияния объясняющих переменных. Например, увеличение динамики индекса производства  $X_1^+$  в большей степени влияет на рост валовой добавленной стоимости, чем ее снижение  $X_1^-$ .

2. В соответствии с (2) модель ЕСМ с подтвержденной долговременной связью для индекса физического объема продукции растениеводства имеет вид:

$$\Delta Y_{1t} = 165 - 1,6 * Y_{1t-1} + 0,001 * X_{1t}^+ - 0,0007 * X_{1t}^-, \quad (4)$$

где  $Y_1$  – индекс физического объема продукции растениеводства, % [7];  $X_1$  – объем внесенных минеральных удобрений, кг [35].

3. Модели ЕСМ с подтвержденной долговременной связью для пассажирооборота городского транспорта:

$$\Delta Y_{1t} = 269,8 - 0,23 * Y_{1t-1} + 8,94 * X_{1t}^+ + 9,6 * X_{1t}^-; \quad (5)$$

$$\Delta Y_{2t} = 1207,4 - 0,73 * Y_{1t-1} + 4,67 * X_{2t}^+ - 41,1 * X_{2t}^- - 3,8 * X_{2t-1}^+ - 41,9 * X_{2t-1}^-, \quad (6)$$

где  $Y_1$  – пассажирооборот городского электрического транспорта, млн пасс. км;  $X_1$  – обеспеченность населения автобусами общего пользования, ед. [36];  $Y_2$  – пассажирооборот автомобильного транспорта, млн пасс. км;  $X_2$  – количество собственных легковых автомобилей, шт. на 1000 чел. населения [37].

4. Модели ЕСМ с подтвержденной долговременной связью для численности работников организаций, выполняющих научные исследования и разработки:

$$\Delta Y_{1t} = 1495,3 - 0,64 * Y_{1t-1} + 0,29 * X_{3t}^+ + 0,67 * X_{3t}^- + 0,57 * \Delta Y_{1t-1}; \quad (7)$$

$$\Delta Y_{2t} = 223,4 - 0,67 * Y_{1t-1} + 2,32 * X_{1t-1}^+ + 0,31 * X_{1t-1}^- + 0,16 * \Delta X_{1t}^+ + 0,66 * \Delta X_{1t}^- - 2,22 * \Delta X_{1t-1}^+ + 0,04 * \Delta X_{1t-1}^-, \quad (8)$$

где  $Y_1$  – численность работников организаций, выполнявших научные исследования и разработки, чел.;  $X_1$  – численность аспирантов, чел. [38];  $Y_2$  – численность работников организаций, выполнявших научные исследования и разработки, имеющих ученую степень кандидата наук, чел. [39];  $X_3$  – внутренние затраты на научные исследования и разработки, млн руб. [40].

5. Модель ЕСМ с подтвержденной долговременной связью между объемом инновационных товаров, работ, услуг и остальными показателями:

$$\Delta Y_{1t} = 3681 - 0,78 * Y_{1t-1} + 0,25 * X_{1t}^+ - 1,59 * X_{1t}^-, \quad (9)$$

где  $Y_1$  – объем инновационных товаров, работ, услуг, млн руб. [41];  $X_1$  – общие (капитальные и текущие) затраты на инновационную деятельность, млн руб. [42].

6. В результате моделирования зависимости между «Общим объемом денежных доходов населения» и показателями «Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников по полному кругу организаций в целом по экономике» [43], «Оплата труда наемных работников» и «Объем социальных выплат» [44] выяснилось, что корреляция между всеми показателями близка к 1.

7. Модель ЕСМ с подтвержденной долговременной связью для заболеваемости с

впервые в жизни установленным диагнозом алкоголизма и алкогольного психоза:

$$\Delta Y_{1t} = 86,3 + 0,59 * Y_{1t-1} + 0,002 * X_{1t} - 0,004 * X_{1t-1}, \quad (10)$$

где  $Y_1$  – заболеваемость с впервые в жизни установленным диагнозом алкоголизма и алкогольного психоза, чел.;  $X_1$  – оборот розничной торговли алкогольными напитками и пивом, млн руб. [35].

8. Модель ЕСМ с подтвержденной долговременной связью для суммарным коэффициентом рождаемости среди сельского населения:

$$\Delta Y_{3t} = 0,19 + 0,01 * Y_{3t-1} - 0,00000000008 * X_{1t}^+ - 0,0000000002 * X_{1t}^-, \quad (11)$$

где  $Y_3$  – суммарный коэффициент рождаемости среди сельского населения, ед.;  $X_1$  – общий объем денежных доходов населения, тыс. руб.

Безусловно, столь короткие длины временных рядов, изменение статистической методики подсчета тех или иных показателей, невозможность учета влияния на результат показателя факторов, статистическая информация о которых не фиксируется на регулярной основе, отражаются на качестве оценок параметров моделей.

В такой ситуации интерес, в первую очередь, представляет качественный результат моделирования, позволяющий сделать вывод и спрогнозировать поведение зависимой переменной от изменения динамики объясняющих переменных.

### Обсуждение

Качественные выводы по результатам моделирования проблемных показателей могут быть представлены следующим образом.

1. Валовая добавленная стоимость по отрасли «Обрабатывающие производства». Влияние индекса производства на валовую добавленную стоимость по отрасли «Обрабатывающие производства» имеет асимметричную природу: зависимый показатель сильнее откликается на рост объясняющей переменной. Иными словами, интенсификация производства сонаправленно ведет к увеличению валовой добавленной стоимости. Данный факт говорит о наличии рентабельного производственного потенциала в данной отрасли.

Аналогичная асимметричная связь наблюдается и между валовой добавленной стоимостью по отрасли «Обрабатывающие производства» и потреблением электроэнергии, а также уровнем потребительских цен на все товары и услуги. Безусловно, рост общего уровня цен в конечном счете номинально переключается на конечную стоимость продукции, а значит и валовую добавленную стоимость. Вместе с тем потребление электроэнергии является одним из ключевых показателей интенсивности производства.

Следовательно, при наличии производственного потенциала необходимо предусмотреть меры, снижающие размер тарифов на электричество, в первую очередь для производителей, а также усилить меры по внедрению энергосберегающих технологий.

2. Индекс физического объема продукции растениеводства. По результатам моделирования подтвердилась долговременная асимметричная связь индекса физического объема продукции растениеводства и объема вносимых минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры на гектар посева. Безусловно, при ежегодном снижении количества сельхозтехники в расчете на 1 гектар, а также погодном факторе, напрямую влияющем на урожайность, показатель уровня внесения удобрений является ключом к наращиванию объемов продукции растениеводства.

3. Пассажиоборот общественного транспорта. Пассажиоборот городского электрического транспорта, согласно результатам моделирования, напрямую зависит от обеспеченности населения автобусами общего пользования, имея при этом обратную асимметричную зависимость. Иными словами, данная долговременная зависимость определяет предпочтение жителей в пользу автомобильного транспорта.

Аналогично пассажиоборот автомобильного транспорта имеет обратную асимметричную долговременную связь с количеством собственных легковых автомобилей. Данная зависимость, в свою очередь, демонстрирует предпочтительность личного легкового транспорта перед городским автомобильным.

Таким образом, использование общественного транспорта с точки зрения предпо-

чительности и финансовых возможностей представляет собой движение от городского электрического транспорта в сторону городского автомобильного транспорта с последующим использованием личных легковых автомобилей.

При этом асимметрия в пользу использования личных легковых автомобилей вместо городского автомобильного транспорта более выражена, чем асимметрия в пользу использования городского автомобильного взамен электрического транспорта. Таким образом, предпочтение в использовании легковых автомобилей сильнее, чем при выборе между городским автобусным и электрическим транспортом.

4. Численность работников организаций, выполняющих научные исследования и разработки. Для данного показателя в качестве долговременного результирующего фактора подтвержден показатель внутренних затрат на научные исследования и разработки.

Кроме этого, численность работников организаций, выполнявших научные исследования и разработки, имеющих ученую степень кандидата наук, имеет долговременную связь с численностью аспирантов на конец года.

Таким образом, численность работников организаций, осуществляющих научные исследования и разработки, напрямую зависит от затрат на научные исследования. Вместе с тем число аспирантов и докторантов на конец года после 2014 г. резко сокращается. Очевидно, что снижение количества аспирантов и докторантов в долговременной перспективе ведет к снижению количества работников с учеными степенями в организациях, осуществляющих исследования и разработки.

Следовательно, для стимулирования активности таких организаций требуется не только нарастить объем затрат на научные исследования и разработки, но и обеспечить необходимое количество подготовки научных кадров для исключения их дефицита в долгосрочном периоде.

5. Объем инновационных товаров, работ, услуг. В качестве показателя, характеризующего инновации, определен объем инновационных товаров, работ, услуг, который аналогично с численностью работников организаций, осуществляющих научные исследования

и разработки, зависит от общих затрат на инновационную деятельность.

Таким образом, как результаты научной, так и инновационной деятельности зависят, в первую очередь, от объема затрат на их осуществление.

6. Общий объем денежных доходов населения. Исходя из результатов моделирования путь к повышению денежных доходов населения, в первую очередь, заключается в росте заработной платы и увеличении размеров социальных выплат населению.

7. Заболеваемость с впервые в жизни установленным диагнозом алкоголизма и алкогольного психоза имеет долгосрочную связь с оборотом розничной торговли алкогольными напитками и пивом, но без асимметрии влияния. Таким образом, в текущих условиях можно утверждать, что население в большей степени потребляет легальную алкогольную продукцию и данный показатель розничных продаж может служить еще одним индикатором эффективности борьбы с алкоголизмом.

8. Суммарный коэффициент рождаемости. Моделирование долговременной связи для суммарного коэффициента рождаемости с другими показателями проведено в разрезе на городское и сельское население. Так, долговременная связь между показателями суммарного коэффициента рождаемости городского населения и размера общего объема денежных доходов населения не выявлена. Такая связь выявлена лишь для суммарного коэффициента рождаемости сельского населения. При этом логично такая долговременная связь носит прямой асимметричный характер.

Иными словами, рост динамики общего объема денежных доходов населения значительно повышает суммарный коэффициент рождаемости сельского населения, чем замедление такой динамики.

### **Заключение**

В настоящей работе рассмотрены основные этапы анализа устойчивости развития региона через исследование связи между временными рядами со стохастическим трендом в рамках эконометрической методологии. Разработан комплекс программных модулей, позволяющий полностью автоматизировать все

вычислительные процессы, тем самым исключая человеческий фактор, а также значительно сокращая время расчетов. Представлены результаты использования программы на реальных данных проблемных показателей в соответствии с целями устойчивого развития, определенных ООН.

Проведенное моделирование поведения проблемных показателей развития региона не является исчерпывающим и требует дополнительного, углубленного исследования по каждому направлению. Однако подтверждение выявленных зависимостей позволяет сделать качественные выводы о природе проблемных показателей устойчивости развития региона для дальнейшей подготовки аналитических материалов, предназначенных для руководства региональных исполнительных органов, с целью их учета в процессе принятия решений, связанных с планированием развития различных сфер жизни региона.

Если рассматривать полученные взаимосвязи с качественной стороны, то результаты вполне согласуются с современными экономическими теориями. Этот факт позволяет говорить об использовании представленного алгоритма анализа долговременных связей в ситуации, когда какое-либо теоретическое описание связей между показателями отсутствует либо требует проверки.

Подводя итог, следует отметить, что качественные выводы, сделанные на основе полу-

ченных моделей, позволяют с большей уверенностью опираться на эмпирические результаты, служащие подтверждением уже утвердившихся теоретических постулатов или создающие новые гипотезы о природе региональных социально-экономических систем, требующие проверки в будущем.

Результаты исследования могут способствовать повышению эффективности используемых на уровне региона методов анализа и прогнозирования проблемных показателей устойчивости развития, включая моделирование взаимосвязи различных показателей развития, в том числе имеющего схожую с Алтайским краем структуру социально-экономических отраслей. Результаты работы также могут применяться для разработки новых, более эффективных алгоритмов при исследовании временных рядов.

Пользователями, заинтересованными в результатах работы, могут являться: руководство региона – в качестве аналитических инструментов при принятии решений, руководители профильных региональных министерств и ведомств, в чьей ответственности находится контроль за показателями устойчивости развития региона, и др.

Подходы и методы, использованные в данной работе для анализа влияния социально-экономических изменений на показатели устойчивости развития Алтайского края, могут быть применены и для других регионов РФ.

#### Список источников

1. О стратегическом планировании в Российской Федерации : федеральный закон от 28.06.2014 № 172-ФЗ. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&firstDoc=1&lastDoc=1&nd=102354386> (дата обращения: 01.04.2024).
2. Нормативная база стратегического планирования: основы, нерешенные проблемы и направления развития : монография / Ю.В. Мишин [и др.]. Москва : Наука, 2019. 406 с. doi:10.18184/978-5-9902341-3-0.
3. Стратегия социально-экономического развития Алтайского края до 2035 года : утв. Законом Алтайского края от 06.09.2021 № 86-ЗС. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/2200202109080001?ysclid=ih650omdh324990329> (дата обращения: 01.04.2024).
4. Троцковский А.Я., Родионова Л.В., Сергиенко А.М. Стратегия социально-экономического развития Алтайского края до 2035 г.: экспертная оценка и предложения по совершенствованию // Экономика. Профессия. Бизнес. 2019. № 2. С. 79–85. doi:10.14258/epb201924.
5. Technical report by the Bureau of the United Nations Statistical Commission (UNSC) on the process of the development of an indicator framework for the goals and targets of the post-2015 development agenda. URL: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/6754Technical%20report%20of%20the%20UNSC%20Bureau%20%28final%29.pdf> (дата обращения: 06.03.2024).

6. Добровольный национальный обзор хода осуществления Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года / Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/cW1DBqYs/Добровольный%20национальный%20обзор%202020.pdf> (дата обращения: 06.03.2024).
7. Цели устойчивого развития в Российской Федерации / Федеральная служба государственной статистики. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/SDG\\_Russia\\_2023\\_RUS.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/SDG_Russia_2023_RUS.pdf) (дата обращения: 06.03.2024).
8. Цыбатов В.А., Павлов Л.П. Применение технологии оценивания достижимости целевых ориентиров при актуализации Стратегии социально-экономического развития Алтайского края // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2014. № 7. С. 20–29.
9. Dolado J.J., Jenkinson T., Sosvilla-Rivero S. Cointegration and unit roots // Journal of economic surveys. 1990. Vol. 4, No. 3. Pp. 249–273. doi:10.1111/j.1467-6419.1990.tb00088.x.
10. Fotopoulos S.B., Ahn S.K. Rank based Dickey–Fuller test statistics // Journal of Time Series Analysis. 2003. Vol. 24, No. 6. Pp. 647–662. doi:10.1111/j.1467-9892.2003.00327.x.
11. Zivot E., Andrews D.W.K. Further evidence on the great crash, the oil-price shock, and the unit-root hypothesis // Journal of business & economic statistics. 2002. Vol. 20, No. 1. Pp. 25–44. doi:10.1198/073500102753410372.
12. Kanioura A., Turner P. The error correction model as a test for cointegration. 2003.
13. Kitamura Y. Likelihood-Based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models: by Søren Johansen, Oxford University Press, 1995 // Econometric Theory. 1998. Vol. 14, No. 4. Pp. 517–524. doi:10.1017/S0266466698144067.
14. Shin Y., Yu B., Greenwood-Nimmo M. Modelling asymmetric cointegration and dynamic multipliers in a nonlinear ARDL framework // Festschrift in honor of Peter Schmidt: Econometric methods and applications. 2014. Pp. 281–314. doi:10.1007/978-1-4899-8008-3\_9.
15. Регионы России. Социально-экономические показатели / Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 06.03.2024).
16. Валовой региональный продукт / Управление Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю и Республике Алтай. URL: [https://22.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/O1\\_ВРП\\_1998-2022\(1\).xlsx](https://22.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/O1_ВРП_1998-2022(1).xlsx) (дата обращения: 17.04.2024).
17. Прогнозирование устойчивого развития региона на основе экономико-математического моделирования / С.М. Вдовин [и др.] // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2016. № 9. С. 18–27.
18. Факторы устойчивого развития регионов России : монография / О.А. Белоусов [и др.]. Новосибирск : СИБПРИНТ, 2011. 313 с.
19. Рейтинги / SGM рейтинговое агентство. URL: <https://agencysgm.com/ratings/> (дата обращения: 06.03.2024).
20. Ренкинг регионов по показателям достижения ЦУР ООН / МГИМО. URL: <https://ranking.mgimo.ru/> (дата обращения: 06.03.2024).
21. Бобылёв С.Н. Индикаторы устойчивого развития: региональное измерение: пособие по региональной экологической политике : монография. Москва : Акрополь, ЦЭПР, 2007. 60 с.
22. Валовая добавленная стоимость / Управление Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю и Республике Алтай. URL: [https://22.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/O1\\_ВДС\\_ОКВЭД2\\_2016-2022.xlsx](https://22.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/O1_ВДС_ОКВЭД2_2016-2022.xlsx) (дата обращения: 17.04.2024).
23. Протяженность автомобильных дорог общего пользования местного значения / Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/40581?ysclid=lt1ax9уха1812200755> (дата обращения: 06.03.2024).
24. Грузооборот автомобильного транспорта общего пользования / Управление Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю и Республике Алтай. URL: <https://22.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/ДЛЯ%20САЙТА.pdf> (дата обращения: 06.03.2024).
25. Доля исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности российских исследователей / Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/43587?ysclid=lt1cwbwtур361905310> (дата обращения: 06.03.2024).
26. Заболеваемость с впервые в жизни установленным диагнозом алкоголизма и алкогольного психоза на 100 тыс. населения / Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/41703> (дата обращения: 06.03.2024).

27. Заболеваемость с впервые в жизни установленным диагнозом наркомании на 100 тыс. населения / Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/41701> (дата обращения: 06.03.2024).

28. Суммарный коэффициент рождаемости / Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/55407> (дата обращения: 06.03.2024).

29. Доля направленных на утилизацию отходов, выделенных в результате раздельного накопления и обработки (сортировки) твердых коммунальных отходов, в общей массе образованных твердых коммунальных отходов / Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/61941?ysclid=lszn6qjkc5788303854> (дата обращения: 06.03.2024).

30. Доля твердых коммунальных отходов, направленных на обработку (сортировку), в общей массе образованных твердых коммунальных отходов / Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/61943?ysclid=lsznnoeu5n161489957> (дата обращения: 06.03.2024).

31. Информация об образовании, обработке, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления / Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. URL: <https://rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/production-consumption-waste/> (дата обращения: 06.03.2024).

32. Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами / Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/57722?ysclid=lvhqiidbit662163377> (дата обращения: 27.04.2024).

33. Потребление электроэнергии в Российской Федерации / Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/43277> (дата обращения: 06.03.2024).

34. Индексы потребительских цен на товары и услуги / Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/31074?ysclid=lvhz5q6nae610882559> (дата обращения: 27.04.2024).

35. Статистический ежегодник, 2022 / Управление Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю и Республике Алтай. URL: [https://22.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Ежегодник\\_Алт\\_край\\_на%20сайт\\_2022\(1\).pdf](https://22.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Ежегодник_Алт_край_на%20сайт_2022(1).pdf) (дата обращения: 18.04.2024).

36. Основные показатели деятельности автомобильного транспорта / Управление Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю и Республике Алтай. URL: [https://22.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/2022\\_транспорт\\_889858\\_889877.htm](https://22.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/2022_транспорт_889858_889877.htm) (дата обращения: 22.04.2024).

37. Количество собственных легковых автомобилей на 1 тыс. человек населения / Федеральная служба государственной статистики. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/obesp\\_legk\\_avto.xls](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/obesp_legk_avto.xls) (дата обращения: 22.04.2024).

38. Деятельность аспирантуры и докторантуры / Управление Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю и Республике Алтай. URL: <https://22.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Деятельность+аспирантуры+и+докторантуры.doc> (дата обращения: 23.04.2024).

39. Численность работников, выполнявших научные исследования и разработки / Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/31555?ysclid=lx9sslfpcc4469612003> (дата обращения: 29.04.2024).

40. Внутренние затраты на исследования и разработки за счет всех источников / Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/33383?ysclid=lt1d2njw9r683549201> (дата обращения: 06.03.2024).

41. Объем инновационных товаров, работ, услуг / Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/31278?ysclid=lzv7li56c8946280805> (дата обращения: 23.04.2024).

42. Общие затраты на инновационную деятельность / Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Innov-5.xls> (дата обращения: 23.04.2024).

43. Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата / Федеральная служба государственной статистики. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/tab4-zpl\\_2023.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/tab4-zpl_2023.xlsx) (дата обращения: 29.04.2024).

44. Объем социальных выплат населению / Федеральная служба государственной статистики. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/UROV-14a\\_2010-2022.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/UROV-14a_2010-2022.xlsx) (дата обращения: 29.04.2024).

## References

1. On Strategic Planning in the Russian Federation : Federal Law No. 172-FZ dated 28.06.2014. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&firstDoc=1&lastDoc=1&nd=102354386> (date of access: 01.04.2024).
2. Regulatory Strategic Planning Framework: Fundamentals, Unsolved Problems and Development Directions : monography / Yu.V. Mishin [et al.]. Moscow : Nauka, 2019. 406 p. doi:10.18184/978-5-9902341-3-0.
3. Strategy of socio-economic development of the Altai Territory until 2035 : approved By the Law of the Altai Territory dated 06.09.2021 No. 86-ZS. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/2200202109080001?ysclid=luh650omdh324990329> (date of access: 01.04.2024).
4. Trotskovsky A.Ya., Rodionova L.V., Sergienko A.M. Strategy for Socio-Economic Development of the Altai Krai Up to 2035: Expert Assessment and Proposals to Improve // Economics Profession Business. 2019. No. 2. Pp. 79–85. doi:10.14258/epb201924.
5. Technical report by the Bureau of the United Nations Statistical Commission (UNSC) on the process of the development of an indicator framework for the goals and targets of the post-2015 development agenda. URL: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/6754Technical%20report%20of%20the%20UNSC%20Bureau%20%28final%29.pdf> (date of access: 06.03.2024).
6. Voluntary national review of the implementation of the 2030 Agenda for Sustainable Development / Federal State Statistics Service. URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/cW1DBqYs/Добровольный%20национальный%20обзор%202020.pdf> (date of access: 06.03.2024).
7. Sustainable Development Goals in the Russian Federation / Federal State Statistics Service. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/SDG\\_Russia\\_2023\\_RUS.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/SDG_Russia_2023_RUS.pdf) (date of access: 06.03.2024).
8. Tsybatov V.A., Pavlov L.P. The Use of Technology for Assessing the Achievability of Targets in Updating the Strategy of Socio-Economic Development of the Altai Territory // Vestnik of Samara State University of Economics. 2014. No. 7. Pp. 20–29.
9. Dolado J.J., Jenkinson T., Sosvilla-Rivero S. Cointegration and unit roots // Journal of economic surveys. 1990. Vol. 4, No. 3. Pp. 249–273. doi:10.1111/j.1467-6419.1990.tb00088.x.
10. Fotopoulos S.B., Ahn S.K. Rank based Dickey–Fuller test statistics // Journal of Time Series Analysis. 2003. Vol. 24, No. 6. Pp. 647–662. doi:10.1111/j.1467-9892.2003.00327.x.
11. Zivot E., Andrews D.W.K. Further evidence on the great crash, the oil-price shock, and the unit-root hypothesis // Journal of business & economic statistics. 2002. Vol. 20, No. 1. Pp. 25–44. doi:10.1198/073500102753410372.
12. Kanioura A., Turner P. The error correction model as a test for cointegration. 2003.
13. Kitamura Y. Likelihood-Based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models: by Søren Johansen, Oxford University Press, 1995 // Econometric Theory. 1998. Vol. 14, No. 4. Pp. 517–524. doi:10.1017/S0266466698144067.
14. Shin Y., Yu B., Greenwood-Nimmo M. Modelling asymmetric cointegration and dynamic multipliers in a nonlinear ARDL framework // Festschrift in honor of Peter Schmidt: Econometric methods and applications. 2014. Pp. 281–314. doi:10.1007/978-1-4899-8008-3\_9.
15. Regions of Russia. Socio-economic indicators / Federal State Statistics Service. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (date of access: 06.03.2024).
16. Gross regional product / Office of the Federal State Statistics Service for the Altai Territory and the Altai Republic. URL: [https://22.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/01\\_БРП\\_1998-2022\(1\).xlsx](https://22.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/01_БРП_1998-2022(1).xlsx) (date of access: 17.04.2024).
17. Region's Sustainable Development Prediction on the Basis of Economic-Mathematical Modeling / S.M. Vdovin [et al.] // National Interests: Priorities and Security. 2016. No. 9. Pp. 18–27.
18. Factors of Sustainable Development of Russian Regions : monography / O.A. Belousov [et al.]. Novosibirsk : SIBPRINT, 2011. 313 p.
19. Ratings / SGM Rating Agency. URL: <https://agencysgm.com/ratings/> (date of access: 06.03.2024).
20. Ranking of regions by indicators of achievement of the UN SDGs / MGIMO. URL: <https://ranking.mgimo.ru/> (date of access: 06.03.2024).
21. Bobylev S.N. Indicators of Sustainable Development: Regional Dimension: a Handbook on Regional Environmental Policy : monography. Moscow : Acropolis, CEPR, 2007. 60 p.
22. Gross value added / Office of the Federal State Statistics Service for the Altai Territory and the Altai Republic. URL: [https://22.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/01\\_ВАО\\_ОКБЭД2\\_2016-2022.xlsx](https://22.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/01_ВАО_ОКБЭД2_2016-2022.xlsx) (date of access: 17.04.2024).



23. The length of public roads of local importance / Federal State Statistics Service. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/40581?ysclid=lt1ax9yxa1812200755> (date of access: 06.03.2024).
24. Cargo turnover of public road transport / Office of the Federal State Statistics Service for the Altai Territory and the Altai Republic. URL: <https://22.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/ДЛЯ%20САЙТА.pdf> (date of access: 06.03.2024).
25. The share of researchers under the age of 39 in the total number of Russian researchers / Federal State Statistics Service. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/43587?ysclid=lt1cwbwtyp361905310> (date of access: 06.03.2024).
26. Morbidity with a diagnosis of alcoholism and alcoholic psychosis for the first time in life per 100,000 population / Federal State Statistics Service. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/41703> (date of access: 06.03.2024).
27. Morbidity with a first-time diagnosis of drug addiction per 100,000 population / Federal State Statistics Service. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/41701> (date of access: 06.03.2024).
28. Total fertility rate / Federal State Statistics Service. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/55407> (date of access: 06.03.2024).
29. The share of waste allocated for recycling as a result of separate accumulation and processing (sorting) of solid municipal waste in the total mass of solid municipal waste generated / Federal State Statistics Service. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/61941?ysclid=lszn6qikc5788303854> (date of access: 06.03.2024).
30. The share of solid municipal waste directed to processing (sorting) in the total mass of solid municipal waste generated / Federal State Statistics Service. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/61943?ysclid=lsznnoeu5n161489957> (date of access: 06.03.2024).
31. Information on the formation, processing, disposal, neutralization, disposal of production and consumption waste / Federal Service for Supervision of Environmental Management. URL: <https://rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/production-consumption-waste/> (date of access: 06.03.2024).
32. Goods of own production were shipped, works and services were performed on their own / Federal State Statistics Service. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/57722?ysclid=lvhqiidbit662163377> (date of access: 27.04.2024).
33. Electricity consumption in the Russian Federation / Federal State Statistics Service. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/43277> (date of access: 06.03.2024).
34. Consumer price indices for goods and services / Federal State Statistics Service. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/31074?ysclid=lvhz5q6nae610882559> (date of access: 27.04.2024).
35. Statistical Yearbook 2022 / Office of the Federal State Statistics Service for the Altai Territory and the Altai Republic. URL: [https://22.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Ежегодник\\_Алт\\_край\\_на%20сайт\\_2022\(1\).pdf](https://22.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Ежегодник_Алт_край_на%20сайт_2022(1).pdf) (date of access: 18.04.2024).
36. Key performance indicators of road transport / Office of the Federal State Statistics Service for the Altai Territory and the Altai Republic. URL: [https://22.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/2022\\_транспорт\\_889858\\_889877.htm](https://22.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/2022_транспорт_889858_889877.htm) (date of access: 22.04.2024).
37. The number of own passenger cars per 1 thousand people of the population / Federal State Statistics Service. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/obesp\\_legk\\_avto.xls](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/obesp_legk_avto.xls) (date of access: 22.04.2024).
38. Postgraduate and doctoral studies activities / Office of the Federal State Statistics Service for the Altai Territory and the Altai Republic. URL: <https://22.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Деятельность+аспирантуры+и+докторантуры.doc> (date of access: 23.04.2024).
39. The number of employees who performed scientific research and development / Federal State Statistics Service. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/31555?ysclid=lx9sslfp4469612003> (date of access: 29.04.2024).
40. Internal research and development costs from all sources / Federal State Statistics Service. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/33383?ysclid=lt1d2njw9r683549201> (date of access: 06.03.2024).
41. The volume of innovative goods, works, and services / Federal State Statistics Service. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/31278?ysclid=lzv7li56c8946280805> (date of access: 23.04.2024).
42. Total costs of innovation activities / Federal State Statistics Service. URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Innov-5.xls> (date of access: 23.04.2024).
43. Average monthly nominal accrued salary / Federal State Statistics Service. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/tab4-zpl\\_2023.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/tab4-zpl_2023.xlsx) (date of access: 29.04.2024).

44. The volume of social payments to the population / Federal State Statistics Service. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/UROV-14a\\_2010-2022.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/UROV-14a_2010-2022.xlsx) (date of access: 29.04.2024).

***Информация об авторах***

*Д.Ю. Поползин* – аспирант Алтайского государственного университета, консультант ситуационного центра секретариата Губернатора Алтайского края Администрации Губернатора и Правительства Алтайского края;

*И.Н. Дубина* – доктор экономических наук, доцент, профессор Алтайского государственного университета;

*Ж.Б. Рахметулина* – кандидат экономических наук, профессор, профессор Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева.

***Information about the authors***

*D.Yu. Popolzin* – postgraduate student of Altai State University, consultant to the situation center of the Secretariat of the Governor of the Altai Territory of the Governor's Administration and the Government of the Altai Territory;

*I.N. Dubina* – Doctor of Economics, Associate Professor, Professor of Altai State University;

*Zh.B. Rakhmetulina* – Candidate of Economic Sciences, Professor, Professor of L.N. Gumilyov Eurasian National University.

Статья поступила в редакцию 20.08.2024; одобрена после рецензирования 29.08.2024; принята к публикации 05.11.2024.

The article was submitted 20.08.2024; approved after reviewing 29.08.2024; accepted for publication 05.11.2024.