



Оценка влияния климата на экономические показатели монетарной политики: региональный подход

С. В. Арженовский^{1,2} ✉Т. Г. Синявская²В. М. Никогосян²

¹ Отделение по Ростовской области Южного главного управления Центрального банка Российской Федерации (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

² Ростовский государственный экономический университет
(г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

✉ sarzhenov@gmail.com

Аннотация

Введение. Актуальность анализа влияния климатических переменных на макроэкономические показатели монетарной политики по российским данным в региональном аспекте обусловлена отсутствием подобного рода исследований. Цель статьи – по материалам проведенного исследования выявить количественную оценку влияния климатических изменений на ключевые макроэкономические переменные монетарной политики на панельных данных по российским регионам.

Материалы и методы. Объектом исследования послужили российские регионы. Для расчетов авторами сформирована информационная база по 79 регионам Российской Федерации с 2000 по 2020 г. по данным Росстата. В основе примененной методологии – авторский подход, сочетающий использование факторного анализа по регионам при фиксированном годе и эконометрическое моделирование с использованием интегральных факторов, полученных на предыдущем этапе, на панели данных по регионам. Эконометрический анализ выполнялся обобщенным методом моментов и двухшаговым системным обобщенным методом моментов.

Результаты исследования. Эмпирически на основе эконометрического моделирования выявлено значимое влияние изменений климата на ключевые макроэкономические переменные, контролируемые при разработке и проведении мероприятий денежно-кредитной политики – валовой региональный продукт и индекс потребительских цен.

Обсуждение и заключение. Объективно происходящие на территории российских регионов изменения климата способны отрицательно повлиять на экономическую ситуацию, что требует активизации внедрения и разработки мероприятий, направленных на улучшение экологической ситуации: снижение выбросов CO₂, развитие и применение лесосберегающих технологий и др. Также при реализации денежно-кредитной политики необходимо учитывать изменение климатической ситуации. Результаты исследования будут полезны как при разработке и реализации региональной политики, так и специалистам, государственным служащим, которые планируют совершенствование территориального устройства единого экономического пространства России в долгосрочной перспективе.

Ключевые слова: изменение климата, валовой региональный продукт, индекс потребительских цен, монетарная политика, факторный анализ, системный обобщенный метод моментов, панельные данные, российские регионы

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Статья выражает исключительно мнение авторов, которое может не совпадать с официальной позицией Банка России. Банк России не несет ответственности за содержание данной работы.

© Арженовский С. В., Синявская Т. Г., Никогосян В. М., 2023



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.



Для цитирования: Арженовский С. В., Синявская Т. Г., Никогосян В. М. Оценка влияния климата на экономические показатели монетарной политики: региональный подход // Регионология. 2023. Т. 31, № 1. С. 70–86. doi: <https://doi.org/10.15507/2413-1407.122.031.202301.070-086>

Original article

Assessment of the Climate Impact on the Economic Variables of Monetary Policy: Regional Approach

S. V. Arzhenovskiy^{a,b}✉, T. G. Sinyavskaya^b, V. M. Nikoghosyan^b

^a Rostov Regional Division of the Southern Main Branch of the Central Bank of the Russian Federation (Rostov-on-Don, Russian Federation)

^b Rostov State University of Economics (Rostov-on-Don, Russian Federation)
✉ sarzhenov@gmail.com

Abstract

Introduction. The relevance of quantitative analysis of the impact of climate variables on macroeconomic indicators of monetary policy according to Russian data in the regional aspect is due to the absence of such research. The purpose of the article is to perform a quantitative assessment of the climate change impact on key macroeconomic variables of monetary policy on panel data by Russian regions.

Materials and Methods. Russian regions were the subject of the study. For calculations, the authors have formed the information base for 79 regions of the Russian Federation from 2000 to 2020 according to Rosstat. The applied methodology is based on the author's approach, combining the use of factor analysis by region at fixed year and econometric modeling using integral factors obtained at the previous stage on the panel data by region. Econometric analysis was performed using a generalized method of moments and a two-stage systematic generalized method of moments.

Results. The significant impact of climate change on key macroeconomic variables controlled in the development and implementation of monetary policy measures – gross regional product and consumer price index – has been identified empirically. The research was based on econometric modeling.

Discussion and Conclusion. Objective climate change taking place in the Russian regions may adversely affect the economic situation, which requires intensification of implementation and development of measures aimed at improving the environmental situation: reduction of CO₂ emissions, development and use of forest-saving technologies, etc. It is proposed to consider the climate situation in the implementation of monetary policy. The results of the research will be useful both in the development and implementation of regional policy, and for specialists, civil servants who plan to improve the territorial structure of the economic space of Russia in the long term.

Keywords: climate change, gross regional product, consumer price index, monetary policy, factor analysis, systemic generalized method of moments, panel data, Russian regions

Conflict of interests. The authors declare that there is no conflict of interest. The paper expresses solely the views of the authors, which may not coincide with the official position of the Bank of Russia. The Bank of Russia is not responsible for the content of this work.

For citation: Arzhenovskiy S.V., Sinyavskaya T.G., Nikoghosyan V.M. Assessment of the Climate Impact on the Economic Variables of Monetary Policy: Regional Approach. *Russian Journal of Regional Studies*. 2023;31(1):70–86. doi: <https://doi.org/10.15507/2413-1407.122.031.202301.070-086>

Введение. Тема влияния климатических изменений на макроэкономическую динамику и структуру как мировой экономики, так и экономики отдельных стран и регионов в настоящее время находится на переднем крае исследований.

В материалах Совета по финансовой стабильности (Financial Stability Board, FSB и его рабочей группы по климату – Task Force on Climate Related Financial Disclosures, TCFD) выделены два типа рисков, связанных с монетарной политикой в контексте климата. Это физические риски, которые связаны как с внезапными природными явлениями, так и с долговременными изменениями климата (повышение температуры воздуха), и переходные риски, обусловленные переходом



к низкоуглеродной экономике и включающие как правовые и политические, так и технологические, рыночные и репутационные¹.

Обобщение влияния физических и переходных климатических рисков на ключевые макроэкономические показатели приводится в отчете Сообщества центральных банков и надзорных органов по повышению экологичности финансовой системы (Central Banks and Supervisors Network for Greening the Financial System, NGFS)². В материалах сообщества, обновленных в 2021 г.³, содержится шесть сценариев изменения климата и политики в области климата. В упорядоченных сценариях (и физических, и переходные риски относительно невелики), при которых мероприятия климатической повестки начинают применяться на раннем этапе с постепенным ужесточением, выделены два варианта: «ноль 2050», предполагающий нулевой уровень выбросов к 2050 г. и ограничивающий глобальное потепление 1,5 °C, и «ниже 2 °C» – политика в области климата постепенно ужесточается, что дает 67 % шансов ограничить глобальное потепление до уровня ниже 2 °C. В неупорядоченных сценариях (более высокий переходный риск) начало перехода к зеленой экономике откладывается в различных странах или видах деятельности: «дивергентный ноль» – к 2050 г. достигается чистый нулевой уровень выбросов, но с большими затратами; «отсроченный переход» предполагает, что ежегодные выбросы не уменьшатся до 2030 г. Наконец, в сценариях теплого мира (значительный физический риск, например, повышение уровня моря) глобальных усилий недостаточно для остановки мирового потепления: вариант «национальные вклады» включает все объявленные странами мероприятия по климату, в том числе и нереализованные; «текущая политика» – сохраняются только текущие мероприятия, которые в итоге приводят к физическим рискам.

Цель статьи – по результатам исследования провести эконометрическую оценку влияния климата на экономические показатели монетарной политики в региональном аспекте.

Обзор литературы. Публикаций, посвященных изучению климатических изменений в контексте монетарной политики и макроэкономического регулирования, к настоящему времени накоплено очень много.

Тема влияния климатических условий на монетарную политику поднималась в публикациях Банка России. Отметим, в первую очередь, врезку в Основные направления единой государственной денежно-кредитной политики⁴, а также доклад для общественных обсуждений⁵ о влиянии климатических рисков.

¹ Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures: Final Report [Электронный ресурс]. FSB-TCFD, June 2017. URL: <https://assets.bbhub.io/company/sites/60/2021/10/FINAL-2017-TCFD-Report.pdf> (дата обращения: 25.08.2022).

² Climate Change and Monetary Policy: Initial Takeaways [Электронный ресурс]. June 2020. NGFS Technical Document. URL: https://www.ngfs.net/sites/default/files/medias/documents/climate_change_and_monetary_policy.pdf (дата обращения: 25.08.2022).

³ NGFS Climate Scenarios for Central Banks and Supervisors [Электронный ресурс]. June 2021. NGFS. URL: https://www.ngfs.net/sites/default/files/media/2021/08/27/ngfs_climate_scenarios_phase2_june2021.pdf (дата обращения: 25.08.2022).

⁴ Основные направления единой государственной денежно-кредитной политики на 2022 год и период 2023 и 2024 годов [Электронный ресурс]. М. : Центр. банк Рос. Федерации, 2021. С. 51–56. URL: [https://www.cbr.ru/Content/Document/File/126064/on_project_2022\(2023-2024\).pdf](https://www.cbr.ru/Content/Document/File/126064/on_project_2022(2023-2024).pdf) (дата обращения: 25.08.2022).

⁵ Влияние климатических рисков и устойчивое развитие финансового сектора Российской Федерации. Доклад для общественных консультаций [Электронный ресурс]. М. : Центр. банк Рос. Федерации, 2020. URL: https://www.cbr.ru/content/document/file/108263/consultation_paper_200608.pdf (дата обращения: 25.08.2022).



Европейский центральный банк выделяет три канала воздействия изменения климата на уровень цен: 1) ослабление воздействия мероприятий монетарной политики на денежно-кредитные условия фирм и домохозяйств; 2) сужение возможного интервала изменения ключевой ставки, которая будет иметь тенденцию к снижению; 3) прямое воздействие на инфляцию: увеличение физического риска приводит к значительной макроэкономической волатильности. При этом такие меры, как установление тарифов за выбросы парниковых газов, могут привести к увеличению цен⁶.

К. Десмет и Э. Росси-Хансберг отмечают, что задача оценки экономических последствий климатических изменений достаточно нетривиальна⁷. Во-первых, трудно построить корректные модели, которые учитывают экстремальные погодные явления, повышение уровня моря, нелинейность климатических процессов и т. п. Во-вторых, изменение климата – относительно инерционный процесс, который реализуется на протяжении десятилетий и столетий, а не месяцев и лет. С одной стороны, этот факт требует применения динамических моделей, с другой – такие модели априори подвержены критике Лукаса⁸. В-третьих, выбросы CO₂ в любой точке планеты приводят к изменению температуры во всем мире, но вместе с тем и к различным экономическим последствиям в холодных и теплых регионах, т. е. к пространственному неравенству.

Ф. Претис полагает, что исследователи разделились на две группы при построении эконометрических моделей: одни фокусируют свое внимание на моделировании макроэкономических показателей, принимая климатические характеристики заданными, другие – исследуют изменение климатических показателей, предполагая заданными характеристики экономики [1]. Ученый делает вывод о том, что игнорирование потенциальной эндогенности экономических и климатических переменных приводит к невозможности получения эмпирических оценок в моделях.

Ч. Колстад и Ф. Мур отмечают, что при исследовании экономических последствий изменения климата важным является понимание того, что инвестиционные процессы (менеджмент фирм) адаптируются к изменениям, и поэтому краткосрочные и долгосрочные последствия климатических процессов будут отличаться. Авторы подчеркивают, что при использовании данных большей частоты, чем годовые, исследователь получает краткосрочный эффект, для долговременного воздействия предпочтительнее годовые показатели [2]. Статья касается и развернутой в литературе дискуссии об использовании пространственного и панельного анализа для оценки воздействия изменения климата. Пространственный анализ позволяет оценить долговременное равновесное воздействие климатических условий, но подвержен проблеме пропущенных переменных, что затрудняет интерпретацию результатов. Панельная регрессия позволяет решить проблему пропущенных переменных, но в общем случае приводит только к краткосрочной оценке влияния изменения погоды. Отдельно выделим тезис авторов о том, что общий ущерб от изменения климата состоит как из равновесных издержек, так

⁶ Шнабель И. Изменение климата и денежно-кредитная политика [Электронный ресурс] // Финансы и развитие. 2021. Сентябрь. С. 53–55. URL: <https://www.imf.org/external/russian/pubs/ft/fandd/2021/09/pdf/schnabel.pdf> (дата обращения: 25.08.2022).

⁷ Desmet K., Rossi-Hansberg E. The Economic Impact of Climate Change over Time and Space [Электронный ресурс] // The Reporter. 2021. No. 4. URL: <https://www.nber.org/reporter/2021number4/economic-impact-climate-change-over-time-and-space> (дата обращения: 25.08.2022).

⁸ Исторические данные о результатах экономической политики нельзя использовать для точного предсказания последствий будущей политики, потому что не учитывается изменение поведенческих реакций людей и их способность адаптироваться и влиять на ситуацию.



и из издержек адаптации. При этом ни кросс-секционная, ни панельная модели сами по себе не позволяют оценить оба вида издержек.

Дж. Л. Каствл и Д. Ф. Хендри моделировали выбросы CO_2 в Великобритании на протяжении 1860–2017 гг. в зависимости от использования угля и нефти, основных фондов и ВВП с учетом нестационарности временных рядов этих показателей. Также тестировалось нелинейное уравнение климатической кривой Кузнеца, связывающей выбросы CO_2 и ВВП. Авторы пришли к выводу, что цель обнуления выбросов по сравнению с уровнем 1990 г. возможна при полном отказе от использования нефти и газа [3].

А. Голуб с соавторами, используя методологию реальных опционов, оценили стоимость капитала с поправкой на климатический риск в энергетическом секторе России примерно в 43 % (включая безрисковую процентную ставку), что демонстрирует высокий риск инвестиций в энергоэффективные и низкоуглеродные технологии в России [4].

Д. Г. Замолотчиков и другие авторы обратили внимание на то, что российские леса могут внести свой вклад в смягчение климатических изменений и выполнили прогноз их углерододепонирующего потенциала на период до 2050 г. при различных сценариях ведения лесного хозяйства. Получено, что в зависимости от условий лесопользования к 2020 г. депонирование CO_2 составит 466–632 Мт/год и сможет компенсировать от 21 до 29 % промышленных выбросов парниковых газов (к 2050 г. спрогнозировано сокращение до 105–235 Мт/год) [5].

Отметим ряд эмпирических работ, посвященных исследованию влияния климата на важные макроэкономические показатели, в частности, инфляцию и ВВП. К. Мукерджи и Б. Куатарра проанализировали динамическое воздействие температурных шоков на инфляцию, являющуюся ключевой переменной политики многих центральных банков [6]. Авторы применяли VAR-модель с фиксированными эффектами на панельных данных по выборке стран за период 1961–2014 гг. (всего 107 стран). В качестве эндогенных использовались переменные климата (температура воздуха), инфляции (индекс потребительских цен), ВВП, расходов бюджета (в процентах от ВВП), агрегата M2 (в процентах от ВВП). Результаты подтвердили, что температурные шоки приводят к инфляционному давлению. Например, при изменении температуры на 1 % инфляция статистически значимо увеличивается на 2,6 %.

Дж. Бейрн с соавторами исследовали влияние стихийных бедствий на стабильность цен в еврозоне [7]. Строились панельные и структурные VAR-модели для стран еврозоны за период 1996–2021 гг. Выявлено значительное положительное влияние стихийных бедствий на инфляцию, причем отдельно выделен значимый эффект для цен на продукты питания и напитки. Авторы приходят к выводу о том, что изменение климата, вероятно, затруднит Европейскому центральному банку достижение целевого показателя инфляции в долгосрочной перспективе.

Д. Фация, М. Паркер и Л. Стракка пришли к выводу, что жаркое лето увеличивает инфляцию цен на продукты питания в краткосрочной перспективе, особенно в странах с формирующимся рынком [8]. В среднесрочной перспективе влияние на различные ценовые индексы, как правило, либо незначительное, либо отрицательное. Такой эффект носит существенно нелинейный характер.

Исследования влияния климатических процессов на ВВП также ведутся достаточно активно. Так, ученые на базе данных по 180 странам в период 1950–2015 гг. выявили нелинейное влияние на объем производства температуры воздуха: незначительное положительное влияние на рост в странах с низкой средней температурой и значимое негативное влияние в странах с высокими средними



температурами, в которых жаркий климат приводит к сокращению инвестиций, снижению производительности труда и производства продукции [9]. В медианной стране с низким уровнем доходов совокупный объем производства примерно на 2 % ниже, а инвестиции – примерно на 10 % ниже через семь лет после повышения среднегодовой температуры на 1 °С. Другая группа исследователей по панели из 126 стран (период с 1960 по 2017 г.) выявила, что устойчивый прирост температуры на 1 °С приводит к снижению реального ВВП на душу населения на 0,74–1,52 п. п. независимо от уровня развития стран [10].

М. Е. Кан с соавторами изучали долгосрочное влияние изменения климата на экономическую активность на панели из 174 стран (с 1960 по 2014 г.), используя модель стохастического роста [11]. Получено, что на реальный ВВП на душу населения значимо негативно влияют постоянные изменения температуры выше или ниже ее нормы: постоянное увеличение средней мировой температуры на 0,04 °С в год при отсутствии мер по смягчению последствий приведет к сокращению мирового реального ВВП на душу населения на 7,22 % к 2100 г. Кроме того, авторы на региональных данных по выборке из 48 штатов США в период с 1963 по 2016 г. показали, что изменение климата оказывает долгосрочное неблагоприятное воздействие на реальный выпуск в различных штатах и секторах экономики, а также на производительность труда и занятость.

М. Калкул и Л. Венц на основе панельных годовых данных о ВРП для более чем 1 500 регионов в 77 странах (период 1900–2014 гг.) эмпирически оценили воздействие климатических изменений на уровень выпуска и его рост [12]. Применялись панельные модели, регрессии для разностей и пространственные регрессии. В результате авторами не найдено влияния на скорость экономического роста, но получено значимое влияние температуры на уровень выпуска: повышение глобальной средней температуры примерно на 3,5 °С приведет к сокращению мирового производства на 7–14 % к 2100 г., причем в тропических и бедных регионах ущерб больше.

В статьях отечественных ученых выполнен анализ экономических последствий климатических рисков. В. В. Оганесян, А. М. Стерин и Л. Н. Воробьева на основе регрессионных уравнений получили оценку потенциального ущерба от природных явлений по Российской Федерации в размере 208,6 млрд руб. в ценах 2017 г., а также в разрезе погодозависимых видов экономической деятельности и отдельных регионов [13].

Отметим статью И. В. Арженовского и А. В. Дахина, в которой для анализа устойчивого развития территорий авторы используют когнитивное моделирование [14], а также исследование с результатами количественных оценок климатических рисков по российским регионам⁹. Е. Н. Яковлевой с коллективом авторов предложена методика оценки двух групп показателей негативного воздействия экономики на климат – «энергоёмкости» и «климатоёмкости», и выполнена оценка регионов России по этим группам показателей; сделан вывод о снижении в последние годы уровня климатических рисков [15; 16].

Приведенный обзор позволяет сделать вывод о том, что многие исследования осуществлялись на панельных данных, как правило, ежегодных и межстрановых. Исследований с количественным анализом влияния климатических переменных на макроэкономические показатели монетарной политики по российским данным в региональном аспекте не выявлено, что актуализирует получение соответствующих оценок.

⁹ Кобышева Н. В., Акентьева Е. М., Галюк Л. П. Климатические риски и адаптация к изменениям и изменчивости климата в технической сфере : моногр. СПб. : Кириллица, 2015. 213 с.



Материалы и методы. Для получения количественных оценок по теме работы сформирована информационная база по 79 регионам России¹⁰ с 2000 по 2020 г.¹¹. В панель данных включены следующие группы переменных.

Группа показателей, характеризующих климатическую и экологическую ситуацию в регионе:

X_1 – выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников, тыс. т;

X_2 – лесистость территорий (по данным учета на конец года), %;

X_3 – сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты, млн м³ по отношению к использованию свежей воды, млн м³;

X_4 – средняя месячная температура воздуха (за январь и июль), °С;

X_5 – доля расходов на охрану окружающей среды в расходах консолидированного регионального бюджета, %;

Группа показателей, характеризующих социально-экономическое развитие региона:

X_6 – уровень безработицы, %;

X_7 – стоимость основных фондов, на конец года, млн руб.;

X_8 – доля занятых с высшим и средним профессиональным образованием в общей численности занятых, %;

X_9 – среднедушевые денежные доходы населения, в месяц, руб.;

Группа макроэкономических показателей:

Y_1 – ВРП в текущих ценах на душу населения, тыс. руб. / чел.;

Y_2 – индекс потребительских цен (ИПЦ) на все товары и услуги, % г/г.

В качестве переменных, характеризующих макроэкономическую повестку, и определяющих решения в рамках проведения денежно-кредитной политики, выделены два показателя – Y_1 и Y_2 .

Выбор переменных, с одной стороны, обусловлен опытом их использования в указанных в обзоре литературы исследованиях, с другой – доступностью статистических данных по российским регионам. По ряду факторов, которые, как представляется, необходимо анализировать, например выбросы CO₂ или структура выбросов по источникам, статистическая информация в региональном разрезе не собирается, что ограничивает исследование.

Используем следующую методику выполнения количественного анализа. На первом этапе с целью сокращения количества признаков и уменьшения возможной коллинеарности между ними применим алгоритм факторного анализа, который выполняется отдельно для каждого периода времени по характеризующим объекты (регионы) признакам. Факторный анализ применяется для группы климатических переменных и для группы экономических переменных отдельно. На втором этапе выполняется регрессионный анализ макроэкономических переменных на полученные общие факторы.

Указанный двухэтапный алгоритм статистического анализа позволяет получить более устойчивые и значимые результаты моделирования.

¹⁰ Исключены регионы, для которых нет полного набора значений по выбранным показателям – Республика Крым, г. Севастополь, Чеченская Республика, автономные округа кроме Чукотского.

¹¹ Регионы России. Социально-экономические показатели [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики : сайт. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 25.08.2022).



Результаты исследования. Согласно методике, применим на первом этапе факторный анализ. Воспользуемся методом главных факторов с определением количества факторов методом Кайзера – Гутманна¹². Для каждого фиксированного года по набору данных по 79 регионам выполним факторный анализ для характеристик климато-экологической обстановки в регионе: X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 , а также отдельно для набора показателей, характеризующих социально-экономическое развитие региона: X_6, X_7, X_8, X_9 .

По первой группе показателей результаты факторного анализа приведены в таблице 1. Для разных лет метод Кайзера – Гутманна позволил выделить от 2 до 3 общих факторов с объяснением от 60 % дисперсии исходных признаков. При этом первый общий фактор объясняет (F_1^1) не менее 31 % первоначальной дисперсии. Среднеквадратическая ошибка факторных моделей для различных лет не превышала 0,06, что позволяет сделать вывод об адекватности моделей.

Для всех лет факторные нагрузки больше 0,6 по модулю соответствовали двум показателям – лесистость территорий и средняя месячная температура воздуха. Лесное хозяйство позволяет реализовать значительный потенциал поглощения парниковых газов. Температура является важнейшим индикатором климатических процессов в регионе. Первый общий фактор, таким образом, может быть в целом интерпретирован как климатические условия региона.

По второй группе показателей результаты факторного анализа приведены в таблице 2. Для разных лет метод Кайзера – Гутманна позволил выделить от 1 до 2 общих факторов с объяснением от 60 % дисперсии исходных признаков. При этом первый общий фактор (F_1^2) объясняет не менее 49 % первоначальной дисперсии. Среднеквадратическая ошибка факторных моделей для различных лет не превышала 0,06 (за исключением 2014–2016, 2019 гг.), что позволяет сделать вывод об адекватности моделей.

Для всех лет (кроме 2020 г.) факторные нагрузки больше 0,6 по модулю соответствовали двум показателям – стоимости основных фондов и среднедушевым денежным доходам населения. Стоимость основных фондов является важным фактором экономического роста, а среднедушевые денежные доходы – важнейший индикатор уровня жизни населения. Второй общий фактор, таким образом, может быть в целом интерпретирован как экономическое положение региона.

Для каждой модели факторного анализа получены значения общих факторов F_1^1 и F_1^2 методом Бартлетта.

На втором этапе выполним регрессионное моделирование для макроэкономических переменных (Y_1 и Y_2) с использованием в качестве объясняющих факторов интегральных показателей, полученных на предыдущем шаге (F_1^1 и F_1^2). В спецификации моделей для логарифмов ВРП (Y_1) и ИПЦ (Y_2) включим лаговые значения объясняемой переменной для учета инерционности экономического роста и инфляции соответственно, а также для нивелирования возможной эндогенности в уравнении. Общий вид оцениваемого уравнения:

$$y_{it} = \gamma y_{it-1} + F_{it}^T \beta + u_i + \varepsilon_{it},$$

где y – логарифм макроэкономической переменной (ВРП или ИПЦ); F – общие факторы; u – индивидуальные эффекты; ε – случайная ошибка; i – индекс по объектам; $i = 1, \dots, 79$; t – индекс по времени; $t = 2000, \dots, 2020$.

Оценивание уравнения при помощи внутригруппового преобразования (within) приводит к смещенным и несостоятельным оценкам.

¹² Прикладная статистика: классификация и снижение размерности / С. А. Айвазян [и др.]. М. : Финансы и статистика, 1989. 607 с.

Таблица 1. Результаты факторного анализа для группы климато-экологических переменных, 2000–2020 гг.¹³
 Table 1. Results of factor analysis for the group of climate-ecological variables, 2000–2020

Показатели / Indicators	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
X_1	0,33	0,33	0,21	0,23	0,17	0,24	0,38	0,13	0,27	0,30	0,41	0,42	0,29	0,40	0,36	0,44	0,32	0,36	0,33	0,29	0,29
X_2	<i>0,61</i>	<i>0,64</i>	<i>0,62</i>	<i>0,67</i>	<i>0,63</i>	<i>0,60</i>	<i>0,52</i>	<i>0,67</i>	<i>0,60</i>	<i>0,61</i>	<i>0,60</i>	<i>0,56</i>	<i>0,62</i>	<i>0,62</i>	<i>0,62</i>	<i>0,61</i>	<i>0,65</i>	<i>0,63</i>	<i>0,60</i>	<i>0,62</i>	<i>0,64</i>
X_3	0,05	0,04	0,06	0,11	0,11	0,09	0,06	0,14	0,06	0,11	0,10	0,04	0,07	0,02	0,12	0,09	0,09	0,09	0,01	0,17	0,05
X_4	<i>-0,63</i>	<i>-0,69</i>	<i>-0,60</i>	<i>-0,67</i>	<i>-0,63</i>	<i>-0,61</i>	<i>-0,65</i>	<i>-0,64</i>	<i>-0,60</i>	<i>-0,67</i>	<i>-0,71</i>	<i>-0,72</i>	<i>-0,70</i>	<i>-0,73</i>	<i>-0,68</i>	<i>-0,75</i>	<i>-0,71</i>	<i>-0,68</i>	<i>-0,65</i>	<i>-0,65</i>	<i>-0,65</i>
X_5	0,02	-0,19	-0,07	-0,01	-0,09	0,08	0,13	-0,09	0,08	0,13	0,10	0,31	0,32	0,32	0,22	0,11	0,15	-0,04	0,12	-0,11	0,02
Доля объясненной дисперсии / Share of explained variance	0,33	0,35	0,32	0,33	0,32	0,32	0,33	0,32	0,31	0,35	0,36	0,37	0,36	0,38	0,40	0,36	0,35	0,34	0,33	0,34	0,33
RMSE модели / Model RMSE	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Количество факторов / Number of factors	2	3	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Примечания. * – в таблице приведены факторные нагрузки для первого фактора после варимакс вращения, а также доля объясненной первым общим фактором дисперсии. Курсивом выделены факторные нагрузки, большие по модулю 0,6. Обозначения: X_1 – выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников, тыс. т; X_2 – лесистость территорий (по данным учета на конец года), %; X_3 – сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты, млн м³ по отношению к использованию свежей воды, млн м³; X_4 – средняя месячная температура воздуха (за январь и июль), °С; X_5 – доля расходов на охрану окружающей среды в расходах консолидированного регионального бюджета, %.

Notes. * – in the table the factor loads for the first factor after varimax rotation are presented, as well as the share of explained dispersion by the first general factor. In italics are indicated factor loads, which are large in modulus 0,6. Designations: X_1 – air pollutant emissions from stationary sources, ths. tons; X_2 – forests of territories (according to accounting data as of the end of the year), %; X_3 – discharge of polluted wastewater into surface water bodies, million m³ in relation to fresh water use, million m³; X_4 – average monthly air temperature (for January and July), °C; X_5 – share of environmental protection expenses in the expenses of the consolidated regional budget, %.

¹³ Здесь и далее в статье все таблицы составлены авторами.



Т а б л и ц а 2. Результаты факторного анализа для группы экономических переменных, 2000–2020 гг.
 T a b l e 2. Results of factor analysis for the group of economic variables, 2000–2020

Показатели / Indicators	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
X_6	-0,30	-0,31	-0,30	-0,29	-0,33	-0,32	-0,35	-0,29	-0,26	-0,28	-0,24	-0,27	-0,27	-0,27	-0,41	-0,44	-0,48	-0,49	-0,45	-0,39	-0,08
X_7	0,71	0,68	0,62	0,68	0,71	0,71	0,71	0,79	0,79	0,77	0,77	0,77	0,75	0,75	0,71	0,70	0,68	0,68	0,67	0,70	0,55
X_8	0,53	0,45	0,48	0,53	0,35	0,40	0,53	0,45	0,48	0,52	0,56	0,52	0,47	0,49	0,49	0,46	0,44	0,52	0,47	0,55	0,61
X_9	0,81	0,79	0,77	0,79	0,80	0,77	0,78	0,77	0,72	0,74	0,70	0,70	0,67	0,65	0,66	0,67	0,67	0,68	0,68	0,69	0,60
Доля объясненной дисперсии* / Share of explained variance	0,53	0,50	0,49	0,52	0,49	0,50	0,54	0,52	0,50	0,52	0,52	0,51	0,49	0,49	0,51	0,51	0,51	0,53	0,51	0,53	0,50
RMSE модели / Model RMSE	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,04	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,07	0,08	0,08	0,06	0,06	0,08	0,06
Количество факторов / Number of factors	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2

Примечания. * – в таблице приведены факторные нагрузки для первого фактора после варимакс вращения, а также доля объясненной первым общим фактором дисперсии. Курсивом выделены факторные нагрузки, большие по модулю 0,6. Обозначения: X_6 – уровень безработицы, %; X_7 – стоимость основных фондов на конец года, млн руб.; X_8 – доля занятых с высшим и средним профессиональным образованием в общей численности занятых, %; X_9 – среднедушевые денежные доходы населения в месяц, руб.

Notes. * – in the table the factor loads for the first factor after varimax rotation are presented, as well as the share of explained dispersion by the first general factor. In italics are indicated factor loads, which are large in modulus 0,6. Designations: X_6 – unemployment rate, %; X_7 – cost of fixed assets, as of the end of the year, mln rubles; X_8 – share of employees with higher and secondary vocational education in the total number of employees, %; X_9 – average per capita income of the population, per month, rubles.



Для идентификации коэффициентов в уравнении может быть применен обобщенный метод моментов (ОММ), описанный М. Аллерано и С. Бонд¹⁴. Однако при его использовании отмечена проблема слабости инструментов. Для получения дополнительных сильных инструментов предложено составление системы уравнений для уровней и для разностей переменных, реализованное в системном ОММ¹⁵. Системный ОММ позволяет улучшить эффективность оценок. Стандартные ошибки коэффициентов уравнения имеют смещение, поэтому при расчетах применялась коррекция ошибок по Ф. Виндмейеру [17]. В случае спецификации уравнения с робастными стандартными ошибками для тестирования на валидность инструментов применяется тест Хансена. Дополнительно также использовались тесты Хансена для подмножеств инструментов и для разностей.

В таблице 3 приведены оценки для логарифма ВВП. В модель включены два лага зависимой переменной. Статистика Ареллано – Бонда показывает, что гипотеза о равенстве нулю автокорреляции третьего порядка не может быть отклонена на 1-процентном уровне значимости. Оба лага зависимой переменной значимы: лаг в 1 год – с положительным знаком, лаг в 2 года – с отрицательным знаком.

Таблица 3. Регрессия для логарифма валового регионального продукта на душу населения, регионы Российской Федерации, 2000–2020 гг.

Table 3. Regression for GRP logarithm per capita, regions of the Russian Federation, 2000–2020 years

Переменные / Variables	Метод оценивания / Estimating method	
	Обобщенный метод моментов / General method of moments	Системный обобщенный метод моментов, двухшаговый / System general method of moments, two-step
1	2	3
Логарифм ВРП на душу населения с лагом в 1 год / Logarithm of GRP per capita with 1 year lag	0,722*** (0,095)	1,098*** (0,029)
Логарифм ВВП на душу населения с лагом в 2 года / Logarithm of GRP per capita with 2 years lag	-0,150*** (0,038)	-0,092*** (0,026)
Интегральный фактор климатических условий / Integral factor of climatic conditions	0,012** (0,006)	0,013*** (0,005)
Интегральный фактор экономического положения / Integral factor of economic situation	0,022* (0,012)	0,023* (0,013)
Константа / Constant	5,701*** (1,345)	-0,045 (0,268)
Индивидуальные эффекты по регионам / Individual effects by regions	Да / Yes	Да / Yes

¹⁴ Arellano M., Bond S. Some Tests of Specification for Panel Data: Monte-Carlo Evidence and an Application to Employment Equations // Review of Economic Studies. 1991. Vol. 58, issue 2. Pp. 277–297. doi: <https://doi.org/10.2307/2297968>

¹⁵ Arellano M., Bover O. Another Look at the Instrumental Variable Estimation of Error-Components Models // Journal of Econometrics. 1995. Vol. 68, issue 1. Pp. 29–51. doi: [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01642-D](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01642-D)



Окончание табл. 3 / End of table 3

1	2	3
Фиктивные переменные времени / Dummy time variables	Да / Yes	Да / Yes
Число наблюдений / Observations	1 422	1 501
Число объектов / Objects	79	79
Число инструментов / Instruments	57	76
<i>Тест Ареллано – Бонда для первых разностей переменных / Arellano&Bond test in first differences</i>		
AR(1)	0,000	0,000
AR(2)	0,211	0,011
AR(3)	0,013	0,017
Тест Хансена на сверхидентифицирующие ограничения / Hansen test for overidentifying restrictions	0,038	0,972
<i>Тест Хансена на экзогенность подмножеств инструментов / Hansen test of exogeneity of instrument subsets</i>		
для переменных / for variables		0,464
для первых разностей переменных / for first differences of variables		0,735
<i>Тест разностей Хансена / Difference-in-Hansen test</i>		
для переменных / for variables		0,996
для первых разностей переменных / for first differences of variables		0,995

Примечание / Note. В круглых скобках приведены робастные стандартные ошибки. Значимость коэффициентов: *** – 1%, ** – 5%, * – 10%. Для тестов приведены *p*-значения / Robust standard errors are given in parentheses. Coefficients significance: *** – 1%, ** – 5%, * – 10%. For tests *p*-values are given.

Основной результат, полученный в регрессии – значимое (на 1-процентном уровне при оценивании системным ОММ) влияние интегрального фактора климатических условий. При увеличении этого фактора на 1 условную единицу ВРП в среднем увеличится на 1,3%. Учитывая таблицу 1 в части факторных нагрузок для первого фактора, полученную оценку можно интерпретировать как увеличение ВРП при расширении лесистости территорий и уменьшение ВРП при потеплении – увеличении средней месячной температуры воздуха, что соответствует опубликованным результатам [10; 11].

Также положительно значим фактор экономического положения региона.

В таблице 4 приведены оценки для логарифма ИПЦ. В модель включен один лаг зависимой переменной. Статистика Ареллано – Бонда показывает, что гипотеза о равенстве нулю автокорреляции второго порядка не может быть отклонена. Лаг зависимой переменной значим с положительным знаком, что соответствует известной модели адаптивных ожиданий.

Важным является значимость интегрального фактора климатических условий: при увеличении фактора на 1 условную единицу ИПЦ в среднем увеличится на 3%. Фактически, учитывая таблицу 1 в части факторных нагрузок, увеличение ИПЦ связано с расширением лесистости территорий, а уменьшение – с потеплением, что соответствует, например, выводам К. Мукурджи и Б. Уаттара [6]. При этом влияние температуры воздуха на снижение уровня цен, по нашему мнению, опосредовано другими факторами, в частности, экономической активностью. Мы полагаем, что механизм такого влияния требует дополнительного анализа.



Таблица 4. Регрессия для логарифма индекса потребительских цен на все товары и услуги, регионы Российской Федерации, 2000–2020 гг.

Table 4. Regression for CPI logarithm, regions of the Russian Federation, 2000–2020

Переменные / Variables	Метод оценивания / Estimating method	
	Обобщенный метод моментов / General method of moments	Системный обобщенный метод моментов, двухшаговый / System general method of moments, two-step
Логарифм ИПЦ с лагом в 1 год / Logarithm of CPI with 1 year lag	0,023* (0,013)	0,022*** (0,007)
Интегральный фактор климатических условий / Integral factor of climatic conditions	0,004*** (0,001)	0,003*** (0,000)
Интегральный фактор экономического положения / Integral factor of economic situation	-0,002*** (0,000)	-0,001*** (0,000)
Константа / Constant	4,546*** (0,061)	4,554*** (0,035)
Индивидуальные эффекты по регионам / Individual effects by regions	Да / Yes	Да / Yes
Фиктивные переменные времени / Dummy time variables	Да / Yes	Да / Yes
Число наблюдений / Observations	1 501	1 580
Число объектов / Objects	79	79
Число инструментов / Instruments	59	78
<i>Тест Ареллано – Бонда для первых разностей переменных / Arellano&Bond test in first differences</i>		
AR(1)	0,000	0,000
AR(2)	0,313	0,259
Тест Хансена на сверхидентифицирующие ограничения / Hansen test for overidentifying restrictions	0,021	0,109
<i>Тест Хансена на экзогенность подмножеств инструментов / Hansen test of exogeneity of instrument subsets</i>		
для переменных / for variables		0,017
для первых разностей переменных / for first differences of variables		0,010
<i>Тест разностей Хансена / Difference-in-Hansen test</i>		
для переменных / for variables		0,888
для первых разностей переменных / for first differences of variables		0,947

Примечание / Note. В круглых скобках приведены робастные стандартные ошибки. Значимость коэффициентов: *** – 1 %, ** – 5 %, * – 10 %. Для тестов приведены *p*-значения / Robust standard errors are given in parentheses. Coefficients significance: *** – 1%, ** – 5%, * – 10%. For tests *p*-values are given.

Интегральный фактор экономического положения региона значим с отрицательным коэффициентом – инфляция снижается при улучшении характеристик экономического развития региона.

При применении ОММ для получения несмещенных оценок количество инструментов не должно превышать число регионов [18]. В регрессиях в таблицах 3 и 4 это правило выполняется в том числе и для системного ОММ.



Результаты в таблицах 3 и 4 достаточно устойчивы к методу оценивания, что позволяет сделать вывод о корректности расчетов.

Обсуждение и заключение. В работе получены количественные оценки влияния климатических характеристик на ключевые макроэкономические показатели монетарной политики на основе информационной базы по российским регионам. Применялась методология исследования, сочетающая использование факторного анализа по регионам при фиксированном годе и регрессионное моделирование с использованием интегральных факторов, полученных на предыдущем этапе, на панели данных по регионам.

Факторный анализ, примененный для двух групп экзогенных переменных, позволил выделить два интегральных общих фактора: климатический (основные нагрузки фактора образовывали лесистость территории и средняя месячная температура воздуха) и фактор экономического положения (основные нагрузки фактора – стоимость основных фондов экономики и среднедушевые денежные доходы населения).

Спецификации регрессионных моделей для ВРП на душу населения региона и индекса потребительских цен на все товары и услуги включали кроме выделенных интегральных факторов также лаговые значения объясняемых переменных для учета инерционности экономического развития и снижения возможной эндогенности в уравнениях. Параметры регрессий на панельных данных идентифицировались двумя методами – обобщенным методом моментов и системным обобщенным методом моментов.

Получено, что интегральный фактор климатических условий значимо (на 1-процентном уровне) положительно влияет на ВРП на душу населения, а также значимо (на 1-процентном уровне) положительно влияет на индекс потребительских цен.

Исследование с количественным анализом влияния климатических переменных на макроэкономические показатели монетарной политики по российским данным в региональном аспекте фактически является одним из первых. Эмпирическое изучение динамики макроэкономических процессов, связанных с монетарной политикой в контексте климата, позволило выявить на панельных данных по российским регионам значимое влияние изменений климата (повышение температуры воздуха, лесистость территории региона) на ключевые макроэкономические переменные, контролируемые при разработке и проведении мероприятий денежно-кредитной политики – ВРП и индекс потребительских цен.

Таким образом, объективно происходящие на территории российских регионов изменения климата способны отрицательно повлиять на экономическую ситуацию, что требует активизации внедрения и разработки мероприятий, направленных на улучшение экологической ситуации: снижение выбросов CO₂, развитие и применение лесосберегающих технологий и т. п. Кроме того, в связи с инерционностью и глобальностью полное исключение климатических рисков не представляется возможным. Также при реализации денежно-кредитной политики необходимо учитывать изменение климатической ситуации.

Практическая значимость статьи заключается в количественном выражении полученных результатов, что позволяет использовать оценки для разработки мероприятий региональной политики на различных уровнях государственного управления. Перспективно дальнейшее исследование конкретных каналов влияния климатических изменений на эффективность трансмиссионного механизма монетарной политики России как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pretis F. Exogeneity in Climate Econometrics // *Energy Economics*. 2021. Vol. 96. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105122>
2. Kolstad C. D., Moore F. C. Estimating the Economic Impacts of Climate Change Using Weather Observations // *Review of Environmental Economics and Policy*. 2020. Vol. 14, no. 1. doi: <https://doi.org/10.1093/reep/rez024>
3. Castle J. L., Hendry D. F. Climate Econometrics: An Overview // *Foundations and Trends in Econometrics*. 2020. Vol. 10, no. 3-4. Pp. 145–322. doi: <https://doi.org/10.1561/08000000037>
4. Golub A., Lugovoy O., Potashnikov V. Quantifying Barriers to Decarbonization of the Russian Economy: Real Options Analysis of Investment Risks in Low-Carbon Technologies // *Climate Policy*. 2019. Vol. 19, issue 6. Pp. 716–724. doi: <https://doi.org/10.1080/14693062.2019.1570064>
5. Carbon Budget of Managed Forests in the Russian Federation in 1990-2050: Post-Evaluation and Forecasting / D. G. Zamolodchikov [et al.] // *Russian Meteorology and Hydrology*. 2013. Vol. 38, issue 10. Pp. 701–714. doi: <https://doi.org/10.3103/S1068373913100087>
6. Mukherjee K., Ouattara B. Climate and Monetary Policy: Do Temperature Shocks Lead to Inflationary Pressures // *Climatic Change*. 2021. Vol. 167, issue 3. doi: <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03149-2>
7. The Effects of Natural Disasters on Price Stability in the Euro Area / J. Beirne [et al.]. Berlin : German Institute for Economic Research, 2021. URL: https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.829788.de/dp1981.pdf (дата обращения: 25.08.2022).
8. Faccia D., Parker M., Stracca L. Feeling the Heat: Extreme Temperatures and Price Stability. Working paper No. 2626. Frankfurt am Main : European central bank, 2021. URL: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecb.wp2626~e86e2be2b4.en.pdf> (дата обращения: 25.08.2022).
9. The Effects of Weather Shocks on Economic Activity: What are the Channels of Impact? / S. Acevedo [et al.] // *Journal of Macroeconomics*. 2020. Vol. 65. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2020.103207>
10. Bandt O., Jacolin L., Lemaire T. Climate Change in Developing Countries: Global Warming Effects, Transmission Channels and Adaptation Policies. Banque de France Working Paper No. 822. 2021. 68 p. URL: https://publications.banque-france.fr/sites/default/files/medias/documents/wp822_0.pdf (дата обращения: 25.08.2022).
11. Long-Term Macroeconomic Effects of Climate Change: A Cross-Country Analysis / M. E. Kahn [et al.]; NBER Working Paper No. 26167. 2019. doi: <https://doi.org/10.3386/w26167>
12. Kalkuhl M., Wenz L. The Impact of Climate Conditions on Economic Production. Evidence from a Global Panel of Regions // *Journal of Environmental Economics and Management*. 2020. Vol. 103. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2020.102360>
13. Оганесян В. В., Стерин А. М., Воробьева Л. Н. Потенциальные ущербы от опасных и неблагоприятных метеорологических явлений на территории Российской Федерации: региональные особенности // *Гидрометеорологические исследования и прогнозы*. 2021. № 1. С. 143–156. doi: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2021-1-143-156>
14. Арженовский И. В., Дахин А. В. Когнитивная регионология: опыт моделирования региональных социально-экономических процессов // *Регионология*. 2020. Т. 28, № 3. С. 470–489. doi: <https://doi.org/10.15507/2413-1407.112.028.202003.470-489>
15. Яковлева Е. Н., Яшалова Н. Н., Васильцов В. С. Климатическая безопасность Российской Федерации: статистика, факты, анализ // *Вопросы статистики*. 2020. № 2. С. 74–84. doi: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2020-27-2-74-84>
16. Методические подходы к оценке природно-климатических рисков в целях устойчивого развития государства / Е. Н. Яковлева [и др.] // *Ученые записки РГГМУ*. 2018. № 52. С. 120–137. URL: <https://www.rshu.ru/university/notes/archive/issue52/UZ-52el-120-137.pdf> (дата обращения: 25.08.2022).
17. Windmeijer F. A Finite Sample Correction for the Variance of Linear Efficient Two-step GMM Estimators // *Journal of Econometrics*. 2005. Vol. 126, issue 1. Pp. 25–51. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2004.02.005>



18. Roodman D. A Note on the Theme of Too Many Instruments // *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 2009. Vol. 71, issue 1. Pp. 135–158. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2008.00542.x>

Поступила 19.09.2022; одобрена после рецензирования 05.10.2022; принята к публикации 17.10.2022.

Об авторах:

Арженовский Сергей Валентинович, доктор экономических наук, профессор, главный экономист Отделения по Ростовской области Южного главного управления Центрального банка Российской Федерации (344006, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пр. Соколова, д. 22а); профессор кафедры статистики, эконометрики и оценки рисков Ростовского государственного экономического университета (344002, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, д. 69), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8692-7883>, Researcher ID: L-2758-2016, Scopus ID: 56685608200, sarzhenov@gmail.com

Синявская Татьяна Геннадьевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры статистики, эконометрики и оценки рисков Ростовского государственного экономического университета (344002, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, д. 69), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4120-9180>, Scopus ID: 57210161952, sin-ta@yandex.ru

Никогосян Вардан Мнацаканович, кандидат экономических наук, доцент кафедры статистики, эконометрики и оценки рисков Ростовского государственного экономического университета (344002, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, д. 69), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2963-5654>, don15@mail.ru

Заявленный вклад авторов:

С. В. Арженовский – постановка научной проблемы; формулирование научной гипотезы исследования; определение методологии исследования; интерпретация полученных результатов.

Т. Г. Синявская – оценка моделей; проведение критического анализа материалов; интерпретация полученных результатов.

В. М. Никогосян – сбор и систематизация статистических данных; расчет моделей.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

REFERENCES

1. Pretis F. Exogeneity in Climate Econometrics. *Energy Economics*. 2021;96. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105122>
2. Kolstad C.D., Moore F.C. Estimating the Economic Impacts of Climate Change Using Weather Observations. *Review of Environmental Economics and Policy*. 2020;14(1). doi: <https://doi.org/10.1093/reep/rez024>
3. Castle J.L., Hendry D.F. Climate Econometrics: An Overview. *Foundations and Trends in Econometrics*. 2020;10(3-4):145–322. doi: <https://doi.org/10.1561/08000000037>
4. Golub A., Lugovoy O., Potashnikov V. Quantifying Barriers to Decarbonization of the Russian Economy: Real Options Analysis of Investment Risks in Low-Carbon Technologies. *Climate Policy*. 2019;19(6):716–724. doi: <https://doi.org/10.1080/14693062.2019.1570064>
5. Zamolodchikov D.G., Grabovskii V.I., Korovin G.N., et al. Carbon Budget of Managed Forests in the Russian Federation in 1990–2050: Post-Evaluation and Forecasting. *Russian Meteorology and Hydrology*. 2013;38(10):701–714. doi: <https://doi.org/10.3103/S1068373913100087>
6. Mukherjee K., Ouattara B. Climate and Monetary Policy: Do Temperature Shocks Lead to Inflationary Pressures. *Climatic Change*. 2021;167(3). doi: <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03149-2>
7. Beirne J., Dafermos Y., Kriwoluzky A., Renzhi N., Volz U., Wittich J. The Effects of Natural Disasters on Price Stability in the Euro Area. Berlin: German Institute for Economic Research; 2021. Available at: https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.829788.de/dp1981.pdf (accessed 25.08.2022).
8. Faccia D., Parker M., Stracca L. Feeling the Heat: Extreme Temperatures and Price Stability. Working paper no. 2626. Frankfurt am Main: European central bank; 2021. Available at: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecb.wp2626~c86e2be2b4.en.pdf> (accessed 25.08.2022).

9. Acevedo S., Mrkaic M., Novta N., Pugacheva E., Topalova P. The Effects of Weather Shocks on Economic Activity: What are the Channels of Impact? *Journal of Macroeconomics*. 2020;65. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2020.103207>
10. Bandt O., Jacolin L., Lemaire T. Climate Change in Developing Countries: Global Warming Effects, Transmission Channels and Adaptation Policies. Banque de France Working Paper No. 822. 2021. Available at: https://publications.banque-france.fr/sites/default/files/medias/documents/wp822_0.pdf (accessed 25.08.2022).
11. Kahn M.E., Mohaddes K., Ng R.N.C., Pesaran M.H., Raissi M., Jui-Chung Yang. Long-Term Macroeconomic Effects of Climate Change: A Cross-Country Analysis. NBER Working Paper No. 26167. 2019. doi: <https://doi.org/10.3386/w26167>
12. Kalkuhl M., Wenz L. The Impact of Climate Conditions on Economic Production. Evidence from a Global Panel of Regions. *Journal of Environmental Economics and Management*. 2020;103. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2020.102360>
13. Oganessian V.V., Sterin A.M., Vorobyova L.N. Potential Damage from Severe and Adverse Weather Events in the Russian Federation: Regional Features. *Hydrometeorological Research and Forecasts*. 2021;(1):143–156. (In Russ., abstract in Eng.) doi: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2021-1-143-156>
14. Arzhenovskiy I.V., Dakhin A.V. Cognitive Regionology: The Experience of Modeling Regional Socio-Economic Processes. *Regionology. Russian Journal of Regional Studies*. 2020;28(3):470–489. (In Russ., abstract in Eng.) doi: <https://doi.org/10.15507/2413-1407.112.028.202003.470-489>
15. Yakovleva E.N., Yashalova N.N., Vasil'tsov V.S. Climate Security of the Russian Federation: Statistics, Facts, Analysis. *Voprosy statistiki*. 2020;(2):74–84. (In Russ., abstract in Eng.) doi: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2020-27-2-74-84>
16. Yakovleva E.N., Yashalova N.N., Ruban D.A., Vasil'tsov V.S. Methodological Approaches to Valuation of Natural-Climatic Risks for the Purposes of Country's Sustainable Development. *Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University*. 2018;(52):120–137. Available at: <https://www.rshu.ru/university/notes/archive/issue52/UZ-52el-120-137.pdf> (accessed 25.08.2022). (In Russ., abstract in Eng.)
17. Windmeijer F. A Finite Sample Correction for the Variance of Linear Efficient Two-step GMM Estimators. *Journal of Econometrics*. 2005;126(1):25–51. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2004.02.005>
18. Roodman D. A Note on the Theme of Too Many Instruments. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 2009;71(1):135–158. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2008.00542.x>

Submitted 19.09.2022; revised 05.10.2022; accepted 17.10.2022.

About the authors:

Sergey V. Arzhenovskiy, Dr. Sci. (Economics), Professor, Head Economist, Rostov Regional Division of the Southern Main Branch of the Central Bank of the Russian Federation (22a Sokolov ave., Rostov-on-Don 344006, Russian Federation); Department of Statistics, Econometrics and Risk Assessment, Rostov State University of Economics (69 Bolshaya Sadovaya St., Rostov-on-Don 344002, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8692-7883>, Researcher ID: L-2758-2016, Scopus ID: 56685608200, sarzhenov@gmail.com

Tatiana G. Sinyavskaya, Cand. Sci. (Economics), Associate Professor, Department of Statistics, Econometrics and Risk Assessment, Rostov State University of Economics (69 Bolshaya Sadovaya St., Rostov-on-Don 344002, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4120-9180>, Scopus ID: 57210161952, sin-ta@yandex.ru

Vardan M. Nikogosyan, Cand. Sci. (Economics), Associate Professor, Department of Statistics, Econometrics and Risk Assessment, Rostov State University of Economics (69 Bolshaya Sadovaya St., Rostov-on-Don 344002, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2963-5654>, don15@mail.ru

Contribution of the authors:

S. V. Arzhenovskiy – putting forward a scientific problem; formulation of the scientific hypothesis of the study; definition of research methodology; interpretation of the obtained results.

T. G. Sinyavskaya – estimation of models; critical analysis of materials; interpretation of the obtained results.

V. M. Nikogosyan – collection and systematization of statistical data; estimation of models.

The authors have read and approved the final version of the manuscript.