

Экономико-математические методы и модели Economic & mathematical methods and models

Научная статья

УДК 332.02

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15407>



ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

Е.С. Ковзунова¹ , И.Р. Руйга¹ ,

Е.В. Rogozinskiy², Ю.А. Тетерин¹ 

¹ Сибирский федеральный университет,
г. Красноярск, Российская Федерация;

² Национальный исследовательский технологический университет НИТУ «МИСиС»,
Москва, Российская Федерация

✉ irina_rouiga@bk.ru

Аннотация. Статья посвящена формированию диагностической модели оценки продовольственной безопасности Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ). Актуальность исследования обусловлена потребностями модернизации системы продовольственного обеспечения территорий АЗРФ в условиях нарастания внешних и внутренних угроз, а также практической значимостью своевременного прогнозирования продовольственного дефицита и предотвращения кризисных явлений, как на уровне всего Арктического субъекта, так и на уровне субъектов в составе АЗРФ. Неадаптированность существующих нормативно-правовых документов и стратегических программ развития к специфике арктических регионов, отсутствие методики оценки продовольственной безопасности с учетом территориальных особенностей, отсутствие системы целевых индикаторов и их пороговых значений не позволяют осуществлять корректную оценку продовольственной безопасности регионов АЗРФ. В аспекте указанной проблематики обоснована необходимость разработки диагностической модели продовольственной безопасности макрорегиона с учетом характерных отличительных черт, присущих арктическим территориям. Опираясь на сравнительный анализ методических подходов к оценке продовольственной безопасности, в рамках исследования предложена корректировка системы оценочных индикаторов. Обозначена целесообразность включения в диагностическую модель оценки следующей совокупности критериев: 1) физическая доступность продовольствия; 2) экономическая доступность продовольствия; 3) достаточность потребления продовольствия; 4) безопасность продовольствия; 5) транспортная доступность. Уровень продовольственной безопасности предлагается формировать на основе использования интегрального метода с предварительной процедурой простого нормирования частных показателей с учетом установленных пороговых значений. Апробация предложенной диагностической модели реализована на примере субъектов Российской Арктики, исследуемый период с 2010 по 2020 гг. В результате, предложенная диагностическая модель позволяет определять интегральное значение уровня продовольственной безопасности субъектов Арктической зоны, а также идентифицировать угрозы продовольственной безопасности с учетом региональных особенностей функционирования продовольственной сферы. Предложенная диагностическая модель оценки продовольственной безопасности может быть использована региональными и муниципальными органами государственной власти в аспекте систематизации рисков и угроз продовольственной безопасности Российской Арктики для последующего формирования в рамках сценарных вариантов комплекса типовых управленческих решений по минимизации отрицательных последствий с учетом особенностей регионально-отраслевого потенциала и арктической специфики на основе согласования действий заинтересованных сторон (власти, бизнеса, общества).



Ключевые слова: продовольственная безопасность; Арктическая зона Российской Федерации; диагностическая модель; оценочные индикаторы; экономическая и физическая доступность продовольствия; достаточность потребления; продовольственная политика

Благодарности: Исследование выполнено при финансовой поддержке Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности в рамках научного проекта № 2021101807831 «Проектирование и реализация интеллектуальной информационной системы идентификации угроз продовольственной безопасности регионов Арктической зоны Российской Федерации на основе валидации норм продовольственного потребления и моделирования влияния инфраструктурных факторов»

Для цитирования: Ковзунова Е.С., Руйга И.Р., Рогозинский Е.В., Тетерин Ю.А. Диагностическая модель оценки продовольственной безопасности Российской Арктики // *П-Economy*. 2022. Т. 15, № 4. С. 96–109. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15407>

Research article

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15407>



THE DIAGNOSTIC MODEL FOR FOOD SECURITY ASSESSMENT OF THE RUSSIAN ARCTIC

E.S. Kovzunova¹ , I.R. Ruiga¹ ,
E.V. Rogozinskiy², Yu.A. Teterin¹ 

¹ Siberian Federal University,
Krasnoyarsk, Russian Federation;

² National University of Science and Technology NUST "MISIS",
Moscow, Russian Federation

✉ irina_rouiga@bk.ru

Abstract. The article is devoted to the formation of the diagnostic model for food security assessment of the Russian Federation Arctic zone (AZRF). The topicality of the research is due to the necessity of modernization of the Russian Arctic food supply system in the face of increasing external and internal threats. It is also it is due to the practical significance of timely forecasting of food shortages and prevention of crisis phenomena, both at the level of the entire Arctic region and at the level of subjects within the Russian Arctic. The existing regulatory documents and strategic development programs fail to account for the specifics of the Arctic regions; there is no methodology for food security assessment taking into account territorial characteristics, no system of target indicators and their threshold values: all of these factors prevent correct assessment of food security of the AZRF. In the aspect of this problem, the necessity of developing the diagnostic model of macroregion food security is justified, taking into account the characteristic distinctive features inherent in the Arctic territories. Based on the comparative analysis of methodological approaches for the assessment of food security, an adjustment of the evaluation indicators system is proposed within the framework of the research. It is expedient to include the following complex of criteria in the diagnostic evaluation model: 1) physical availability; 2) affordability of food; 3) sufficiency of food consumption; 4) food safety; 5) transport accessibility. The level of food security is proposed to be formed based on the usage of an integral method with a preliminary procedure for simple rationing of particular indicators, taking into account the established thresholds. The proposed diagnostic model is implemented on the example of the Russian Arctic subjects; the research period is from 2010 to 2020. As a result, the proposed diagnostic model makes it possible to determine the integral value of the level of the Russian Arctic subjects' food security, as well as to identify threats to food security, taking into account the regional peculiarities of the functioning of the food sector. The proposed diagnostic model of food security assessment can be used by regional and municipal public authorities in the aspect of systematization of risks and threats to food security of the Russian Arctic for the subsequent formation of a set of standard management solutions to minimize negative consequences within the framework of scenario options, taking into account the peculiarities of regional and sectoral potential and Arctic specifics on the basis of coordination of actions of stakeholders (government, business, society).

Keywords: food security; Arctic zone of the Russian Federation; diagnostic model; evaluation indicators; affordability and physical availability of food; sufficiency of food consumption; food policy

Acknowledgements: The study was financially supported by the Krasnoyarsk regional Fund of support of scientific and scientific-technical activities within the framework of scientific project No. 2021101807831 “Design and implementation of an intelligent information system for identifying food security threats in the regions of the Arctic zone of the Russian Federation based on the validation of food consumption norms and modeling the impact of infrastructure factors”

Citation: E.S. Kovzunova, I.R. Ruiga, E.V. Rogozinskiy, Yu.A. Teterin, The diagnostic model for food security assessment of the Russian Arctic, *П-Economy*, 15 (4) (2022) 96–109. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15407>

Введение

В соответствии с профильной стратегической документацией в аспекте обеспечения продовольственной безопасности России основными задачами являются: реализация процедуры оперативного прогнозирования; идентификация угроз внутреннего и внешнего характера в сфере продовольствия; разработка мероприятий, направленных на их снижение посредством готовности системы, обеспечивающей население продуктами питания.

Формируемые глобальные тренды (рост спроса на продовольствие; распространение цифрового сельского хозяйства; изменение климатических условий и истощаемость природных ресурсов), а также значительные изменения в условиях социально-экономического развития Российской Федерации, появление новых рисков и угроз в продовольственной сфере, вызванных экономическими санкциями, актуализируют вопросы оценки безопасности в сфере продовольствия [1].

Базовый методический оценочный инструментарий закреплен в «Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации», утвержденной Указом Президента РФ № 20 от 21 января 2020 года¹. Однако, предложенный методический подход не учитывает территориальные особенности России, где наблюдается высокая дифференциация регионов по уровню социально-экономического развития и географическому местоположению. Кроме этого, отсутствие официально зафиксированного перечня показателей оценки продовольственной безопасности и их пороговых значений препятствует осуществлению достоверного расчета уровня продовольственной безопасности в разрезе макрорегионов с учетом их территориальной специфики.

Отсутствие согласованности показателей и критериев оценки продовольственной безопасности в существующих научных подходах является причиной невозможности установления корректной взаимосвязи в оценочных параметрах и нарушения логики интерпретации полученных значений. Как следствие, снижается эффективность процесса оперативности определения рисков и угроз в сфере продовольствия, а также уровень продовольственной устойчивости территорий.

Литературный обзор

Методические основы оценки продовольственной безопасности Российской Федерации, закрепленные в одноименной Доктрине, указывают на обязательную процедуру расчета по следующим направлениям:

- а) критерий «производственной независимости»;
- б) критерий «экономической доступности»;
- в) критерий «физической доступности»;
- г) критерий «соответствия требованиям законодательства ЕЭС о техническом регулировании пищевой продукции».

Однако, применение указанной методики может быть нецелесообразным для специфических территорий, для которых характерны неблагоприятные природно-климатические, географиче-

¹ Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации [Электронный ресурс]: Указ Президента РФ от 21.01.2020 № 20. Доступ из справ.- правовой системы «ГАРАНТ.РУ». URL: <http://www.garant.ru>. (дата обращения: 20.04.2022)



ские и другие факторы, препятствующие производству перечисленной в Доктрине продукции сельского хозяйства, типов сырья и продовольствия.

Исследование зарубежных подходов к оценке продовольственной безопасности позволяет сделать вывод, что большинство методик сводится к расчету таких оценочных критериев, как: критерий «производственной независимости», критерий «экономической доступности продовольствия» и критерий «физической доступности продовольствия». Практически ни один из подходов не содержит показателей, характеризующих социальную составляющую. С другой стороны, каждый из подходов обладает своей оригинальностью. В исследовательской работе [2] предлагается использовать индексный метод, включая такие расчетные показатели, как наличие, доступность и потребление продовольствия. Аналогичный подход представлен в работах [3–4]. Исследование ориентировано на расчет глобального индекса продовольственной безопасности (GFSI) в разрезе трех составляющих: 1) доступность; 2) наличие; 3) безопасность и качество.

Использование индексного метода заложено в основу системы оценки продовольственной безопасности авторов S. Berkum, R. Ruben [5]. Кроме этого авторы предлагают добавить метод невзвешенной агрегации на основе расчета компонентов продовольственной системы и результатов деятельности продовольственной системы. O.M. Caccavale, V. Giuffrida [6] предлагают опираться на определение составного индекса (The Proteus composite index), основанного на определении характеристик многомерной концепции продовольственной безопасности. В данном случае обращает на себя внимание расширенная система оценочных параметров. Показатели обеспеченности продовольствием, экономической и физической доступности дополнены оценкой стабильности как экономической, так и социально-политической, а также оценкой факторного влияния окружающей среды (природные процессы, вызывающие опасность, связанную с поражающим негативным воздействием на экономические объекты и население).

Российские исследования в аспекте оценки продовольственной безопасности в большинстве своем опираются на использование интегрального [7], индексного [8–15] и экспертного [16–18] методов.

Метод интегральной оценки [7] ориентирован на расчет коэффициента продовольственной безопасности путем суммирования частных показателей, характеризующих критерии продовольственной независимости. В предлагаемую модель вводится свободный коэффициент для исключения отрицательных значений.

Использование индексного метода оценки представлено в большинстве работ российских исследователей [8–15]. Однако, необоснованность пороговых значений, наличие качественных показателей, а также невозможность адаптации показателей к интегральному индексу не в полной мере дает основание применять данный метод на практике.

Экспертный метод ориентирован на использование балльной системы оценки, где каждому критерию присваиваются баллы, в результате присваивается три уровня продовольственной безопасности (оптимальный, допустимый, низкий) [16–18].

Апробация экспертного метода на основе балльной системы оценки с учетом расширенной системы оценочных индикаторов произведена на примере субъектов Российской Арктической зоны. По результатам оценочной процедуры определен уровень продовольственной безопасности арктических субъектов [19]. Сделан вывод о наличии субъективного фактора в части формирования диапазонов, разграничивающих уровень продовольственной безопасности, и отсутствии возможности идентифицировать угрозы на основе использования математического аппарата.

Цель и задачи исследования

Резюмируя выше изложенное, а также учитывая проблематику, обозначена цель исследования, направленная на разработку комплексной диагностической модели оценки продовольственной

безопасности макрорегиона. В качестве объекта исследования выбран макрорегион АЗРФ (в разрезе регионов, официально включенных в состав арктических субъектов).

Указанная цель предопределяет постановку и последующее решение ряда задач:

- 1) актуализировать перечень оценочных критериев и показателей, позволяющих определить уровень продовольственной безопасности территории с учетом арктической специфики;
- 2) определить методический инструментарий оценочной процедуры;
- 3) сформировать диагностическую модель оценки;
- 4) провести апробацию предложенной диагностической модели на примере макрорегиона АЗРФ (в разрезе регионов, официально включенных в состав арктических субъектов);
- 5) интерпретировать полученные результаты;
- 6) определить направления для дальнейшего исследования.

Методы и материалы

Для определения оценочных критериев и показателей, по мнению авторов, целесообразно учитывать методические основы оценки продовольственной безопасности Российской Федерации, закрепленные в одноименной Доктрине. Используя экспертный метод, метод простой нормировки и метод интегральной оценки, предложено скорректировать методику оценки продовольственной безопасности [19, 20].

Базируясь на результатах проведенного анализа теоретических подходов и практической реализации [19], по мнению авторов, целесообразно включить в диагностическую модель оценки следующие этапы (рис. 1).

На первом этапе формируется система оценочных критериев, с учетом арктической специфики определяются частные показатели, для которых экспертным путем устанавливаются эталонные значения [20]. На втором этапе для приведения показателей к сопоставимому виду предлагается осуществить процедуру простого нормирования с целью достижения либо недостижения пороговых границ.

Сделано допущение, что уровень продовольственной безопасности должен стремиться к наивысшему состоянию, при условии нахождения значений субпоказателей в рамках установленных лимитов своих эталонных значений. Каждый из пяти указанных критериев рассчитывается на основе средней арифметической нормированных значений частных показателей, включенных в систему оценки.

На третьем этапе определяется уровень продовольственной безопасности на основе расчета интегрального показателя с включением промежуточных результатов в разрезе предложенных оценочных критериев с учетом соответствующего перераспределения удельного веса значимости каждой проекции (рис. 1).

На заключительном этапе производится интерпретация полученных результатов расчетных значений с учетом зонирования по степени риска (катастрофический, критический, значительный, умеренный, стабильный).

В качестве материалов для исследования использованы открытые статистические данные Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации в разрезе регионов, официально включенных в состав арктических субъектов), для которых характерна территориальная специфика, а именно:

- 1) природно-климатические условия экстремального характера, в том числе наличие постоянного ледового покрова, включая дрейфующие льды в арктических акваториях;
- 2) низкий уровень плотности населения, точечный характер промышленного и хозяйственного освоения территорий;
- 3) низкий уровень развития транспортной инфраструктуры в связи с удаленностью от основных финансовых и промышленных центров, как следствие, высокий уровень ресурсоемкости

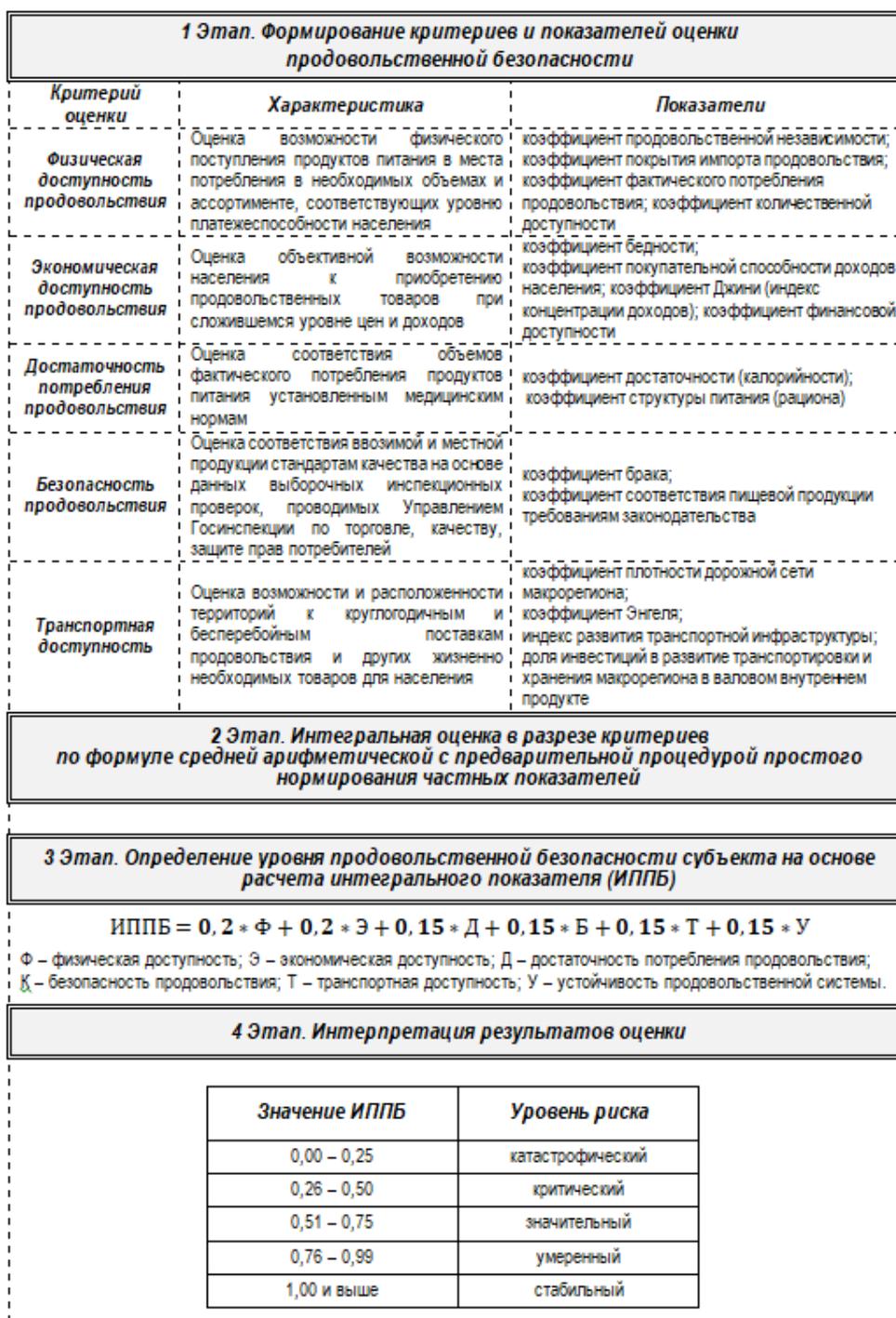


Рис. 1. Этапы реализации диагностической модели оценки продовольственной безопасности арктических регионов
 Fig. 1. Stages of diagnostic model implementation for assessment the Arctic regions food security

и зависимости промышленной и хозяйственной деятельности, а также жизнеобеспечения населения от поставок топливно-энергетических ресурсов, товаров первой необходимости и продуктов питания;

4) подверженность и высокая зависимость арктической природы и производственно-хозяйственной деятельности от ситуаций техногенного и чрезвычайных характера.

Именно поэтому к арктическим территориям не применим общий подход обеспечения (в том числе и информационно-аналитического) продовольственной безопасности.

Получение значимых результатов оценки базируется на совокупности принципов (принцип «системности», принцип «комплексности», принцип «научности», принцип «взаимосвязи данных»).

Результаты и обсуждение

С учетом предложенной диагностической модели оценки продовольственной безопасности произведена ее апробация на примере субъектов Российской Арктики. Исследуемый период с 2010 г. по 2020 г. Отсутствие статистической информации арктических субъектов, необходимой для расчета частных показателей по проекции «Устойчивость продовольственной системы», предопределило корректировку расчета ИППБ, представленного на рис. 1 (исключение критерия «Устойчивость продовольственной системы», перераспределение удельного веса с учетом равнозначности каждой из проекций). Результаты оценки в разрезе критериев представлены в соответствии с табл. 1.

Таблица 1. Результаты оценочных параметров в разрезе критериев продовольственной безопасности Арктической зоны Российской Федерации
Table 1. The estimated parameters results in the context of the food security criteria of the Russian Federation Arctic Zone

Регион	Значение показателя										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Критерий "Физическая доступность продовольствия" (Ф)											
Итого по АЗРФ	1,05	1,07	1,00	1,02	1,07	1,12	1,08	1,16	1,17	1,16	1,14
Итого по РФ	1,10	1,20	1,18	1,18	1,19	1,21	1,21	1,22	1,24	1,25	1,25
Критерий "Экономическая доступность продовольствия" (Э)											
Итого по АЗРФ	1,52	1,53	1,64	1,61	1,55	1,45	1,46	1,48	1,53	1,53	1,55
Итого по РФ	1,61	1,59	1,76	1,75	1,70	1,54	1,54	1,55	1,58	1,61	1,61
Критерий "Достаточность продовольствия" (Д)											
Итого по АЗРФ	0,96	0,96	0,97	0,99	0,96	0,92	0,91	0,94	0,98	0,95	0,94
Итого по РФ	1,01	1,01	1,02	1,02	1,01	0,99	1,01	1,01	1,01	1,02	1,02
Критерий "Безопасность продовольствия" (Б)											
Итого по АЗРФ	2,08	3,41	4,00	3,80	4,17	2,08	2,59	2,29	2,70	1,53	3,28
Итого по РФ	0,35	0,35	0,36	0,52	0,38	0,55	0,57	0,61	0,65	0,65	0,70
Критерий "Транспортная доступность" (Т)											
Итого по АЗРФ	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
Итого по РФ	0,29	0,30	0,34	0,33	0,30	0,29	0,26	0,23	0,23	0,23	0,22
Интегральный показатель продовольственной безопасности (ИППБ)											
Итого по АЗРФ	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
Итого по РФ	0,29	0,30	0,34	0,33	0,30	0,29	0,26	0,23	0,23	0,23	0,22

Детализация результатов в разрезе арктических субъектов представлена в соответствии с рис. 2, 3.

Анализ полученных результатов расчетных значений интегрального показателя позволяют сделать вывод о высоком уровне продовольственной безопасности АЗРФ. Однако, на первый взгляд данный вывод может показаться противоречивым, принимая во внимание природно-климатические условия экстремального характера, точечный формат промышленного и

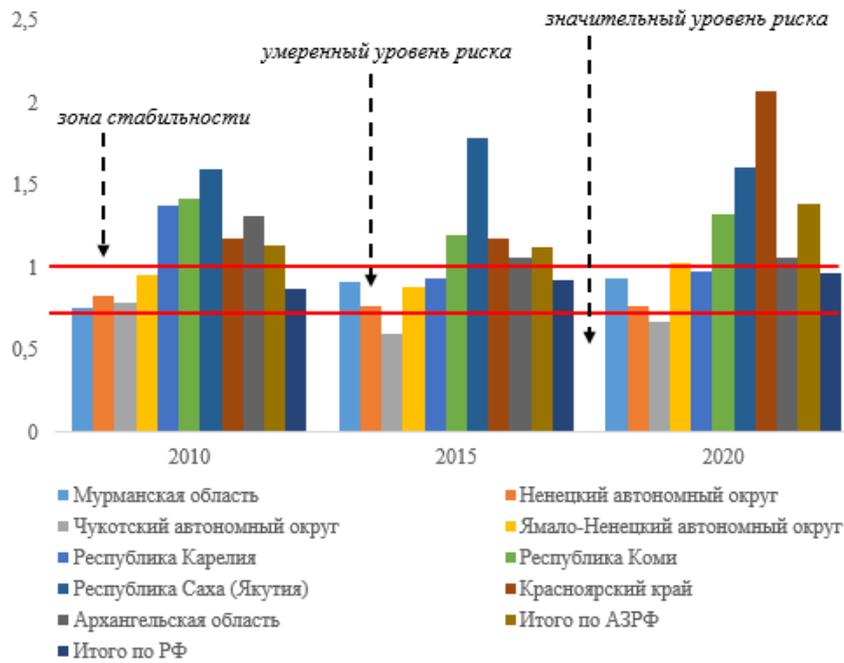


Рис. 2. Динамика интегрального показателя продовольственной безопасности АЗРФ
 Fig. 2. The integral indicator dynamics of food security in the Russian Federation Arctic Zone

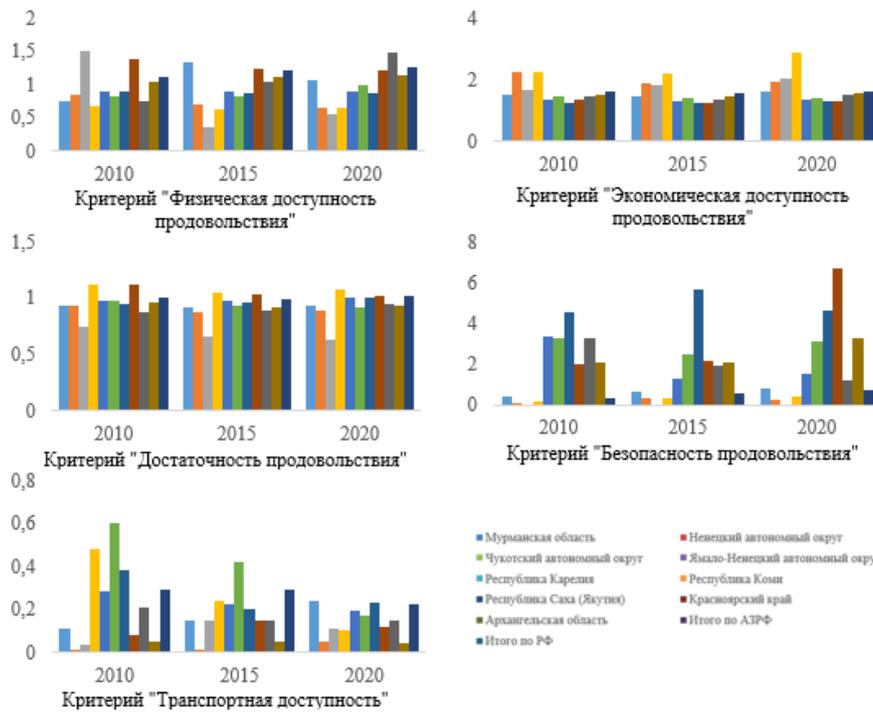


Рис. 3. Динамика оценочных параметров в разрезе критериев продовольственной безопасности арктических субъектов
 Fig. 3. Dynamics of estimated parameters in the context of criteria for Arctic regions food security

хозяйственного освоения территорий; зависимость жизнеобеспечения населения от поставок топливно-энергетических ресурсов, товаров первой необходимости и продуктов питания. В связи с этим целесообразно учитывать промежуточные расчеты показателей в разрезе пяти проекций (рис. 2).

По критерию «Физическая доступность» наблюдается отсутствие рискованной ситуации в целом по АЗРФ, однако значение показателя в зоне стабильности в большей степени достигается за счет трех субъектов (Мурманская область, Красноярский край и Архангельская область). По критерию «Экономическая доступность» наблюдается аналогичная ситуация, что свидетельствует о высокой эффективности проводимой государством социально-экономической (в том числе продовольственной) политики.

Критерий «Достаточность продовольствия» характеризуется умеренным уровнем риска, снижение наблюдается в первую очередь за счет низких значений по Чукотскому автономному округу.

По критерию «Транспортная доступность» наблюдается наименьшее значение интегрального коэффициента. Незрелость транспортной инфраструктуры или вовсе ее отсутствие ограничивают возможности поставок продовольствия. Учитывая тот факт, что регионы характеризуются крайне низким уровнем собственного производства продуктов сельского хозяйства, типов сырья и продовольствия, идентифицируется угроза высокой степени их зависимости от ввоза продовольственных товаров из других субъектов. Как результат, северяне не получают множество важных питательных веществ и витаминов, что в последствие негативно влияет на здоровье населения.

По критерию «Безопасность продовольствия» наблюдается выраженное превышение значений интегральных коэффициентов по АЗРФ над итоговыми показателями по Российской Федерации, недостижение пороговых параметров наблюдается по Мурманской области, Ненецкому автономному округу, Чукотскому автономному округу и Ямало-Ненецкому автономному округу. Данная ситуация обусловлена отсутствием необходимой информации по ряду регионов АЗРФ. В связи с этим пороговое значение завышено на основании доступных данных портала «Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека». В итоге именно данный критерий корректирует интегральный показатель в сторону увеличения, в связи с чем наблюдается более высокий уровень продовольственной безопасности Арктической зоны по сравнению с общероссийским значением.

Таким образом, можно сделать вывод, что процедура оценивания преследует две цели: 1) определить уровень продовольственной безопасности на основе формирования интегрального показателя; 2) идентифицировать угрозы продовольственной безопасности в разрезе субъектов, входящих в состав Российской Арктики. В первом случае наличие равноправных весовых составляющих каждого из пяти критериев в структуре интегрального показателя дает основание на завышение или занижение итогового результата за счет очевидного отклонения от пороговых значений. Следовательно, по мнению авторов, целесообразна корректировка весовых значений с учетом использования либо экспертного метода, либо на основе использования методов математического моделирования.

Заключение

В процессе исследования получены следующие результаты:

- 1) скорректирована методика оценки продовольственной безопасности на основе применения экспертного метода, метода простой нормировки и метода интегральной оценки;
- 2) предложена система оценочных критериев, с учетом арктической специфики определены частные показатели, для которых экспертным путем установлены эталонные значения;
- 3) предложена диагностическая модель оценки с включением определенных этапов с последующей ее апробацией на примере арктических субъектов;



4) для приведения частных показателей к сопоставимому виду реализована процедура простого нормирования с целью достижения либо недостижения пороговых границ;

5) рассчитан уровень продовольственной безопасности субъектов в виде интегрального показателя с включением промежуточных результатов в разрезе предложенных оценочных критериев;

6) интерпретированы полученные результаты расчетных значений с учетом зонирования по степени риска (катастрофический, критический, значительный, умеренный, стабильный).

Учитывая результаты практической реализации предложенной диагностической модели оценки продовольственной безопасности АЗРФ предлагается:

Во-первых, расширить систему критериев оценки, включить критерий «устойчивость продовольственной системы», отвечающий за объективную возможность анализируемых территорий к самостоятельному обеспечению продуктами питания населения в экстренных условиях. Наполнить данный критерий следующими показателями: Коэффициент продовольственной зависимости; Доля запасов продовольствия в общем объеме производства продукции; Показатель производственного потенциала агропромышленного комплекса макрорегиона.

Во-вторых, реализовать процесс валидации рациональных норм потребления продуктов питания через корректировку утвержденных значений в «Рекомендациях по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания» (утв. Приказом Министерства здравоохранения РФ от 19.08.2016 № 614) с целью адаптации данных параметров для северных территорий. Данная необходимость обусловлена тем, что для регионов АЗРФ характерны изменения в составах БЖУ (белки-жиры-углеводы), необходимые для повышения качества жизни и производительности труда в условиях сурового климата. Процедура валидации затрагивает критерии «Физическая доступность продовольствия» и «Экономическая доступность продовольствия».

В-третьих, включить в диагностическую модель оценки процедуру проверки частных показателей на значимость для формирования интегрального показателя продовольственной безопасности на основе использования методов математического моделирования: а) метод Монте-Карло [22–23]; б) метод векторной авторегрессии [24–26]; в) метод нечеткой логики [27–29]; г) метод коррекции обычными наименьшими квадратами [30–32].

Предлагаемые методы математического моделирования при включении в систему оценки продовольственной безопасности позволяют повысить степень релевантности результатов в условиях повышенной неопределенности и динамичности окружающей среды. Достоверность результатов будет являться базисом для оперативного реагирования на изменяющиеся условия. Применение методов математического моделирования в комплексе направлено на получение более точных результатов оценки, что достигается за счет снижения доли субъективности значений ряда параметров, входящих в систему оценки продовольственной безопасности.

Предложенная диагностическая модель оценки продовольственной безопасности может быть использована региональными и муниципальными органами государственной власти в аспекте систематизации рисков и угроз продовольственной безопасности Российской Арктики (на муниципальном и региональном уровнях) для последующего формирования в рамках сценарных вариантов комплекса типовых управленческих решений по минимизации отрицательных последствий с учетом особенностей регионально-отраслевого потенциала и арктической специфики на основе согласования действий заинтересованных сторон (власти, бизнеса, общества).

Направления дальнейших исследований

Резюмируя выше изложенное, а также учитывая актуальность проблематики исследования, в рамках дальнейших направлений целесообразно: 1) расширение системы критериев оценки за счет включения параметров устойчивости продовольственной системы и реализации процесса валидации рациональных норм потребления продуктов питания с целью адаптации установленных

параметров для жителей арктических территорий; 2) включение в диагностическую модель оценки процедуры проверки частных показателей на значимость для формирования интегрального показателя продовольственной безопасности на основе использования методов математического моделирования; разработка информационно-аналитической системы оценки продовольственной безопасности регионов Российской Арктики с последующим формированием соответствующего нормативно-правового, организационно-функционального и методического обеспечения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. **Ruiga I.R., Kovzunova E.S., Stupina A.A., Kashina E.V.** Improvement of the methodological approaches to the evaluation of the agro-industrial clusters development potential in the regional economy. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 421 (2020) 032053.
2. **Nicholson C.F., Stephens E.C., Kopainsky B., Jones A.D., Parsons D., Garrett J.** Food security outcomes in agricultural systems models: Current status and recommended improvements. *Agricultural Systems*, 2021, no. 188, 103028.
3. **Mihoreanu L., Cismaș M., Dănilă (Jianu) L.** Enlarging the Application of the Food Security Index at European Union Regions. *Journal of Economic Development, Environment and People*. 2019, no. 8, pp. 38–51.
4. **Chen P.-C., Yub M.-M., Shihe J.-C., Chang C.-C., Hsu S.-H.** A reassessment of the Global Food Security Index by using a hierarchical data envelopment analysis approach. *European Journal of Operational Research*, 2019, no. 272, issue 2, pp. 687–698.
5. **Berkum S., Ruben R.** Exploring a food system index for understanding food system transformation processes. *Food Security*, 2021, no. 13, issue 5, pp. 1179–1191.
6. **Caccavale O.M., Giuffrida V.** The Proteus composite index: Towards a better metric for global food security. *World Development*, 2020, no. 126, 104709.
7. **Ускова Т.В., Селименков Р.Ю., Анищенко А.Н., Чекавинский А.Н.** Продовольственная безопасность региона: монография. – Вологда: ИСЭРТ РАН, 2014, 102 с.
8. **Костоусенко И.И.** Продовольственная безопасность и продовольственная независимость регионов: сущность и подходы к их оценке // *Аграрный вестник Урала*. 2009. №1 (55). С. 8–13.
9. **Смирнов В.В.** Продовольственная безопасность регионов Российской Федерации // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. 2015. №3 (288). С. 29–42.
10. **Ибрагимов М.А., Дохолян С.В.** Методические подходы к оценке состояния продовольственной безопасности региона // *Региональные проблемы преобразования экономики*. 2010. № 4 (26). С. 172–193.
11. **Лысоченко А.А.** Продовольственная безопасность региона: воспроизводственная концепция: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора экономических наук. – Ростов-на-Дону, 2009. – 57 с.
12. **Алутхов А.И.** Регион в системе обеспечения продовольственной безопасности страны: методологический аспект // *Агропродовольственная политика России*. 2016. № 2 (50). С. 2–7.
13. **Потапов А.П.** Обеспечение ресурсной независимости аграрного производства в контексте продовольственной безопасности России // *Проблемы прогнозирования*. 2019. № 5 (176). С. 120–129.
14. **Анфиногентова А.А., Крылатых Э.Н.** Продовольственная безопасность России: состояние, проблемы, условия обеспечения // *Региональные агросистемы: экономика и социология*. 2013. № 1. С. 1–17.
15. **Яшкова Н.В.** Индикаторы продовольственной безопасности // *Фундаментальные исследования*. 2019. №1. С. 58–63.
16. **Антамошкина Е.Н., Тимофеева Г.В.** Продовольственная безопасность на региональном уровне: методика оценки // *Экономика сельского хозяйства России*. 2014. № 4. С. 61–65.
17. **Оловянный Д.С.** Методика оценки состояния продовольственной безопасности региона // *Известия БГУ*. 2009. № 3. С. 60–63.
18. **Омелай А.Ю.** Методический подход к оценке региональной продовольственной безопасности // *Север и рынок: формирование экономического порядка*. 2014. № 2 (39). С. 106–109.



19. **Ruiga I.R., Kovzunova E.S., Bugaeva S.V., Ovchinnikova Iu. I., Sivtsova E.K.** Assessment of food security in the regions of the Arctic zone of the Russian Federation. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 848 (2021) 01219.
20. **Ковзунова Е.С., Руйга И.Р.** Концептуальный подход к оценке продовольственной безопасности макрорегиона на основе использования методов математического моделирования // Продовольственная политика и безопасность. 2022. Т. 9. № 2. DOI: 10.18334/ppib.9.2.114467.
21. **Momen M., Shirinbakhsh M., Baniassadi A., Behbahaninia A.** Application of Monte Carlo Method in Economic Optimization of Cogeneration Systems – Case Study of the CGAM System. Applied Thermal Engineering, 2016, pp. 1–23.
22. **Brandimarte P.** Handbook in Monte Carlo Simulation: Applications in Financial Engineering, Risk Management, and Economics. Wiley, 2014, p. 688.
23. **Hossain A., Md. Kamruzzaman, Md Ayub Ali.** Autoregressive (VAR) Modeling and Projection of DSE. Chinese Business Review, 2015, vol. 14, no. 6, pp. 273–289.
24. **Zhang J., Chen T., Fan F., Wang S.** Empirical research on time-varying characteristics and efficiency of the Chinese economy and monetary policy: evidence from the MI-TVP-VAR model. Applied Economics, 2018, pp. 3596–3613.
25. **Bekiro S., Paccagnini A.** On the predictability of time-varying VAR and DSGE models. Empirical economics, 2013, pp. 635–664.
26. **Wan M.** Research on Economic System Based on Fuzzy Set Comprehensive Evaluation Model. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 2021, № 40, pp. 7471–7481.
27. **Gu J., Wang Z., Xu Z., Chen X.** A decision-making framework based on the prospect theory under an intuitionistic fuzzy environment. Technological and economic development of economy, 2018, № 24, pp. 2374–2396.
28. **Пупенцова С.В., Поняева И.И.** Оценка рисков инновационного проекта, основанная на синтезе методов нечетких множеств и анализа иерархий // Научно-технические ведомости СПб-ГПУ. Экономические науки. 2020. Т. 13, № 6. С. 66–78. DOI: 10.18721/JE.13606
29. **Parman B.J., Featherstone A.M.** A comparison of parametric and nonparametric estimation methods for cost frontiers and economic measures. Journal of Applied Economics, 2019, pp. 60–85.
30. **Parmeter C.F.** Is it MOLS or COLS? Economic discussion papers, 2021, p. 26.
31. **Глухов В.В., Колобов А.В., Игумнов Е.М.** Методика оптимизации набора инструментов для повышения эффективности бизнес-системы // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2020. Т. 13, № 5. С. 95–105. DOI: 10.18721/JE.13507

REFERENCES

1. **I.R. Ruiga, E.S. Kovzunova, A.A. Stupina, E.V. Kashina,** Improvement of the methodological approaches to the evaluation of the agro-industrial clusters development potential in the regional economy. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 421 (2020) 032053.
2. **C.F. Nicholson, E.C. Stephens, B. Kopainsky, A.D. Jones, D. Parsons, J. Garrett,** Food security outcomes in agricultural systems models: Current status and recommended improvements. Agricultural Systems, 2021, no. 188, 103028.
3. **L. Mihoreanu, M. Cismaş, L. Dănilă (Jianu),** Enlarging the Application of the Food Security Index at European Union Regions. Journal of Economic Development, Environment and People. 2019, no. 8, pp. 38–51.
4. **P-S. Chen, M-M. Yub, J-C. Shihe, C-S. Chang, S-H. Hsu,** A reassessment of the Global Food Security Index by using a hierarchical data envelopment analysis approach. European Journal of Operational Research, 2019, no. 272, is. 2, pp. 687–698.
5. **S. Berkum, R. Ruben,** Exploring a food system index for understanding food system transformation processes. Food Security, 2021, no. 13, issue 5, pp. 1179–1191.
6. **O.M. Caccavale, V. Giuffrida,** The Proteus composite index: Towards a better metric for global food security. World Development, 2020, no. 126, 104709.
7. **T.V. Uskova, R.Yu. Selimenkov, A.N. Anishchenko, A.N. Chekavinskiy,** Prodovolstvennaya bezopasnost regiona: monografiya. – Vologda: ISERT RAN, 2014, 102 с.

8. **I.I. Kostousenko**, Prodovolstvennaya bezopasnost i prodovolstvennaya nezavisimost regionov: su-shchnost i podkhody k ikh otsenke // *Agrarnyy vestnik Urala*. 2009. № 1 (55). S. 8–13.
9. **V.V. Smirnov**, Prodovolstvennaya bezopasnost regionov Rossiyskoy Federatsii // *Natsionalnyye interesy: priorityety i bezopasnost*. 2015. № 3 (288). S. 29–42.
10. **M.A. Ibragimov, S.V. Dokholyan**, Metodicheskiye podkhody k otsenke sostoyaniya prodovolstvennoy bezopasnosti regiona // *Regionalnyye problemy preobrazovaniya ekonomiki*. 2010. № 4 (26). S. 172–193.
11. **A.A. Lysochenko**, Prodovolstvennaya bezopasnost regiona: vosproizvodstvennaya kontsepsiya: avtoreferat dissertatsii na soiskaniye uchenoy stepeni doktora ekonomicheskikh nauk. – Rostov-na-Donu, 2009. – 57 s.
12. **A.I. Alutkhov**, Region v sisteme obespecheniya prodovolstvennoy bezopasnosti strany: metodologicheskiy aspekt // *Agroprodovolstvennaya politika Rossii*. 2016. № 2 (50). S. 2–7.
13. **A.P. Potapov**, Obespecheniye resursnoy nezavisimosti agrarnogo proizvodstva v kontekste prodovolstvennoy bezopasnosti Rossii // *Problemy prognozirovaniya*. 2019. № 5 (176). S. 120–129.
14. **A.A. Anfinogentova, E.N. Krylatykh**, Prodovolstvennaya bezopasnost Rossii: sostoyaniye, problemy, usloviya obespecheniya // *Regionalnyye agrosistemy: ekonomika i sotsiologiya*. 2013. № 1. S. 1–17.
15. **N.V. Yashkova**, Indikatory prodovolstvennoy bezopasnosti // *Fundamentalnyye issledovaniya*. 2019. № 1. S. 58–63.
16. **Ye.N. Antamoshkina, G.V. Timofeyeva**, Prodovolstvennaya bezopasnost na regionalnom urovne: metodika otsenki // *Ekonomika selskogo khozyaystva Rossii*. 2014. № 4. S. 61–65.
17. **D.S. Olovyannikov**, Metodika otsenki sostoyaniya prodovolstvennoy bezopasnosti regiona // *Izvestiya BGU*. 2009. № 3. S. 60–63.
18. **A.Yu. Omelay**, Metodicheskiy podkhod k otsenke regionalnoy prodovolstvennoy bezopasnosti // *Sever i rynek: formirovaniye ekonomicheskogo poryadka*. 2014. № 2 (39). S. 106–109.
19. **I.R. Ruiga, E.S. Kovzunova, S.V. Bugaeva, Iu. I. Ovchinnikova, E.K. Sivtsova**, Assessment of food security in the regions of the Arctic zone of the Russian Federation. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 848 (2021) 01219.
20. **Ye.S. Kovzunova, I.R. Ruyga**, Kontseptualnyy podkhod k otsenke prodovolstvennoy bezopasnosti makroregiona na osnove ispolzovaniya metodov matematicheskogo modelirovaniya // *Prodovolstvennaya politika i bezopasnost*. 2022. Tom 9. № 2. DOI: 10.18334/ppib.9.2.114467
21. **M. Momen, M. Shirinbakhsh, A. Baniassadi, A. Behbahaninia**, Application of Monte Carlo Method in Economic Optimization of Cogeneration Systems – Case Study of the CGAM System. *Applied Thermal Engineering*, 2016, pp. 1–23.
22. **P. Brandimarte**, *Handbook in Monte Carlo Simulation: Applications in Financial Engineering, Risk Management, and Economics*. Wiley, 2014, p. 688.
23. **A. Hossain, Md. Kamruzzaman, Md Ayub Ali**, Autoregressive (VAR) Modeling and Projection of DSE. *Chinese Business Review*, 2015, vol. 14, no. 6, pp. 273–289.
24. **J. Zhang, T. Chen, F. Fan, S. Wang**, Empirical research on time-varying characteristics and efficiency of the Chinese economy and monetary policy: evidence from the MI-TVP-VAR model. *Applied Economics*, 2018, pp. 3596–3613.
25. **S. Bekiro, A. Paccagnini**, On the predictability of time-varying VAR and DSGE models. *Empirical economics*, 2013, pp. 635–664.
26. **M. Wan**, Research on Economic System Based on Fuzzy Set Comprehensive Evaluation Model. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 2021, № 40, pp. 7471–7481.
27. **J. Gu, Z. Wang, Z. Xu, X. Chen**, A decision-making framework based on the prospect theory under an intuitionistic fuzzy environment. *Technological and economic development of economy*, 2018, № 24, pp. 2374–2396.
28. **S.V. Pupentsova, I.I. Ponyayeva**, Otsenka riskov innovatsionnogo proyekta, osnovannaya na sinteze metodov nechetkikh mnozhestv i analiza iyerarkhiy // *Nauchno-tehnicheskiye vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskkiye nauki*. 2020. T. 13, № 6. S. 66–78. DOI: 10.18721/JE.13606
29. **B.J. Parman, A.M. Featherstone**, A comparison of parametric and nonparametric estimation methods for cost frontiers and economic measures. *Journal of Applied Economics*, 2019, pp. 60–85.
30. **C.F. Parmeter**, Is it MOLS or COLS? *Economic discussion papers*, 2021, p. 26.
31. **V.V. Glukhov, A.V. Kolobov, Ye.M. Igumnov**, Metodika optimizatsii nabora instrumentov dlya povysheniya effektivnosti biznes-sistemy // *Nauchno-tehnicheskiye vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskkiye nauki*. 2020. T. 13, № 5. S. 95–105. DOI: 10.18721/JE.13507

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

КОВЗУНОВА Евгения Сергеевна

E-mail: e.kovzunova@list.ru

Eugenia S. KOVZUNOVA

E-mail: e.kovzunova@list.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5549-7438>

РУЙГА Ирина Рудольфовна

E-mail: irina_rouiga@bk.ru

Irina R. RUIGA

E-mail: irina_rouiga@bk.ru

РОГОЗИНСКИЙ Евгений Владимирович

E-mail: rogozinskiy83@mail.ru

Eugeniĭ V. ROGOZINSKIY

E-mail: rogozinskiy83@mail.ru

ТЕТЕРИН Юрий Александрович

E-mail: teterin.yuri@mail.ru

Yuriy A. TETERIN

E-mail: teterin.yuri@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0001>

Поступила: 05.07.2022; Одобрена: 08.07.2022; Принята: 15.08.2022.

Submitted: 05.07.2022; Approved: 08.07.2022; Accepted: 15.08.2022.