ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТАТЬЯ
https://doi.org/10.31063/AlterEconomics/2025.22-4.2
УДК 316.4+314.06
JEL J11

CC BY 4.0
OPEN ACCESS

Энтропийный подход к оценке и прогнозированию социальных рисков населения[1]

Мария Н. МАКАРОВА [1)], **Ольга А. ПЫШМИНЦЕВА** [2)]
[1, 2)] *Институт экономики УрО РАН, г. Екатеринбург, Российская Федерация*

Для цитирования: Макарова, М. Н., Пышминцева, О. А. (2025). Энтропийный подход к оценке и прогнозированию социальных рисков населения. *AlterEconomics, 22*(4), 588–607. https://doi.org/10.31063/AlterEconomics/2025.22-4.2

Аннотация. В условиях высокой социально-экономической неопределенности и турбулентности, вызванной глобальными вызовами и внутренними структурными проблемами, совершенствование инструментария для оценки и прогнозирования социальных рисков приобретает критическую важность. Традиционные статистические методы зачастую не в полной мере учитывают комплексную природу и субъективное восприятие рисков населением, что обуславливает необходимость разработки новых подходов для прогнозирования социальных рисков, способствующий выработке проактивных мер социальной политики и снижению социальной напряженности. Целью исследования являются разработка и апробация энтропийного подхода к оценке и прогнозированию социальных рисков на региональном уровне, позволяющего количественно измерить уровень неопределенности и неупорядоченности в региональной социальной системе. На базе данных авторского социологического опроса населения Свердловской области был рассчитан адаптированный показатель социальной энтропии, основанный на показателе информационной энтропии Шеннона и интегрирующий вероятность, интенсивность и значимость различных социальных рисков для различных половозрастных групп. Прогноз динамики энтропии социальных рисков до 2050 года выполнен на основе демографического прогноза с использованием когортно-компонентного метода. По результатам исследования установлено, что уровень энтропии социальных рисков в регионе высок, что свидетельствует о значительной неустойчивости социальной системы региона. Наиболее значимыми являются риски утраты здоровья, деградации окружающей среды и потери контроля над жизнью. Выявлена гендерная асимметрия: мужчины демонстрируют более резкие колебания энтропии социальных рисков на протяжении жизненного цикла, чем женщины. Прогнозные оценки указывают на незначительный рост совокупной энтропии к 2050 году, а также на смещение фокуса рисков в сторону проблем старения населения, с формированием двухмодального распределения у мужчин, когда пик энтропии приходится на возраст 25–39 и 60–64 года. Полученные результаты имеют практическую ценность для разработки стратегии социально-экономического развития региона и уточнения адресных мер социальной поддержки.

Ключевые слова: социальные риски, энтропия, оценка, прогноз, половозрастные группы, опрос населения

Благодарность: Исследование выполнено за счет гранта РНФ «Оценка и прогнозирование социальных рисков и их последствий для устойчивого развития регионов России в контексте современных глобальных вызовов» (проект № 24-28-00654).

[1] © Макарова М. Н., Пышминцева О. А. Текст. 2025.

RESEARCH ARTICLE

Entropic Approach to Social Risk Assessment and Forecasting

Mariya N. MAKAROVA[1)], **Olga A. PYSHMINTSEVA**[2)]
[1, 2)] *Institute of Economics of the Ural Branch of RAS, Ekaterinburg, Russian Federation*

For citation: Makarova, M. N. & Pyshmintseva, O. A. (2025). Entropic Approach to Social Risk Assessment and Forecasting. *AlterEconomics, 22*(4), 588–607. https://doi.org/10.31063/AlterEconomics/2025.22-4.2

Abstract. Amid high socio-economic uncertainty, an essential task is to improve tools for assessing and predicting social risks. Traditional statistical methods often fail to fully capture the complex nature and subjective perception of risks, making the development of new predictive approaches essential for proactive social policy and the mitigation of social tension. The aim of this research is to develop and test an entropy-based approach to assessing and forecasting social risks at the regional level, quantifying the level of uncertainty and disorder in a regional social system. An adapted social entropy indicator was calculated using data from a sociological survey in Sverdlovsk region. The indicator, based on Shannon's information entropy, combines the probability, intensity, and significance of various risks across gender and age groups. Additionally, forecasts of entropy dynamics up to 2050 were produced using demographic projections with the cohort-component method. The results indicate that social risk entropy in the region is significantly high, reflecting notable instability in the regional social system. The most significant risks were identified as health loss, environmental degradation, and loss of control over life. Gender asymmetry was observed: men exhibit sharper fluctuations in entropy over their life cycle than women. Forecasts suggest a slight increase in overall entropy by 2050, with a shift in risk focus toward population aging. Among men, a two-peaked distribution emerges, with entropy peaks at ages 25–39 and 60–64. These findings can inform the development of regional strategies and targeted social policies.

Keywords: social risks, entropy, assessment, forecast, gender and age groups, population survey

Acknowledgments: The research was funded by a grant from the Russian Science Foundation, "Assessment and Forecasting of Social Risks and Their Consequences for the Sustainable Development of Russian Regions in the Context of Modern Global Challenges" (project No. 24-28-00654).

1. Введение

Современная социально-экономическая ситуация в России характеризуется высокой степенью неопределенности и турбулентности, обусловленной действием ряда структурных и конъюнктурных факторов. К ним относятся последствия пандемии COVID-19, геополитическая напряженность и санкционное давление, которые усугубили внутристрановые вызовы, такие как неравенство доходов, региональная дифференциация, старение населения и депопуляция. Несмотря на все предпринимаемые усилия органов исполнительной власти, по оценкам Росстата, в 2024 г. доля населения с доходами ниже прожиточного минимума в целом по стране хотя и снизалась, но осталась значительной и составила 7,2 %, при этом уровень бедности в некоторых регионах остаётся очень высоким, например, в Республике Ингушетия — 25 %, в Республике Тыва — 20,1 %[1]. В то же время субъективная оценка населением своего материального положения часто оказывается более пессимистичной, чем это следует из объективных показателей[2]. В связи с чем исследования НИУ ВШЭ фиксируют рост социальной тревожности и песси-

[1] Росстат. Уровень бедности в целом по России и по субъектам Российской Федерации. [Электронный ресурс]. https://rosstat.gov.ru/folder/13397 (дата обращения: 17.08.2025).

[2] Банк России. (2025, 27 ноября). *Инфляционные ожидания*. [Электронный ресурс]. https://cbr.ru/statistics/ddkp/inflationary_expectations/ (дата обращения: 10.10.2025).

мизма в обществе, что напрямую коррелирует с восприятием экономической нестабильности и неуверенностью в завтрашнем дне[1].

В этих условиях происходит синергия социальных угроз, включая как традиционные риски бедности, безработицы, потери здоровья, социальной изоляции и ограниченной доступности качественных медицинских, образовательных и социальных услуг, так и новые вызовы цифровизации общественной жизни, трансформации рынка труда и т. п. Всё это соответствует тому процессу общественного развития, который описал в своих работах У. Бек. Он отмечает, что современный социум переходит от распределения богатства к распределению рисков, таким образом возникает новая модель социальной солидарности, «основанная не на изобилии, а на совместном освоении неопределенной и опасной жизни» (Усманов, 2024). Так, цели общественно развития смещаются в сторону повышения безопасности, а не справедливого распределения общественного блага.

При этом следует отметить, что социальные риски не распределяются равномерно, а концентрируются в отдельных социально-демографических группах. Так, например, работы отечественных ученых убедительно демонстрируют усиление социально-экономической стратификации и поляризации российского общества, где разные группы населения сталкиваются с принципиально разными наборами рисков и обладают неравными ресурсами для противодействия им (Зубаревич, 2016; Тихонова, 2014). Перечисленные тенденции способствуют нарастанию социально-экономических противоречий в обществе, что приводит к снижению устойчивости его развития.

Таким образом, представляется крайне актуальной разработка научно-методического аппарата для прогнозирования социальных рисков и их последствий. Такие оценки имеют высокую практическую значимость для органов государственной власти и местного самоуправления, позволяя перейти от реактивных к проактивным мерам социальной политики, выявляя наиболее уязвимые группы населения и тем самым способствуя снижению социальной напряженности и обеспечению устойчивого демографического и социально-экономического развития. Кроме того, эти оценки представляют научный интерес с точки зрения формирования более объемного понимания структуры социальных рисков.

2. Методологические подходы к исследованию социальных рисков

Теория риска возникла в начале XX в. с определением риска как математически измеримого события и была тесно связана с понятием неопределенности как события, для которого математический расчет вероятности невозможен (Knight, 1921). Как отмечалось выше, фундамент современного понимания социальных рисков заложен в работах У. Бека и его теории «общества риска». Автор утверждает, что в условиях позднего модерна на смену традиционным, предсказуемым опасностям приходят глобальные, непредсказуемые риски, порождаемые самим процессом модернизации (Бек, 2000). Эти риски, в отличие от классовых проблем индустриальной эпохи, имеют всеобщий характер, хотя их последствия остаются социально стратифицированными. В российской науке концепция Бека была адаптирована и развита с учетом специфики трансформирующегося

[1] Вестник Российского мониторинга экономического положения и здоровья населения НИУ ВШЭ (RLMS-HSE). Вып. 15: сб. науч. ст. Москва: Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики», 2025. 115 с. [Электронный ресурс]. https://www.hse.ru/rlms/vestnik#vestnik15 (дата обращения: 17.10.2024).

общества. Так, Н.Е. Тихонова исследует социальную структуру России через призму множественных депривaций, показывая, что риски не просто дополняют, но и закрепляют социальное неравенство, формируя «новую социальную модель» (Тихонова, 2014).

Эмпирическая традиция изучения социальных рисков в России тесно связана с анализом бедности, неравенства и регионального развития. Л.Н. Овчарова и ее коллеги в рамках мониторинговых исследований НИУ ВШЭ детально анализируют структуру и профиль бедности, выделяя ключевые риски, с которыми сталкиваются домохозяйства: риски, связанные с наличием детей, низкой заработной платой («работающие бедные») и отсутствием доступа к социальной инфраструктуре[1]. Их исследования показывают, что в 2020-е гг. произошло усложнение структуры бедности, а пандемия COVID-19 выступила в роли мощного катализатора новых уязвимостей. Кроме того, исследователи отмечают, что хотя в России сокращается доля населения, испытывающая объективную и субъективную бедность, всё больше расходятся социально-демографические характеристики населения в каждой группе (Белопашенцева и др., 2024).

Изучение региональных аспектов социально-экономического развития показывает, что структура социальных рисков в российских регионах крайне неоднородна: крупные города-агломерации концентрируют возможности и смягчают риски, в то время как малые города и сельская местность, особенно в депрессивных регионах, сталкиваются с комплексом взаимосвязанных рисков: деградацией рынка труда, недоступностью качественных услуг и социальной эксклюзией (Зубаревич, 2016).

В зарубежных исследованиях всё большее значение приобретает изучение взаимосвязи между объективными условиями жизни, восприятием рисков и субъективным благополучием. Всемирный доклад о счастье на глобальном уровне эмпирически подтверждает, что такие факторы, как социальная поддержка, здоровье и свобода выбора, являются ключевыми инструментами против негативного влияния социально-экономических рисков на ощущение счастья[2]. Среди российских исследователей следует отметить работы С.В. Мареевой, которая на данных RLMS-HSE и собственных исследований анализирует структуру социального самочувствия и тревожности россиян. Эти исследования показывают, что, наряду с традиционными рисками (потеря работы, бедность), всё более значимыми становятся риски, связанные с доступом к качественному здравоохранению и образованию, а также риски потери социальных связей (Мареева, 2025).

Таким образом, современные походы к исследованию социальных рисков фокусируются как на исследовании динамики уже сложившейся структуры рисков, так и на анализе новых рисков, связанных с глобальными вызовами и угрозами (геополитическая обстановка, цифровизация, старение населения и пр.). Такие исследования отличаются междисциплинарным подходом, вбирающим в себя социологическую и экономическую методологии, что позволяет измерять субъективное восприятие рисков в их связи с благополучием и здоровьем населения (Etzioni, 2003). Именно субъективные оценки, отражающие восприятие рисков населением,

[1] Овчарова, Л. Н., Красильникова, М. Д., Пишняк, А. И. (2021). *Мониторинг социально-экономического положения и социального самочувствия населения: три квартала 2021 года*. Москва: НИУ ВШЭ, 36.

[2] Helliwell, J. F., Layard, R., Sachs, J. D., De Neve, J., Aknin, L. B., & Wang, S. (Eds.). (2023). *World Happiness Report 2023*. New York: Sustainable Development Solutions Network. [Электронный ресурс]. https://www.worldhappiness.report/ed/2023/ (дата обращения: 12.09.2025).

зачастую являются более точным предиктором социально-экономического поведения (например, решения о рождении детей или смене работы) и социального самочувствия, чем макроэкономические индикаторы.

Отдельным направлением исследования социальных рисков является моделирование и прогнозирование последствий их влияния на жизнеспособность населения и устойчивость социально-экономического развития. Инструментарий, используемый при решении задач данного типа, можно систематизировать как в соответствии с качеством и степенью формализации самих данных, так и методов их обработки.

Современные методы моделирования и прогнозирования социальных рисков так или иначе связаны с использованием математического аппарата, больших данных и специализированного программного обеспечения, однако различаются идеями, положенными в их основу. Так, опираясь на вероятностную природу рисков, инженерный подход ориентирован на количественный расчет вероятностей нежелательных событий на основе статистических данных. К методам, используемым в рамках этого подхода, относятся, например, методы для решения задач классификации и выявления аномалий (Вапник, Червоненкис, 1974; Haykin, 1998), методы рандомизированного машинного обучения, направленные на работу в условиях неопределенности (Попков, 2019), а также математический аппарат теории хаоса (Лаврикова и др., 2023). Основным ограничением инженерного подхода при анализе социально-экономических систем, в т. ч. социальных рисков, является дефицит прецедентной информации, обусловленный уникальностью объекта исследования, а также сложность интерпретации результатов, получаемых, например, с помощью нейронных сетей (Черешкин и др., 2020).

Модельный подход предполагает построение математических и имитационных моделей процессов, способных спровоцировать кризисные ситуации, которыми и являются социальные риски. Здесь можно выделить работы по агент-ориентированному моделированию и имитационному моделированию, которое позволяет проигрывать различные сценарии воздействия социальных рисков на население (Макаров, Бахтизин, 2013). Вместе с тем недостатком данного подхода является трудоемкость и длительность создания модели, когда к моменту завершения процесса моделирования социально-экономические условия могут значительно измениться, а значит, возможность экстраполировать полученные результаты ощутимо снижается.

Экспертный подход становится основным в условиях дефицита статистических данных и необходимости решения слабоструктурированных задач. Среди его методов можно выделить многокритериальную теорию полезности (MAUT) и метод аналитических иерархий (AHP) (Саати, 1993), которые основаны на количественных и качественных измерениях. Вербальный анализ решений (ВАР), разработанный О.И. Ларичевым, позволяет работать с качественными оценками, не переводя их в количественную форму, и обеспечивает интерпретируемость результатов, что крайне важно для задач стратегического выбора (Ларичев, 2006) в условиях реализации мер противодействия социальным рискам.

Социологический подход фокусируется на измерении восприятия рисков населением и их отдельными группами. В его рамках используются, например, ДСМ-метод автоматического порождения гипотез, который применялся для анализа и предотвращения забастовок на предприятиях (Михеенков, 2009), а также методы анализа больших данных, например, прогнозирование распространения эпиде-

мий на основе поисковых запросов (Майер-Шенбергер, Кукьер, 2014) или анализа социальных сетей (Бочавер и др., 2019). Социологический анализ рисков также реализуется различными методами исследования текстов, например, методы семантического анализа текстов позволяют выявлять социальные настроения и потенциальные угрозы (Осипов, 2011). Социологический подход в целом направлен на исследование субъективной составляющей рисков, которая зачастую является ключевой для понимания их социальных последствий.

Таким образом, современный инструментарий прогнозирования социальных рисков, с одной стороны, характеризуется междисциплинарностью и комплексностью. С другой стороны, следует отметить, что, несмотря на разнообразие подходов к количественной и качественной оценке текущего уровня социальных рисков, малое количество исследований посвящено непосредственно прогнозированию их динамики, особенно в долгосрочном периоде. Это связано с тем, что методы инженерного подхода требуют наличия достаточной ретроспективной базы данных об аналогичных рисках, что встречается крайне редко. Модельный подход не успевает за скоростью изменений в реальности, когда из-за трудоемкости построения математических моделей и алгоритмов сама модель теряет актуальность. Социологический подход измеряет восприятие социальных рисков, но при этом не всегда представляется возможным адекватным образом перевести его в меру устойчивости системы в целом. Кроме того, широкое поле для исследований оставляет задача интеграции качественных данных с количественными моделями, а также оценки совокупного эффекта от взаимодействия различных социальных рисков и их комплексного влияния на устойчивое региональное развитие.

В связи с этим наиболее перспективными представляются подходы, интегрирующие количественные методы анализа данных с экспертными и социологическими методами, позволяющие работать с качественной неопределенностью, а не только с вероятностным риском, выполнять предсказание внезапных, катастрофических событий, для которых нет статистических прецедентов, за счет выявления скрытых, еще не проявившихся угроз, а также повышать объективность оценок субъективного восприятия рисков и идентифицировать их глубинные социальные детерминанты.

3. Энтропийный подход в исследовании социальных рисков

Для исследования динамики сложных социально-экономических процессов и явлений всё активнее применяются методы, заимствованные из естественных наук. Одним из направлений, отвечающим задаче прогнозирования социальных рисков как показателя неопределенности социально-экономического развития, является использование энтропийных показателей.

Понятие энтропии было сформулировано в середине XIX в. учеными-физиками, анализировавшими понятие времени и необратимость физических процессов, в первую очередь исследуя вопросы термодинамики (Чепьюк, 2016), где энтропия представляет собой меру необратимого рассеивания энергии или бесполезности энергии (потому что не всю энергию системы можно использовать для превращения в какую-нибудь полезную работу), а также меру отклонения реального термодинамического процесса от идеального. В статистической механике энтропия — это мера количества способов организации системы, часто принимаемая за меру «беспорядка»: чем выше энтропия, тем выше беспорядок (Сетна,

2013). В философском осмыслении энтропия — единственная величина в физических науках, которая подразумевает определенное направление прогресса, иногда называемое стрелой времени, предполагающая «одностороннее направление» или «асимметрию» времени (Weinert, 2005, p. 143), когда на макроуровне существует очевидное направление течения времени.

Понятие энтропии оказалось настолько многогранным и тесно связанным с вопросами эволюции и прогресса, что постепенно из естественных наук проникло в социальные. Одним из первых исследователей, систематически применивших концепцию энтропии к социальным системам, является К. Бэйли. В своей работе «Social Entropy Theory» он предложил рассматривать социальную энтропию как меру дезорганизации или хаоса в социальной системе (Bailey, 1990). К. Бэйли акцентировал внимание на том, что социальные системы, подобно термодинамическим, стремятся к состоянию равновесия, при этом социальная энтропия возрастает, когда система теряет способность к поддержанию своей структуры и функций, что приводит к росту неопределенности и социальных рисков.

Таким образом, социальная энтропия представляет собой меру отклонения социальной системы от условно эталонного состояния, что отражается в снижении уровня социального порядка (Воробьев, 2017). При этом, как подчеркивает И.Г. Яковенко, достижение порядка в одном месте неизбежно приводит к нарастанию хаоса в другом (Яковенко, 2006). В связи с чем часть исследователей придерживается мнения, что чем выше уровень энтропии в социально-экономической системе, тем большими возможностями для развития она обладает, т. е. энтропия отражает потенциал эволюции (Яковенко, 2006).

Энтропийная оценка социальных рисков представляет собой новый подход к анализу социальных систем, который привлекает внимание исследователей в области социологии, экономики и управления (Молчанова, 2023). Как упоминалось выше, классические подходы к оценке социальных рисков часто основываются на статистическом анализе данных, таких как уровень преступности, бедности и доступ к образованию. Однако эти методы могут не учитывать всю сложность динамики социальных систем. В отличие от классических подходов энтропийные методы могут быть эффективны для оценки влияния экономических кризисов на социальные процессы. Анализируя данные о безработице и уровне жизни, исследователи могут выявить, как изменения в экономике влияют на социальную стабильность. Это позволяет не только оценивать текущие риски, но и прогнозировать возможные сценарии развития событий, что особенно важно для принятия стратегических решений в условиях неопределенности (Novikova et al., 2021).

Семантический анализ по научным публикациям, связанным с темой «энтропийная оценка социальных рисков», показал, что в центре внимания исследователей находится важность анализа социальных рисков и их влияния на общество. Другие значимые ключевые слова — «финансовые риски», «экономическая безопасность» и «пандемия» — указывают на широкий спектр факторов, влияющих на социальные системы (рис. 1). Облако ключевых слов демонстрирует разнообразие тем, связанных с социальными рисками, и подчеркивает актуальность исследований в этой области для понимания и управления социальными явлениями.

Распределение научных публикаций по темам в период с 2020 по 2024 гг. показывает, что основная их часть сосредоточена в таких направлениях, как социальные науки, экономика и экология (рис. 2).



Рис. 1. *Семантический анализ ключевых слов научных публикаций по тематике «энтропийная оценка социальных рисков» (источник: сост. по: INVENTORUS — российская интеллектуальная платформа для научной аналитики. [Электронный ресурс]. https://platform.inventorus.ru/ (дата обращения: 05.10.2025))*

Fig. 1. *Semantic Analysis of Keywords in Publications on Entropy Assessment of Social Risks*

	2020	2021	2022	2023	2024
social sciences	509	497	338	281	105
economics, econometrics and finance	385	461	254	206	93
environmental science	340	394	252	216	88
medicine	331	299	208	127	41
business, management and accounting	194	215	140	123	53
health professions	222	198	130	93	31
engineering	134	121	94	80	34
agricultural and biological sciences	122	126	85	64	46
psychology	154	131	78	53	25
computer science	85	85	50	49	20
decision sciences	64	72	48	27	19
mathematics	57	38	21	15	6

Рис. 2. *Тематическая кластеризация научных публикаций по тематике «энтропийная оценка социальных рисков» (источник: сост. по: INVENTORUS — российская интеллектуальная платформа для научной аналитики. [Электронный ресурс]. https://platform.inventorus.ru/ (дата обращения: 05.10.2025))*

Fig. 2. *Thematic Clustering of Publications on Entropy Assessment of Social Risks*

Наибольшее количество публикаций наблюдается в области социальных наук, где в 2020 г. было зарегистрировано 509 публикаций, что является пиком за указанный период. В последующие годы количество публикаций в этой области постепенно снижалось, достигнув 105 в 2024 г. Направления «Экономика» и «Экология» также демонстрируют схожую динамику, начиная с высоких значений в 2020 г. (385

и 340 публикаций соответственно) и снижаясь к 2024 г. В целом наблюдается тенденция к снижению количества публикаций по всем темам, что может быть связано с изменениями в исследовательских приоритетах или внешними факторами, влияющими на научную активность.

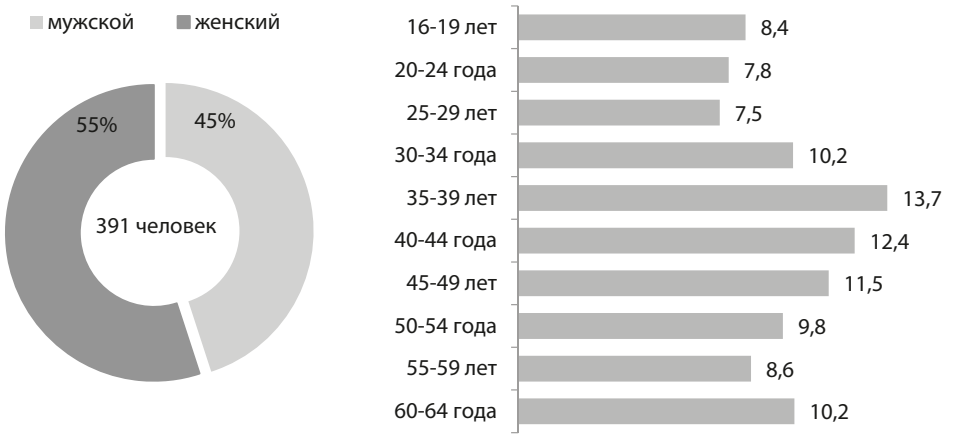
Следует отметить, что современные исследования в социальных и общественных науках всё чаще связывают социальную энтропию с понятием информационной энтропии К. Шеннона, которая позволяет оценить, какой объем информации в системе необходим для полного определения микросостояния системы, и представляет собой меру количества недостающей информации (Balian, 2004), а также меру беспорядка, неорганизованности в системе. Этот подход позволяет выявлять скрытые паттерны и тенденции, которые могут быть упущены при использовании традиционных методов (Tian et al., 2021). Практическое применение этого подхода реализовано в работах А.Б. Данильчук (2014) на примере экономических систем. Предложенные показатели демонстрируют чувствительность к кризисным явлениям в экономических временных рядах. Снижение значений энтропии в предкризисные периоды интерпретируется как потеря системой сложности и переход в менее устойчивое состояние, что является количественным выражением роста социальной энтропии в ее шенноновском понимании — как меры неожиданности и непредсказуемости системы (Данильчук, 2014). Всё это позволяет трактовать социальную энтропию как меру дезорганизации, хаоса и дисфункции в социальной системе, которая ведет к росту неопределенности и социальных рисков, а также меру несоответствия состояния системы принятым целевым установкам стратегического развития страны и общества.

Несмотря на очевидную взаимосвязь социального риска как неопределенности и социальной энтропии как количественного измерения этой неопределенности, нами не встречено исследований, на практике реализующих энтропийный подход к оценке и прогнозированию социальных рисков населения в виде получения количественных значений энтропии и их содержательной интерпретации. В связи с этим данное исследование посвящено энтропийной оценке и прогнозированию социальных рисков населения региона с учетом демографического прогноза на долгосрочный период, что позволит получить более глубокое представление об их структуре и перспективной динамике.

4. Методы и данные

Эмпирической основой исследования послужили данные социологического опроса, проведенного в 2024 гг. в Свердловской области. Объем выборочной совокупности составил 391 респондент. Выборка является репрезентативной по полу и возрасту для трудоспособного населения региона, что обеспечивается отбором респондентов в соответствии со структурой населения по данным Росстата на 1 января 2024 г. Так, доля женщин в выборке составила 55 %, а мужчин — 45 %. Среди респондентов 13,7 % в возрасте 35–39 лет, 12,4 % в возрасте 40–44 лет, 11,5 % в возрасте 45–49 лет, 10,2 % в возрасте 60–64 лет (рис. 3а, рис. 3б).

Инструментарий исследования представлял собой структурированную анкету, вопросы которой были сгруппированы в тематические блоки: социально-демографические и экономические характеристики респондентов (пол, возраст, семейное положение, уровень образования, самооценка здоровья, уровень доходов, тип занятости, структура расходов); оценка респондентами социальных рисков и удов-



а) пол *б) возраст*

Рис. 3. *Демографические характеристики респондентов, % (источник: сост. авторами)*
Fig. 3. *Demographic Profile of Survey Respondents*

летворенности жизненной ситуацией в целом, которые измерялись по 5-балльной шкале Лайкерта.

Для количественной оценки неопределенности в восприятии социальных рисков различными демографическими группами населения (кластерами) была применена методология, основанная на концепции информационной энтропии К. Шеннона (1948).

Исходные данные по оценке рисков были агрегированы по возрастно-половым кластерам. Для каждого кластера *i* и каждого риска *j* рассчитывался комплексный показатель напряженности риска, являющийся аргументом в формуле энтропии.

Адаптированная формула информационной энтропии К. Шеннона для расчета социальной энтропии рисков имеет вид (1):

$$H_J = \sum_{J=1}^{N} \left(P_{ij} \cdot I_{ij} \cdot W_j \right) \cdot \ln \left(P_{ij} \cdot I_{ij} \cdot W_j \right), \quad (1)$$

где H_j — социальная энтропия рисков *j* в кластере *i*; $(P_{ij} \cdot I_{ij} \cdot W_j)$ — комплексный показатель «напряженности» риска *j* в кластере *i*; P_{ij} — вероятность реализации риска *j* в кластере *i*, рассчитываемая как доля респондентов в кластере *i*, оценивших риск *j* как высокий или очень высокий.; I_{ij} – интенсивность риска *j* в кластере *i*, определяемая как средний балл оценки данного риска респондентами кластера *i*, нормализованный к интервалу [0, 1]; W_j — весовой коэффициент риска *j*, отражающий его значимость в общей структуре рисков, рассчитывается как доля риска *j* среди всех рисков, при этом сумма всех W_j равна 1; N — общее количество рассматриваемых видов социальных рисков.

Применение адаптированной формулы информационной энтропии Шеннона при расчёте энтропии восприятия социальных рисков по результатам опроса аргументировано тем, что социальные риски — это сложный многомерный феномен, при котором необходимо учесть объективную частоту встречаемости рисков (*P*), субъективную значимость рисков для каждого респондента (*I*) и относительную важность риска в общей структуре рисков (*W*). Такой комплексный подход преодолевает ограничения традиционных статистических методов, которые анализи-

руют указанные компоненты изолированно, не позволяя оценить их совокупное влияние на формирование целостного восприятия социальной неопределенности.

При этом общая энтропия представляет сумму вкладов всех социальных рисков. Значение энтропии социальных рисков интерпретируется в пределах $0 \le H \le \ln(N)$, где 0 соответствует полной определенности (отсутствие разнообразия в восприятии рисков), а $\ln(N)$ — максимальной неопределенности.

На следующем этапе была проведена экстраполяция полученных кластерных значений энтропии на всё трудоспособное население Свердловской области (2). Предполагается, что социальная система представляет собой совокупность индивидов, принадлежащих к различным демографическим кластерам, и каждый индивид подвержен воздействию вычисленного для его кластера уровня энтропии.

$$H_{i(2025)} = \sum_{i=1}^{K} \frac{Population_i}{Working-age\ population} \cdot H_j \ , \qquad (2)$$

где K — количество возрастно-половых кластеров; $Population_i$ — численность населения в кластере i; *Working-age population* — общая численность трудоспособного населения.

На заключительном этапе был выполнен прогноз динамики энтропии социальных рисков на перспективу до 2050 г. Прогноз основан на демографическом прогнозе численности и структуры трудоспособного населения Свердловской области, полученном методом передвижки возрастов (когортно-компонентный метод). В рамках прогнозного сценария предполагалось сохранение текущих уровней рождаемости, смертности и миграционной подвижности на протяжении всего периода. Изменение общей энтропии в будущем определяется исключительно сдвигами в половозрастной структуре населения при неизменных значениях H_j для каждого кластера.

5. Результаты исследования

По результатам проведенного социологического опроса населения Свердловской области было определено, что средняя оценка уровня угроз по шкале Лайкерта составила 2,3 из 5 баллов, что свидетельствует об умеренном уровне воспринимаемой угрозы (рис. 4а). Однако более релевантным индикатором социальной устойчивости выступает уровень энтропии социальных рисков, который составил 1,749 (или 79,7 % от максимально возможного для данной социальной системы), что свидетельствует о высокой неустойчивости и неупорядоченности социальной системы региона. Основная доля респондентов, формирующая социальную нестабильность, составила 18,8 % — именно эти респонденты указали, что испытывают высокие и очень высокие социальные риски (рис. 4б).

Прогнозная траектория энтропии социальных рисков обнаруживает ее нелинейный характер с выделением нескольких фаз (рис. 5). Так, в прогнозном периоде темп роста общей энтропии социальных рисков будет незначительно снижаться до 2040 г., а затем начнет увеличиваться и достигнет пиковых значений в середине 2040-х гг. После чего рост энтропии продолжится, но меньшими темпами. Колебания энтропии социальных рисков прогнозируются незначительными, что свидетельствует о наличии устойчивых паттернов социальных угроз в регионе.

Таким образом, к 2050 г. рост совокупной социальной энтропии составит 0,25 % относительно 2025 г.: с 1,749 в 2025 г. до 1,754 в 2050 г., что указывает на некоторое



а) Оценка социального риска, балл *б) Доля респондентов, ощущающих высокий и очень высокий риск, %*

Рис. 4. *Уровень обеспокоенности населения социальными рисками в Свердловской области (источник: сост. авторами)*
Fig. 4. *Public Concern about Social Risks in Sverdlovsk Region*

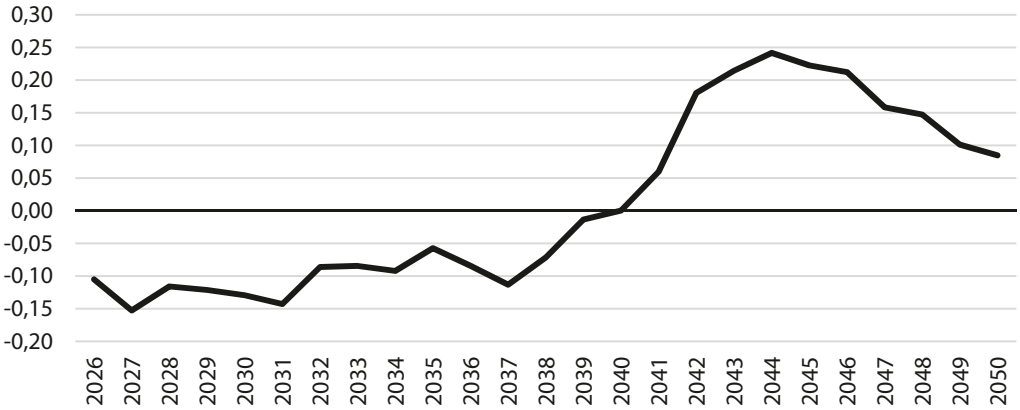


Рис. 5. *Изменение энтропии социальных рисков в Свердловской области до 2050 г., % год к году (источник: сост. авторами)*
Fig. 5. *Year-on-Year Dynamics of Social Risk Entropy in Sverdlovsk Region (%) until 2050*

увеличение общей неопределенности под влиянием демографических сдвигов. Этот эффект достигается за счет старения населения и увеличения доли отдельных молодых когорт, которые вносят наиболее значимый вклад в общую энтропию.

Анализ дифференциации энтропии среди отдельных групп трудоспособного населения Свердловской области в 2025 г. показал гендерную асимметрию энтропии социальных рисков. Так, мужчины демонстрируют резкие колебания энтропии на протяжении жизненного цикла. Наиболее высокая энтропия социальных рисков характерна для мужчин в возрасте 30–34, 35–39 и 45–49 лет, что соответ-

ствует периодам интенсивной профессиональной деятельности и максимальной социальной ответственности. Наименьший уровень энтропии для мужчин наблюдается в возрасте 55–59 лет, что может быть связано с адаптацией к социальным ролям и стабилизацией профессионального статуса. Женщины же демонстрируют в целом более низкий уровень энтропии по сравнению с мужчинами и более плавные возрастные переходы. Пик энтропии социальных рисков среди женщин приходится в возрасте 40–44 и 45–49 лет, а наименьшее значение — в возрасте 15–19 и 50–54 лет. Это указывает на то, что женщины в среднем возрасте сталкиваются с более комплексным влиянием социальных рисков (рис. 6).

Таким образом, очевидно, что население в активном трудоспособном возрасте наиболее подвержено влиянию социальных рисков, что связано с построением карьеры, а также с образованием семей, рождением и воспитанием детей. И то, и другое оказывает значительное влияние как на материальное положение и здоровье, так и на субъективное ощущение благополучия у населения.

Согласно выполненному прогнозу, к 2050 г. четко формируется двухмодальное распределение энтропии социальных рисков, особенно выраженное у мужчин. Первый пик смещается в зону 25–39 лет, отражая кризис профессиональной и социальной самореализации. Второй пик фокусируется в возрасте 60–64 лет и обусловлен потерей профессиональной идентичности и ограниченностью социальных ролей после выхода на пенсию. Также наблюдается высокая амплитуда колебаний уровня энтропии среди отдельных возрастных групп: наибольший рост энтропии наблюдается среди мужчин в возрасте 25–29 лет на 37,4 %, в возрасте 30–34 лет — на 40,3 %, в возрасте 60–64 лет — на 30,7 % по сравнению с 2025 г.

У женщин к 2050 г. возрастает энтропия социальных рисков в возрасте 60–64 лет на 32,4 %, в возрасте 30–34 лет — на 24,5 % и в возрасте 20–25 лет — на 22,5 %. При этом снизится энтропия у женщин в возрасте 40–44 лет на 24 % и 45–49 лет — на 28 %. Рост социальной энтропии у некоторых возрастных групп связан с трансформацией демографической структуры населения Свердловской области к 2050 г., и это требует особого внимания при выработке подходов в региональной социаль-

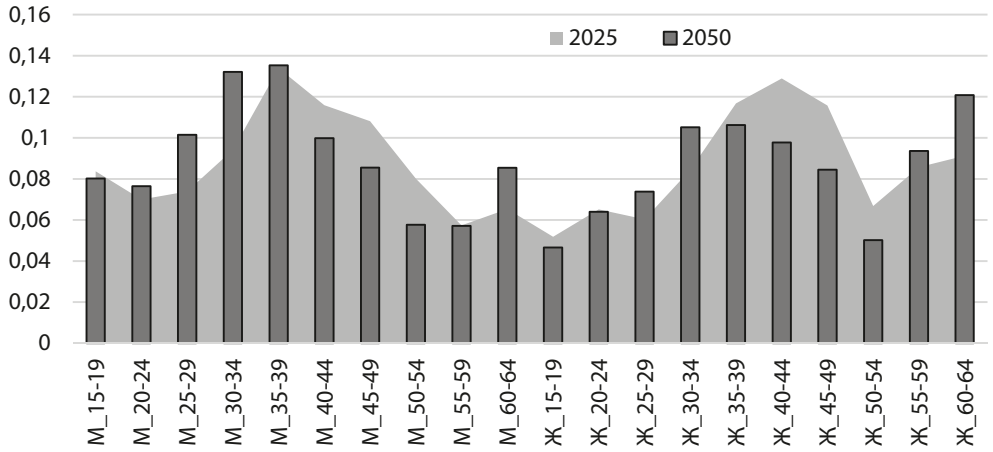


Рис. 6. *Динамика энтропии социальных рисков в разрезе половозрастных групп населения Свердловской области (источник: сост. авторами)*
Fig. 6. *Entropy of Social Risks by Gender and Age in Sverdlovsk Region*

ной политике, учитывающих сложную динамику возрастно-гендерных траекторий социальной энтропии.

Анализ вклада отдельных факторов в общую энтропию выявил устойчивую иерархию рисков. На протяжении всего периода три ключевых фактора формируют более 50 % общей социальной энтропии: риск утраты здоровья (18 %), риск деградация окружающей среды (16,9 %) и риск стресса, потеря контроля над своей жизненной ситуацией (16,5 %) (табл.). Также значимыми рисками в общей энтропии являются риск обесценения человеческой жизни и угроза физической безопасности (13,7 %), а также риск одиночества и социальной изоляции (12,8 %).

Наблюдается дифференциация паттернов энтропии социальных рисков у различных половозрастных групп населения (рис. 7). Так, энтропия риска утраты здоровья была характерна для всех возрастных категорий, однако для женщин 35–54 лет она имела ярко выраженный характер. К 2050 г. энтропия риска утраты здоровья существенно снизилась в данных группах, но при этом существенно возросла среди женщин в возрасте 60–64 лет (рис. 7а).

Энтропия риска стресса и потери контроля над своей жизненной ситуацией у мужчин нарастает к 30 годам и снижается после 44 лет. У женщин пик энтропии данного риска наступает позднее и сохраняется на высоком уровне в более продолжительном возрастном интервале — от 35 до 54 лет. Эта особенность указывает на эффект ролевой перегрузки, характерный для женщин, когда одновременное

Таблица

Классификация социальных рисков по значимости их вклада в общую энтропию

Table

Classification of Social Risks by Their Contribution to Overall Entropy

Социальные риски	2025 г., %	2035 г., %	2050 г., %	Темп прироста в период 2025–2035 гг., п. п.	Темп прироста в период 2025–2050 гг., п. п.
Группа 1: КРИТИЧЕСКИЕ РИСКИ (>15 % вклада)					
Ухудшение, утрата здоровья	18,0	18,6	18,1	0,5	0,1
Деградация окружающей среды	16,9	16,5	17,0	–0,4	0,1
Стресс, потеря контроля над своей жизненной ситуацией	16,5	16,7	16,5	0,2	0,0
Группа 2: ВЫСОКИЕ РИСКИ (10–15 % вклада)					
Обесценивание человеческой жизни, угроза физической безопасности	13,7	13,2	13,7	–0,5	0,0
Одиночество и социальная изоляция	12,8	13,0	13,1	0,2	0,3
Группа 3: УМЕРЕННЫЕ РИСКИ (5–10 % вклада)					
Потеря работы, служебного положения, статуса	9,3	9,6	8,95	0,25	–0,4
Потеря имущества, собственности	6,6	6,3	6,6	–0,26	0,0
Группа 4: НИЗКИЕ РИСКИ (<5 % вклада)					
Алкоголизм, наркомания	3,2	3,3	3,1	0,1	–0,1
Ухудшение отношений в семье, с друзьями, коллегами	2,96	2,8	3,0	–0,17	0,0

Источник: сост. авторами.

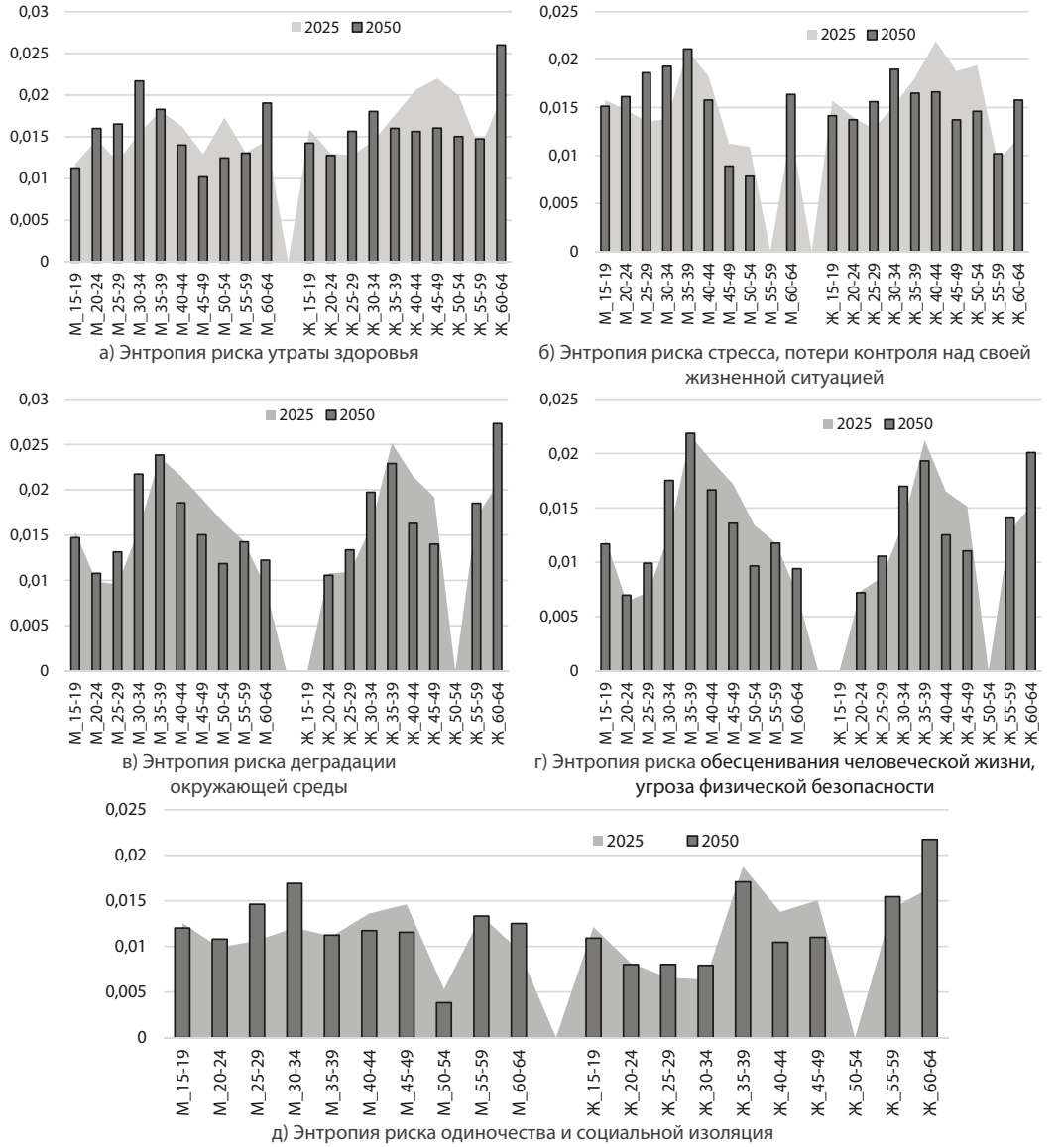


Рис. 7. *Энтропия социальных рисков в половозрастном разрезе (источник: сост. авторами)*
Fig. 7. *Entropy of Social Risks by Gender and Age*

выполнение профессиональных, семейных и социальных обязательств создает кумулятивный стрессовый эффект. Такая дифференциация отражает гендерную специфику в переживании и совладании со стрессом, обусловленную различиями в социальных ролях и жизненных траекториях (рис. 7б).

Энтропия рисков деградации окружающей среды и обесценивания человеческой жизни имеет волнообразную возрастную динамику. Максимальные значения достигаются к 35–39 годам, затем наблюдается снижение как у мужчин, так и у женщин. К 2050 г. сохраняется аналогичная тенденция с некоторым увеличе-

нием энтропии данного риска у женщин в возрасте 60–64 лет, что свидетельствует о гендерной специфике старения (рис. 7в, рис. 7г).

Энтропия риска одиночества и социальной изоляции для мужчин примерно одинакова в любой период жизненного цикла, в то время как для женщин имеет волнообразный характер: наибольшее значение энтропии достигается к 35–39 годам, далее она снижается, а затем существенно возрастает к 60–64 годам. При этом к 2050 г. пик энтропии риска одиночества и социальной изоляция у женщин смещается с возраста 35–39 лет на возраст 60–64 года, а у мужчин существенно усиливается энтропия этого риска в возрасте 25–34 лет (рис. 7д).

Отдельно отметим тенденцию к усилению / ослаблению индивидуальных рисков, характерных для отдельных возрастных групп, что отражается на общей энтропии. Так, например, у мужчин в возрасте 25–34 лет энтропия растет опережающими темпами: при росте численности на 1,9 п. п. общая энтропия социальных рисков вырастает на 2,2 п. п., что свидетельствует о сверхпропорциональном вкладе этой группы в общую нестабильность. При этом у женщин этого же возраста наблюдается пропорциональный рост энтропии при увеличении численности. И, наоборот, при сокращении численности мужчин в возрасте 40–54 лет энтропия рисков снижается более быстрыми темпами, тогда как у женщин в том же возрасте она снижается медленнее, чем численность женщин в данной когорте, что свидетельствует о большей устойчивости женщин к социальным рискам.

Таки образом, анализ энтропии социальных рисков в половозрастном разрезе демонстрируют, что даже при неизменной структуре индивидуальных рисков кардинальное изменение демографической структуры населения приводит к существенной трансформации общей картины энтропии социальных рисков, смещая фокус с проблем молодежи на вызовы, связанные со старением населения.

6. Заключение

Предложенный авторами энтропийный подход к оценке и прогнозированию социальных рисков и их последствий предоставляет новые возможности в исследовании социальных вызовов и угроз. Он позволяет обнаружить скрытую динамику социальной неустойчивости, а также выявить паттерны влияния социальных рисков на отдельные половозрастные группы населения.

На примере населения Свердловской области показано, что в регионе наблюдается высокая энтропия социальных рисков, более того, ожидается, что в перспективном периоде до 2050 г. также сохранится высокий уровень энтропии с незначительными колебаниями год от года. Наибольший вклад в энтропию социальных рисков вносят риски утраты здоровья, деградации окружающей и потери контроля над своей жизненной ситуацией. При этом наибольшему негативному влиянию социальных рисков подвержено трудоспособное населения в возрасте 25–45 лет, преимущественно мужчины, а также население предпенсионного и пенсионного возрастов.

На прогнозный период в целом структура энтропии социальных рисков по половозрастным группам населения останется в значительной степени прежней, однако для мужчин в некоторых возрастных группах характерно изменение энтропии темпами непропорционально выше или ниже, чем изменение численности населения соответствующего возраста. В то же время для женщин такой закономерности не обнаружено, что может свидетельствовать о более устойчивом влиянии социальных рисков на них.

Практическое применение энтропийной оценки социальных рисков может быть полезно для государственных органов и организаций, занимающихся управлением социальными рисками. Понимание социальных рисков и динамики их энтропии может помочь в разработке более эффективных стратегий для предотвращения социальных конфликтов и улучшения качества жизни с учетом динамики возрастно-гендерных траекторий социальной энтропии.

Возможные направления для дальнейших исследований в этой сфере включают интеграцию энтропийных методов с другими подходами к оценке социальных рисков, такими как агент-ориентированное моделирование и системная динамика, направленными на исследование сложных взаимодействий в социальных системах. Кроме того, развитие технологий искусственного интеллекта и машинного обучения открывает новые возможности для автоматизации, повышения точности и скорости анализа социальных рисков. Эти подходы позволяют обрабатывать и анализировать данные в реальном времени, что особенно важно для быстрого реагирования на изменения в социальных системах.

Список источников

Бек, У. (2000). *Общество риска. На пути к другому модерну.* Москва: Прогресс-Традиция, 384.

Белопашенцева, П. В., Слободенюк, Е. Д., Мареева, С. В. (2024). Объективная и субъективная бедность в России: что принесли последние 20 лет. *Вестник Института социологии, 15*(4), 34–59. https://doi.org/10.19181/vis.2024.15.4.3

Бочавер, А. А., Докука, С. В., Сивак, Е. В., Смирнов, И. Б. (2019). Использование социальных сетей в интернете и депрессивная симптоматика у подростков. *Клиническая и специальная психология, 8*(3), 1–18. https://doi.org/10.17759/cpse.2019080301

Вапник, В. Н., Червоненкис, А. Я. (1974). *Теория распознавания образов (статистические проблемы обучения)*. Москва: Наука, 416.

Воробьев, Г. А. (2017). Траектории проявления социальной энтропии в оппозиции социального порядка — социального хаоса в современном российском обществе. *Научная мысль Кавказа,* (3(91)), 32–37.

Данильчук, А. Б. (2014). Использование энтропийных показателей для моделирования динамики сложных социально-экономических систем. *Economics,* (1(1)), 19–24.

Зубаревич, Н. В. (2016). *Социальное развитие регионов России: проблемы и тенденции переходного периода.* Москва: ЛЕНАНД, 264.

Лаврикова, Ю. Г., Бучинская, О. Н., Мыслякова, Ю. Г. (2023). Теория хаоса: расширение границ экономических исследований. *AlterEconomics, 20*(1), 79–109. https://doi.org/10.31063/AlterEconomics/2023.20-1.5

Ларичев, О. И. (2006). *Вербальный анализ решений.* Москва: Наука, 181.

Майер-Шенбергер, В., Кукьер, К. (2014). *Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим.* Москва: Манн, Иванов и Фербер, 240.

Макаров, В. Л., Бахтизин, А. Р. (2013). *Социальное моделирование — новый компьютерный прорыв (агент-ориентированные модели).* Москва: Экономика, 295.

Мареева, С. В. (2025). Социально-экономические неравенства в жизни россиян: особенности восприятия и динамика. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Социология, 25*(2), 344–362. https://doi.org/10.22363/2313-2272-2025-25-2-344-362

Михеенкова, М. А. (2009). О принципах формализованного качественного анализа социологических данных. *Информационные технологии и вычислительные системы,* (4), 40–56.

Молчанова, С. М. (2023). Риски антикризисного управления в современном бизнесе. *Экономика и управление: проблемы, решения, 4*(5(137)), 125–131. https://doi.org/10.36871/ek.up-.p.r.2023.05.04.016

Осипов, Г. С. (2011). *Методы искусственного интеллекта.* Москва: Физматлит, 295.

Попков, Ю. С. (2019). Машинное обучение и рандомизированное машинное обучение: сходство и различие. *Системный анализ и информационные технологии САИТ-2019: Труды Восьмой международной конференции, Иркутск, 08–14 июля 2019 год* (с. 10–25). Москва: ФИЦ ИУ РАН. https://doi.org/10.14357/SAIT2019001

Саати, Т. Л. (1993). *Принятие решений. Метод анализа иерархий.* Москва: Радио и связь, 314.

Сетна, Дж. П. (2013). *Статистическая механика: энтропия, параметры порядка и сложность.* Москва: Научный мир, 616.

Тихонова, Н. Е. (2014). *Социальная структура России: теории и реальность.* Москва: Новый хронограф, 408.

Усманов, Г. Р. (2024). Концепция «общества риска» Ульриха Бека: теоретический анализ. *Вестник экономики, права и социологии,* (2), 247–250.

Чепьюк, О. Р. (2016). Энтропия в экономической науке: предвестник конца или нового начала. *Философия хозяйства,* (3(105)), 64–72. EDN XETWPL

Черешкин, Д. С., Ройзензон, Г. В., Бритков, В. Б. (2020). Применение методов искусственного интеллекта для анализа риска в социально-экономических системах. *Информационное общество,* (3), 14–24.

Яковенко, И. Г. (2006). *Риски социальной трансформации российского общества: культурологический аспект.* Москва: Прогресс-Традиция, 176.

Bailey, K. D. (1990). Social Entropy Theory: An overview. *Systemic Practice and Action Research, 3*(4), 365–382. https://doi.org/10.1007/bf01063441

Ballian, R. (2004). Entropy, a Protean Concept. Poincaré Seminar 2003: *Bose-Einstein Condensation — Entropy* (pp. 119–144). Basel.

Etzioni, A. (2003). Toward a new socio-economic paradigm. *Socio-economic review, 1*(1), 105–118.

Haykin, S. (1998). *Neural Networks: A Comprehensive Foundation.* Prentice Hall, 842.

Knight, F. (1921). *Risk, Uncertainty and profit.* Boston: Houghton Mifflin Company, 381.

Novikova, O., Shamileva, L., Vicen, V., & Bukoros, T. (2021). The modernization of current methods and technologies for risk assessment, modeling and forecasting. *Journal of Physics Conference Series, 1804*(1), 012057. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1804/1/012057

Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell system technical journal, 27*(3), 379–423. https://people.math.harvard.edu/~ctm/home/text/others/shannon/entropy/entropy.pdf (дата обращения: 05.11.2025).

Tian, S., Tang, H., Wang, Q., Yuan, X., Ma, Q., & Wang, M. (2021). Evaluation and optimization of blanket production from recycled polyethylene terephthalate based on the coordination of environment, economy, and society. *The Science of the Total Environment, 772,* 145049. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145049

Weinert, F. (2005). *The Scientist as Philosopher: Philosophical Consequences of Great Scientific Discoveries.* Springer Berlin: Heidelberg, 344. https://doi.org/10.1007/b138529

References

Bailey, K. D. (1990). Social Entropy Theory: An overview. *Systemic Practice and Action Research, 3*(4), 365–382. https://doi.org/10.1007/bf01063441

Ballian, R. (2004). Entropy, a Protean Concept. Poincaré Seminar 2003: *Bose-Einstein Condensation — Entropy* (pp. 119–144). Basel.

Beck, U. (2000). *Obshhestvo riska. Na puti k drugomu modern [Risk Society. Towards a New Modernity].* Moscow: Progress-Traditsiya Publ., 384. (In Russ.)

Belopashentseva, P. V., Slobodenyuk, E. D., & Mareeva, S. V. (2024). Objective and Subjective Poverty in Russia: What the Last 20 Years have Brought. *Vestnik Instituta sotziologii [Bulletin of the Institute of Sociology], 15*(4), 34–59. https://doi.org/10.19181/vis.2024.15.4.3 (In Russ.)

Bochaver, A. A., Dokuka, S. V., Sivak, E. V., & Smirnov, I. B. (2019). Internet Use and Depressive Symptoms in Adolescents: A Review. *Klinicheskaia i special`naia psixologiia [Clinical Psychology and Special Education], 8*(3), 1–18. https://doi.org/10.17759/cpse.2019080301 (In Russ.)

Chepyuk, O. R. (2016). Entropy in economics: A harbinger of the end or a new beginning. *Filosofiia khoziaistva [Philosophy of Economy],* (3(105)), 64–72. EDN XETWPL (In Russ.)

Chereshkin, D. S., Royzenzon, G. V., & Britkov, V. B. (2020). Application of Artificial Intelligence Methods for Risk Analysis in Socio-Economic Systems. *Informatsionnoe obshchestvo [Information Society],* (3), 14–24. (In Russ.)

Danilchuk, A. B. (2014). The use of entropy indices for modeling the dynamics of complex socio-economic systems. *Economics,* (1(1)), 19–24. (In Russ.)

Etzioni, A. (2003). Toward a new socio-economic paradigm. *Socio-economic review, 1*(1), 105–118.

Haykin, S. (1998). *Neural Networks: A Comprehensive Foundation.* Prentice Hall.

Knight, F. (1921). *Risk, Uncertainty and profit.* Houghton Mifflin Company.

Larichev, O. I. (2006). *Verbalnyi analiz reshenii [Verbal analysis of decisions]*. Moscow: Nauka Publ., 181. (In Russ.)

Lavrikova, Yu. G., Buchinskaya, O. N., & Myslyakova, Yu. G. (2023). Chaos Theory: Expanding the Boundaries of Economic Research. *AlterEconomics, 20*(1), 79–109. https://doi.org/10.31063/AlterEconomics/2023.20-1.5 (in Russ.)

Makarov, V. L., & Bakhtizin, A. R. (2013). *Sotsialnoe modelirovanie - novyi kompiuternyi proryv (agent-orientirovannye modeli) [Social Simulation is a New Computer Breakthrough (Agent-Based Models)]*. Moscow: Ekonomika Publ., 295. (In Russ.)

Mareeva, S. V. (2025). Social-Economic Inequalities in the Russian Society: Public Perception and its Dynamics. *Vestnik Rossiiskogo universiteta druzhby narodov. Seriia: Sotsiologiia [RUDN Journal of Sociology], 25*(2), 344–362. https://doi.org/10.22363/2313-2272-2025-25-2-344-362 (In Russ.)

Mayer-Schönberger, V., & Cukier, K. (2014). *Bolshie dannye. Revoliutsiia, kotoraia izmenit to, kak my zhivem, rabotaem i myslim [A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think]*. Moscow: Mann, Ivanov and Ferber, 240. (In Russ.)

Mikheyenkova, M. A. (2009). On Principles of Formalized Qualitative Sociological Data Analysis. *Informatsionnye tekhnologii i vychislitelnye sistemy [Journal of Information Technologies and Computing Systems],* (4), 40–56. (In Russ.)

Molchanova, S. M. (2023). Risks of Anti-Crisis Management in Modern Business. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya [Economics and Management: Problems, Solutions], 4*(5(137)), 125–131. https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2023.05.04.016 (In Russ.)

Novikova, O., Shamileva, L., Vicen, V., & Bukoros, T. (2021). The modernization of current methods and technologies for risk assessment, modeling and forecasting. *Journal of Physics Conference Series, 1804*(1), 012057. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1804/1/012057

Osipov, G. S. (2011). *Metody iskusstvennogo intellekta [Methods of Artificial Intelligence]*. Moscow: Fizmatlit Publ., 296. (In Russ.)

Popkov, Yu. S. (2019). Machine learning and randomized machine learning: similarities and differences. *Sistemnyi analiz i informatsionnye tekhnologii SAIT-2019: Trudy Vosmoi mezhdunarodnoi konferentsii, Irkutsk, 08–14 iiulia 2019 god [System Analysis and Information Technologies SAIT-2019: Proceedings of the Eighth International Conference, Irkutsk, July 08-14, 2019]* (pp. 10–25). Moscow: Federal Research Center Computer Science and Control of the Russian Academy of Sciences. https://doi.org/10.14357/SAIT2019001 (In Russ.)

Saaty, T. L. (1993). *Priniatie reshenii. Metod analiza ierarkhii [Decision-Making. Method of Hierarchy Analysis]*. Moscow: Radio i svyaz' Publ., 314. (In Russ.)

Sethna, J. P. (2013). *Statisticheskaia mekhanika: entropiia, parametry poriadka i slozhnost [Statistical Mechanics: Entropy, Order Parameters and Complexity]*. Moscow: Nauchnyi Mir Publ., 616. (In Russ.)

Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell system technical journal, 27*(3), 379–423. https://people.math.harvard.edu/~ctm/home/text/others/shannon/entropy/entropy.pdf (Date of access: 05.11.2025).

Tian, S., Tang, H., Wang, Q., Yuan, X., Ma, Q., & Wang, M. (2021). Evaluation and optimization of blanket production from recycled polyethylene terephthalate based on the coordination of environment, economy, and society. *The Science of the Total Environment, 772,* 145049. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145049

Tikhonova, N. E. (2014). *Sotsialnaia struktura Rossii: teorii i realnost [Social structure of Russia: Theory and Reality]*. Moscow: Novyi Khronograf Publ., 408. (In Russ.)

Usmanov, G. R. (2024). Ulrich Beck's Concept of "Risk Society": A Theoretical Analysis. *Vestnik ekonomiki, prava i sotsiologii [The Review of Economy, the Law and Sociology],* (2), 247–250. (In Russ.)

Vapnik, V. N., & Chervonenkis, A. Ya. (1974). *Teoriya raspoznavaniya obrazov (statisticheskie problem obucheniya) [Theory of Pattern Recognition (Statistical Learning Problems)]*. Moscow: Nauka Publ., 416. (In Russ.)

Vorob'ev, G. A. (2017). The Trajectory of Social Entropy in Opposition of Social Order and Social Chaos in Modern Russian Society. *Nauchnaya mysl' Kavkaza [Scientific Thought of Caucasus],* (3(91)), 32–37. (In Russ.)

Weinert, F. (2005). *The Scientist as Philosopher: Philosophical Consequences of Great Scientific Discoveries*. Springer Berlin: Heidelberg, 344. https://doi.org/10.1007/b138529

Yakovenko, I. G. (2006). *Riski sotsialnoi transformatsii rossiiskogo obshchestva. Kulturologicheskii aspect [Risks of the Russian Society Social Transformation: A Cultural Aspect]*. Moscow: Progress-Traditsiya Publ., 176. (In Russ.)

Zubarevich, N. V. (2016). *Sotsialnoe razvitie regionov Rossii: problemy i tendentsii perekhodnogo perioda [Social Development of Russian Regions: Problems and Trends of the Transition Period]*. Moscow: LENAND Publ., 264. (In Russ.)

Информация об авторах

Макарова Мария Никитична — кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, Институт экономики УрО РАН; https://orcid.org/0000-0001-6144-6178 (Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, д. 29; e-mail: makarova.mn@uiec.ru).

Пышминцева Ольга Александровна — младший научный сотрудник, Институт экономики УрО РАН; https://orcid.org/0000-0002-5710-9459 (Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, д. 29; e-mail: pyshmintseva.oa@uiec.ru).

About the authors

Mariya N. Makarova — Cand. Sci. (Econ.), Senior Research Associate, Institute of Economics of the Ural Branch of RAS; https://orcid.org/0000-0001-6144-6178 (29, Moskovskaya St., Ekaterinburg, 620014, Russian Federation; e-mail: makarova.mn@uiec.ru).

Olga A. Pyshmintseva — Junior Research Associate, Institute of Economics of the Ural Branch of RAS; https://orcid.org/0000-0002-5710-9459 (29, Moskovskaya St., Ekaterinburg, 620014, Russian Federation; e-mail: pyshmintseva.oa@uiec.ru).

Дата поступления рукописи: 18.11.2025.
Прошла рецензирование: 25.11.2025.
Принято решение о публикации: 04.12.2025.
Received: 18 Nov 2025.
Reviewed: 25 Nov 2025.
Accepted: 04 Dec 2025.