



DOI: 10.24412/1561-7785-2024-2-96-110
EDN: OUXBJU

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УЯЗВИМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ НА ОСНОВЕ МНОГОФАКТОРНОЙ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Липатов В. А.*, Соломахин А. А., Берзин Д. В., Точилкина Т. Е.

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации
(125167, Россия, Москва, Ленинградский проспект, 49/2)

*E-mail: viacheslav.lipatov@fulbrightmail.org

Для цитирования:

Липатов В. А., Соломахин А. А., Берзин Д. В., Точилкина Т. Е. Анализ экологической уязвимости населения Краснодарского края на основе многофакторной демографической модели // Народонаселение. – 2024. – Т. 27. – № 2. – С. 96-110. DOI: 10.24412/1561-7785-2024-2-96-110; EDN: OUXBJU

Аннотация. Статья анализирует экологическую уязвимость населения на территории Краснодарского края, который сильно подвержен речным наводнениям в бассейне реки Кубань. Актуальность исследования определяется тем фактом, что уязвимость населения к наводнениям и другим опасным процессам мало изучена отечественными специалистами, занимающимися социально-экологической тематикой. Авторы апробируют Многофакторную демографическую модель экологической уязвимости (МДМЭУ), конечным итогом которой является карта уязвимости населения модельных субъектов (муниципалитетов) Краснодарского края. Разработан алгоритм анализа уязвимости. Во-первых, производится выбор переменных и их вычисление. Во-вторых, формируется междисциплинарная матрица экологической уязвимости. В-третьих, полученные количественные показатели, рассчитанные по единой методике для каждого модельного субъекта, группируются, и создаётся карта уязвимости населения десяти модельных субъектов, ранжированных по трём уровням (высокий, средний и низкий). Модель включает факторы демографический (возраст, включая лиц в возрасте до 19 и старше 65 лет, доля лиц с ограниченными возможностями здоровья, тип занимаемого жилого помещения и состав домохозяйства, отсутствие знакомства с местом проживания, а также плотность населения) и социально-экономический (доля низкодоходной группы, иждивение, телекоммуникации и уровень образования). Выявлены как наиболее уязвимые районы и муниципалитеты, так и группы населения (пожилые, лица с ограниченными возможностями здоровья, проживающие в индивидуальном доме и домохозяйства, состоящие из одного человека в индивидуальном доме). Полученные результаты увеличат эффективность мер по снижению ущерба от наводнений со стороны органов власти и организаций, занимающихся чрезвычайными ситуациями, демографической политикой, пространственным планированием и градостроительной деятельностью, здравоохранением и социальной защитой.

Ключевые слова: качество жизни, экологический риск, Краснодарский край, экономико-демографическая модель, проблемы здравоохранения и социального обслуживания, экологически уязвимые группы населения.

Введение

В глобальном масштабе ежегодные демографические и социально-экономические потери от стихийных бедствий, включая наводнения, пожары, засухи, штормы, землетрясения, в период с 1980 по 2015 гг. колебались от 120 до 350 млрд долларов США [1]. В мире в конце XX — начале XXI вв. наблюдается тенденция к значительному увеличению ущерба от наводнений. Поэтому предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций, вызванных наводнениями, в настоящее время являются приоритетной задачей устойчивого развития общества. Поскольку изменение климата приводит к увеличению количества проливных дождей, интенсивному таянию снега и ледников, катастрофические речные наводнения будут происходить чаще. В связи с этим актуальность новых методов, в том числе основанных на междисциплинарном методологическом подходе, не вызывает сомнения.

В России наводнения случаются ежегодно, в некоторых регионах по несколько раз в год. Площадь потенциально опасных территорий составляет 400 тыс. км² [2]. Под угрозой затопления в стране находятся более 700 городов, тысячи сельских населённых пунктов, сотни тысяч гектаров сельскохозяйственных угодий [3]. Повышает уровень экологических рисков и уязвимости населения преимущественное расселение россиян по берегам рек, озёр и морей [4]. Высокий уровень экологических рисков связан как с количественным ростом численности населения и его плотности на данных территориях, так и с изменением структурных характеристик, включая гендерные аспекты [5] и проблемы здравоохранения и социального обслуживания уязвимых групп населения [6]. Последние масштабные наводнения произошли в апреле 2024 г. на территории Оренбургской, Курганской и Тюменской областей. Например, для чрезвычайной ситуации в бассейне реки Урал Правительство РФ установило федеральный уровень реагирования: оказались затоплены более 6 тыс. жилых домов, 9 тыс. приусадебных участков

и 40 низководных мостов; было эвакуировано более 4 тыс. человек, в том числе около 900 человек в возрасте до 19 лет¹.

На юге России в течение последних 20 лет последствиями масштабных наводнений стали гибель более чем 440 человек, количество пострадавших составило более 486 тыс. человек, а экономический ущерб превысил 1,2 млрд долларов США (табл. 1). Причём, все они затронули территорию Краснодарского края, где основными типами наводнений являются речные и ливневые (или залповые) — причиной их возникновения являются ливневые дожди и талые воды.

В целом на территории Краснодарского края встречаются различные типы наводнений, включая гидрометеорологические, тектонические и техногенные. В северо-восточной части этого региона особенностью рек являются летние и осенние паводки в сочетании с сезонным половодьем весной. На урбанизированных территориях значительные по площади подтопления обусловлены мощными склоновыми стоками, связанными с ливневыми осадками и смерчами. В юго-западной части региона, доходящей до побережий Азовского и Чёрного морей, круглогодично бывают паводки. Наводнения на морских побережьях и в речных дельтах вызываются ветровыми нагонами [3]. Однако, благоприятный климат, развитые экономика и социальная инфраструктура региона привлекают различные группы населения: Краснодарский край относится к регионам с постоянным ростом населения в течение всего постсоветского периода (один из 12 таких в стране) [7]. Рост населения особенно заметен в крупных городах, в том числе в Краснодаре.

Прогноз на будущее неблагоприятен. Уровень риска наводнений будет увеличиваться вследствие опасностей, вызванных глобальным потеплением, включая изменение уровня моря, колебания сезонных температурных режимов и режима осадков, усиление штормовых явлений на море и вспышками смерчей [8], а также ростом уязвимости населения в результате про-

¹ Новости Главного управления МЧС России по Оренбургской области. — 2024. — URL: <https://56.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti> (дата обращения: 17.04.2024).

Таблица 1

Основные наводнения на юге России в 2002–2021 годах

Table 1

Major floods in Southern Russia from 2002 to 2021

Год	Регионы	Речные бассейны	Тип наводнения	Причина возникновения	Погибшие, человек	Получившие травмы, человек	Экономический ущерб, тыс. долл. США
2002	Края Краснодарский и Ставропольский; республики Адыгея, Ингушетия, Кабардино-Балкарская, Карачаево-Черкесская, Чеченская	Кубань, Малка, Баксан, Терек, Кардоник, Аргун, Сунжа, Лаба, Белая, Уруп и Фарс	ливневое	ливневые дожди	117	330613	450000
2002	Краснодарский край		речное	талые воды	1	3000	64970
2002	Краснодарский край		речное	ливневые дожди	82	49500	32000
2004	Краснодарский край	Чамлык, Окард	речное	ливневые дожди		500	4962
2005	Краснодарский край		речное	ливневые дожди	19		
2010	Краснодарский край		речное	ливневые дожди	23	45214	66000
2011	Республика Адыгея, Краснодарский край		речное	ливневые дожди		10669	21015
2012	Краснодарский край		ливневое		172	31410	600000
2012	Края Краснодарский и Ставропольский; области Астраханская, Волгоградская, Ростовская; республики Адыгея, Дагестан, Ингушетия, Кабардино-Балкарская, Калмыкия, Карачаево-Черкесская, Северная Осетия – Алания, Чеченская		речное	ливневые дожди	7	1120	
2013	Краснодарский край		речное	ливневые дожди	4	1500	
2015	Краснодарский край	Херота	речное		1	1500	
2018	Краснодарский край				8	11303	
2021	Краснодарский край	Херота, Мацеста		ливневые дожди	8	138	
Итого					442	486467	1238947

Источник: составлено авторами на основе данных Центра исследований эпидемиологии бедствий (база данных Em-Dat). — URL: <https://doc.emdat.be/docs/data-structure-and-content/emdat-public-table/> (дата обращения: 07.04.2024).

гнозной положительной динамики численности [7]. Для изучения этих рисков и их возможной нейтрализации был сформирован международный научный коллектив, который разрабатывает новое для отечественной науки направление демографии стихийных бедствий при интеграции демографии, экономики и других общественных наук с физической географией, гидрологией, геологией. Результаты исследований учёных можно увидеть в ряде статей [9; 10].

В исследовании была использована модифицированная зарубежная «Многофакторная демографическая модель экологической уязвимости» (МДМЭУ) к речным наводнениям и данные Всероссийских переписей населения. Цель исследования заключается в том, чтобы определить эффективность МДМЭУ для изучения российских территорий с наибольшим количеством уязвимых групп населения. Задачи соответствуют следующим исследовательским вопросам: а) какие уязвимые группы населения к речным наводнениям преобладают в Краснодарском крае? б) каково пространственное распределение данных уязвимых групп? Для апробирования методики было выбрано десять модельных субъектов

в пределах Краснодарского края. Численность населения исследуемой территории представлена в табл. 2.

За последние 20 лет методы анализа экологической уязвимости сильно изменились: внимание уделяется анализу уязвимых групп населения, в том числе влиянию возраста [11], инвалидизации [12], типа жилья [13], плотности населения [14], уровня дохода [15] и образования [16] на социальный и экономический ущерб от стихийных бедствий. Ряд отечественных исследователей отмечают, что анализ и оценка уязвимости населения к наводнениям должна основываться на демографических и социально-экономических данных, характеризующих подвижность населения, его состав и возраст [17], но на практике этого не происходит [9]. В целом прогноз социальных потерь и ущерба в России проводится редко [18–21].

На сегодняшний день важной задачей является переход к анализу и прогнозу на основе демографических показателей и процессов экономико-демографического моделирования, а также междисциплинарного подхода. Последний включает, с одной стороны, подходы географии и гидрологии, а, с другой стороны, экономики, социологии и демогра-

Основные характеристики исследуемой территории

Таблица 2

Krasnodar Krai model subjects: main characteristics

Table 2

Муниципалитет	Численность населения по данным переписей, тыс. человек			Плотность населения в 2021 г., человек на 1 км ²
	2002	2020	2021	
ГО Краснодар	791,4	832,5	1204,9	1432
ГО Армавир	211,8	208,1	206,8	741
Кавказский район	124,5	125,2	118,3	96
Крымский район	127,2	132,1	130,9	82
Тимашёвский район	107,2	106,1	106,2	70
Усть-Лабинский район	115,4	112,9	102,7	68
Славянский район	130,3	129,6	128,7	59
Лабинский район	102,3	101,8	91,7	49
Апшеронский район	95,0	98,9	98,7	40
ГО Горячий Ключ	51,6	57,3	66,3	38
Итого	1856,8	1904,6	2255,1	106

Источник: составлено авторами на основе данных Росстата. — URL: <https://23.rosstat.gov.ru/folder/31079>; <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/munst03/DBInet.cgi?pl=8006001#Bottom> (дата обращения: 07.04.2024).

фии. Например, в процессе анализа экологической уязвимости населения важна экспертиза гидрологов для отбора демографических переменных из всех, представленных во Всероссийских переписях населения.

Методы исследования

Для анализа экологической уязвимости населения к речным наводнениям был разработан специальный алгоритм (рис. 1). Анализ осуществляется с помощью модели МДМЭУ, которая учитывает демографические и социально-экономические показатели и процессы, включая возрастной состав, структуру семей и домохозяйств,

пространственное расселение, тип жилья, владение средствами телекоммуникации и знакомство с местом проживания. Модель включает 2 фактора (демографический и социально-экономический), 9 тем (возраст, инвалидность, бедность и другие) и 12 переменных (люди в возрасте более 65 лет; инвалиды; плотность населения; домохозяйства, состоящие из одного человека в индивидуальном доме и подобные).

Авторы адаптировали зарубежные методы анализа и оценки экологической уязвимости населения к специфическим условиям России. Подробная их классификация и описание, а также примеры карт уязвимости населения [22] послужили основой для

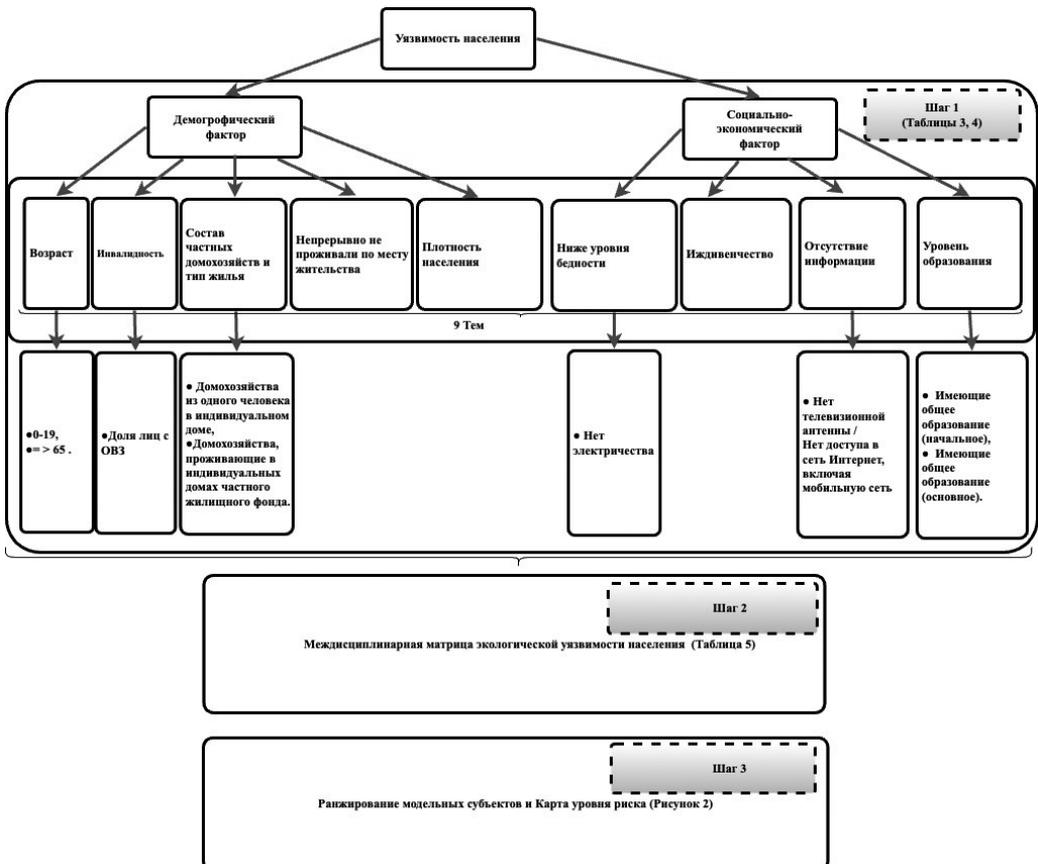


Рис. 1. Алгоритм анализа экологической уязвимости населения к наводнениям

Fig. 1. Population flood vulnerability analyzing algorithm

Источник: идея авторов.

выбора метода, который наиболее подходит для анализа отечественных демографических и социально-экономических данных. Методология восточноевропейских специалистов по оценке уязвимости [23] внесла вклад при формировании алгоритма анализа, создании междисциплинарной матрицы и ранжирования модельных субъектов. Ориентиром для отбора тем и переменных модели МДМЭУ стал отечественный и зарубежный опыт измерения уязвимости населения к природным и техногенным опасностям, наработанный Институтом окружающей среды и безопасности человека Университета ООН [19] и государственным органом по управлению здравоохранением и социальной защитой [24]. Итоговый выбор источников данных, факторов, тем и переменных модели, а также детализация алгоритма и окончательных форм предоставления результатов анализа разработаны авторами.

Модель МДМЭУ состоит из трёх Блоков (рис. 1). Последовательно переходя от одного к другому, производится анализ уязвимости населения на исследуемой территории,

состоящей из десяти модельных муниципалитетов Краснодарского края (табл. 2) — это городские округа Краснодар, Армавир и Горячий Ключ, муниципальные районы Кавказский, Крымский, Уст-Лабинский, Славянский, Лабинский и Апшеронский, включая города Краснодар, Армавир, Кропоткин, Крымск, Усть-Лабинск, Тимашёвск, Славянск-на-Кубани, Лабинск, Апшеронск и Горячий Ключ. Объект исследования ограничен данными городскими округами и районами, поскольку они являются густонаселёнными со значительным потенциалом роста и сильно подвержены речным наводнениям. Большинство последних происходят в бассейне реки Кубань.

Блок 1 включает в себя выбор переменных и их вычисление. 11 переменных были рассчитаны на основе показателей Всероссийских переписей населения (табл. 3). Калькуляция переменной плотности населения (v_7) также использует открытые данные регистрационного учёта земельного фонда (табл. 2). Введём следующие обозначения переменных для проведения соответствующих расчётов (табл. 3).

Таблица 3

Описание переменных

Table 3

Description of variables

Фактор	Тема	Название переменной	Обозначение переменной
Демографический	Возраст	0–19 лет	V_1
		≥ 65 лет	V_2
	Инвалидность	Доля лиц с ОВЗ	V_3
	Состав частных домохозяйств и тип жилья	Домохозяйства из одного человека в индивидуальном доме	V_4
		Домохозяйства, проживающие в индивидуальных домах частного жилищного фонда	V_5
	Отсутствие знакомства с местом проживания	Частные домохозяйства, которые меняли место жительства	V_6
	Плотность населения	Плотность населения	V_7
Социально-экономический	Ниже уровня бедности	Отсутствие электричества	V_8
	Иждивенчество	Доля иждивенцев	V_9
	Телекоммуникации / Отсутствие информации	Отсутствие телевизионной антенны в 2010 г. / Нет мобильной телефонной связи в 2021 г.	V_{10}
		Уровень образования для людей в возрасте ≥15 лет	Начальное общее образование (1–4 классы)
	Основное общее образование (5–9 классы)		V_{12}

Источник: идея авторов.

Следующие формулы используются при анализе уязвимости в каждом модельном субъекте:

$$v1(2010) = \frac{p_{2010}}{tp_{2010}} * 100\%, \quad (1)$$

$$v6(2002) = \frac{plih_{2002}}{tp_{2002}} * 100\%, \quad (2)$$

$$v8(2020 / 2021) = \frac{nms_{2020 / 2021}}{tnh_{2020 / 2021}} * 100\%, \quad (3)$$

$$v12(2020 / 2021) = \frac{tp_{2020 / 2021}}{lfa_{2021}}, \quad (4)$$

где p_{2010} — численность населения в возрасте 0–19 лет в 2010 г., tp_{2010} — общая численность населения в 2010 г., $plih_{2002}$ — население, проживающее в индивидуальных домах в 2002 г., tp_{2002} — общая численность населения в 2002 г., $nms_{2020 / 2021}$ — нет мобильной телефонной связи в 2020/2021 гг., $tnh_{2020 / 2021}$ — общая численность домохозяйств в 2020/2021 гг., $tp_{2020 / 2021}$ — общая численность населения в 2020/2021 гг., lfa_{2021} — площадь земельного фонда в 2021 году.

Вышеприведённые формулы (1–4) описывают схему вычисления 12 переменных. При этом необходимо отметить, что переменная $v5$ калькулируется по данным трёх переписей населения, а остальные — по переписям только 2010 и 2021 годов. Развитие цифровых технологий привело к тому, что калькуляция переменной $v10$ основывается на разных показателях из двух переписей. В 2010 г. анализируются доли населения, у которого отсутствовала телевизионная антенна, а в 2020/2021 гг. — те, у кого нет мобильной телефонной связи. Все переменные равнозначно взвешены.

Блок 2 модели МДМЭУ — разработка матрицы, когда производится ранжирование полученных количественных показателей, рассчитанных по единой методике индивидуально для каждого модельного субъекта. В результате было выделено три группы субъектов — с высоким, средним и низким уровнем уязвимости населения к наводнениям. Основным критерием отнесения мо-

дельного субъекта к той или иной группе служит количество критических значений вышеуказанных переменных относительно их средних значений.

Блок 3 ранжирует субъекты с точки зрения социальной уязвимости и определяет территории с наибольшим количеством уязвимого населения. В результате было выделено три группы субъектов: высокий, средний и низкий уровень уязвимости населения к наводнениям. Отнесение субъекта к той или иной группе основывается на количестве критических значений вышеуказанных переменных относительно их максимальных, минимальных и средних значений. Блок 3 направлен на создание оперативных тематических карт для визуализации ранжирования модельных субъектов Краснодарского края по уровню экологической уязвимости.

Результаты

С помощью вычислительного аппарата по формулам (1–4) Блок 1 определяет модельные субъекты, где проживает максимальное количество уязвимых групп. Процесс и результат выделения трёх групп субъектов (с высоким, средним и низким уровнем уязвимости населения к наводнениям) визуализирован посредством изменения фона ячеек (табл. 4).

Блок 2 модели МДМЭУ предполагает создание матрицы для анализа уязвимости (табл. 5), в основе которой анализ переменных из табл. 4 с максимальным негативным изменением в сравнении со средними значениями выборки из десяти модельных муниципалитетов. В качестве иллюстрации проанализируем первую переменную $v1$. Её отклонения от средних значений минимальны, и она не визуализирована в табл. 4 и не представлена в табл. 5. Средние значения переменных $v2$ и $v3$ изменяются более существенно, что представлено посредством изменения фона ячеек. Ранжирование каждого модельного субъекта производится по значениям столбца матрицы «Итого» по всем переменным и выделяет три группы субъектов с высоким, средним и низким уровнем уязвимости населения к наводнениям.

Таблица 4

**Анализ экологической уязвимости населения к речным наводнениям,
% от численности населения / числа домохозяйств**

Table 4

River flood ecological social vulnerability analysis, % of populations / households

Муниципалитет	Год	Демографический фактор						Социально-экономический фактор				
		v1	v2	v3	v4	v5	v6	v8	v9	v10	v11	v12
Апшеронский район	2002	-	-	-	-	72,2	-	-	-	-	-	-
	2010	22,1	15,3	4,1	13,5	75,7	11,6	0,8	26,8	14,6	8,3	16,0
	2021	21,6	17,3	2,4	6,4	74,6	9,1	6,1	25,2	22,9	0,5	12,5
ГО Армавир	2002	-	-	-	-	36,6	-	-	-	-	-	-
	2010	22,8	13,7	4,6	7,6	36,1	9,4	12,4	30,2	21,1	4,4	10,9
	2021	20,8	13,3	2,1	3,1	42,3	5,6	16,3	22,5	40,7	1,3	5,3
ГО Горячий Ключ	2002	-	-	-	-	36,8	-	-	-	-	-	-
	2010	22,3	14,1	3,3	12,4	60,5	19,2	2,8	27,5	12,3	6,7	11,8
	2021	18,7	21,1	2,0	5,5	62,3	19,7	11,1	22,3	23,4	0,2	6,3
Кавказский район	2002	-	-	-	-	58,3	-	-	-	-	-	-
	2010	21,7	15,4	4,1	11,0	57,1	9,7	3,4	6,4	10,9	7,8	12,1
	2021	21,7	18,2	2,7	6,0	63,5	6,2	7,7	23,9	26,6	0,5	8,6
ГО Краснодар	2002	-	-	-	-	23,7	-	-	-	-	-	-
	2010	20,1	13,4	4,1	4,0	24,0	12,7	8,5	27,4	23,9	2,7	7,2
	2021	18,9	13,5	1,3	1,6	20,4	12,9	26,2	21,4	53,9	0,3	6,3
Крымский район	2002	-	-	-	-	73,0	-	-	-	-	-	-
	2010	22,2	14,4	3,5	14,4	73,0	15,4	2,4	8,9	7,9	7,6	14,7
	2021	22,4	17,7	2,7	6,8	75,2	12,3	4,5	24,8	17,1	0,4	8,4
Лабинский район	2002	-	-	-	-	73,2	-	-	-	-	-	-
	2010	23,3	15,6	3,7	15,1	73,2	11,3	2,5	8,4	8,3	9,0	14,1
	2021	22,3	19,2	2,2	10,4	79,9	5,3	6,7	24,5	24,6	0,5	8,4
Славянский район	2002	-	-	-	-	63,9	-	-	-	-	-	-
	2010	22,4	13,9	3,5	11,7	61,2	12,9	2,2	9,9	7,4	7,5	15,1
	2021	21,1	17,5	2,2	5,6	68,0	10,0	6,0	23,9	13,8	0,4	8,0
Тимашёвский район	2002	-	-	-	-	68,3	-	-	-	-	-	-
	2010	21,9	13,9	3,4	12,4	68,5	13,6	1,6	9,0	5,5	7,2	15,7
	2021	20,0	18,0	2,3	8,5	77,5	6,6	9,7	22,3	27,7	0,6	8,2
Усть-Лабинский район	2002	-	-	-	-	75,4	-	-	-	-	-	-
	2010	20,7	14,6	3,7	16,7	82,0	12,4	1,6	7,1	6,2	8,3	15,0
	2021	21,0	18,4	2,8	9,0	83,9	8,4	2,9	24,0	14,4	0,5	6,5

Источник: составлено авторами на основании данных Росстата. — URL: <https://23.rosstat.gov.ru/folder/31079>; <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/munst03/DBInet.cgi?pl=8006001#Bottom> (дата обращения: 07.04.2024).

Таблица 5

**Расчётная матрица экологической уязвимости населения
для модельных муниципалитетов**

Table 5

The calculated matrix of social vulnerability for the model subjects

Муниципалитет	Демографический фактор						Социально-экономический фактор				Итого (уровень)
	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	V ₇	V ₈	V ₁₀	V ₁₁	V ₁₂	
ГО Краснодар					+	+	+	+			4 (высокий)
ГО Армавир						+	+	+	+		4 (высокий)
Кавказский район	+	+									2 (низкий)
Крымский район		+	+	+	+						4 (высокий)
Тимашёвский район			+								1 (низкий)
Уст-Лабинский район	+	+	+	+							4 (высокий)
Славянский район											0 (низкий)
Лабинский район	+		+	+							3 (средний)
Апшеронский район		+		+						+	3 (средний)
ГО Горячий Ключ	+				+						2 (низкий)
Сумма по уязвимым группам	4	4	4	4	3	2	2	2	1	1	

Источник: идея авторов.

Плотность населения (v7) была рассчитана ранее (табл. 2). Сравнение отношений фактической плотности каждого модельного субъекта к разнице между максимальной и минимальной плотностью для данной выборки свидетельствует о том, что ГО Краснодар и ГО Армавир — наиболее уязвимые муниципалитеты. Так, максимальное значение данного соотношения имеет ГО Краснодар, и оно во всех годах проведения переписей населения равно 1,0. Отношение для ГО Армавир составляет в 2002 г. 0,83, в 2010 г. — 0,78, в 2021 г. — 0,53. Отношение для Кавказского района (в котором расположен город Кропоткин), третьего по плотности населения муниципалитета, ниже 0,13 для всех переписей.

Анализ 12 переменных двух факторов уязвимости, приведённый в табл. 5, установил высокий уровень уязвимости для ГО Армавир и Краснодар, районов Крымского и Усть-Лабинского, которые имеют 4 существенно отрицательно изменяемых переменных. Славянский, Тимашёвский и Кавказский районы, а также ГО Горячий Ключ имеют низкий уровень с количеством подобных переменных от 0 до 2. Остальные два муниципалитета попадают в группу со средним уровнем уязвимости. Табл. 5 также показывает, что на территории Краснодарского края проживают следующие уязвимые группы населения: пожилые, лица с ограниченными возможностями здоровья (инвалиды), проживающие в индивидуальном доме и домохозяйства,

состоящие из одного человека в индивидуальном доме. Об этом свидетельствуют значения последней строки табл. 5 «Всего по уязвимым группам», равные 4 для четырёх переменных.

В заключительном Блоке 3 была построена карта уязвимости модельных субъектов Краснодарского края посредством геоинформационной системы QGIS (рис. 2).

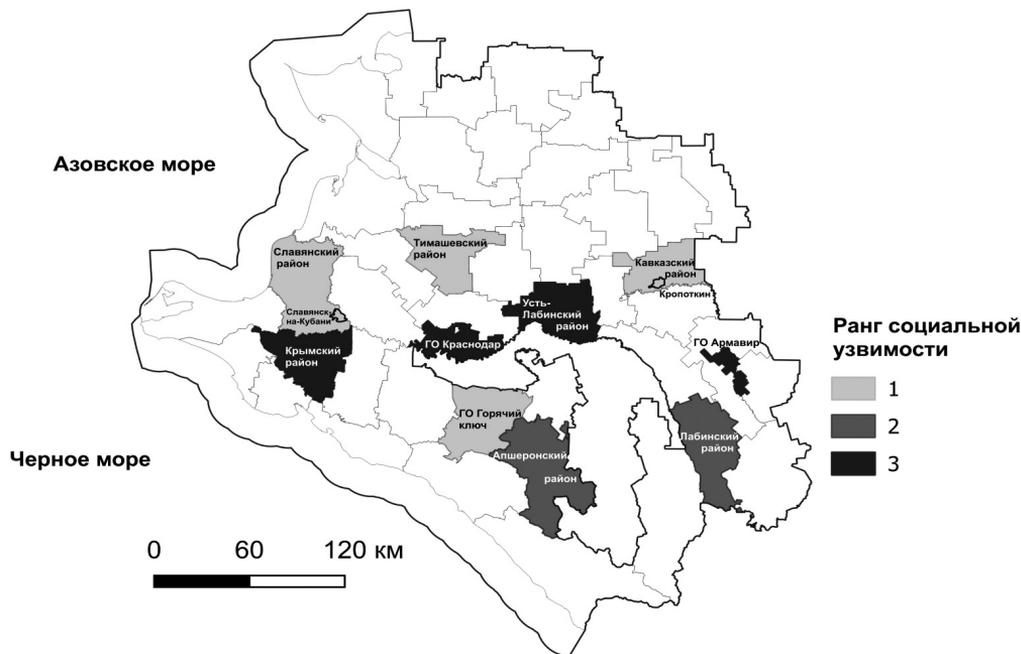


Рис. 2. Карта ранжирования модельных муниципалитетов Краснодарского края по уязвимости населения: 1 — низкий; 2 — средний; 3 — высокий уровень уязвимости
Fig. 2. Social vulnerability ranking map of Krasnodar Krai model subjects. 1st rank — the low level of vulnerability; 2nd rank — the medium level of vulnerability; 3rd rank — the high level of vulnerability
Источник: идея авторов.

Заключение

В России снижение риска наводнений требует единого междисциплинарного подхода, учитывающего инженерные аспекты и демографическое измерение. Доминирование технических подходов препятствует разработке концепций, методологий и эмпирических решений, направленных на устойчивое развитие общества.

Актуальная модель МДМЭУ, которая учитывает особенности технических и общественных научных дисциплин, продемонстрировала свою эффективность. Новая модель, основанная на модифицированном зарубежном многофакторном анализе уяз-

вимости к наводнениям, показала свою надёжность при апробации на модельных муниципалитетах Краснодарского края. Данные Всероссийских переписей населения 2002, 2010 и 2021 гг. и другие статистические источники позволяют выявить наиболее уязвимые слои населения по выбранным переменным. Предлагаемая междисциплинарная матрица анализа уязвимости является универсальной и может быть использована для других территорий, подверженных наводнениям и иным стихийным бедствиям.

В результате проведённого анализа было выявлено, что городские округа Армавир и Краснодар, муниципальные райо-

ны Крымский и Усть-Лабинский нуждаются в проведении мероприятий, направленных на максимальное снижение уровня уязвимости населения к речным наводнениям. Апшеронский и Лабинский муниципальные районы имеют второй по значимости приоритет в Краснодарском крае.

Полученную оперативную карту можно использовать для повышения эффективности принятия управленческих решений, прежде всего, в наиболее уязвимых муниципалитетах Краснодарского края для снижения риска бедствий от наводнений и формирования населения со стороны го-

сударственных органов и организаций, занимающихся здравоохранением и социальной защитой, демографической политикой, градостроительной деятельностью и управлением чрезвычайными ситуациями. В дальнейшем необходимы исследования с целью актуализации и интеграции данных глобальной базы данных Em-Dat в России. Предполагается, что следующим этапом апробации МДМЭУ будет ранжирование районов, расположенных в прибрежной морской зоне Краснодарского края и российской части бассейна реки Урал.

Литература и Интернет-источники

1. **Osipov, V. I.** Biosphere and environmental safety / V. I. Osipov. Springer International Publishing AG, 2019. — 53 p. DOI: 10.1007/978-3-319-91259-2; EDN: YBRHWP
2. **Воробьев, Ю. Л.** Катастрофические наводнения начала XXI века. Уроки и выводы / Ю. Л. Воробьев, В. А. Акимов, Ю. И. Соколов — Москва : ДЭКС-ПРЕСС, 2003. — 352 с. EDN: UCTFUX
3. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций. Российская Федерация. Южный федеральный округ / под общей ред. С. К. Шойгу. — Москва : Дизайн. Информация. Картография, 2007. — 384 с.
4. **Гордин, И. В.** Застройка побережий: социо-эколого-экономическая специфика / И. В. Гордин, Е. В. Рюмина // Народонаселение. — 2020. — Т. 23. — № 4. — С. 50–60. DOI: 10.19181/population.2020.23.4.5; EDN: SLRZII
5. **Потравная, Е. В.** Гендерные особенности восприятия экологических проблем коренными народами Севера России / Е. В. Потравная // Народонаселение. — 2020. — Т. 23. — № 2. — С. 72–84. DOI: 10.19181/population.2020.23.2.7. EDN: QSVOOU
6. **Будилова, Е. В.** Влияние демографических и социально-экономических факторов на популяционное здоровье населения / Е. В. Будилова, М. Б. Лагутина, Л. А. Мигранова // Народонаселение. — 2019. — Т. 22. — № 3. — С. 80–92. DOI: 10.19181/1561-7785-2019-00028; EDN: NXOLUX
7. **Бородина, Т. Л.** Место приграничных регионов в типологии региональной динамики населения России в постсоветский период / Т. Л. Бородина // Сборник материалов по итогам XXXII ежегодной сессии экономико-географической секции МАРС (Псков, июнь 2015 г.) / отв. ред. В. Стрелецкий. — Москва : Эслан, 2016. — С. 52–65. EDN: XHKFBX
8. **Kostianaia, E. A.** Regional Climate Change Impact on Coastal Tourism: A Case Study for the Black Sea Coast of Russia / E. A. Kostianaia, A. G. Kostianoy // Hydrology. — 2021. — Vol. 8. — No. 3. — URL: <https://www.mdpi.com/journal/hydrology> (дата обращения: 01.10.2023). DOI: 10.3390/hydrology8030133; EDN: LJQQIR
9. **Мавлянова, Н. Г.** Трансграничные проблемы преодоления стихийных бедствий в международных региональных организациях евразийского региона / Н. Г. Мавлянова, В. А. Липатов, О. Р. Юлдашев // Проблемы прогнозирования. — 2018. — № 3(168). — С. 122–131. EDN: YNJSLB
10. **Lipatov, V.** Flood hazards, social vulnerability and societal risks in Russia / V. Lipatov, N. Mavlyanova, J. Tiefenbacher // Environment, Development and Sustainability. — 2023. — URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10668-023-03410-x> (дата обращения: 01.10.2023). DOI: 10.1007/s10668-023-03410-x
11. **Prohaska, T. R.** Impact of Natural Disasters on Health Outcomes and Cancer Among Older Adults / T. R. Prohaska, K. E. Peters // The Gerontologist. — 2019. — Vol. 59. — No. S1. — P. 50–56. DOI: 10.1093/geront/gnz018

12. **Stough, L. M.** People with Disabilities and Disasters / L. M. Stough, I. Kelman // Handbook of Disaster Research. — Springer, 2017. — P. 225–242. DOI: 10.1007/978-3-319-63254-4_12
13. **Ревич, Б. А.** Экологические приоритеты и здоровье: социально уязвимые территории и группы населения / Б. А. Ревич // Экология человека. — 2010. — № 7. — С. 3–9. EDN: MТВУКН
14. **Ha, H.** A practical approach to flood hazard, vulnerability, and risk assessing and mapping for Quang Binh province, Vietnam / H. Ha, Q. D. Bui, H. D. Nguyen, B. T. Pham, T. D. Lai, C. Luu // Environment, Development and Sustainability. — 2023. — Vol. 25. — P. 1101–1130. DOI: 10.1007/s10668-021-02041-4
15. **Kostyuchenko, Y. V.** Robust algorithm of multi-source data analysis for evaluation of social vulnerability in risk assessment tasks / Y. V. Kostyuchenko, D. Movchan, I. Kopachevsky, Y. Bilous // SAI Intelligent Systems Conference (IntelliSys). — London, 2015. — P. 944–949. DOI: 10.1109/IntelliSys.2015.7361256
16. **Nakamura, R.** Quantitative Evaluation of Flood Control Measures and Educational Support to Reduce Disaster Vulnerability of the Poor Based on Household-level Savings Estimates / R. Nakamura, A. Kawasaki // Economics of Disasters and Climate Change. — 2022. — Vol. 6. — P. 355–371. DOI: 10.1007/s41885-022-00112-y
17. **Рагозин, А. Л.** Социальная и экологическая уязвимость / А. Л. Рагозин // Природные опасности России. Том 6. Оценка и управление природными рисками / ред. А. Л. Рагозин. — Москва : КРУК, 2003. — С. 118–120.
18. **Порфирьев, Б. Н.** Экономика природных катастроф / Б. Н. Порфирьев // Мир новой экономики. — 2015. — № 4. — С. 21–40. EDN: VPBIPT
19. **Земцов, С.** Социально-экономическая оценка риска наводнений в прибрежных зонах Азово-Черноморского побережья Краснодарского края / С. Земцов, И. Крыленко, Н. Юмина // Сборник материалов по итогам семинара «Природные и социальные риски в береговой зоне Чёрного и Азовского морей» (Москва, 16–19 июня 2012 г.) / ред. К. Колтерманн, С. Добролюбов, Н. Алексеевский. — Москва : Триумф, 2012. — С. 86–96. EDN: VLXFVD
20. **Падалко, Ю.** Социально-экономическая уязвимость населения и хозяйства регионов российской части бассейна реки Урал от наводнений / Ю. Падалко // Успехи современного естествознания. — 2016. — № 12–2. — С. 439–443. EDN: XIQEUN
21. Влияние глобальных климатических изменений на здоровье населения российской Арктики / гл. ред. Б. А. Ревич. — Москва : Представительство ООН в РФ, 2008. — 25 с. EDN: QLSUYZ
22. **Burton, C.** Social Vulnerability: Conceptual foundations and geospatial modeling. / C. Burton, S. Rufat, E. Tate // Vulnerability and Resilience to Natural Hazards / eds. S. Fuchs, T. Thaler. — Cambridge, UK : Cambridge University Press, 2018. — Pp. 53–81.
23. **Katic, K.** Developing Croatia-specific methodology for assessing social vulnerability / K. Katic // Understanding Risk Forum 2016 (Venice, 18 May 2016). — URL: <https://understandrisk.org/wp-content/uploads/Comparable-social-vulnerability-profiling-Case-study-Croatia.pdf> (дата обращения: 17.04.2024).
24. **Lehnert, E. A.** Spatial exploration of the CDC’s Social Vulnerability Index and heat-related health outcomes in Georgia / E. A. Lehnert, G. Wilt, B. Flanagan, E. Hallisey // International Journal of Disaster Risk Reduction. — 2020. — Vol. 46. — URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9345528/> (дата обращения: 17.04.2024). DOI: 10.1016/j.ijdr.2020.101517

Сведение об авторах:

Липатов Вячеслав Анатольевич, к.полит.н., доцент, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия.

Контактная информация: e-mail: viacheslav.lipatov@fulbrightmail.org; ORCID: 0000-0003-2717-2833; РИНЦ AuthorID: 619308.

Соломахин Алексей Александрович, к.э.н., доцент, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия.

Контактная информация: e-mail: AASolomakhin@fa.ru; ORCID: 0009-0009-6150-8821; РИНЦ AuthorID: 178190.

Берзин Дмитрий Викторович, к.физ.-мат.н., доцент, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия.

Контактная информация: e-mail: berzin@yandex.ru; ORCID: 0000-0001-7010-0726; РИНЦ AuthorID: 274028.

Точилкина Татьяна Евгеньевна, к.тех.н., доцент, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия.

Контактная информация: e-mail: ttoch@mail.ru; ORCID: 0000-0001-5729-3826; РИНЦ AuthorID: 541594.

DOI: 10.24412/1561-7785-2024-2-96-110

ANALYSIS OF THE ECOLOGICAL VULNERABILITY OF THE KRASNODAR KRAI POPULATION USING A MULTIFACTOR DEMOGRAPHIC MODEL

Viacheslav A. Lipatov*, Aleksey A. Solomakhin,
Dmitry V. Berzin, Tatiana E. Tochilkina

Financial University under the Government of the Russian Federation
(49/2 Leningradsky prosp., Moscow, Russia, 125167)

*E-mail: viacheslav.lipatov@fulbrightmail.org

For citation:

Lipatov V. A., Solomakhin A. A., Berzin D. V., Tochilkina T. E. Analysis of the ecological vulnerability of the Krasnodar Krai population using a multifactor demographic model. *Narodonaselenie [Population]*. 2024. Vol. 27. No. 2. P. 96-110. DOI: 10.24412/1561-7785-2024-2-96-110 (in Russ.)

Abstract. *In a global context, the complex concept of disaster risk, vulnerability and risk has changed over the past twenty years. However, its methods and models are being developed at different levels in foreign countries and Russia. In this article, the authors examine current issues related to assessing the environmental vulnerability of Russians during river floods in the South. An example of ten model subjects from Krasnodar Krai located in the Kuban River basin is used to test the Multifactor Demographic Environmental Vulnerability Model. Vulnerability assessment algorithm consists of three interconnected blocks: variable selection and calculation; developing a ranking matrix for obtained quantitative indicators, calculated individually for each model subject (municipality) using a unified methodology and creating a cartographic spatial model ranking the environmental vulnerability of the model subjects. The QGIS geographic information system was used to create a cartographic model of the spatial distribution of vulnerable population groups. There are two factors in the model: demographics (including persons aged 0 to 19 years and those aged 65 and older, and persons with disabilities, i.e., the proportion of disabled individuals, type of residential premises occupied and household composition, and lack of familiarity with the location of residence) and socioeconomics (low-income groups, dependents, telecommunications, and level of education). Areas (Armavir and Krasnodar municipalities, Krymsk and Ust-Labinsk rayons) and populations (elderly, individuals with disabilities, and one-person households in an individual house, and households in an individual house) that are most vulnerable were identified. The results obtained may contribute to improving the efficiency of management decisions at the county level taken by emergency management authorities, demographic policy, spatial planning and urban development, health, and social protection, to reduce the risk of disasters from floods.*

Keywords: *quality of life, environmental risk, riverine floods, Krasnodar Krai, geoinformation mapping, economic and demographic model, health and social care issues.*

References and Internet sources

1. Osipov V. I. *Biosphere and Environmental Safety*. Springer International Publishing AG. 2019. 53 p. DOI: 10.1007/978-3-319-91259-2
2. Vorobyov Yu. L., Akimov V. A., Sokolov Yu. I. Katastraficheskie navodneniya nachala XXI veka. Uroki i vyvody [Catastrophic Floods of the Early 21st Century. Conclusions and Lessons]. Moscow. DEKS-PRESS. 2003. 352 p. (in Russ.)
3. Atlas prirodnyh i tekhnogennyh opasnostej i riskov chrezvychajnyh situacij. Rossijskaya Federaciya. Yuzhnyj federal'nyj okrug [Atlas of Natural and Man-Made hazards and Risks of Emergency Situations in the Russian Federation]. Ed. S. K. Shoygu. Moscow. Dizajn. Informaciya. Kartografiya [Design. Information. Cartography]. 2007. 384 p. (in Russ.)
4. Gordin I. V., Ryumina E. V. Zastrojka poberezhij: socio-ekologo-ekonomicheskaya specifika [Development of coasts: socio-ecologic-economic specifics]. *Narodonaselenie [Population]*. 2020. Vol. 23. No. 4. P. 50–60. DOI: 10.19181/population.2020.23.4.5 (in Russ.)
5. Potravnaya E. V. Gendernye osobennosti vospriyatiya ekologicheskikh problem korennyimi narodami Severa Rossii [Gender-specific perceptions of environmental problems by the indigenous peoples of the North of Russia]. *Narodonaselenie [Population]*. 2020. Vol. 23. No. 2. P. 73–84. DOI: 10.19181/population.2020.23.2.7 (in Russ.)
6. Budilova E. V., Lagutin M. B., Migranova L. A. Vliyanie demograficheskikh i social'no-ekonomicheskikh faktorov na populyacionnoe zdorov'e naseleniya [Impact of the demographic and socio-economic factors on the population health]. *Narodonaselenie [Population]*. 2019. Vol. 22. No. 3. P. 80–92. DOI: 10.19181/1561-7785-2019-00028 (in Russ.)
7. Borodina T. L. Mesto prigranichnyh regionov v tipologii regional'noj dinamiki naseleniya Rossii v postsovet'skij period [The place of border regions in the typology of regional population dynamics in Russia in the post-Soviet period]. *Sbornik materialov po itogam XXXII ezhegodnoj sessii ekonomiko-geograficheskoi sekcii MARS [Proceedings of XXXII Annual Session of the Economic-Geographical Section of the International Academy of Regional Development and Cooperation (MARS)]*. Pskov, June 2015]. Ed. V. Streletsky. Moscow. Eslan. 2016. P. 52–65. (in Russ.)
8. Kostianaia E. A., Kostianoy A. G. Regional climate change impact on coastal tourism: A case study for the Black Sea Coast of Russia. [Hydrology]. 2021. Vol. 8. No. 3. Available at: <https://www.mdpi.com/journal/hydrology> (Accessed: 1 October 2023). DOI: 10.3390/hydrology8030133
9. Mavlyanova N. G., Lipatov V. A., Yuldashev O. R. Transboundary problems of overcoming natural disasters for international regional organizations in the Eurasian Region. [Studies on Russian Economic Development]. 2018. Vol. 29. No. 3. P. 322–328. DOI: 10.1134/S1075700718030097 (in Russ.)
10. Lipatov V., Mavlyanova N., Tiefenbacher J. Flood hazards, social vulnerability and societal risks in Russia. *Environment, Development and Sustainability*. 2023. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10668-023-03410-x> (Accessed: 1 October 2023). DOI: 10.1007/s10668-023-03410-x
11. Prohaska T. R., Peters K. E. Impact of natural disasters on health outcomes and cancer among older adults. *The Gerontologist*. 2019. Vol. 59. No. S1. June 2019. P. 50–S56. DOI: 10.1093/geront/gnz018
12. Stough L. M., Kelman I. People with disabilities and disasters. *Handbook of Disaster Research*. Springer. 2017. P. 225–242. DOI: 10.1007/978-3-319-63254-4_12
13. Revich B. A. Ekologicheskie prioritety i zdorov'e: social'no uyazvimye territorii i gruppy naseleniya [Environmental priorities and public health: socially vulnerable territories and population groups]. *Ekologiya cheloveka [Human Ecology]*. 2010. Vol. 7. P. 3–9. (in Russ.)
14. Ha H., Bui, Q. D., Nguyen H. D., Pham B. T., Lai T. D., Luu C. A practical approach to flood hazard, vulnerability, and risk assessing and mapping for Quang Binh province, Vietnam. *Environment, Development and Sustainability*. 2023. Vol. 25. P. 1101–1130. DOI: 10.1007/s10668-021-02041-4
15. Kostyuchenko Y. V., Movchan D., Kopachevsky I., Bilous. Y. Robust algorithm of multi-source data analysis for evaluation of social vulnerability in risk assessment tasks. *SAI Intelligent Systems Conference (IntelliSys)*. London. 2015. P. 944–949. DOI: 10.1109/IntelliSys.2015.7361256
16. Nakamura R., Kawasaki A. Quantitative evaluation of flood control measures and educational support to reduce disaster vulnerability of the poor based on household-level savings estimates. *Economics of Disasters and Climate Change*. 2022. Vol. 6. P. 355–371. DOI: 10.1007/s41885-022-00112-y

17. Ragozin A. L. Socialnaya i ekologicheskaya uyazvimost [Social and environmental vulnerability]. Prirodnye opasnosti Rossii. Tom 6. Ocenka i upravlenie prirodnyimi riskami [Russia's Natural Hazards. Volume 6. Natural Risk Assessment and Management]. Ed. A. L. Ragozin. Moscow. KRUK. 2003. P. 118–120. (in Russ.)
18. Porfiriev B. N. Ekonomika prirodnykh katastrof [The economy of natural disasters]. Mir novoy ekonomiki [The World of New Economy]. 2015. Vol. 4. P. 21–40. (in Russ.)
19. Zemtsov S., Krylenko I., Yumina N. Socialno-ekonomicheskaya ocenka riska navodnenij v pribrezhnykh zonah Azovo-Chernomorskogo poberezhya Krasnodarskogo kraja [Socio-economic assessment of flood risk in coastal zones of the Azov-Black Sea coast of Krasnodar Krai]. Sbornik materialov po itogam seminarov «Prirodnye i socialnye riski v beregovoj zone Chernogo i Azovskogo morej [Proceedings of the seminar «Natural and Social Risks in the Coastal Zone of the Black and Azov Seas». Moscow, 16–19 June 2012]. Eds. K. Koltermann, S. Dobrolyubova, N. Alekseevsky. Moscow. [Triumph]. 2012. P. 86–96. (in Russ.)
20. Padalko Yu. Socialno-ekonomicheskaya uyazvimost naseleniya i hozyajstva regionov rossijskoj chasti bassejna r. Ural ot navodnenij [The socio-economic vulnerability of the Russian part of the Ural river basin to floods]. Uspehi sovremennogo estestvoznaniya [Advances in Current Natural Sciences]. 2016. No. 12–2. P. 439–443. (in Russ.)
21. *Climate Change Impact on Public Health in the Russian Arctic*. Ed. B. Revich. Moscow. United Nations Office in the Russian Federation. 2008. 25 p.
22. Burton C., Rufat S., Tate E. Social vulnerability: Conceptual foundations and geospatial modeling. *Vulnerability and Resilience to Natural Hazards*. Eds. S. Fuchs, T. Thaler. Cambridge, UK. Cambridge University Press. 2018. P. 53–81.
23. Katic K. Developing Croatia-specific methodology for assessing social vulnerability. In: K. Katic. *Understanding Risk Forum 2016*. Venice, 18 May 2016. Available at: <https://understandrisk.org/wp-content/uploads/Comparable-social-vulnerability-profiling-Case-study-Croatia.pdf> (Accessed: 17 April 2024).
24. Lehnert E. A., Wilt G., Flanagan B., Hallisey E. Spatial exploration of the CDC's Social Vulnerability Index and heat-related health outcomes in Georgia. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2020. Vol. 46. DOI: 10.1016/j.ijdr.2020.101517

Information about authors:

Lipatov Viacheslav Anatolievich, Candidate of Political Science, Associate Professor, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia.

Contact information: e-mail: viacheslav.lipatov@fulbrightmail.org; ORCID: 0000-0003-2717-2833; Elibrary AuthorID: 619308.

Solomakhin Aleksey Aleksandrovich, Candidate of Economics, Associate Professor, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia.

Contact information: e-mail: AASolomakhin@fa.ru; ORCID: 0009-0009-6150-8821; Elibrary AuthorID: 178190.

Berzin Dmitry Viktorovich, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia.

Contact information: e-mail: berzin@yandex.ru; ORCID: 0000-0001-7010-0726; Elibrary AuthorID: 274028.

Tochilkina Tatiana Evgenievna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia.

Contact information: e-mail: ttoch@mail.ru; ORCID: 0000-0001-5729-3826; Elibrary AuthorID: 541594.

Статья поступила в редакцию 07.10.2023, утверждена 06.05.2024., опубликована 30.06.2024.