hydrometeorological and ice conditions of the Russian Arctic seas: a synthesis of library materials and field research, OOO “Arctic Research and Design Center for Offshore Development” in 2012–2014], Moscow: Izdatelstvo NEFTYANOE HOZYAYSTVO, 2015, 128 p. (in Russian).
3. Atlas snezhno-ledovyh resursov mira [World Atlas of snow and ice resources], Moscow: Izdatelstvo Rossiyskoy akademii nauk, 1997, 392 p. (in Russian).
4. Kasimov N. S., Kotlyakov V. M., Chilingarov A. N., Krasnikov D. M., Tikunov V. S., Natsionalnyy atlas Arktiki: struktura i ehtapy razrabotki [Arctic national atlas: structure and stages of development], Ice and Snow, 2015, No 55 (1), pp. 4–14, DOI:10.15356/2076-6734-2015-1-4-14 (in Russian).
5. Natsionalnyy atlas Rossii [Russian National Atlas], v 4 tomah, No 1, Obshchaya harakteristika territorii [General characteristics of the territory], 2004, 496 p., No 2, Priroda i Ekologiya [Nature. Ecology], 2007, 496 p., No 3, Naselenie. Ekonomika [Population. Economy], 2008, 496 p., No 4, Istoriya. Kultura [History. Culture], 2008, 496 p., Moscow: Izdatelstvo Federalnoy sluzhby geodezii i kartografii Rossii (in Russian).
6. Natsionalnyy atlas Ukrainy. Teksty i legendy kart [National Atlas of Ukraine. The texts and maps’ legends], Kiev: GNPP Kartografiya, 2007, 828 p. (in Russian).
7. Priroda i resursy Zemli [Resources and environment, World Atlas], v 2 tomah, Moscow–Vien: Izdatelstvo In-t geografii RAN, Hölzel GmbH, 1998, pp. 1–190 (in Russian).
8. Rossiyskaya Arktika v XXI veke: prirodnye usloviya i riski osvoeniya. Atlas [The Russian Arctic in the 21ST century: nature conditions and risks of the development. Atlas], Moscow: Feoriya, 2013, 143 p. (in Russian).
9. Severnyy Ledovity okean. Atlas okeanov [Arctic Ocean. Atlas of Oceans], No 3, Moscow: Izdatelstvo VMF, 1980, 184 p. (in Russian).

УДК 911.3:33 DOI: 10.24057/2414-9179-2017-1-23-27-37

В.Л. Бабурин[1], **С.В. Бадина**[2]

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ПОЛЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена изучению закономерностей пространственного распределения социально-экономического потенциала и способу его картографического отображения. Предложено теоретическое обоснование и методический подход к построению поля социально-экономического потенциала территории. Раскрыты возможности анализа поля социально-экономического потенциала с помощью градиентов (в том числе для целей оценки риска от неблагоприятных и опасных природных процессов и явлений). Поскольку природный риск представляет собой функцию от вероятности наступления опасного события и потенци-

[1] Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет,
кафедра экономической и социальной географии России; Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, 1; *e-mail:* vbaburin@yandex.ru
[2] Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет,
кафедра экономической и социальной географии России; Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, 1; *e-mail:* bad412@yandex.ru

ального ущерба от его воздействия, метод поля потенциала позволяет рассматривать природные и экономические компоненты природного риска в пространстве, обладающем единой (сопоставимой) размерностью. Составлена база данных значимых социально-экономических показателей (по населению, основным фондам, валовому производству и землепользованию) для оценки плотности потенциала на уровне муниципальных образований для Арктической зоны России. Ввиду ограниченности муниципальной статистики ряд показателей имеют расчетные (оценочные) значения и определены на основании пропорциональных зависимостей с предоставляемыми Росстатом данными. Плотностной подход позволяет учитывать реальные границы сосредоточения и степень концентрации социально-экономического потенциала в пространстве, что важно при оценке природных рисков. На основании базы данных рассчитан индекс плотности социально-экономического потенциала территории, произведена пространственная интерполяция значений индекса от локальных максимумов, построено поле социально-экономического потенциала территории для Арктической зоны России. Применение метода поля дает возможность оценивать вероятное значение плотности потенциала в любой точке рассматриваемой территории, поскольку социально-экономическое пространство представляется цельным, не разделенным искусственными административными границами. Полученные результаты проанализированы, и выявлены специфические особенности неравномерности распределения социально-экономического потенциала по территории Арктической зоны России.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Арктическая зона России, социально-экономический потенциал, поле потенциала, неблагоприятные и опасные природные процессы и явления (НОЯ), природные риски

ВВЕДЕНИЕ

Социально-экономический потенциал является чрезвычайно значимой характеристикой пространства и заключается в способности территориальных социально-экономических систем осуществлять свою деятельность и поддерживать долгосрочное сбалансированное развитие с использованием всего многообразия ресурсов, сосредоточенных в их пределах. Если формализовать социально-экономический потенциал в виде интегрального индекса, имеющего количественное значение, то возникают очевидные сложности в выборе способа его картографического отображения. По-видимому, наиболее оптимально визуализировать социально-экономический потенциал в виде поля, пренебрегая искусственными границами административно-территориального деления, в разрезе которых даны показатели, формирующие значения индекса для конкретной территории. Такой подход позволяет не только определять значение потенциала в любой точке пространства, но и скорость его изменения по заданным векторам, что необходимо для ряда прикладных задач, например для целей оценки рисков от неблагоприятных и опасных природных явлений. Область исследований неблагоприятных и опасных природных явлений находится на стыке физической и социально-экономической географии. Природный риск представляет собой сочетание вероятности и последствий наступления неблагоприятных событий [Мягков, 1995; Оценка…, 2003; Порфирьев, 2011; Природные…, 2002]. Как писал Ю.Г. Саушкин, «процесс взаимодействия природы и общества является основной проблемой для географии и всех входящих в нее частных географических наук» [Саушкин, 1980]. В связи с этим возникает сложная методическая задача сопоставления количественных характеристик природных (неблагоприятные и опасные природные явления) и общественных (социально-экономический потенциал) факторов, взаимодействующих в единой территории. В данной работе предлагается решить эту задачу, представив социально-экономическое пространство в виде поля, что упростит наложение данной модели на модель подверженности территории определенным видам неблагоприятных и опасных природных явлений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В предыдущих работах авторами была разработана методика оценки плотности социально-экономического потенциала территории на уровне муниципальных образований для целей оценки рисков от неблагоприятных и опасных природных явлений [Бабурин и др., 2013, 2015]. Была выявлена прямая зависимость: чем выше пространственная концентрация социально-экономического потенциала, тем выше ожидаемые ущербы для населения и хозяйства при прочих равных условиях. Однако действие неблагоприятных и опасных природных явлений, имеющих площадной характер распространения, не ограничивается рамками административно-территориального деления, а преимущественно затрагивает определенные ареалы. В связи с этим при оценке социально-экономической компоненты природного риска методологически целесообразно использовать понятие «поля», поскольку оно предполагает наличие гипотетической сплошной среды, заполняющей всё пространство, ее возмущение (отклонение) от начальных значений, что упрощает наложение модели плотности социально-экономического потенциала на модель подверженности территории неблагоприятным и опасным природным явлениям. Такая интерпретация проблемы дает представление о целостности природно-социально-экономического пространства, позволяет вывести исследование на более высокий уровень обобщения, а в частности – избегать фрагментированности и искусственной привязки к административным границам.

Поскольку любое физическое поле, а по-видимому, и социально-экономическое, можно характеризовать как динамическую систему, обладающую бесконечным числом степеней свободы, в рамках неполной индукции нам необходимо выбрать, говоря языком синергетики, параметры порядка, то есть наиболее комплексные независимые переменные, описывающие данную систему. По нашему мнению, этим критериям отвечают компоненты индекса плотности социально-экономического потенциала территории (численность населения, основные фонды и валовой продукт). Интенсивность взаимодействия между социально-экономическим потенциалом отдельных территориальных образований (например, населенных пунктов) определяется, кроме их положения в пространстве и движения (динамики социально-экономического потенциала), их масштабом (в нашем случае – массой, то есть численным значением плотности потенциала).

Возникает задача поиска производной первого порядка от социально-экономического потенциала, которая будет показывать изменение интересующего нас параметра в пространстве. Это позволит производить пространственные сравнения не с позиции «больше» и «меньше», а «растет» и «падает», поскольку при оценке природных рисков наибольший интерес представляют не абсолютные значения социально-экономического потенциала в конкретной точке, а скорость и направление его изменения. При этом появляется также обоснованная возможность экстраполяции непрерывной функции.

С другой стороны, распределение вероятностей возникновения неблагоприятных и опасных природных явлений на территории тоже является непрерывной континуальной структурой (в любой ее точке можно определить значения). В соответствии с этим мы можем использовать понятие «*поля*», заимствованное из физики, чтобы методически (путем наложения и сопоставления полей) стало возможным совместить параметры природы (неблагоприятные и опасные природные явления) и общества (социально-экономический потенциал территории). Принимая во внимание, что на большой заряд (например, город с высоким численным значением плотности социально-экономического потенциала) поле, в котором он находится, влияет сильнее (на маленький, соответственно, слабее), продифференцировав исходные функции, мы получим значения напряженности. Под напряженностью в данном исследовании мы будем понимать отношение силы воздействия неблагоприятных и опасных природных явлений на конкретную точку социально-экономического пространства, обладающую определенным значением плотности социально-экономического потенциала.

В социально-экономической географии давно успешно используется метод поля потенциала [Stewart, 1947; Арманд, 1988; Бабурин, 2016; Гусейн-Заде, 1988; Ханин, 1987 и др.].

Однако в географических исследованиях по данной тематике не учитывается одна из основных характеристик физических полей – их напряженность. В основном акцент делается на вторую важнейшую характеристику – потенциал поля, который представляется как функция от числа жителей и расстояния между городами. В результате получаются численные данные, характеризующие состояние описываемой территориальной системы в конкретный момент времени, но при этом остается без внимания скорость и направленность изменения данной системы в пространстве (простое статистическое описание системы, которое не дает возможность достоверного прогноза). Поэтому перед нами встает вопрос о необходимости ухода от абсолютных значений данной функции (поиск ее производной). Получив градиенты (векторы), своим направлением указывающие направление наибольшего возрастания плотности социально-экономического потенциала ($grad\ \rho$), а по величине равные скорости роста данного показателя в этом направлении, мы сможем получить более полное представление о природных рисках, чем при использовании простой гравитационной модели. Поскольку напряженность численно равна отношению силы, действующей на неподвижный точечный заряд, помещенный в данную точку поля (например, воздействие наводнения на населенный пункт), к величине этого заряда (значение плотности социально-экономического потенциала этого населенного пункта), она усредняет величины степени воздействия и, главное, позволяет сравнивать их. Иными словами, сила как характеристика поля, мера его активности тем самым приводится к единому знаменателю.

Существует прямая функциональная зависимость между социально-экономической деятельностью (в терминах данного исследования – плотностью социально-экономического потенциала территории) и уровнем природного риска:

$$F_{(R)} = f_{(P)},$$

где P – социально-экономический потенциал территории, R – уровень природного риска.

Если предположить (принять) линейный характер взаимодействия, то формула будет иметь вид:

$$F_{(R)} = k\, f_{(P)}.$$

Найдем первую производную от плотности социально-экономического потенциала территории. Она представляет собой приращение данного показателя в пространстве. Предположим, что изменение социально-экономического потенциала пропорционально его величине в данной точке. Поэтому при малом изменении dx (расстояния) приращение функции dP будет прямо пропорционально P (через коэффициент пропорциональности c).

Тогда формула для расчета первой социально-экономической компоненты природного риска будет иметь вид:

$$dP/dx = cP, \qquad P(0) = P_0, \qquad c = const > 0\ (0),$$ где

x – пространственная переменная;

c – коэффициент пропорциональности.

Условие $P(0) = P_0$ означает, что мы эмпирически выбираем город с максимальным значением плотности социально-экономического потенциала за точку отсчета для данной территории (в конкретном примере в рамках многоцентровой модели ввиду ограниченности статистических данных – крупнейший населенный пункт муниципального образования или городской округ). Для Арктической зоны России эмпирически было установлено, что в большинстве случаев в городах и крупнейших населенных пунктах максимальна концентрация социально-экономического потенциала, что позволяет ввести подобное допущение.

Решение этого уравнения:

$$P(x) = P_0 e^{cx}$$

В соответствии с ним плотность социально-экономического потенциала сокращается в 2 раза через расстояние $-ln2/c$. Решение таково, что $P(x) \to -\infty$ при $x \to \infty$ (с увеличением расстояния от крупного центра пропорционально уменьшается плотность социально-экономического потенциала, а значит, и риски от неблагоприятных и опасных природных

явлений). Это говорит о том, что область применения модели ограничена: при больших значениях *P* надо учитывать стабилизирующие факторы.

В нашем случае эмпирический коэффициент ***c*** геометрически представляет собой степень крутизны кривой графика функции, соответственно, алгебраически это понимается как скорость приращения функции на определенном её бесконечно малом отрезке. Таким образом, можно предположить, что этот коэффициент косвенно должен характеризовать особенности пространства, например, на густонаселенном Северном Кавказе он будет выше, чем в слабоосвоенной Арктике, соответственно, его можно принять, исходя из данных о плотности населения.

Таблица 1. *Показатели базы данных муниципальных образований для расчета плотности социально-экономического потенциала территории*
Table 1. *Database indicators of municipalities for calculating the territorial socio-economic potential density*

№	Блок	Показатель	Предоставлен Росстатом / Расчётный
1	Население	1. Численность населения на 1 января текущего года (человек).	Предоставлен Росстатом
2	Основные фонды	2.1. Основные фонды по полной учетной стоимости по коммерческим и некоммерческим организациям (тыс. руб.) – фонды муниципальной формы собственности.	Предоставлен Росстатом
		2.2. Основные фонды всех форм собственности (тыс. руб.)	Расчётный
3	Валовое производство	3.1. Промышленное производство (тыс. руб.)	Предоставлен Росстатом
		3.2. Производство продукции сельского хозяйства (тыс. руб.)	Предоставлен Росстатом
		3.3. Оборот розничной торговли (тыс. руб.)	Предоставлен Росстатом
		3.4. Строительство (тыс. руб.)	Расчётный
		3.5. Транспорт и связь (тыс. руб.)	Расчётный
		3.6. Операции с недвижимостью (тыс. руб.)	Расчётный
		3.7. Государственное управление (тыс. руб.)	Расчётный
		3.8. Образование (тыс. руб.)	Расчётный
		3.9. Здравоохранение (тыс. руб.)	Расчётный
4	Землепользование	4.1. Общая площадь земель муниципального образования, гектар	Предоставлен Росстатом
		4.2. Общая площадь застроенных земель, гектар	Предоставлен Росстатом
		4.3. Площадь земель сельхозугодий, гектар	Предоставлен Росстатом

Аналогичную формулу, заимствованную из физики, применял в 1951 г. английский статистик Колин Кларк для целей демографических исследований. Он установил правильность падения плотности ночного населения от центра города к его периферии (для одноцентровых городов), выразив её в формуле:

$$D=Ae^{-вx},$$

где *D* – плотность населения в некоторой точке города, *A* – мера предельной концентрации жилья, *e* – основание натуральных логарифмов, *в* – мера компактности застройки, *x* –

расстояние до центра города. Эту формулу усовершенствовал Ю.В. Медведков. Далее Б.Л. Гуревич и Ю.Г. Саушкин разработали систему математических моделей для одноцентровых городов различного типа [Ромашкин, 1967], а С.Е. Ханин адаптировал модель для полицентрического города (на примере Барнаула).

На следующем этапе можно проанализировать *градиенты*. Они дадут понимание о дифференциации изменения показателя плотности социально-экономического потенциала, степени его дисперсии/концентрации в пространстве, необходимое для оценки природных рисков.

Эмпирические данные, полученные по результатам предыдущих работ, позволяют принимать города за точки абсолютного максимума плотности социально-экономического потенциала для окружающей территории (на региональном и муниципальном уровне). Поэтому их можно в рамках данной модели обозначить точкой и принять за полюс 0 полярной системы координат. Градиент плотности социально-экономического потенциала ρ обозначим символом $grad\ \rho$, тогда $|grad\ \rho| = |\partial\rho/\partial n|$, где n (векторная) – направление нормали к изолинии поля ρ в рассматриваемой точке. Там, где $|grad\ \rho|$ больше, изолинии поля плотности социально-экономического потенциала ρ сгущаются, потенциал распределяется более концентрированно сравнительно с теми частями рассматриваемой территории, где $|grad\ \rho|$ меньше, изолинии величины ρ разрежаются, т. е. потенциал распределяется более рассеянно, диспергирует больше. В пределах города плотность $\rho = \rho_o$ достигает абсолютного максимума.

Применение градиентов открывает более широкие возможности моделирования. При достаточном количестве эмпирических данных для конкретной территории может быть теоретически определено значение плотности социально-экономического потенциала в любой заданной географическими координатами (x и y) её точке:

$$|grad\ \rho| = \sqrt{\left(\frac{\partial\rho}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\rho}{\partial y}\right)^2} \quad .$$

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В целях информационного обеспечения исследований социально-экономических процессов в Арктической зоне России была создана база пространственных данных. В её основу положен комплекс статистических показателей, характеризующих социально-экономический потенциал территории: население, основные фонды, валовое производство и землепользование на уровне муниципальных образований (таблица 1). Ввиду ограниченности муниципальной статистики ряд показателей имеют расчетные (оценочные) значения и определены на основании пропорциональных зависимостей с предоставляемыми Росстатом данными.

Путем деления компонентов индекса социально-экономического потенциала (численности населения, объема основных фондов и валового производства) на площадь хозяйственно освоенной территории (с применением показателей блока «землепользование») были получены их плотностные характеристики. Плотностной подход в данном исследовании чрезвычайно важен, поскольку с его помощью учитываются реальные границы и степень концентрации социально-экономического потенциала в пространстве. Иными словами, поскольку природный риск существует только на хозяйственно освоенной территории, методически целесообразно разделить земли муниципального образования по степени интенсивности их использования и привязать население, фонды и виды экономической деятельности к ареалам их непосредственного сосредоточения. Дальнейшее интегрирование компонентов индекса позволило получить рейтинг муниципальных образований по уровню плотности социально-экономического потенциала территории (рисунок 1).

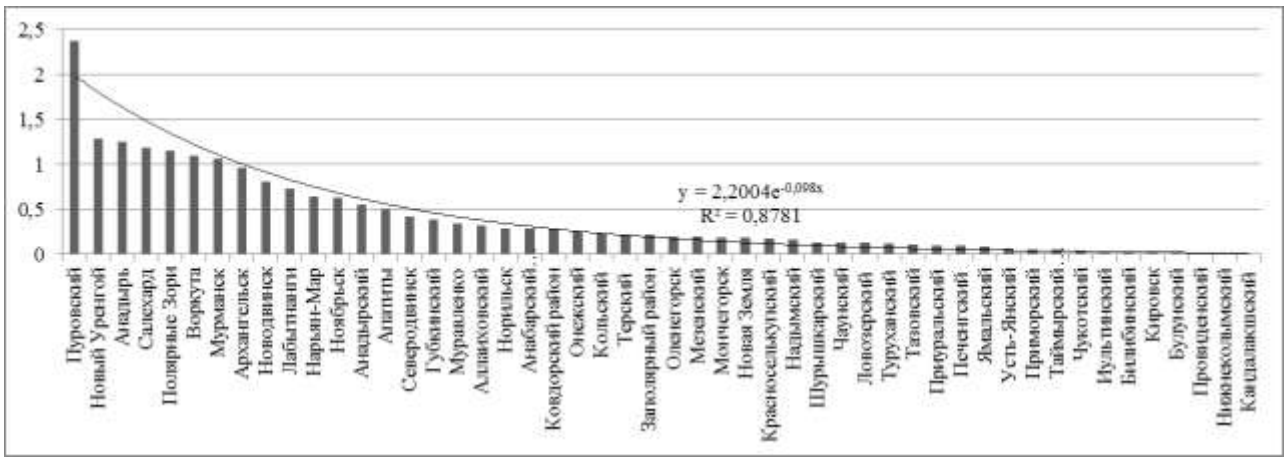

Рисунок 1. *Рейтинг муниципальных образований Арктической зоны России по плотности социально-экономического потенциала территории*
Figure 1. *Rating of Russian Arctic zone municipalities "The territorial social-economic potential density"*

Как видно из диаграммы, в верхней части рейтинга оказались с одной стороны две региональные столицы Азиатской части Российской Арктики – Салехард и Анадырь – за счет комбинации двух факторов: высоких абсолютных значений потенциала и малой площади хозяйственно освоенной территории, определивших высокую степень пространственной концентрации. С другой стороны – крупнейшие по численности населения города, Мурманск и Архангельск, где более высокий абсолютный потенциал равномернее распределен по достаточно большой территории. Возглавляет рейтинг Пуровский муниципальный район – крупнейший нефтегазодобывающий центр Ямало-Ненецкого автономного округа (доля добычи газа в районе составляет 40 %, нефти – порядка 90 %, газоконденсата – 66 % от общего объема добычи округа в 2015 году). Важно отметить, что Пуровский район по объему промышленного производства практически вдвое превосходит следующий за ним в рейтинге по данному показателю город Норильск, в котором за счет высокой площади промышленных зон потенциал распределен более равномерно, что обусловило смещение города в середину рейтинга.

Далее, в соответствии с вышеизложенной методикой, была произведена пространственная интерполяция значений индекса от локальных максимумов, построено поле социально-экономического потенциала территории для Арктической зоны России. Результаты представлены на рисунке 2.

Как видно на рисунке 2, на карте можно выделить следующие локальные максимумы (в порядке убывания абсолютных значений индекса): Пуровский муниципальный район, город Анадырь, город Салехард, Мурманск и Воркута. Максимальные градиенты (то есть скорость падения индекса при центробежном движении) наблюдаются в наиболее хозяйственно освоенных ареалах – Европейской части Арктической зоны России. Поскольку плотность социально-экономического потенциала меняется быстро, отмечается сильное сгущение изолиний, соответственно, более быстрыми темпами снижется уровень социально-экономического риска от НОЯ. Однако за счет наличия крупных центров с максимальной концентрацией в абсолютном выражении значение плотности потенциала выше по сравнению с восточносибирскими периферийными районами. Изменение потенциала наиболее медленными темпами (широкие зоны низких значений) закономерно происходит на наименее хозяйственно освоенных территориях. Это в первую очередь арктические районы Якутии, Таймыра, где широкими полосами простираются зоны низких абсолютных значений плотности потенциала.

Рисунок 2. *Карта поля плотности социально-экономического потенциала территории Арктической зоны России*
Figure 2. *Field of territorial social-economic potential density (Arctic zone of Russia)*

ВЫВОДЫ

1. Социально-экономическое пространство Арктической зоны России отличается повышенной степенью концентрации потенциала в крупнейших городах и крайне низкой степенью освоенности межселенных территорий, причем данная особенность усиливается с запада на восток. Скорость изменения потенциала от локальных максимумов также выше в более освоенных западных регионах. С увеличением расстояния от крупного центра пропорционально уменьшается плотность социально-экономического потенциала, а значит, и риски от неблагоприятных и опасных природных явлений.

2. Использование модели поля социально-экономического потенциала позволяет уйти в исследовании от изучения отдельных факторов в искусственно заданных границах административного деления, а рассматривать распределение потенциала в пространстве как непрерывную функцию, определенную в каждой точке рассматриваемой территории.

3. Природный риск представляет собой функцию от вероятности наступления опасного события и потенциального ущерба, который понесет социально-экономическая система от его воздействия. В связи с этим необходимо рассматривать природные и экономические компоненты природного риска в пространстве, обладающем единой (сопоставимой) для них размерностью.

4. Перспективным направлением продолжения данной работы являются уточнения, которые можно ввести в модель, используя данные физико-географических карт (например, соотнесение с особенностями рельефа территории и его влиянием на конфигурацию изолиний с равными значениями плотности социально-экономического потенциала и пр.).

БЛАГОДАРНОСТИ

Статья подготовлена при поддержке гранта РНФ № 16-17-00104.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Арманд А.Д.* Самоорганизация и саморегулирование географических систем. – Москва: «Наука», 1988.
2. *Бабурин В.Л., Бадина С.В.* Оценка социально-экономического потенциала территории, подверженной неблагоприятным и опасным природным явлениям // Вестник Московского университета. – Серия 5: География. – 2015. – № 5. – С. 9–16.
3. *Бабурин В.Л., Бадина С.В.* Социально-экономическая оценка природных рисков юга России // Развитие регионов в XXI веке: Материалы I Международной научной конференции. Часть 1. – ИПЦ СОГУ Владикавказ, 2013. – С. 17–21.
4. *Бабурин В.Л., Земцов С.П.* Оценка потенциала экономико-географического положения регионов России // Экономика региона. – 2016. – Т. 2, № 1. – С. 117–138.
5. *Гусейн-Заде С.М., Михеева В.С., Ханин С.Е.* Моделирование территориальных социально-экономических систем // Вестник Московского университета. – Серия 5: География. – 1988. – № 3. – С. 14–20.
6. *Мягков С.М.* География природного риска. – М.: МГУ, 1995.
7. Оценка и управление природными рисками / Под ред. А.Л. Рагозина. – М.: КРУК, 2003.
8. *Порфирьев Б.Н.* Природа и экономика: риски взаимодействия. (Эколого-экономические очерки) / Под ред. академика РАН В.В. Ивантера. – М.: «Анкил», 2011. – 352 с.
9. Природные опасности России. «Природные опасности и общество» / Под ред. В.А. Владимирова, Ю.Л. Воробьева, В.И. Осипова. – М.: Изд-во «КРУК», 2002.
10. *Ромашкин В.И.* Математическая модель распределения плотности населения Москвы // Вестник Московского университета. – Сер. 5. География. – 1967. – № 3.
11. *Саушкин Ю.Г.* Предисловие // Н.Н. Баранский. Избр. тр. Становление советской экономической географии. – М., 1980.
12. *Ханин С.Е.* Моделирование территориальных систем городов // Методы изучения расселения / Под ред. Г.М. Лаппо, В.А. Шупера. – М., 1987. – С. 131–143.
13. *Stewart J.Q.* Empirical Mathematical Rules Concerning the Distribution and Equilibrium of Population // Geographical Review. 1947. – Vol. 37. – P. 461–486.

Vyacheslav L. Baburin[1], **Svetlana V. Badina**[2]

MODELING AND SPATIAL ANALYSIS OF THE SOCIAL-ECONOMIC POTENTIAL FIELD (CASE STUDY – RUSSIAN ARCTIC)

ABSTRACT

The article is devoted to a study of spatial distribution of socio-economic potential regularities and its cartographic mapping method. We offer a theoretical justification and a methodical approach to the territorial social-economic potential field construction. We show the possibilities of analyzing social-economic potential field using gradients (including ones for the purpose of risk assessment from natural hazards). Natural hazards risk is a function of the dangerous event probability and potential damage from its impact. The potential field method allows us to consider the natural and economic components of natural risk in a space with single (comparable) dimension. A database of significant socio-economic indicators for the density potential assessing at the municipalities level for the Russian Arctic has been compiled. It includes data on population, fixed assets, gross production and land use. Due to the limited municipal statistics, some indicators have only estimated values calculated by the proportional dependencies using Rosstat data. The density approach allows taking into account the real borders and the degree of concentration of socio-economic potential in space. This is very important in natural risks assessing. Based on the database, we have calculated the index of territorial social-economic potential density, made spatial interpolation of index values from local maxima and constructed the field of its distribution for the Russian Arctic. This approach makes it possible to estimate the probable value of the density potential at any point in considered territory. This is possible due to the fact that the socio-economic space is represented as complete, not divided by artificial administrative borders. Finally we have analyzed the results and identified specific features of differences in potential distribution in the Russian Arctic.

KEYWORDS:

Russian Arctic, social-economic potential, field potential, natural hazards, natural risks

REFERENCES

1. Armand A.D. Samoorganizacija i samoregulirovanie geograficheskih system [Self-organization and self-regulation of geographic systems], Moscow: «Nauka», 1988. (in Russian).
2. Baburin V. L., Badina S. V. Ocenka social’no-ekonomicheskogo potenciala territorii, podverzhennoj neblagoprijatnym i opasnym prirodnym javlenijam [Assessment of the socio-economic potential of a territory affected by natural disasters], Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 5: Geografija, 2015, No 5, pp. 9–16 (in Russian).
3. Baburin V. L., Badina S. V. Social'no-jekonomicheskaja ocenka prirodnyh riskov juga Rossii [Socio-economic assessment of natural risks in the Russian south], Razvitie regionov v XXI veke: Materialy I Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. Chast’ 1, IPC SOGU, Vladikavkaz, 2013, pp. 17–21. (in Russian).
4. Baburin V. L., Zemcov S. P. Ocenka potenciala ekonomiko-geograficheskogo polozhenija regionov Rossii [Assessment of the potential of the economic-geographical setting in Russian regions], Ekonomika regiona, 2016, T. 2, No 1, pp. 117–138 (in Russian).

[1] Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Economic and Social Geography of Russia; 119991, Russia, Moscow, Leninskie Gory, 1; *e-mail:* vbaburin@yandex.ru
[2] Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Economic and Social Geography of Russia; 119991, Russia, Moscow, Leninskie Gory, 1; *e-mail:* bad412@yandex.ru

5. Gusejn-Zade S. M., Miheeva V. S., Hanin S. E. Modelirovanie territorial'nyh social'no-ekonomicheskih sistem [Modeling of territorial socio-economic systems], Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 5: Geografija, 1988, No 3, pp. 14–20 (in Russian).
6. Mjagkov S.M. Geografija prirodnogo riska [Geography of natural risk], M.: MGU, 1995.
7. Ocenka i upravlenie prirodnymi riskami [Assessment and management of natural risks], Pod red. A.L. Ragozina. Moscow: KRUK, 2003 (in Russian).
8. Porfir'ev B.N. Priroda i ekonomika: riski vzaimodejstvija. (Ekologo-ekonomicheskie ocherki) [Nature and economy: risks of interaction. (Ecological-economic essays)]. Pod red. akademika RAN V.V. Ivantera, Moscow: Ankil, 2011, 352 p. (in Russian).
9. Prirodnye opasnosti Rossii. Prirodnye opasnosti i obshchestvo [Natural dangers of Russia. Natural Dangers and Society], Pod red. V.A. Vladimirova, Ju.L. Vorob'yova, V.I. Osipova, Moscow: KRUK, 2002 (in Russian).
10. Romashkin V.I. Matematicheskaja model' raspredelenija plotnosti naselenija Moskvy [A mathematical model of the population density distribution in Moscow], Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5. Geografija, 1967, No 3. (in Russian).
11. Saushkin Ju.G. Predislovie k "N.N. Baranskij. Izbr. tr. Stanovlenie sovetskoj jekonomicheskoj geografii" [Foreword to "N.N. Baransky. Selected Works. Formation of Soviet economic geography], Moscow, 1980 (in Russian).
12. Hanin S.E. Modelirovanie territorial'nyh sistem gorodov [Modeling of cities territorial systems], Metody izuchenija rasselenija, Pod red. G.M. Lappo, V.A. Shupera. Moscow, 1987, pp. 131–143 (in Russian).
13. Stewart J.Q. Empirical Mathematical Rules Concerning the Distribution and Equilibrium of Population, Geographical Review. 1947, Vol. 37, pp. 461–486.