

Бадина С.В.¹

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛЯ ПЛОТНОСТИ
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА
В ЦЕЛЯХ ОЦЕНКИ УЯЗВИМОСТИ ТЕРРИТОРИИ
К ПРИРОДНЫМ ОПАСНОСТЯМ НА ПРИМЕРЕ АРКТИЧЕСКОЙ
ЗОНЫ РОССИИ, СЕВЕРНОГО КАВКАЗА И ЮЖНОЙ СИБИРИ**

АННОТАЦИЯ

В статье обоснованы возможности применения в условиях ограниченной статистики метода пространственной интерполяции данных в экономико-географических исследованиях, направленных в том числе на оценку уязвимости экономики и общества в целом к природным опасностям в контексте изучения природного риска. Построенные посредством интерполяции континуальные структуры (поля) позволяют оценивать вероятное значение рассматриваемого показателя в любой точке территории, поскольку социально-экономическое пространство представляется цельным, не разделенным искусственными административными границами. Была произведена интерполяция показателя плотности социально-экономического потенциала территории детерминированным методом обратных взвешенных расстояний для трех контрастных (как между собой, так и внутренне) макрорегионов, различных по уровню и специфике хозяйственной освоенности территории: Арктической зоны России и двух горных макрорегионов – Северного Кавказа и Южной Сибири. Выявлены закономерности изменения пространственной уязвимости социально-экономического потенциала (интегрального индекса, содержащего в себе данные по населению, основным фондам, валовому производству, соотнесенные на единицу площади хозяйственно освоенной территории) в пределах рассматриваемых макрорегионов. Выделены ареалы наивысшего вероятного природного риска при условии реализации гипотетических природных опасностей. Для Арктической зоны России была выявлена дифференциация в уровне уязвимости социально-экономического потенциала и темпах ее изменения между Европейским и Азиатским секторами: скорость изменения плотности потенциала от локальных максимумов, а соответственно, и потенциальных рисков в целом понижается при движении с Запада на Восток. Анализ интерполяций для двух горных макрорегионов показал, что более «сильные» в своем силовом поле крупнейшие центры в Южной Сибири имеют большее взаимное влияние, чем на Северном Кавказе, поэтому темпы изменения плотности социально-экономического потенциала в пространстве между ними более низкие.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: социально-экономический потенциал, уязвимость, природный риск, пространственная интерполяция.

¹ Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, лаб. прогнозирования региональной экономики, Нахимовский проспект, 47, 117418, Москва, Россия; Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия, *e-mail*: bad412@yandex.ru

Svetlana V. Badina¹

**MODELING OF THE SOCIAL-ECONOMIC POTENTIAL DENSITY FIELD
FOR TERRITORIAL VULNERABILITY ASSESSING TO NATURAL HAZARDS
(CASE STUDY – RUSSIAN ARCTIC, NORTH CAUCASUS
AND SOUTHERN SIBERIA)**

ABSTRACT

In the article we have proved the possibilities of applying spatial interpolation method of data in socio-economic studies, including those aimed at assessing the vulnerability of society and economy to natural hazards (in the natural risks studying context). Continual structures (fields) constructed by interpolation allow estimating the probable value of the indicator in question at any point of the territory, since the socio-economic space is represented as an integral, not divided by administrative boundaries. Interpolation of the indicator of social-economic potential of the territory by a determinate method of inverse weighted distances was carried out for three contrasting (both internally and externally) macroregions with differences in the level of economic development of the territory: the Arctic zone of Russia, the North Caucasus and Southern Siberia. The regularities of changes in the spatial vulnerability of the social and economic potential (an integral index containing data on population, fixed assets, gross production and land use) within the macroregions under consideration are revealed, the areas of the highest probable natural risk are identified, provided hypothetical natural hazards are realized. The differentiation in the level of socio-economic potential vulnerability and the rate of its change between European and Asian sectors was identified in the Russian Arctic. The rate of change in the density of the potential from local maximums, and, accordingly, potential risks, as a whole, decreases with moving from the West to the East. Interpolations analysis for two mountain macroregions showed that the largest centers in South Siberia that are "stronger" in their force field have a greater mutual influence than in the North Caucasus. So the rate of change in the density of socio-economic potential in the space between them is lower.

KEYWORDS: social-economic potential, vulnerability, natural risk, spatial interpolation.

ВВЕДЕНИЕ

Научное прогнозирование в современной социально-экономической географии строится, как правило, на исследовательской методологии, основанной на индуктивном обобщении результатов оценки ресурсной базы или построении временных рядов исходя из имеющихся статистических данных. Однако известно, что далеко идущее использование неполной индукции при описании сложных объектов чревато неприемлемыми ошибками в выводах, особенно на высоких уровнях обобщения, что было обосновано еще Дэвидом Юмом в середине XVIII в. Во избежание этого для решения широкого круга задач следует изучать объект исходя из целостных представлений, путем первичного построения модели на основании выявленных функциональных зависимостей переменных, а только затем осуществлять переход к изучению ее поведения и формулировке выводов. Таким образом, при прогнозировании (в том числе природного риска) необходимо стремиться не к получению единственного конечного значения его величины в абсолютном выражении, а к поиску области наиболее вероятных значений, а также способа соотнесения изменений уровня риска в соответствии с движением по территории (изменением географических координат).

¹ Institute of Economic Forecasting, Russian Academy of Sciences, laboratory of regional economy forecasting; Nakhimovsky prospect, 47, 117418, Moscow, Russia; Lomonosov Moscow State University, the Faculty of Geography, Leninskiye gory, 1, 119991, Moscow, Russia, e-mail: bad412@yandex.ru

Природный риск как понятие теоретическое включает в себя прогнозирование стохастических явлений (природных опасностей) с применением вероятностных методов. В соответствии с этим и социально-экономические параметры, характеризующие уязвимость территориальных систем, подверженных опасным воздействиям, должны быть интегрированы в пространство, обладающее идентичной размерностью и структурными характеристиками. Сопоставление природных и общественных параметров – чрезвычайно важная и нетривиальная в методическом плане задача.

В целом в экономико-географических исследованиях разной направленности в качестве одной из наиболее распространенных проблем выступает неполнота информации, ограниченность статистических данных, необходимых для изучения конкретного явления. Другой значимой проблемой является представление количественных показателей в разрезе разномасштабных ячеек административно-территориального деления (регионов, муниципальных образований, поселений и пр.) с их искусственно заданными границами, которые лишь в редких случаях совпадают в объективной реальности с границами значений того или иного показателя. Иными словами, в дробной и внутренне неоднородной сетке административно-территориального деления сложно визуально выявить и проанализировать пространственные закономерности того или иного явления. Все это существенно снижает достоверность получаемых результатов и основанных на них выводов.

В этих случаях разумно прибегнуть к инструменту пространственной интерполяции, позволяющему находить промежуточные значения величины по имеющемуся дискретному набору известных значений и перейти таким образом от дискретного к континуальному (непрерывному) описанию системы [Бадина, Бабурин, 2017]. Как писал А. Пуанкаре: «Какой бы ни была наша робость, робость эмпириков, но мы все же вынуждены пользоваться методом интерполяции; опыт дает нам лишь известное число изолированных точек, и нашему уму самому приходится соединить их посредством одной непрерывной линии; в этом-то, прежде всего, и состоит настоящее обобщение. Но мало того: кривая, которую мы проводим, пройдет где-нибудь между наблюдаемыми точками и вблизи их, но не пройдет через сами точки. Таким образом, опыт не только обобщается, но и исправляется нами» [Пуанкаре, 2016].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методы реанализа и пространственной интерполяции широко применимы в физической географии для описания явлений, данные о которых имеют точечную привязку и нелинейный характер распределения по территории. Попытки проведения интерполяций с использованием простой гравитационной модели, не раскрывающей в полной мере всей сложности функциональных зависимостей пространственных переменных, в экономико-географических исследованиях связаны главным образом с построением поля потенциала [Тикунов, 1980; Гусейн-Заде, 1988; Ханин и др., 1988; Бабурин, 2012]. Однако инструмент пространственной интерполяции имеет большие перспективы использования для решения широкого круга задач социально-экономической географии, которые требуют анализа статистических данных и рассчитанных на их основе интегральных показателей (например, плотности населения, индекса человеческого развития, среднего потребления электроэнергии, комплекса экологических показателей и др.) в каждой точке пространства вне границ административно-территориального деления.

Таким образом, если известны значения переменных в некоторых точках исследуемых административно-территориальных ячеек, то инструмент интерполяции позволяет построить континуальную структуру, позволяющую не только определить наиболее ве-

роятное значение показателя в каждой ее точке, не обеспеченной фактическими данными, но и направления наиболее быстрых и медленных темпов изменений исследуемых показателей в пространстве. Таким образом, исследование переходит уже на качественно новый уровень – от простого статического описания системы к рассмотрению ее в динамическом аспекте.

Выделяют два основных подхода к интерполяции: детерминированный и геостатистический (применим также и смешанный подход) [Journel, Huijbregts, 1978; Каневский и др., 1999]. Методы детерминированной интерполяции предполагают аппроксимацию неизвестной переменной параметрически заданной функцией. Параметры выбираются таким образом, чтобы оптимизировать некоторый критерий наилучшего приближения в точках выборки (например, метод наименьших квадратов, точное совпадение). Геостатистические методы (кригинг – регрессия на основе гауссовых процессов) используют статистические отношения между всеми измеренными точками, оценивая пространственную корреляцию, которая может использоваться для объяснения изменения переменных по координате. Перспективным направлением является применение стохастического моделирования. В то время как детерминистические и геостатистические модели всегда дают единственное и сглаженное значение оценки в искомой точке при выбранных модельных параметрах, стохастическое моделирование дает возможность воспроизведения исходной вариабельности и получения множества равновероятных реализаций пространственной функции на конкретной территории [Геостатистика..., 2010]. Такой подход особенно актуален при исследовании природного риска, всегда связанного с высокой степенью неопределенности, поскольку именно равновероятные реализации позволяют описать пространственную вариабельность (изменчивость) и неопределенность пространственной функции, оценить вероятности и риск.

В предыдущих работах для целей исследования природного риска, понимаемого как комбинация природной опасности и уязвимости, автором был разработан абстрактный показатель плотности социально-экономического потенциала территории, отражающий плотность населения, основных фондов и валового производства на единице хозяйственно освоенной площади муниципального образования [Бадина, 2017]. Данный показатель характеризует уязвимость территориальных социально-экономических систем муниципального уровня к воздействию неблагоприятных и опасных природных процессов и явлений. Как показали исследования, чем выше концентрация потенциала в пределах освоенной части рассматриваемого пространства, тем выше при прочих равных условиях его уязвимость к природным опасностям и, соответственно, наиболее высоки вероятные риски. Однако по вышеизложенным причинам представление показателя плотности социально-экономического потенциала в разрезе ячеек административно-территориального деления является не вполне корректным в контексте исследования природного риска, и возникает задача интерполяции его значений и построения континуальной структуры.

В данной работе был использован инструмент пространственной интерполяции пакетов *SURFER* и *ESRI ArcGIS*, применен детерминированный метод обратных взвешенных расстояний (*Inverse Distance Weighted Interpolation*), основанный на предположении о том, что значение уязвимости элементов территориальных социально-экономических систем, находящихся в непосредственной близости, более близки, чем тех, которые значительно удалены друг от друга. Иными словами, наиболее близкие к местоположению с неизвестными значениями обеспеченные статистической информацией точки оказывают большее влияние на прогнозируемое значение, чем удаленные от него на значительное расстояние. Вес точки уменьшается как функция от расстояния. Веса

пропорциональны обратным расстояниям между координатами (между точкой данных и интерполируемым местоположением), возведенными в степень, соответствующую характеристикам конкретного пространства. Модуль *Geostatistical Analyst* позволяет производить оценку нескольких значений степени для определения того значения, которое выдает наименьшую ошибку.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Апробация предложенной модели для выявления закономерностей распределения социально-экономического потенциала в пределах разных по своим характеристикам территорий была проведена на контрастных (как между собой, так и внутренне) макрорегионах: Арктической зоне России и двух горных макрорегионах – Северном Кавказе и Южной Сибири. В табл. 1 приведены основные показатели, характеризующие неоднородность интенсивности их хозяйственной освоенности, в том числе два основополагающих пространственных параметра индекса плотности социально-экономического потенциала территории (площадь земель сельхозугодий и площадь застроенных земель).

Таблица 1. Социально-экономические различия исследуемых макрорегионов
Table 1. Socio-economic differences of the macroregions

Макрорегион/показатель	Арктическая зона России	Северный Кавказ	Южная Сибирь
Плотность населения, чел./км ²	0,6	60	6
Средняя людность муниципального образования, тыс. чел.	45	79	44
Количество, единиц/доля, % от генеральной совокупности рассматриваемых муниципальных образований, с численностью населения более 100 тыс. чел.	6/12	43/25	19/7
Доля сельхозугодий от общей площади макрорегиона, %/среднее значение доли сельхозугодий в структуре земель муниципальных образований, %	7/5	51/52	17/33
Доля застроенных земель от общей площади макрорегиона, %/среднее значение доли застроенных земель в структуре земель муниципальных образований, %	0,08/5	3/10	0,6/8
Доля региональных столиц (для Арктической зоны России – крупнейшего города, если регион включен в нее частично) в общей численности населения макрорегиона, %	43	22	31

Априори можно выдвинуть гипотезу о том, что особенности рельефа территории влияют на конфигурацию поля плотности потенциала. В связи с этим для апробации методики были выбраны регионы с неоднородным рельефом, где четко выражены горная, предгорная и равнинная части. Разнообразие форм рельефа предопределяет большое разнообразие форм расселения, хозяйственной деятельности, высокую степень неравномерности распределения потенциала по территории, множество сочетаний природных опасностей и, как следствие, широкий спектр их негативных эффектов. С этих позиций обоснован выбор регионов Северного Кавказа и Южной Сибири.

Наиболее очевидным различием этих двух горных территорий является в первую очередь разница в плотности населения. Для рассмотренной части Северного Кавказа она составляет примерно 60 чел./км², а для регионов Юга Сибири – всего 6 чел./км², то есть на порядок меньше (при средней людности муниципального образования – 79 тыс. человек и 44 тыс. человек, соответственно). Для сравнения: в Арктической зоне России плотность населения – 0,6 чел./км² территории, средняя людность – 45 тыс. человек.

Также важно отметить, что на Северном Кавказе в 43 муниципальных образованиях из 171 рассмотренных численность населения превышает 100 тыс. человек, при этом его концентрация в региональных столицах минимальна (в Южной Сибири – 19 муниципальных образований из 290, в Арктике – лишь 6 из 50). Значимым дифференцирующим фактором являются различия макрорегионов по структуре землепользования. На Северном Кавказе по генеральной совокупности площадь сельхозугодий достигает 1/2 от общей площади земель муниципальных образований, в Южной Сибири – 1/3, в Арктической зоне России – всего 7 %, несмотря на значительные по площади оленьи пастбища. Доля застроенных земель – 10; 8 и 5 %, соответственно.

В целом можно отметить, что специфической особенностью территории Российской Арктики является чрезвычайно низкая плотность населения и застройки, сверхконцентрация населения и социально-экономического потенциала в крупнейших городах. На Северном Кавказе все показатели свидетельствуют о более равномерном освоении пространства, а Южная Сибирь занимает промежуточное положение между двумя макрорегионами на уровне хозяйственной освоенности и концентрации потенциала.

На рис. 1 представлено поле плотности социально-экономического потенциала для территории Арктической зоны России. Значения индекса проинтерполированы от локальных максимумов (Мурманска, Архангельска, Нарьян-Мара, Анадыря, Тарко-Сале и др.). Максимальные градиенты (т. е. скорость падения индекса при центробежном движении) наблюдаются в наиболее хозяйственно освоенных ареалах – Европейской части Российской Арктики (в частности на Кольском полуострове). Поскольку скорость изменения плотности социально-экономического потенциала здесь предельно высока, отмечается сильное сгущение изолиний, соответственно, более быстрыми темпами снижается уровень уязвимости от потенциальных природных опасностей, в Азиатском Арктическом секторе уровень уязвимости, напротив, сохраняется неизменно низким на значительных по площади территориях. Минимальные значения интерполяция имеет в арктических районах Якутии.

Важно отметить, что эмпирическая апробация модели позволила подтвердить ее достоверность. Например, рассчитанное значение плотности социально-экономического потенциала для г. Норильска не было заложено в модель для интерполяции, однако смоделированное значение для этого города совпало с фактическим.

Очевидны также различия в скорости пространственных изменений плотности социально-экономического потенциала между двумя горными макрорегионами (Южной Сибирью и Северным Кавказом). Как видно на картах (рис. 2, 3), густота изолиний при центробежном движении от локальных центров в целом выше на Северном Кавказе (например, плотность социально-экономического потенциала в рамках модели в среднем уменьшается вдвое за более короткий отрезок пути), что говорит о более интенсивной и равномерной освоенности данной территории. Иными словами, более «сильные» в данном силовом поле центры в Южной Сибири имеют большее взаимное влияние, чем на Кавказе, поэтому темпы изменения плотности социально-экономического потенциала в пространстве между ними менее значительны.

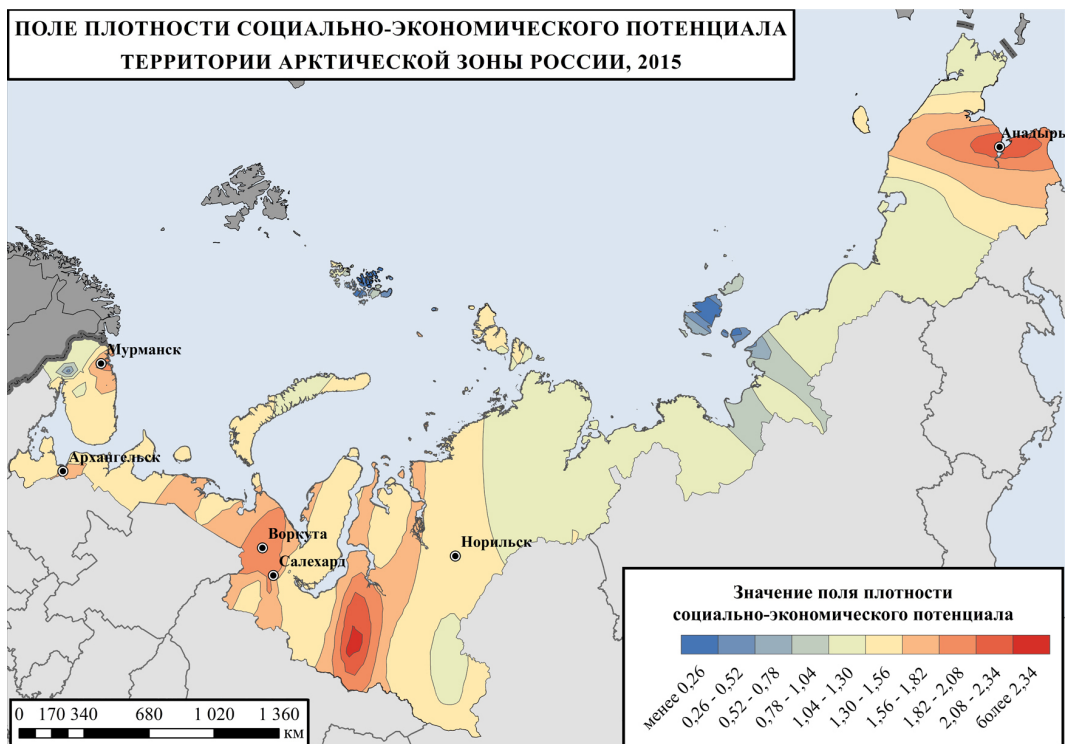


Рис. 1. Поле плотности социально-экономического потенциала
территории Арктической зоны России, 2015 г.

Fig. 1. Density field of territorial socio-economic potential in Russian Arctic, 2015

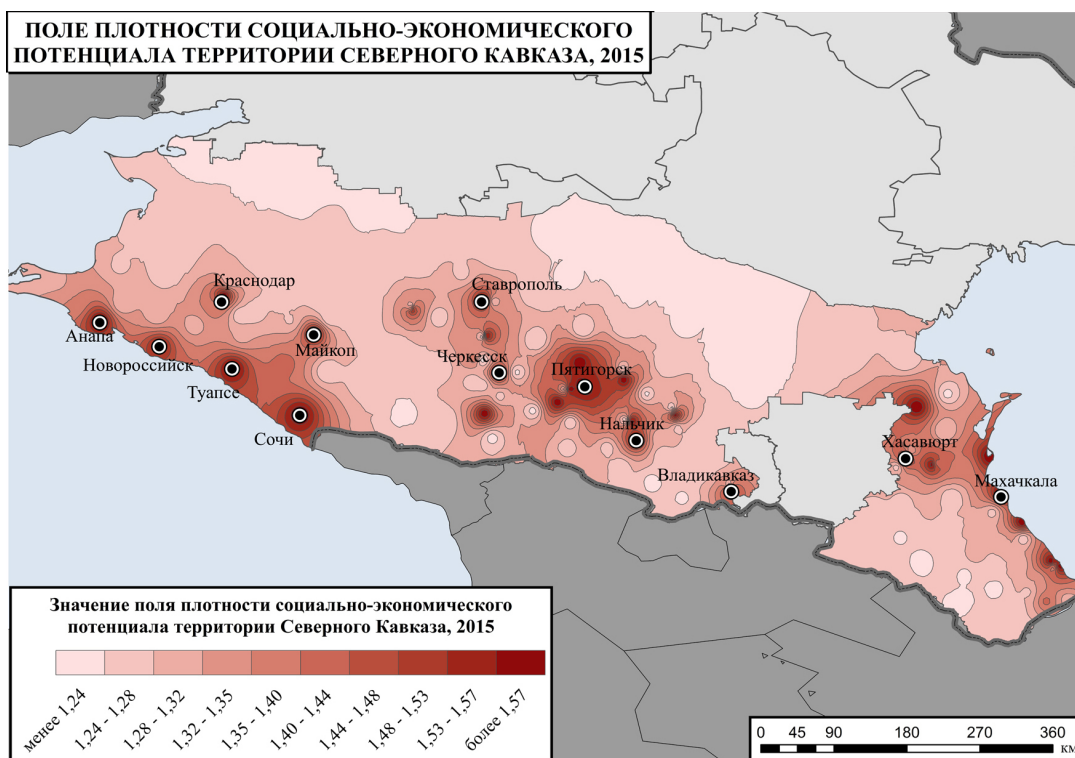


Рис. 2. Поле плотности социально-экономического потенциала
территории Северного Кавказа, 2015 г.

Fig. 2. Density field of territorial socio-economic potential in North Caucasus, 2015

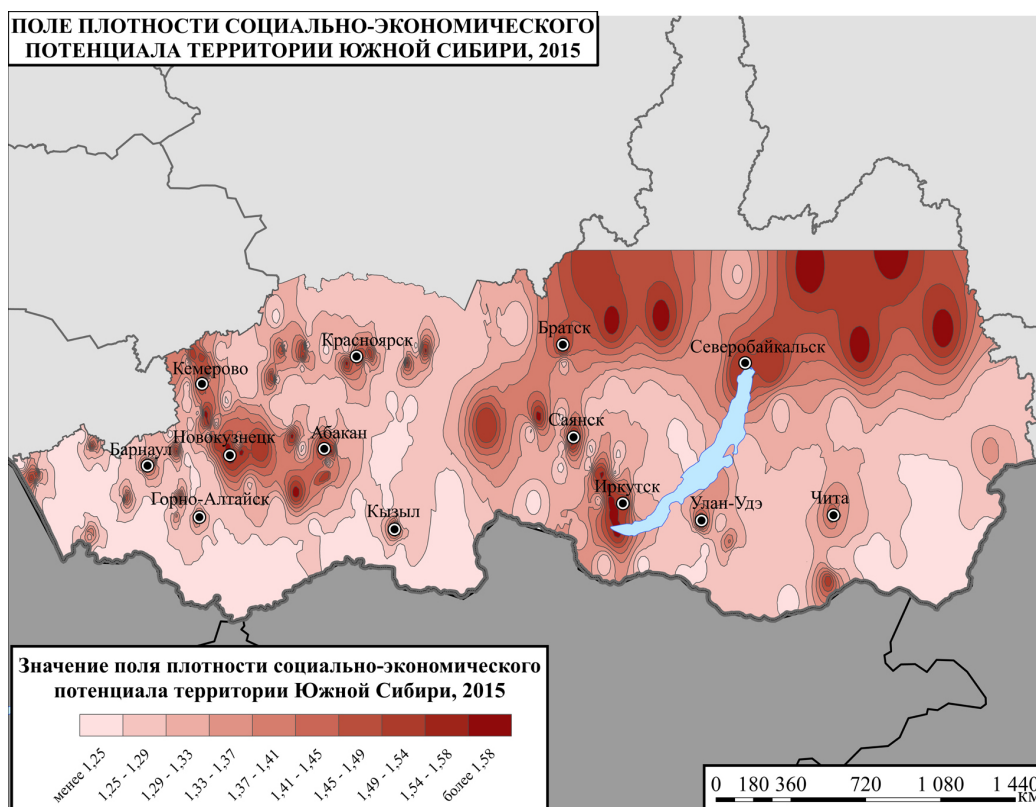


Рис. 3. Поле плотности социально-экономического потенциала территории Южной Сибири, 2015 г.

Fig. 3. Density field of territorial socio-economic potential in Southern Siberia, 2015

Метод поля также позволяет проследить внутримакрорегиональную дифференциацию: широкие полосы низких значений индекса плотности социально-экономического потенциала наблюдаются в главных сельскохозяйственных ареалах (равнинные районы Краснодарского и Ставропольского краев на Северном Кавказе, Алтайского Края в Южной Сибири).

Если проанализировать закономерности изменений плотности социально-экономического потенциала на различных гипсометрических уровнях рассматриваемой территории, то на Северном Кавказе в высокогорных районах и на равнинах наиболее распространены широкие ареалы низкой плотности потенциала. В густонаселенных среднегорьях концентрация потенциала и скорость его пространственных изменений наиболее высоки, в предгорных, переходных по своей сути районах, сочетающих в себе особенности пространственного распределения потенциала, присущие как горам, так и равнинам, отмечаются разные значения плотности, от минимальной до максимальной. В целом можно отметить следующую закономерность: уровень плотности социально-экономического потенциала с увеличением высоты административного центра повышается, достигая своего максимума в среднегорьях и вновь понижаясь на самых высоких гипсометрических уровнях.

В Южной Сибири можно отметить пространственные особенности изменения плотности социально-экономического потенциала, присущие как Северному Кавказу (широкие ареалы низкой плотности в аграрном и густонаселенном Алтайском крае, равнинной части Кемеровской области и др.), так и Арктике (высокая плотность, но при этом быстрые темпы пространственных изменений в периферийных горных районах Иркутской области, Республики Бурятия, Забайкальского края с очаговым ресурсным освоением).

Моделирование полей плотности социально-экономического потенциала территории методом пространственной интерполяции является перспективным в контексте изучения природных рисков, но для повышения точности ожидаемых результатов необходим большой объем эмпирической базы (статистическими данными должно быть обеспечено максимально большое число населенных пунктов рассматриваемой территории).

ВЫВОДЫ

1. В экономико-географических исследованиях разной направленности для элиминирования таких проблем, как неполнота информации, ограниченность статистических данных, их привязка к искусственным границам административно-территориального деления, может быть применен метод пространственной интерполяции данных. Его преимущества заключаются в том, что исследуемое явление представляется в виде непрерывной функции, вероятностное значение которой может быть определено в каждой точке рассматриваемой территории.

2. Для Арктической зоны России была выявлена дифференциация в уровне уязвимости социально-экономического потенциала и темпах ее изменения между Европейским и Азиатским секторами: скорость изменения плотности потенциала от локальных максимумов, а соответственно и потенциальных рисков, выше в более освоенных западных регионах.

3. Анализ интерполяций для двух горных макрорегионов показал, что более «сильные» в своем силовом поле крупнейшие центры в Южной Сибири имеют большее взаимное влияние, чем на Северном Кавказе, поэтому темпы изменения плотности социально-экономического потенциала в пространстве между ними менее значительны.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФ № 16-17-00104 и гранта РФФ № 14-37-00038-П.

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was funded by the Russian Science Foundation, No 16-17-00104, No 14-37-00038-P.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бабурин В.Л.* Развитие территориальных природно-хозяйственных систем как основы экономики // Вестн. Моск. ун-та. Серия 5: География. 2012. № 5. С. 5–12.
2. *Бадина С.В.* Количественная оценка уязвимости социально-экономического потенциала Российской Арктики в зоне деградации вечной мерзлоты // Региональные исследования. 2017. № 3 (57). С. 107–116.
3. *Бадина С.В., Бабурин В.Л.* Моделирование и пространственный анализ поля социально-экономического потенциала Российской Арктики // InterCarto/InterGIS 23. Т. 1. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2017. С. 27–35.
4. *Геостатистика: теория и практика / В.В. Демьянов, Е.А. Савельева; под ред. Р.В. Арутюняна; Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. М.: Наука, 2010. 327 с.*
5. *Гусейн-Заде С.М.* Модели размещения населения и населенных пунктов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. 92 с.
6. *Каневский М., Демьянов В., Савельева Е. и др.* Элементарное введение в геостатистику. М., 1999. 136 с.

7. *Пуанкаре А.* Наука и гипотеза: пер. с фр. / Под ред. и с предисл. А.Г. Генкеля. Изд. стереотип. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2016. 238 с.
8. *Тикунов В.С.* Сравнительный анализ способов составления карт потенциала поля расселения // Изв. Всесоюзн. Географ. об-ва. 1980. Т. 112. Вып. 3. С. 191–201.
9. *Ханин С.Е., Гусейн-Заде С.М., Михеева В.С.* Моделирование территориальных социально-экономических систем // Вестн. Моск. ун-та. Серия 5: География. 1988. № 3. С. 14–20.
10. *Journel A.G., Huijbregts Ch.J.* Mining Geostatistics. London: Academic Press, 1978. 600 p.

REFERENCES

1. *Baburin V.L.* Development of territorial natural-economic systems as the basis of the economy. Vestnik Moskovskogo universiteta, Serija 5: Geografija, 2012. No 5. P. 5–12 (in Russian).
2. *Badina S.V.* Quantitative assessment of the socio-economic potential vulnerability in Russian Arctic permafrost degradation zone. Regional'nyye issledovaniya, 2017, No 3 (57). P. 107–116 (in Russian).
3. *Badina S.V., Baburin V.L.* Modeling and spatial analysis of the social-economic potential field (case study – Russian Arctic). InterCarto/InterGIS 23, Т. 1, Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, Moscow, 2017. P. 27–35 (in Russian).
4. Geostatistics: theory and practice. V.V. Dem'yanov, Ye.A. Savel'yeva; red. R.V. Arutyunyan. Institut problem bezopasnogo razvitiya atomnoy energetiki RAN. Moscow: Nauka, 2010. 327 p. (in Russian).
5. *Guseyn-Zade S.M.* Models of the population and settlements distribution. Moscow: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 1988. 92 p. (in Russian).
6. *Journel A.G., Huijbregts Ch.J.* Mining Geostatistics. London: Academic Press, 1978. 600 p.
7. *Kanevskiy M., Dem'yanov V., Savel'yeva Ye. et al.* Elementary introduction to geostatistics. Moscow, 1999. 136 p. (in Russian).
8. *Khanin S.Ye., Guseyn-Zade S.M., Mikheyeva V.S.* Modeling of territorial socio-economic systems. Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 5: Geografija, 1988, No 3. P. 14–20 (in Russian).
9. *Puankare A.* Science and hypothesis. Red. A.G. Genkel. Moscow: Knizhnyy dom "LIBROKOM", 2016. 238 p. (in Russian).
10. *Tikunov V.S.* Comparative analysis of methods for mapping the potential of settlement field. Izvestiya Vsesoyuznogo Geograficheskogo obshchestva, 1980, V. 112 (3). P. 191–201 (in Russian).