

Факторний аналіз призначений для інтерпретації кореляційної матриці m -вимірної величини ξ . У результаті дістають: оцінку кількості незалежних факторів, які керують розподілом ξ ; факторні навантаження, які характеризують вплив факторів; головні компоненти, які посередньо відображають фактори через нормовані компоненти $\eta = \xi / D\xi$. *Завдання кореляційного аналізу* полягають в вимірі щільності зв'язку між ознаками, визначенні невідомих причинних зв'язків і в оцінці факторів, що мають найбільший вплив на результативну ознаку. *Регресійний аналіз* має на меті встановлення форми залежності, визначення функції регресії, використання рівняння для оцінки невідомих значень залежної змінної.

Висновки. Отже, ймовірно-статистичні методи аналізу є досить універсальними, їх використання спрощує інтерпретацію, аналіз та обробку геологічних даних, наступне прогнозування(моделювання). Слід використовувати ці методи при навчанні студентів, та безпосередньо використовувати їх при обробці геолого-геофізичних даних.

Література

1. Штогрин Л.В., Багрій С.М. Інформатика та обробка геологічних даних: Лабораторний практикум. – Івано-Франківськ: Факел, 2008. – 110 с.
2. Жуков М.Н. Математична статистика та обробка геологічних даних. – К.: Вид-во Київ. нац. ун-ту, 2008. – 450 с.
3. Жуков М.Н. Статистичний аналіз геологічних даних. – К., 551 с.
4. Херхагер М., Партоль М. Mathcad 2000: полное руководство. – К.: «Ирина», ВНУ, 2000. – 414 с.

Summary

Bersym I.O. Interpretation and Statistical Processing of Geological and Geophysical Data Probabilistic and Statistical Methods Using Computer-Aided Design for Example Factor Analysis in an Environment Mathcad.

This article reviews the main statistical functions, probability and statistical analysis methods in the primary processing of geological data and an example of using Mathcad environment in the interpretation of data in case of multiple correlation, factor analysis.

УДК 911.37 (475)

А.С. Соколов

АНАЛИЗ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ БЕЛАРУСИ

В статье рассматриваются вопросы, связанные с расчётом показателей, характеризующих степень равномерности размещения населения по территории Беларуси, а также подходы и методы картографического представления полученных данных. Определены такие показатели, как соотношение реальной и социальной плотности, поля плотности населения, потенциал поля расселения, центры тяжести населения и ряд других. Проведён анализ размещения населения по областям и всей стране в целом.

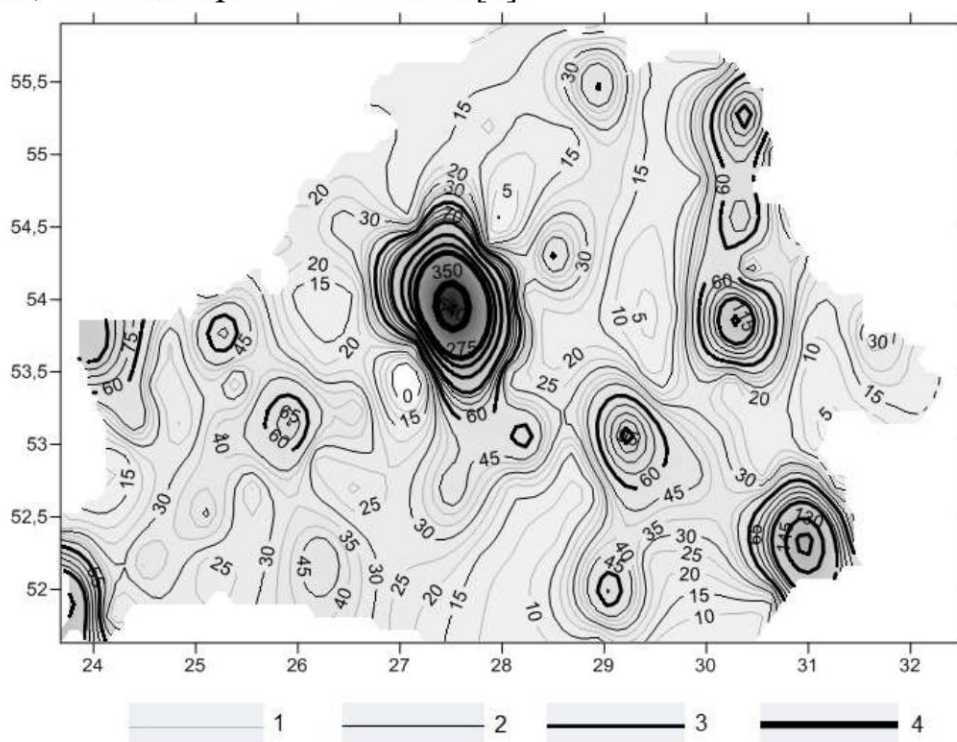
Исследования, направленные на научное обеспечение процесса перехода к устойчивому развитию не могут не затрагивать такой аспект социально-экономической организации государства, как особенности размещения населения на его территории. Как указывается в «Повестке дня на XXI век», принятой в 1992 году в Рио-де-Жанейро, между демографическими тенденциями и факторами и устойчивым развитием существует тесная взаимосвязь. Согласно этому же документу, в глобальном анализе проблем охраны окружающей среды и развития необходимо обеспечить учет демографических тенденций и факторов. Ставится вопрос о выявлении взаимосвязи между демографическими процессами, природными ресурсами и системами, обеспечивающими поддержание жизни, учитывая региональные и субрегиональные различия, обусловленные, в частности, неодинаковым уровнем развития [1].

Целью настоящей работы является вычисление и анализ показателей, характеризующих степень равномерности размещения населения по территории Беларуси, сравнение различных способов картографического отображения этих показателей, выявление регионов с различной равномерностью размещения населения, а также оценка степени равномерности размещения населения по Беларуси в целом.

Традиционным и наиболее распространённым способом отображения неоднородности размещения населения является вычисление общей плотности населения по административным районам, и отображение её в виде картограммы. К числу недостатков такого представления относится то, что картограммам обычно свойственна двойная дискретность [2]: первая – плановая заключается в «ячеистости» изображаемой территории, четкости границ между территориальными ячейками, вторая – высотная выражается в том, что количественные показатели представлены обычно в ступенчатой шкале.

Другим подходом к картографированию рассматриваемого явления является составление карт полей плотности населения, выполненных способом псевдоизолиний. Термин «поле» впервые предложен в физике. Физический смысл поля заключается в том, что оно рассматривается как особая форма материи, система с бесконечным числом степеней свободы. Источниками физических полей являются частицы (например, для электромагнитного поля – заряженные частицы). Создаваемые частицами физические поля переносят взаимодействия между соответствующими частицами [3]. Затем термин «поле» начали, насыщая новым содержанием, использовать в других областях знаний. Так, в географии появилась концепция географического поля, которое рядом авторов рассматривается как модель распространения в пространстве отдельных яв-

лений (как физико-, так и экономико-географических), аналог физических полей: поле распределения элементов, видов растений, размещения населения, лесистости, природных ресурсов, атмосферного давления, температур, инвазий [4] и т.д., причём в виде полей могут быть представлены как непрерывные, так и дискретные явления. Такой способ представления результатов базируется на абстрактно-математическом понятии географического поля, предполагающим наличие пространства, в каждой точке которого определено численное значение некоторой величины. При этом поле рассматривается как функция положения точки в пространстве и времени. В таком виде объём понятия «поле» значительно расширяется. Оно охватывает уже не только природные, но и социально-экономические явления, в виде полей могут быть представлены как непрерывные, так и дискретные явления [5].



1 – изолинии, проведённые через каждые 5 чел./км²; 2 – через каждые 15 чел./км²; 3 – через каждые 60 чел./км²; 4 – через каждые 300 чел./км²

Рис. 1. Карта изолиний плотности населения, составленная по значениям плотности в центральной точке административных районов

Особая метричность карт полей, позволяющая снимать данные в любых точках и любых количествах, создала благоприятные возможности для сопоставления рассматриваемых карт не только и не столько визуально, сколько на уровне математической обработки картометрической информации [6].

К составлению карт полей плотности населения (как и любых других дискретных географических явлений) также возможно применение различных

подходов [5, 6]. Первый заключается в том, что изолинии таких явлений строятся по площадным показателям, условно относимых к центрам соответствующих территориальных ячеек. Второй – в использовании метода скользящего кружка, когда вся исследуемая территория покрывается равномерной сетью точек, вокруг каждой из которых проводится окружность определённого радиуса (окружности могут частично перекрывать друг друга). В пределах каждой окружности рассчитывается значение картографируемого показателя, которое относится к центру этой окружности. Однако необходимо помнить о принципиальном различии между изолиниями и псевдоизолиниями. Последние отражают не реальные, а искусственные, абстрактные поля. При изменении плотности данных или способа расчета такие искусственные поля претерпевают сильные изменения. Поэтому на картах желательно указывать способ расчета исходных данных, по которым построены псевдоизолинии [7].

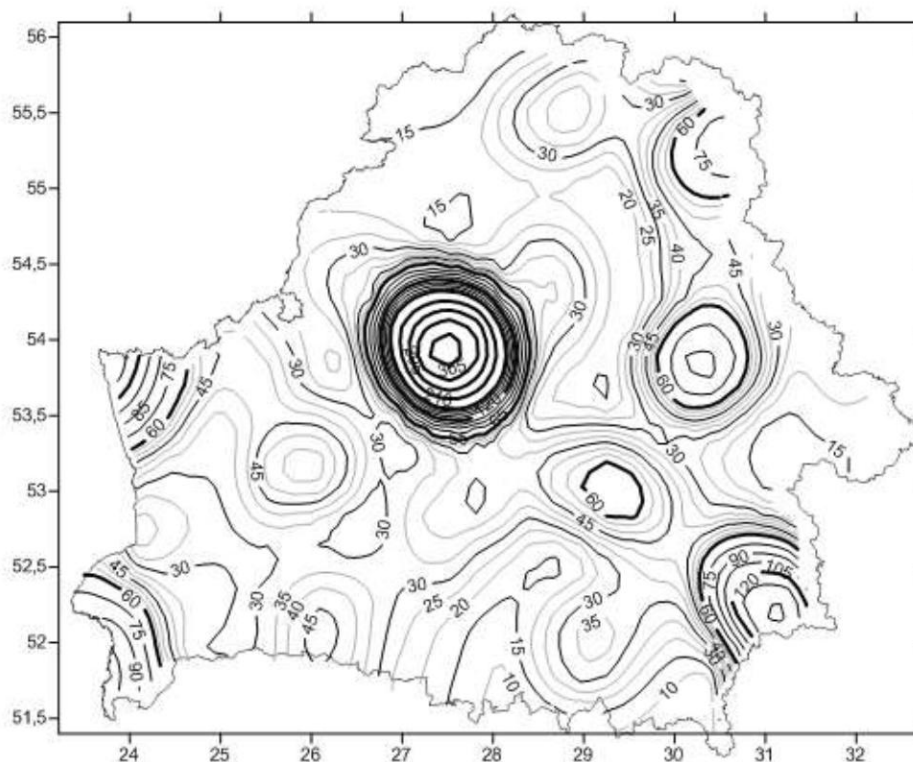


Рис. 2. Карта изолиний плотности населения, составленная способом скользящего кружка

Нами были составлены карты полей плотности всего населения в целом, а также отдельно сельского населения. Они были созданы с помощью обоих описанных подходов. На рисунках 1, 4 изображены карты полей плотности всего и сельского населения соответственно, построенные по показателям плотности, относимых к географическим центрам административных районов.

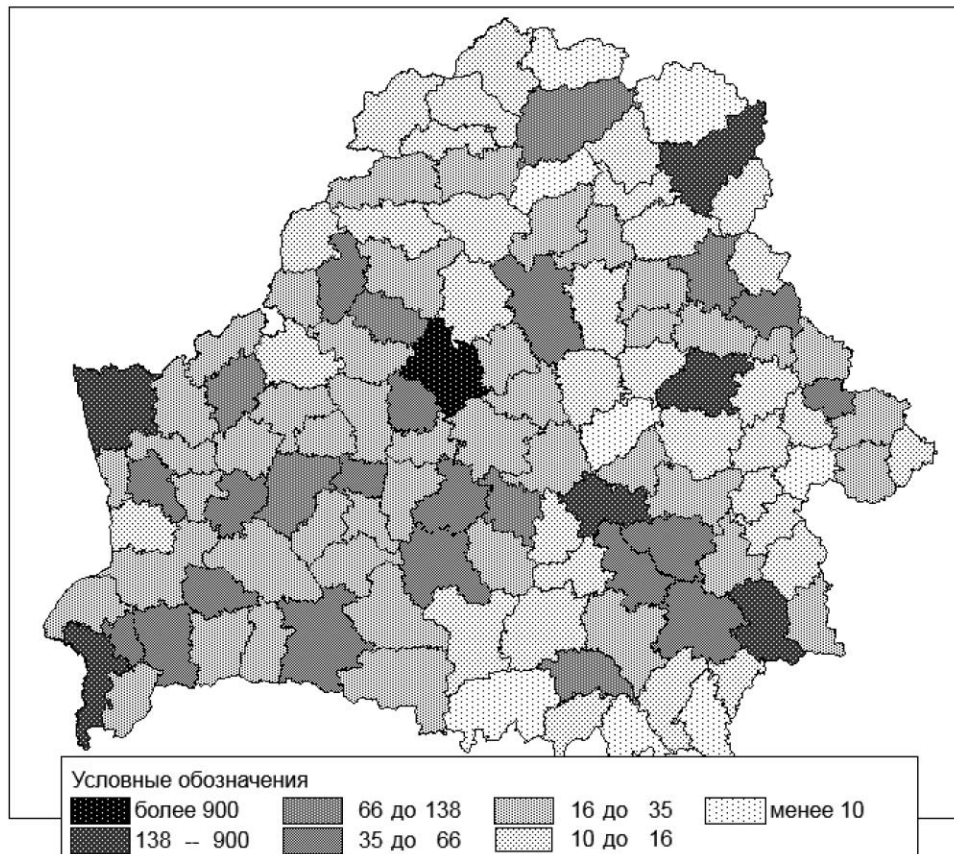


Рис. 3. Картограмма плотности населения Беларуси

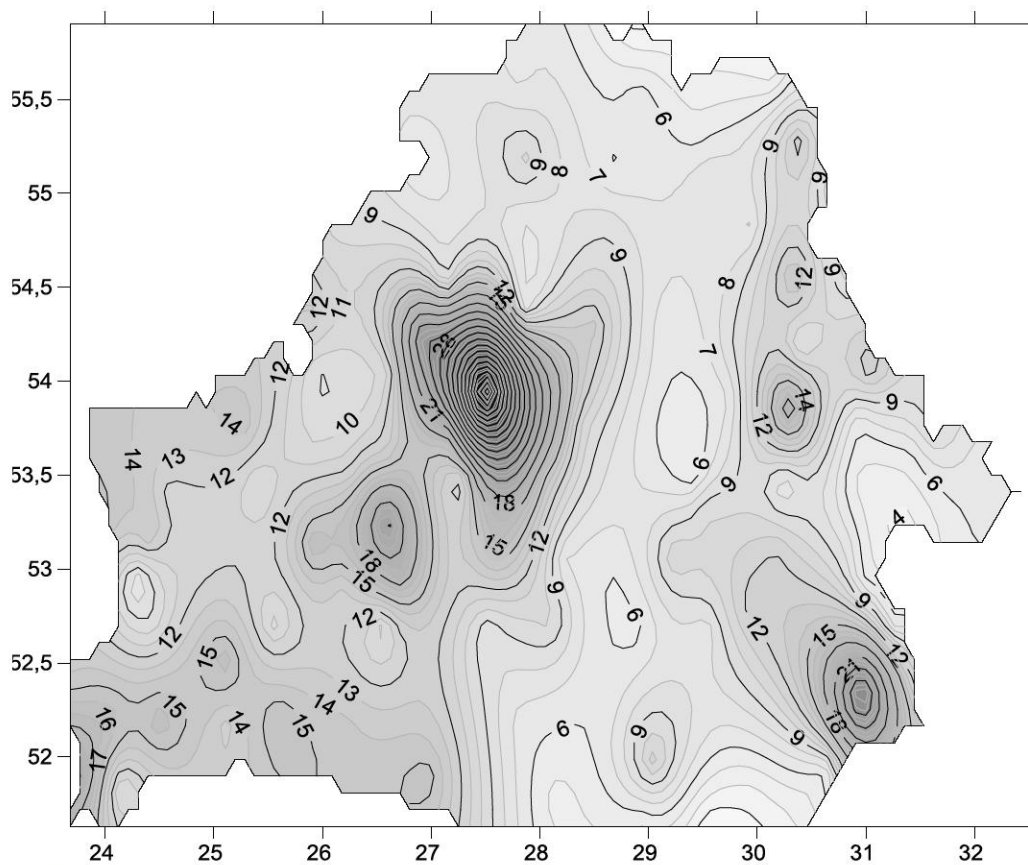


Рис. 4. Карта изолиний плотности сельского населения, составленная по значениям плотности в центральной точке административных районов

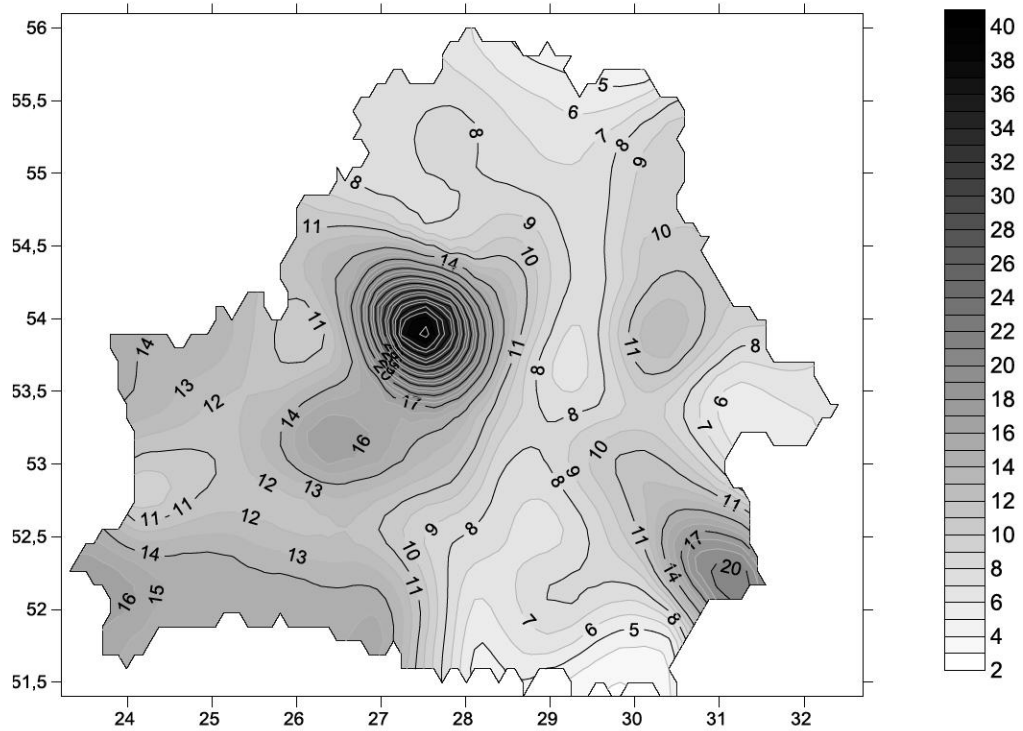


Рис. 5. Карта изолиний плотности сельского населения, составленная способом скользящего кружка

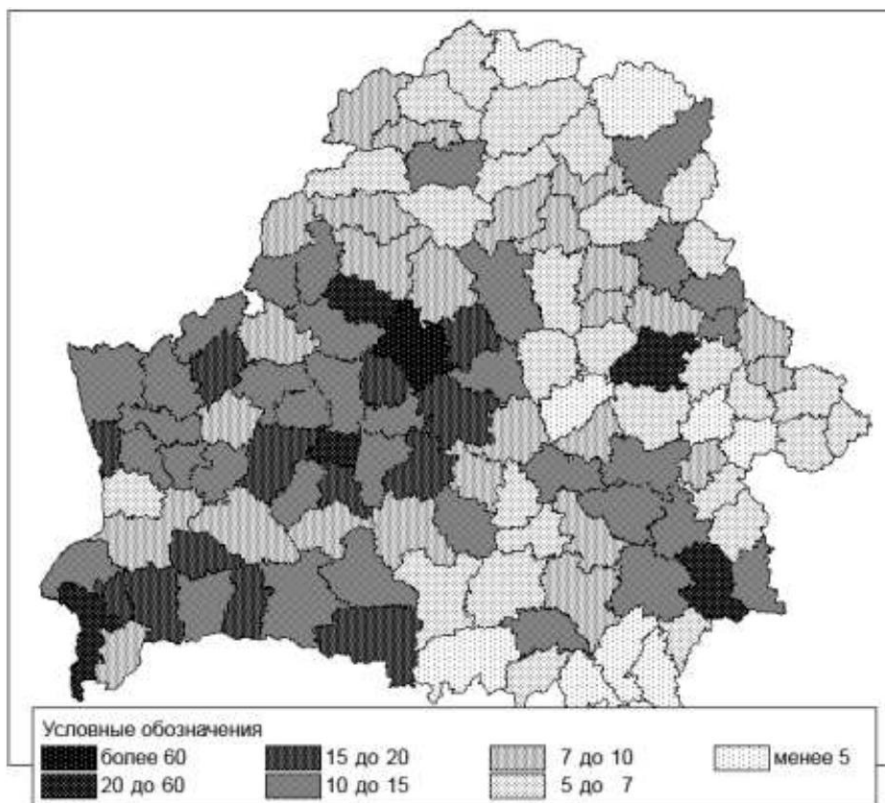


Рис. 6. Картограмма плотности сельского населения

На рисунках 2, 5 – карты, построенные методом скользящего кружка. По территории Беларуси равномерно было размещено 1159 точек на расстоянии 20 км друг от друга. Вокруг каждой из них была описана окружность диаметром

40 км. Значение плотности в пределах каждой окружности рассчитывалось как сумма значений плотности, пропорциональных площади участков районов, попавших в пределы каждой окружности (использовалась программа «Пропорциональное перекрытие» ГИС *MapInfo Professional 12.0.2*). Построение карт полей осуществлялось с помощью программы *Surfer 12*.

На рисунках 3, 6 для сравнения приведены картограммы плотности.

Сравнение карт полей, построенных с применением обоих описанных подходов, показывает, что карты являются вполне схожими. Это можно объяснить тем, что большинство районов имеют сходные по размеру площади (коэффициент вариации 34%), а также характеризуются компактной конфигурацией. Чем больше разница в площадях и отношениях длины и ширины районов, тем более различающимися будут карты полей. Тем не менее, для карт, созданных на основе географических центров районов, характерно более резкое изменение градиента плотности, наличие замкнутых контуров со значительно более высокими «пиками» (рисунки 1, 4). Тогда как изменения плотности на картах, построенных способом скльзящего кружка, более плавные, с более сглаженными и менее резкими «пиками» (рисунки 2, 5).

Кроме показателей плотности населения нами были рассчитаны и другие показатели, отражающие те или иные характеристики территориальной организации населения – социальную плотность населения, потенциал поля расселения, показатели центра тяжести населения и ряд других.

Социальная плотность населения рассчитывается по формуле:

$$P_{соц} = \sum_{i=1}^n \frac{P_i \cdot N_i}{N_{общ}}$$

где P_i – средняя плотность i -ой части территории), N_i – численность населения i -ой части территории и $N_{общ}$ – все население территории.

Совпадение значений реальной и социальной плотности будет наблюдаться в том случае, если имеется идеально равномерное размещение населения по рассматриваемой территории. Таким образом, по соотношению значений можно судить о неравномерности размещения населения по территории. Чем ближе соотношение к единице, тем более равномерным является размещение населения. Для областей Беларуси и республики в целом эти отношения отдельно для всего и для сельского населения показаны в таблице 1.

При помощи **потенциала поля расселения** (ППР) определяют потенциальное влияние территориальных групп населения. Потенциал поля расселения, или демографический потенциал, впервые был предложен Дж. Стюартом (1958 г.), а в нашей стране уточнен Ю.В. Медведковым (1965 г.) [8].

В отличие от плотности населения ППР характеризует не местные взаимосвязи населения с территорией, а потенциальное влияние территориальных групп населения, а также более точно характеризует степень взаимной близости (или удаленности) населенных мест, так как в реальной действительности население не замыкается в местных территориальных рамках и взаимодействует на более или менее обширных пространствах в зависимости от территориальной организации производительных сил. Взаимные связи предполагают наличие взаимного влияния территориальных групп населения. Их величина, густота, в свою очередь, зависят от степени населенности территории, которую также характеризует ППР. Из-за того, что расчет ППР для всех населенных пунктов весьма трудоемкая операция, возможно географически более простое его определение по сети только городских поселений. При этом каждый город рассматривается в качестве точки с определенным населением, а изображение значений потенциала на карте показывает зоны влияния городов, их взаимную связность и иерархическую соподчиненность. Следует помнить, что отображаются не реальные связи, а потенциальные возможности связей между поселениями, прямо пропорциональные численности жителей в них и обратно пропорциональные расстоянию. Во многих случаях реальные связи не соответствуют потенциальным возможностям из-за особенностей дорожной сети, функциональных типов поселений и по другим причинам [8].

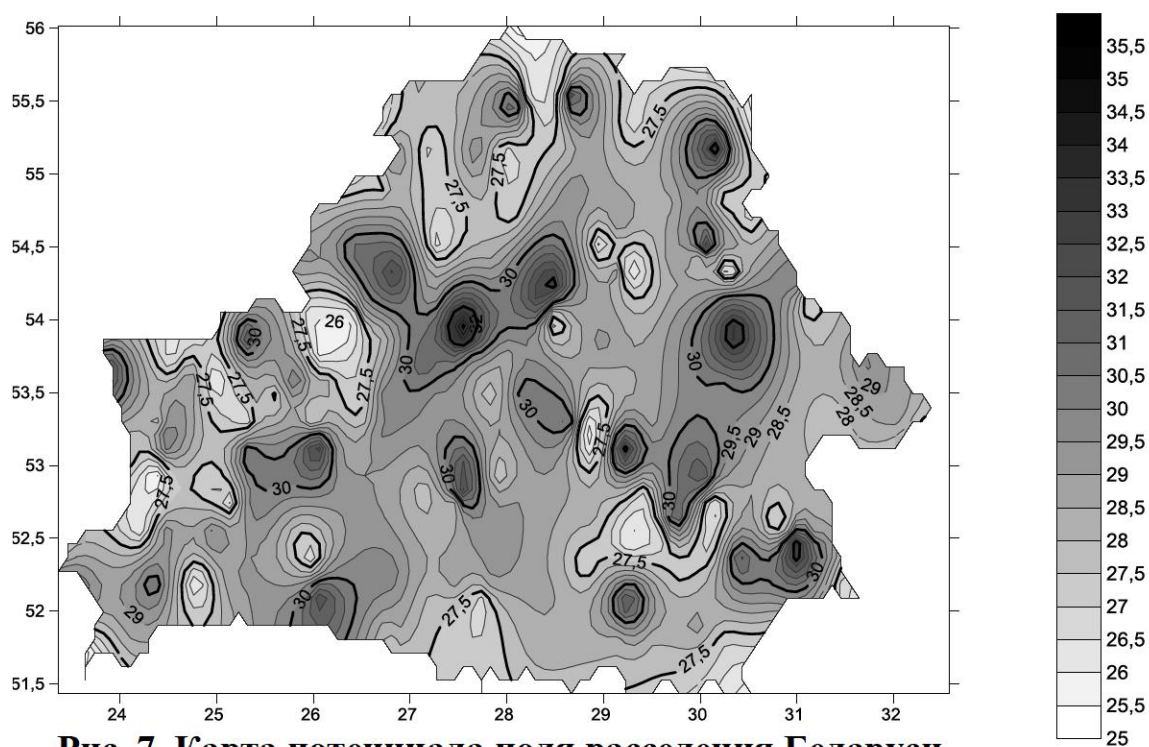


Рис. 7. Карта потенциала поля расселения Беларуси

Потенциал поля расселения определяется в пределах данной территории (поля) для данного пункта как сумма отношений людности в нем и прочих пунктах к расстояниям от этого пункта до всех прочих:

$$V_i = N_i \sum_{j=1}^n \frac{N_j}{R_{ij}},$$

где N_i – численность населения в населённом пункте, для которого рассчитывается потенциал поля расселения; N_j – численность населения в j -ом населённом пункте на данной территории; R_{ij} – расстояние от i -го до j -го населённого пункта.

ППР был рассчитан для территории Беларуси на основе данных о численности 204 городских населённых пунктов, для каждой пары из которых был определён показатель V_i (всего 41,5 тыс. пар). Расчёт значений производился с помощью ГИС *MapInfo Professional 12.0.2*. Для составления карты в связи с большими значениями и большим их разбросом были взяты логарифмы рассчитанного показателя V_i с основанием 2 ($\log_2 V_i$) и уже по их значениям была составлена карта изолиний (рисунок 7).

При анализе пространственной неоднородности географических явлений, в том числе населения может применяться центрографический метод, представляющий собой совокупность аналитических и графических приемов исследования населения путем нахождения разнообразных, так называемых геодемографических центров и анализа траекторий их смещения [9]. Впервые центрографический метод в России был применен выдающимся учёным Д.И. Менделеевым [10].

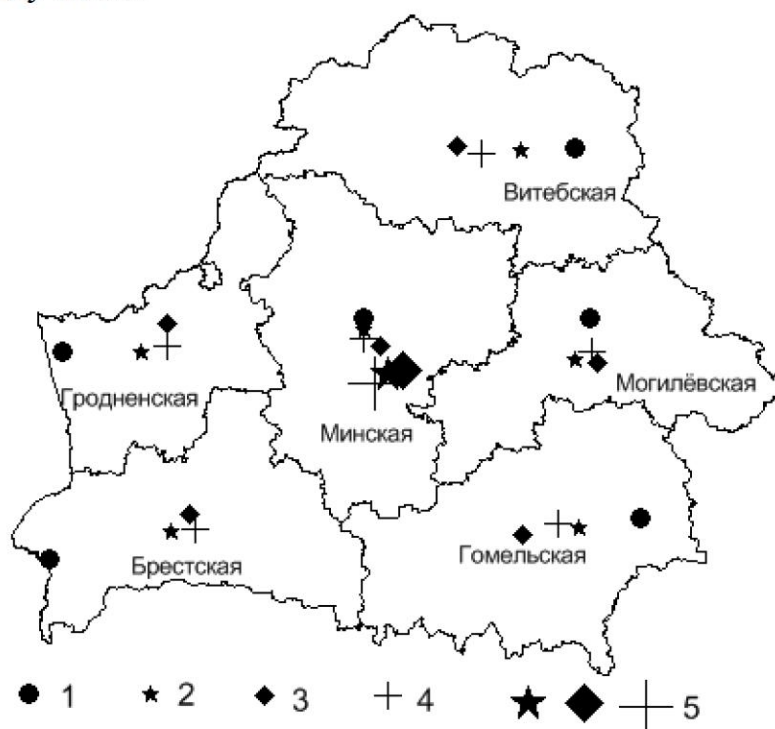
Частным случаем применения центрографического метода является определение показателя **центра тяжести населения**. Центр тяжести населения (центр населённости) – это географическая точка, имеющая своими координатами средние из координат географических центров отдельных подразделений большой территории (по возможности наиболее мелких), взвешенные по численности населения этих территорий. Могут выделяться общий для данной страны и региональные центры тяжести населения, центры городского и сельского населения, центры рабочей силы и пр.

Координаты центра населённости вычисляются следующим образом:

$$\text{широта: } \varphi = \sum_{i=1}^n \frac{\varphi_i \cdot N_i}{N_{\text{общ}}}, \quad \text{долгота: } \lambda = \sum_{i=1}^n \frac{\lambda_i \cdot N_i}{N_{\text{общ}}},$$

где φ и λ – широта и долгота центра населённости; φ_i , λ_i и N_i – широта и долгота центра и численность населения i -го подразделения территории; $N_{\text{общ}}$ – общая численность населения территории.

Как правило, анализируется временная динамика перемещения центра тяжести населения в пространстве. При этом проследить как сдвиги в размещении населения за временные периоды (столетия), так и кратковременные отклонения от общих тенденций, вызываемые каким-либо серьезными социально-экономическими потрясениями, эпидемиями смертельных болезней и т. п.) [8]. Сравнение центра населённости с центрами тяжести других географических явлений, полученными по аналогичным формулам, позволяет определить степень взаимосвязи между ними.



1 – административные центры областей; 2 – географические центры областей; 3 – центры тяжести всего населения областей; 4 – центры тяжести сельского населения областей; 5 – географический центр, центр тяжести всего населения и центр тяжести сельского населения Беларуси соответственно

Рис. 8. Расчёт центров тяжести населения для областей и республики

Нами были определены и отражены на карте центры населённости и центры сельского населения для областей и Беларуси в целом (рисунок 8). Для сравнения на данной карте также показаны административные центры регионов и их географические центры. В целом центры населённости недалеко отстоят от географических центров. Наибольшее расстояние от центра населённости до географического центра в Витебской (50 км) и Гомельской (46 км) областях, наименьшее – в Минской (20 км) и Брестской (21 км) областях. Для Беларуси расстояние от географического центра до центра тяжести составляет 13 км.

Для определения степени равномерности расселения населения используют ещё несколько методов. Например, метод анализа ближайшего соседства

(подсчёт расстояний от каждого поселения до ближайшего к нему населенного пункта, суммирование таких показателей и расчёт среднего расстояния по всей территории):

$$R_n = \frac{D}{0,5 \cdot \sqrt{\frac{S}{N}}}$$

где R_n – показатель, характеризующий *территориальную концентрацию поселений* (ПТКП); D – среднее расстояние между ближайшими поселениями; S – площадь изучаемой территории; N – число поселений. Данный показатель для областей и республики, рассчитанный по сети городских поселений, приведён в таблице 1.

Таблица 1

Показатели равномерности размещения населения Беларуси

Область	ПТКП	Р _{реал.} / Р _{соц.}		ИТКН, %	
		Всего	Сельского	Всего	Сельского
Брестская	1,33	0,48	0,94	32,7	10,0
Витебская	1,40	0,39	0,88	46,5	12,9
Гомельская	1,23	0,26	0,62	44,6	23,7
Гродненская	1,35	0,51	0,96	36,3	8,2
Минская	1,67	0,14	0,56	57,4	25,8
Могилёвская	1,49	0,32	0,82	47,4	16,2
Беларусь	1,29	0,17	0,67	46,5	20,5

При совершенно равномерном распределении показатель получает максимальное значение ($\approx 2,15$); при скученности населения в одном поселении $R_n = 0$; при беспорядочном, случайном их распределении – 1,0.

Степень равномерности размещения населения измеряется также с помощью *индекса территориальной концентрации населения* (ИТКН), определяемого по формуле:

$$\text{ИТКН} = 0,5 \cdot \sum_{i=1}^n |s_i - p_i| \cdot 100\%$$

где s_i и p_i – доля площади и доля населения i -го региона в общей площади и населении всей страны. По значению ИТКН размещение населения делят на: равномерное (ИТКН - до 20%), неравномерное (20-25%), значительно неравномерное (25-33%), существенно неравномерное (33-50%), резко неравномерное (более 50%).

Расчёт данного показателя (таблица 1) показал, что наиболее равномерно размещено население западных областей – Гродненской и Брестской, наиболее неравномерно – Минской и (особенно для сельского населения) Гомельской,

что связано с притягивающим влиянием столицы и крупных городов, а также – с отселением значительной части населения после аварии на ЧАЭС.

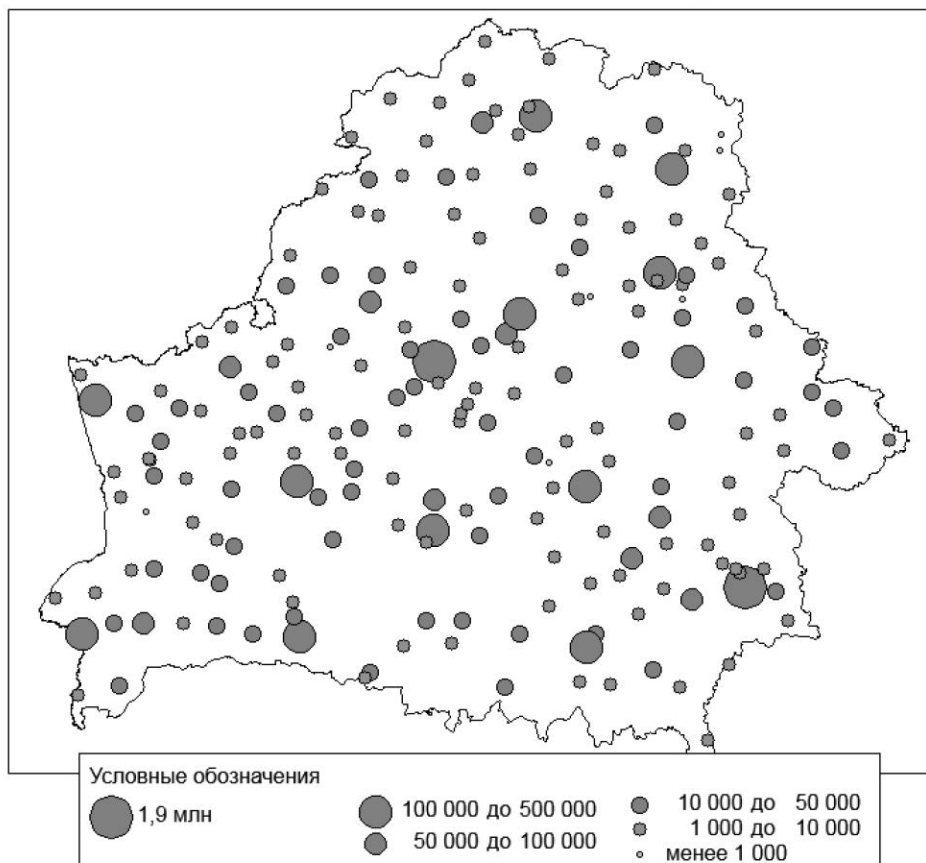


Рис. 9. Распределение городских поселений (городов и городских посёлков) на территории Беларуси

На рисунке 9 показано размещение городских поселений различного размера на территории Беларуси. В целом можно отметить, что сеть городских поселений размещена достаточно равномерно, хотя и наблюдается преобладание наиболее крупных городов в восточной части страны.

Таким образом, анализ пространственной неоднородности распределения населения Беларуси позволяет сделать следующие выводы:

– картографическое представление распределения плотности населения в виде карт полей отличается повышенной наглядностью, позволяет уйти от дискретного представления информации с резкими её изменениями на границах территориальных единиц, получить численное значение данного показателя в любой точке поля, легко сопоставлять карты различных явлений с анализом их взаимосвязей, проводить большое количество картометрических операций;

– построенная карта потенциала плотности населения Беларуси позволяет выявить особенности тяготения в пределах поля расселения, обусловленные различиями в размещении населения;

– рассчитанные координаты центров тяжести населения показывают, что центры населённости регионов и Беларуси в целом локализованы в относительной близости от географических центров данных территорий;

– согласно показателям равномерности размещения населения, наиболее равномерным размещением характеризуются западные области – Гродненская и Брестская, наименее равномерно размещено население Минской и Гомельской областей, Могилёвская и Витебская области занимают промежуточное положение. Эти же показатели, рассчитанные для Беларуси в целом, в основном ближе к аналогичным показателям областей с наименее равномерным размещением населения.

Литература

1. Повестка дня на XXI век [Электронный ресурс] // Сайт ООН. – Режим доступа: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda21.shtml. – Дата доступа: 30.04.2014.
2. Червяков, В. А. Концепция поля в современной картографии / В. А. Червяков. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1978. – 150 с.
3. Шевчук Л. Т. Соціальна географія: навч. посібник / Л.Т. Шевчук. – К.: Знання, 2007. – 349 с.
4. Арманд Д.Л. Наука о ландшафте (основы теории и логико-математические методы) / Д.Л. Арманд. – М.: Мысль, 1975. – 288 с.
5. Червяков, В.А. Количественные методы в географии / В.А. Червяков. – Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та, 1998. – 259 с.
6. Модели полей в географии: теория и опыт картографирования / В.А. Червяков [и др.]. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1989. – 145 с.
7. Салищев, К.А. Картоведение / К.А. Салищев. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 400 с.
8. Демография: учебное пособие / под ред. В.Г. Глушаковой, Ю.А. Симагина. – М.: КНОРУС, 2010. – 288 с.
9. Демографический энциклопедический словарь / под ред. Д.И. Валентей. – М.: Советская энциклопедия, 1985. – 608 с.
10. Менделеев Д.И. К познанию России [по изданию А.С. Суворина 1907 г.] / Д.И. Менделеев. – М.: Айрис-пресс, 2002. – 576 с.

Summary

Sokolov A.S. The Analysis and Mapping of Spatially Inhomogeneous Distribution of Population of the Belarus.

The questions, related to the calculation of indexes, characterizing the degree of placing population evenness for territory of Belarus, and also approaches and methods of cartographic presentation of the obtained data, are examined in the paper. Such indexes, as correlation of the real and social population density, potential of the population separation field, fields of population density, centres of population gravity and other. The analysis of population placing is conducted for regions and the country as the whole.