

А.А. Черкасов¹, И.В. Чернова², Н.В. Сопнев³

ГЕОИНФОРМАЦИОННО-КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАССЕЛЕНИЯ НАРОДОВ В РОССИИ

АННОТАЦИЯ

За последние десятилетия в географических исследованиях сложилась практика использования широкого набора картографических произведений и ГИС-моделей разной сложности. Важное место в изучении расселения народов, проживающих в России, традиционно занимает карта. Именно карта в современном исполнении позволяет оценить сложность этнической мозаики страны, определить ареалы расселения народов и изменения границ данных ареалов, связанных с движением населения, выявить региональные черты и закономерности.

В работе представлен авторский опыт изучения особенностей расселения народов, проживающих в России, в основе которого лежит применение геоинформационно-картографическое моделирование, в частности использование таких методов, как центрографический, плотность точек (ареалы расселения), статистических поверхностей (трёхмерные изображения).

Модели, подготовленные способом плотности точек, позволяют оценить географию расселения этносов, выявить территории повышенной концентрации того или иного этноса и так далее. Модели, подготовленные методом статистических поверхностей (трёхмерные изображения), за счёт стремящихся вверх «пиков» и цветового отображения, демонстрируют регионы с максимальной численностью этносов. Центрографический метод дал возможность определить территориальный вектор смещения ареалов расселения, который выражается в динамике смещения центров тяжести.

Многовариантность моделирования с возможностью сравнения моделей во времени (в нашем случае по данным Всесоюзных переписей населения 1959, 1970, 1979, 1989 годов и Всероссийских переписей 2002 и 2010 годов) позволяет повысить информативность исследования, обеспечить более детальное описание одного и того же процесса, выявлять закономерности и тренды географии расселения этносов.

В качестве картографической основы использовано административно-территориальное деление субъектов Российской Федерации, районных муниципальных образований и городских округов. Апробация картографических методов велась на примере расселения украинцев в России.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: геоинформационное моделирование, картографирование, ареалы расселения, статистические поверхности, центрография

¹ Северо-Кавказский федеральный университет, кафедра социально-экономической географии, геоинформатики и туризма, Ставрополь, 355000, Россия, доц. каф., канд. геогр. н.; Ставрополь, ул. Пушкина, 1, *e-mail*: cherkasov_stav@mail.ru

² Северо-Кавказский федеральный университет, кафедра социально-экономической географии, геоинформатики и туризма, Ставрополь, 355000, Россия, доц. каф., канд. геогр. н.; Ставрополь, ул. Пушкина, 1, *e-mail*: chernova_skfu@mail.ru

³ Северо-Кавказский федеральный университет, кафедра социально-экономической географии, геоинформатики и туризма, Ставрополь, 355000, Россия, магистрант; Ставрополь, ул. Пушкина, 1, *e-mail*: sopnev.stav@gmail.com

Aleksandr A. Cherkasov¹, Irina V. Chernova², Nikolai V. Sopnev³

GIS AND CARTOGRAPHIC MODELING OF PEOPLE'S DISPERSION IN RUSSIA

ABSTRACT

Over the past decades, geographical research has developed the practice of using a wide range of cartographic works and GIS models of varying complexity. An important place in the study of the resettlement of the peoples living in Russia, traditionally occupies the map. It is a modern-day map that makes it possible to assess the complexity of the ethnic mosaic of the country, to determine the areas of people settlement and changes in the boundaries of these areas associated with the movement of the population, to identify regional features and patterns.

The paper presents the author's experience of studying the characteristics of the settlement of peoples living in Russia, which is based on the use of geoinformation-cartographic modeling, in particular the use of such methods as centerographic, density of points (areas of settlement), statistical surfaces (three-dimensional images).

Models prepared by the method of point density, allow us to estimate the geography of the settlement of ethnic groups, to identify areas of high concentration of one or another ethnic group, etc. The models prepared by the method of statistical surfaces (three-dimensional images), due to the upward "peak" and color mapping, demonstrate regions with the maximum number of ethnic groups. The centrographic method made it possible to determine the territorial displacement vector of the areas of settlement, which is expressed in the dynamics of displacement of the centers of gravity.

Multivariate modeling with the ability to compare models over time (in our case, according to the All-Union population censuses of 1959, 1970, 1979, 1989 and the All-Russian censuses 2002 and 2010) allows to increase the informativeness of the study, to provide a more detailed description of the same process to identify patterns and trends in the geography of the settlement of ethnic groups.

The administrative-territorial division of the constituent entities of the Russian Federation, district municipalities and urban districts was used as a cartographic basis. Approbation of cartographic methods was carried out on the example of the resettlement of Ukrainians in Russia.

KEYWORDS: GIS modeling, mapping, areas of settlement, statistical surfaces, centrography

ВВЕДЕНИЕ

Визуализация исследуемых процессов и явлений занимает ключевое значение в географической науке. В силу своих размеров, истории освоения, этнического многообразия важное место в изучении расселения народов, проживающих в России, занимают картографические произведения. За последние десятилетия в географических исследованиях сложилась практика использования широкого набора картографических произведений и ГИС-моделей разной сложности [Зейлер, 1999]. Именно картографические произведения, в том числе в современном исполнении, позволяют оценить сложность этнической мозаики страны, определить ареалы расселения народов и изменения границ данных ареалов, связанных с движением населения, выявить региональные черты и закономерности [Тикунов и др., 2015].

¹ North-Caucasian federal university, department of socio-economic geography, geoinformatics and tourism, Stavropol, Pushkina str. 1, 355000, Russia, *e-mail*: **cherkasov_stav@mail.ru**

² North-Caucasian federal university, department of socio-economic geography, geoinformatics and tourism, Stavropol, Pushkina str. 1, 355000, Russia; *e-mail*: **chernova_skfu@mail.ru**

³ North-Caucasian federal university, department of socio-economic geography, geoinformatics and tourism, master student, Stavropol, Pushkina str. 1, 355000, Russia; *e-mail*: **sopnev.stav@gmail.com**

Глобальное распространение геоинформационных технологий позволило широкому кругу исследователей применять инструменты для систематизации большого объёма пространственной информации, а также оперативного картографирования и геоинформационного моделирования изучаемых процессов и явлений [Шаши, Санжей, 2004]. Такой подход предполагает детальный анализ различных аспектов географии расселения народов, проживающих в России.

Важно отметить, что использование наблюдений за разные временные промежутки позволяет проанализировать динамику и тенденции в расселении народов не только в пространстве, но и во времени. Многовариантность применения разных методов и способов является важным для комплексного анализа одного и того же процесса, так как их комбинирование позволит наиболее качественно выявить пространственные особенности, тенденции и закономерности в расселении народов [Ивлева и др. 2014].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Авторы ведут работу по внедрению геоинформационных методов и подходов при изучении расселения народов как на общероссийском, так и на региональном уровне. В исследовании используются следующие методы: плотность точек (ареалы расселения), статистические поверхности (трёхмерные изображения), центрографический метод.

В качестве базовой ГИС-платформы выступает ArcGIS фирмы ESRI, обладающая широким набором приложений и инструментов для подготовки геоинформационных и картографических моделей. С помощью встроенных модулей интерполирования поверхности (в нашем случае использовали метод интерполяции «обратно взвешенные расстояния») и приложения ArcScene были подготовлены модели (трёхмерные изображения). Стандартные средства программного комплекса позволили использовать способ плотности точек (ареалы расселения); центрографический метод был основан на применении функции по построению центроидов полигонов.

В качестве исходных статистических данных использован единственный источник информации, позволяющий изучать расселение народов, проживающих в России – это материалы переписей населения РСФСР (1959, 1970, 1979, 1989 годов) и РФ (2002, 2010 годов). Картографическая основа построена по принципу административно-территориального деления субъектов Российской Федерации, а также районных муниципальных образований и городских округов. В данном исследовании апробация картографических методов велась на примере расселения украинцев в России.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе работы были подготовлены модели расселения украинцев способом плотности точек. Данный способ достаточно наглядно показывает ареал их расселения за счёт распределения точек на карте в границах контура территориальной единицы, в данном случае субъекта Российской Федерации. Вес каждой точки равен определённой численности этноса. Для анализа и выявления ареалов расселения данным методом важно использовать единую шкалу численности. В ходе работы, анализируя различные варианты визуализации этносов с сопоставимой численностью, нами была выработана шкала, где для украинцев вес точки составил 200 человек. Метод достаточно презентабелен, демонстрирует регионы наиболее компактного проживания народов, при этом уплотнение или разрежение точек в последующие или предыдущие годы позволяет оценить динамику географии расселения этноса (рис. 1).

Заметим, что использование картографической основы на уровне субъектов Российской Федерации не позволяет увидеть чёткий ареал расселения. В этой связи нами была подготовлена база данных, содержащая показатели на уровне муниципальных районов и городских округов за 2010 год, в последующем построены модели на данные территориальные единицы. Такой подход позволил определить не только общероссийский

тренд в расселении этноса по регионам, но и создать более структурированную картину расселения этносов внутри самих субъектов [Махмудов, Гальфингер, 2016]. Сравнивая два варианта карт расселения украинцев в 2010 году, видим, что вариант, построенный на основе сетки муниципальных районов и городских округов, представляет собой более стройную и выраженную модель, в том числе за счёт концентрации точек в границах наиболее густозаселённых территорий и больших городов (рис. 2).

На втором этапе, в дополнение к двумерному представлению количественных данных о численности украинцев в регионах, мы использовали метод статистических поверхностей и получили модель трёхмерного изображения (объёмные карты) [Краак, Ормелинг, 2005]. Этот метод достаточно нагляден; за счёт стремящихся вверх «пиков» и цветовых переходов он демонстрирует территории с наибольшей численностью проживания этноса [Field, 2018]. При этом динамический ряд за разные годы позволяет оценивать рост или сокращение показателей численности. Так, базовая модель была рассчитана по численности украинцев в 1959 году (рис. 3.) Анализируя распределение их численности данным методом, мы можем наблюдать регионы наибольшей концентрации этноса.

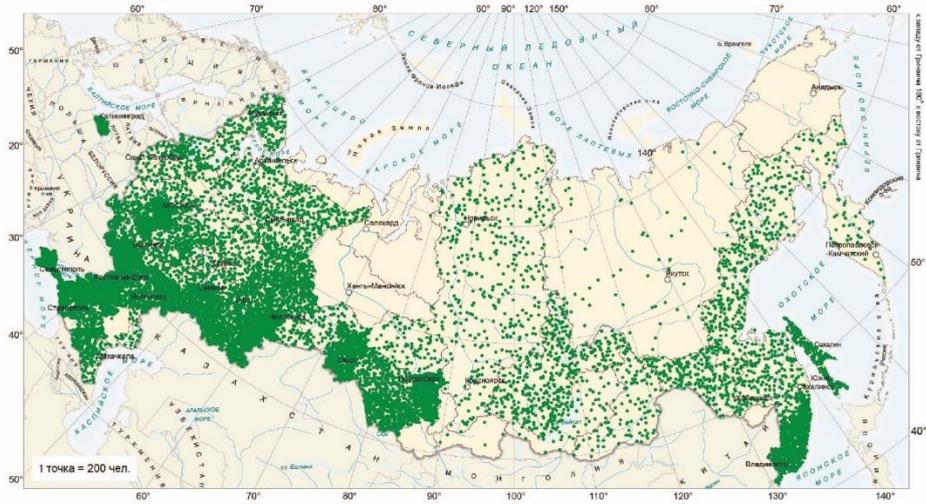
Максимальная численность украинцев в 1959 году отмечалась в Москве, Ростовской и Омской областях, Краснодарском и Приморском краях. К 1989 году наблюдаются изменения в соотношении численности по регионам страны, в некоторых регионах сокращение численности, а в ряде других – её рост. Наиболее значимый рост отмечается в регионах Западной Сибири (Тюменская область и ХМАО), а также в Москве и Санкт-Петербурге. Модель численности украинцев за 2010 год демонстрирует сокращение их численности во всех субъектах РФ, оставив в качестве основных территорий расселения регионы Западной Сибири, Москвы и Московской области и отдельные регионы Юга России.

На третьем этапе мы использовали центрографический метод, который даёт возможность определить тренды в распределении численности этносов [Панин, 2012]. Движение центров за разные временные промежутки позволяют выявлять тренды смещения ареалов расселения, определять этносы со стабильным ареалом расселения и этносы с наиболее подвижными процессами расселения [Belozarov et al., 2013]. Анализируя расселение украинцев с помощью моделей, выполненных центрографическим методом, можно отметить, что их центр тяжести активно менялся на протяжении всего рассматриваемого периода. Это подтверждают тенденции, представленные на предыдущих моделях.

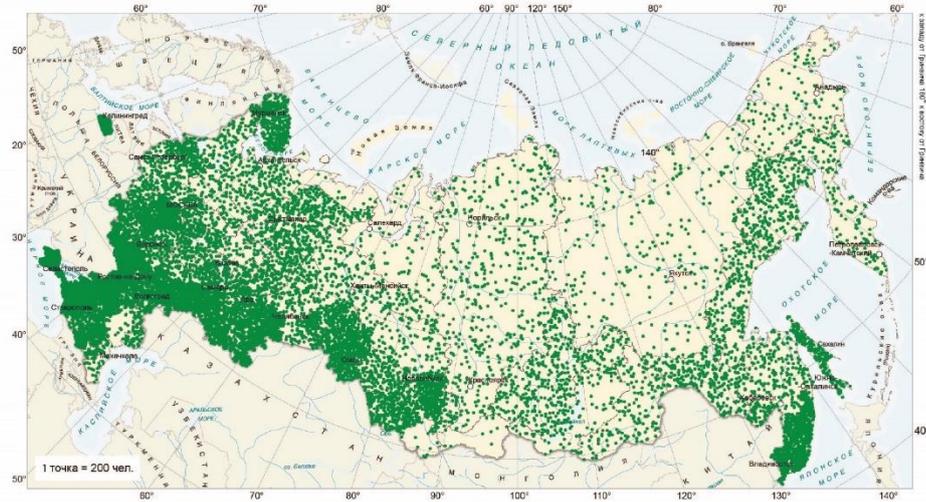
В 1959 году центр условно находился на территории Казахстана, что обусловлено активным расселением этноса в южных регионах России, Урала в связи с освоением целинных земель. С 1959 по 1970 год центр сместился северо-западнее, в основном за счёт активного расселения украинцев в регионах Западной Сибири (рис. 4).

В период с 1970 по 1989 годы вектор сместился в северо-восточном направлении, что явилось следствием активного хозяйственного освоения сибирских и дальневосточных регионов страны. После 1989 года произошло активное смещение центра тяжести в северо-западном направлении, пересекая российско-казахстанское приграничье; он остановился в 2002 году на границе Челябинской области и Республики Башкортостан. К 2010 году центр тяжести сместился ещё восточнее и остановился в границах Республики Башкортостан.

1959 год



1989 год



2010 год

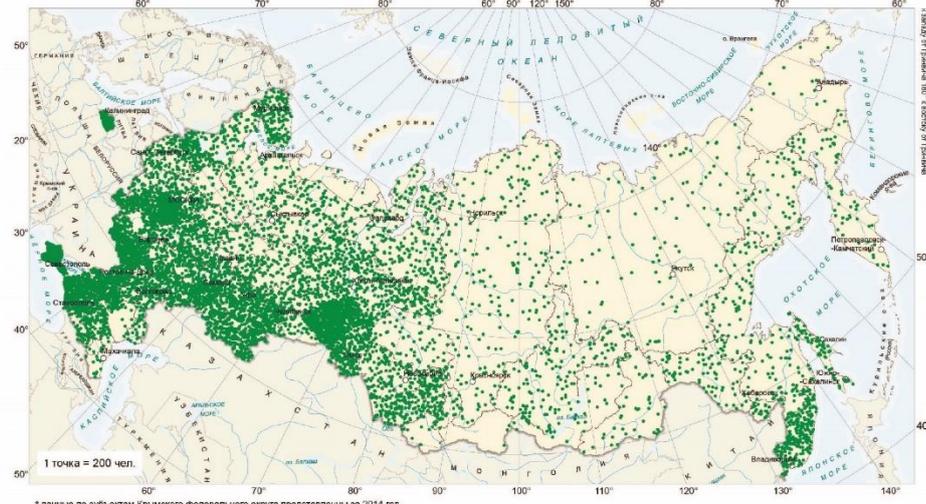
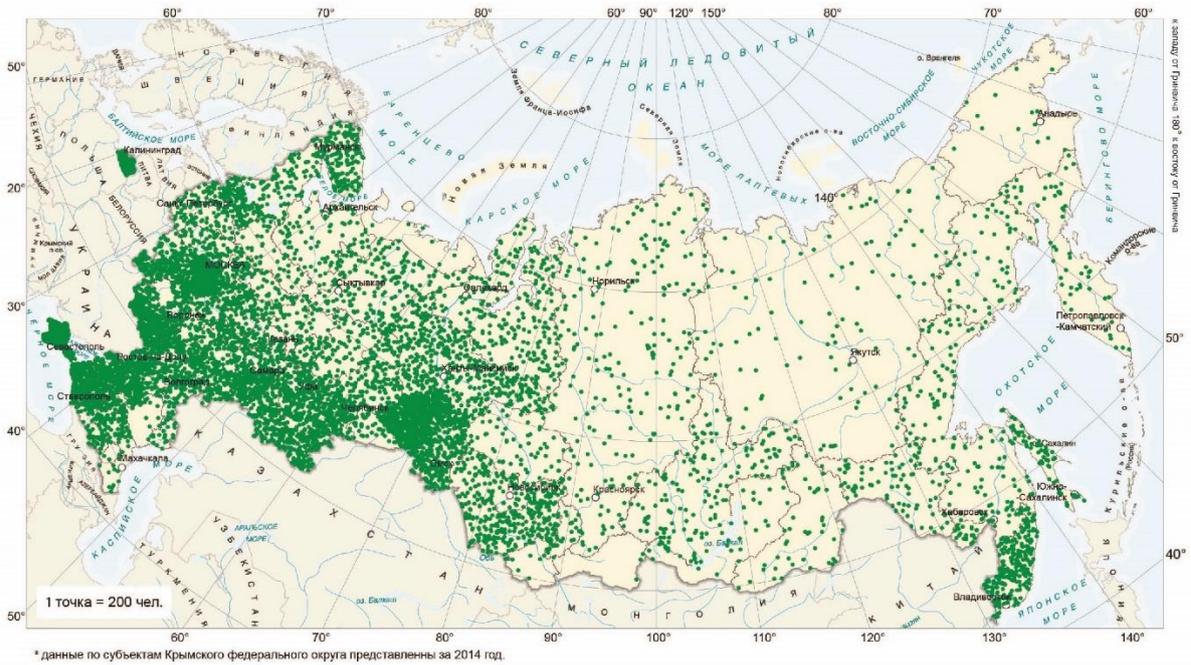


Рис. 1. Модели, подготовленные способом плотности точек.
Расселение украинцев в России, 1959, 1989 и 2010 годы
Fig. 1. Models prepared by the method of the density of points.
The resettlement of Ukrainians in Russia, 1959, 1989 and 2010

Украинцы, 2010 год
модель построенная на уровне субъектов РФ



Украинцы, 2010 год
модель построенная на уровне муниципальных районов и городских округов РФ

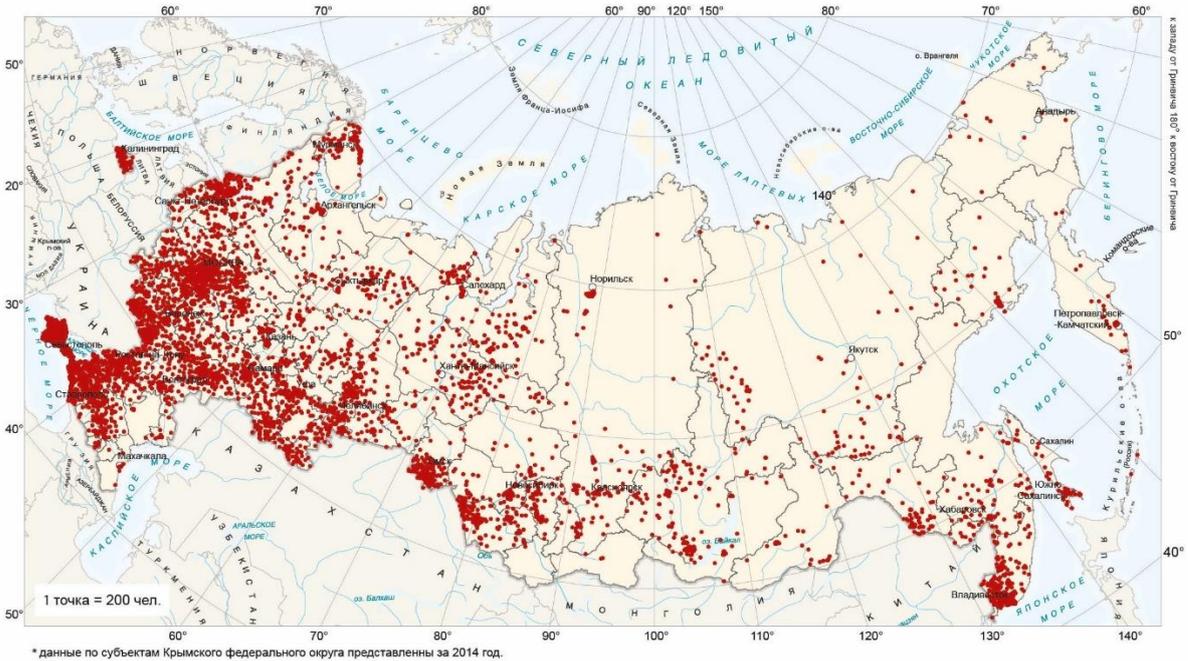


Рис. 2. Расселение украинцев в России, 2010;
а) модель, подготовленная на уровне субъектов РФ;
б) модель, подготовленная на уровне муниципальных районов и городских округов
Fig. 2. The resettlement of Ukrainians in Russia, 2010;
a) a model prepared at the level of the subjects of the Russian Federation;
b) a model prepared at the level of municipal districts and urban districts

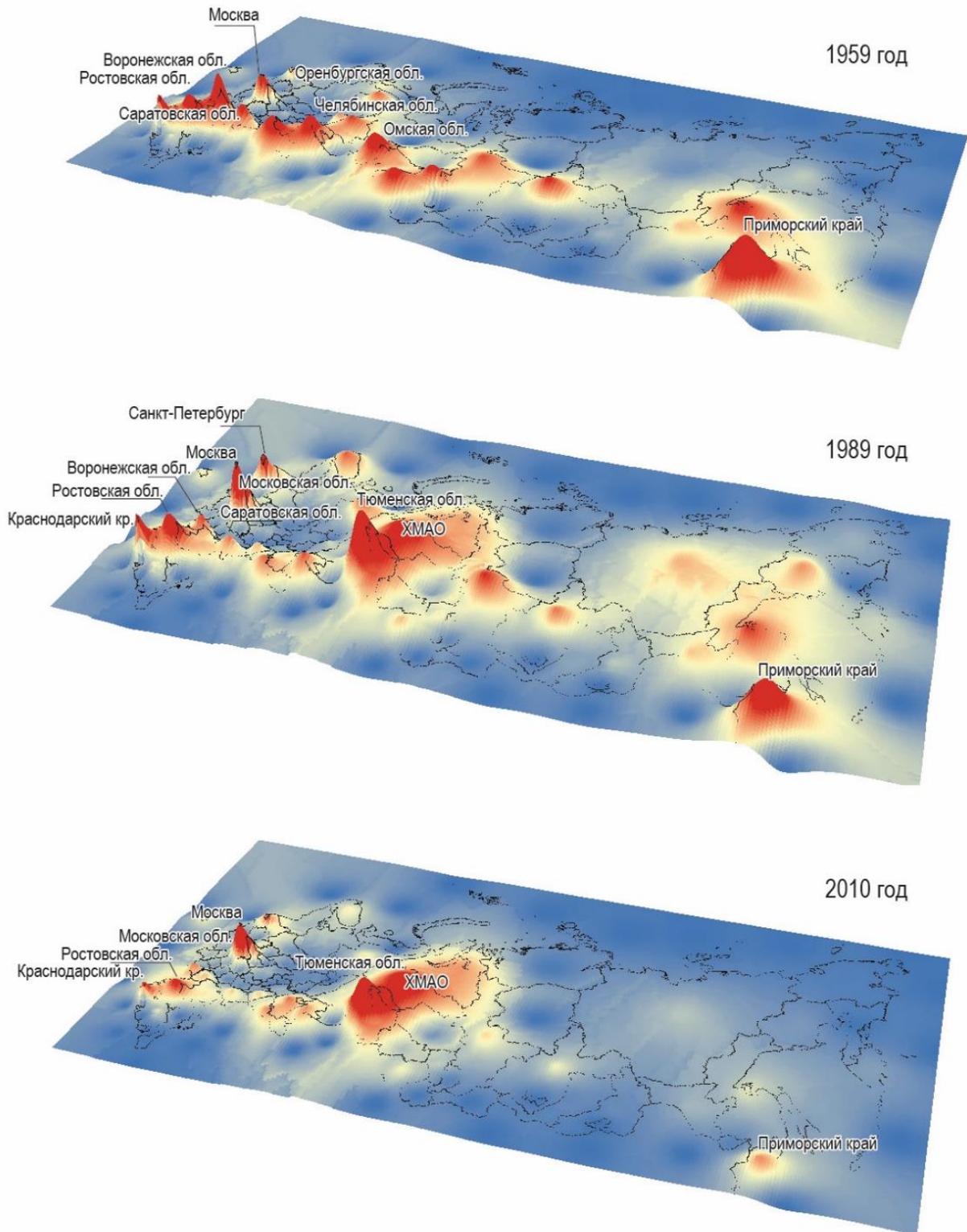


Рис. 3. Статистические поверхности (трёхмерные изображения).
Модели распределения численности украинцев в регионах России;
1959, 1989, 2010 годы

Fig. 3. Statistical surfaces (three-dimensional images).
Models of the distribution of the number of Ukrainians in the regions of Russia;
1959, 1989, 2010

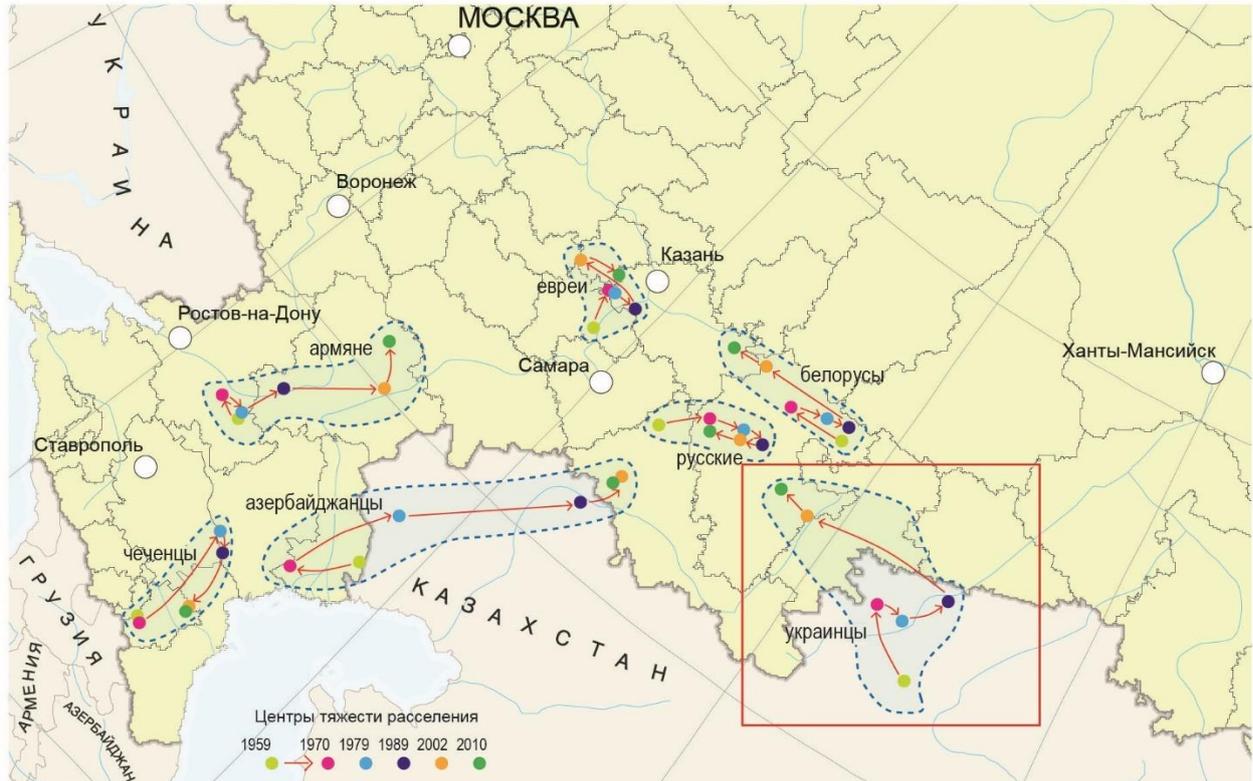


Рис. 4. Центры тяжести расселения этносов в России, 1959–2010 годы
 Fig. 4. Centers of gravity of the resettlement of ethnic groups in Russia, 1959–2010

ВЫВОДЫ

Многовариантность моделирования одного и того же пространственного процесса, с возможностью сравнения моделей во времени (в нашем случае по переписным годам), на примере расселения украинцев в России позволило повысить информативность исследования, обеспечить более детальное описание прохождения процесса, выявить закономерности [Gusein-Zade, Tikunov, 2013]. Модели, подготовленные способом плотности точек, позволили наглядно продемонстрировать ареал расселения украинцев, так как плотность точек позволяет оценить численность этноса по регионам (чем больше точек, тем выше численность украинцев). При этом использование картографических основ (субъекты РФ и отдельно муниципальные районы и городские округа) дают возможность более структурно сформировать ареал их расселения на региональном уровне.

При использовании метода статистических поверхностей мы получили модели трёхмерного изображения (объёмные карты). Благодаря им смогли наглядно продемонстрировать регионы с максимальной численностью украинцев («пики», стремящиеся вверх, отображаемые оттенками красно-жёлтого цвета, демонстрируют территории с максимальной численностью). В свою очередь динамические ряды позволили увидеть перераспределение пропорций численности по регионам страны. Важно отметить, что к сильной стороне использования данного метода относится запоминаемость, выявление территорий с наибольшими показателями. При этом на данных моделях в значительной степени потеряна информация по регионам, в которых численность украинцев была существенно ниже максимальных показателей.

Центрографический метод даёт возможность определить территориальный вектор смещения ареала расселения, который выражается в динамике смещения центров тяжести. Был рассчитан на основе численности украинцев и других этносов по субъектам Российской Федерации.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено в рамках Гранта РФФИ 18-35-00173 «Полимасштабный геоинформационный мониторинг трансформации этнической структуры населения городской и сельской местности в России».

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was carried out within the framework of the RFBR grant 18-35-00173 “Polyscale geoinformation monitoring of the transformation of the ethnic structure of urban and rural population in Russia”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зейлер М.* Моделирование нашего мира. Руководство ESRI по проектированию базы геоданных. Перевод Data+. Нью-Йорк, ESRI Press, 1999. 254 с.
2. *Ивлиева Н.Г., Скворцова М.А., Манухов В.Ф., Долгачёва Т.А.* Применение математико-картографического моделирования для оценки социальной комфортности проживания населения (на примере Приволжского федерального округа). ИнтерКарто. ИнтерГИС. Материалы Междунар. конф., Белгород, 2014. Т. 20. С. 190–201. DOI: 10.24057/2414-9179-2014-1-20-190-201.
3. *Краак М.-Я., Ормелинг Ф.* Картография: визуализация геопространственных данных. М.: Научный мир, 2005. 325 с.
4. *Махмудов Р.К., Гальфингер О.А.* Геоинформационный анализ социально-демографического развития стран Центральной Азии. ИнтерКарто. ИнтерГИС. Материалы Междунар. конф. Протвино, 2016. Т. 22. Ч. 1. С. 42–49. DOI: 10.24057/2414-9179-2016-1-22-42-49.
5. *Панин А.Н.* Куда движутся народы, или особенности применения центрографического метода для анализа расселения полиэтничного региона. Люди и карты: географические аспекты исследования населения. Ставрополь: Издательство СГУ, 2012. С. 57–60.
6. *Тикуннов В.С., Белозёров В.С., Щитова Н.А., Панин А.Н., Черкасов А.А.* Геоинформационный мониторинг: инструмент пространственно-временного анализа миграции населения. Вестник Московского университета. Серия 5. География, 2015. № 2. С. 33–39.
7. *Шаши Ш., Санжэй Ч.* Основы пространственных баз данных. М.: Кулиц-образ, 2004. 330 с.
8. *Belozerov V.S., Tikunov V.S., Cherkasov A.A., Ibrakhimov A., Caliskan V.* Geoinformation technologies in the study of ethnic aspects of urbanization in Russia. *Geography, Environment, Sustainability*, 2013. V. 6. № 4. P. 19–30.
9. *Gusein-Zade S.M., Tikunov V.S.* Visualisation in non-Euclidean metrics. Hong Kong: Chinese University of Hong Kong, 2015. 213 p.
10. *Field K.* Cartography. Redlands, California: ESRI Press, 2018. 576 p.

REFERENCES

1. *Belozerov V.S., Tikunov V.S., Cherkasov A.A., Ibrakhimov A., Caliskan V.* Geoinformation technologies in the study of ethnic aspects of urbanization in Russia. *Geography, Environment, Sustainability*, 2013. V. 6. No 4. P. 19–30.
2. *Field K.* Cartography. Redlands, California: ESRI Press, 2018. 576 p.
3. *Gusein-Zade S.M., Tikunov V.S.* 2015. Visualisation in non-Euclidean metrics. Chinese University of Hong Kong Hong Kong. 213 p.
4. *Ivlieva N.G., Skvortsova M.A., Manukhov V.F., Dolgachyova T.A.* Application of mathematical-cartographic modelling for the assessment of social comfort residence of the population (on the example of the Volga Federal District). InterCarto. InterGIS. Proceedings of the International

- conference. Belgorod, 2014. V. 20. P. 190–201. DOI: 10.24057/2414-9179-2014-1-20-190-201 (in Russian, abs English).
5. *Kraak M.-J., Ormeling F.* Mapping: Visualization of geospatial data. Moscow: Scientific world, 2005. 325 p. (in Russian).
6. *Makhmudov R.K., Galfinger O.A.* GIS analysis of demographic and social development in Central Asia. InterCarto. InterGIS. Proceedings of the International conference. Protvino, 2016. V. 22. Part 1. P. 42–49. DOI: 10.24057/2414-9179-2016-1-22-42-49 (in Russian, abs English).
7. *Panin A.N.* Where people are moving, or features of the application of the centrographic method for the analysis of the settlement of a polyethnic region. People and maps: geographical aspects of population research. Stavropol: Publishing House of SSU, 2012. P. 57–60 (in Russian).
8. *Shashi Sh., Sanzhey Ch.* Fundamentals of spatial databases. Moscow: Kudits-image, 2004. 330 p. (in Russian).
9. *Tikunov V.S., Belozarov V.S., Shchitova N.A., Panin A.N., Cherkasov A.A.* Geoinformation monitoring: an instrument of spatial-temporal analysis of population migration. Bulletin of Moscow University. Series 5. Geography, 2015. No 2. P. 33–39 (in Russian).
10. *Zeiler M.* Modeling our world. ESRI Geodatabase Design Guide. Translation Data+. New York: ESRI Press, 1999. 254 p.
-