

КАЛАШНИКОВА Л. Г., КОВАЛЕНКО А. К., РОДИОНОВ И. В., ТЕСЛЕНОК С. А.
КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ
РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ СРЕДСТВАМИ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Аннотация. В статье на примере данных о численности населения муниципальных образований Республики Мордовия показаны возможности использования инструментария геоинформационной системы QGIS для анализа, оценки и визуального представления подобных данных в картографическом виде. Приведены картографические материалы, визуализирующие особенности пространственного распределения численности населения муниципальных образований с использованием способа количественного фона, плотности точек, тепловой карты на основе статистических моделей методом равных интервалов и квантилей, карт-анаморфозов.

Ключевые слова: картографическая оценка, численность населения, геоинформационная система, ГИС, QGIS, визуальное представление данных, карты, Республики Мордовия.

KALASHNIKOVA L. G., KOVALENKO A. K., RODIONOV I. B., TESLENOK S. A.
CARTOGRAPHIC ESTIMATION OF POPULATION SIZE OF THE REPUBLIC OF
MORDOVIA BY MEANS OF GEOINFORMATION SYSTEMS

Abstract. The article shows the capabilities of using the tools of the QGIS geographic information system for the analysis, evaluation and visual presentation of population data in cartographic form. The study is carried out on the data of the population of municipal districts of the Republic of Mordovia. The methods of quantitative background, point density, heat map based on statistical models by the method of equal intervals and quantiles, maps of anamorphosis are used. As a result, cartographic materials visualizing the features of the spatial distribution of the population of municipal districts are presented.

Keywords: cartographic estimation, population, geographic information system, GIS, QGIS, visual data representation, maps, Republic of Mordovia.

Анализ демографической ситуации в пределах того или иного региона и выявление особенностей пространственного распределения демографических показателей широко распространены в разного рода исследованиях. Нередко они ограничиваются выявлением чисто статистических аспектов и оценками демографической ситуации и отдельных демографических показателей различных территорий [2; 6; 8; 9]. Гораздо больший интерес представляют работы, в которых указанные демографические показатели и их комплексы моделируются [22; 23], в т. ч. и с использованием ГИС и геоинформационных технологий

[1; 4; 7; 12–14; 16; 19–21; 24] и визуализированы картографически с выполнением последующего анализа [1; 3-5; 10–13; 16; 19–21]. Применительно к анализируемой территории Республики Мордовия – это отдельные демографические показатели и процессы [1; 5; 12; 16; 19], пространственно-временных особенности сельского расселения [4], специфика и динамика расселения народов региона [13; 20; 21].

Наиболее приемлемый в настоящее время способ картографирования – геоинформационное картографирование на основе информации, хранящейся в базах данных цифровых слоев геоинформационных проектов [15] географических информационных (геоинформационных) систем (ГИС). Одной из таких является свободная – с открытым объектным кодом – ГИС QGIS [24]. Она имеет в своем составе обширный инструментарий для разных видов визуализации разнообразной статистической информации, представленной в атрибутивных таблицах цифровых слоев геоинформационных проектов [15] и пространственных базах данных. Прежде всего, это позволяет наиболее наглядно графически визуализировать подобную информацию традиционными для представления пространственных (географических) данных картографическими методами, принятыми в тематической картографии [3; 10; 15; 17; 18].

Одним из таких методов является представление геоданных часто используемым способом картографического изображения (отображения) [3; 10; 17; 18] – способом количественного фона. Это один из способов представления пространственного распределения числовых количественных и качественных данных, основанный на использовании различных цветов или типов штриховок. Он очень наглядно позволяет визуализировать особенности пространственного распространения показателей концентрации, плотности или интенсивности картографируемого явления на карте.

Для практической реализации этого способа средствами QGIS, можно воспользоваться одним из свойств площадного (полигонального) векторного слоя. В данном случае он представляет муниципальные образования территории Республики Мордовия в границах городского округа Саранск, а также городских и сельских поселений муниципальных районов региона. Атрибутивная таблица этого слоя включает информацию о численности населения для каждого из объектов. В таблице 1 на примере информации по внутригородским районам Саранска и городским населенным пунктам территории городского округа Саранск, а также поселениям Ардатовского муниципального района Мордовии (табл. 1) представлен фрагмент исходных данных [8].

Для картографической визуализации данных необходимо задать в свойствах слоя муниципальных образований стиль отображения в виде «Символизация по диапазонам значений», далее задать нужное значение диапазонов, выбрать градиент и выполнить

классификацию (см. рис. 1).

Таблица 1

Фрагмент исходных данных численности населения в разрезе поселений Мордовия

Оценка численности постоянного населения на 1 января 2023 г. с учетом итогов ВПН-2020	все население (человек)	В том числе:	
		городское	сельское
Республика Мордовия	771373	490388	280985
<i>Городской округ Саранск</i>	<i>340591</i>	<i>330878</i>	<i>9713</i>
г Саранск	312252	312252	-
в том числе внутригородские районы:			
Ленинский район	102099	102099	-
Октябрьский район	120121	120121	-
Пролетарский район	90032	90032	-
пгт Луховка	8812	8812	-
пгт Николаевка	3610	3610	-
пгт Ялга	6204	6204	-
<i>Ардатовский муниципальный район</i>	<i>23935</i>	<i>13006</i>	<i>10929</i>
Городское поселение Ардатов	8698	8698	-
г Ардатов	8698	8698	-
Тургеневское городское поселение	4308	4308	-
пгт Тургенево	4308	4308	-
Ардатовское сельское поселение	558	-	558
Баевское сельское поселение	1522	-	1522
Каласевское сельское поселение	837	-	837
Кечушевское сельское поселение	594	-	594
Куракинское сельское поселение	433	-	433
Кученяевское сельское поселение	833	-	833
Луныгинско-Майданское сельское поселение	236	-	236

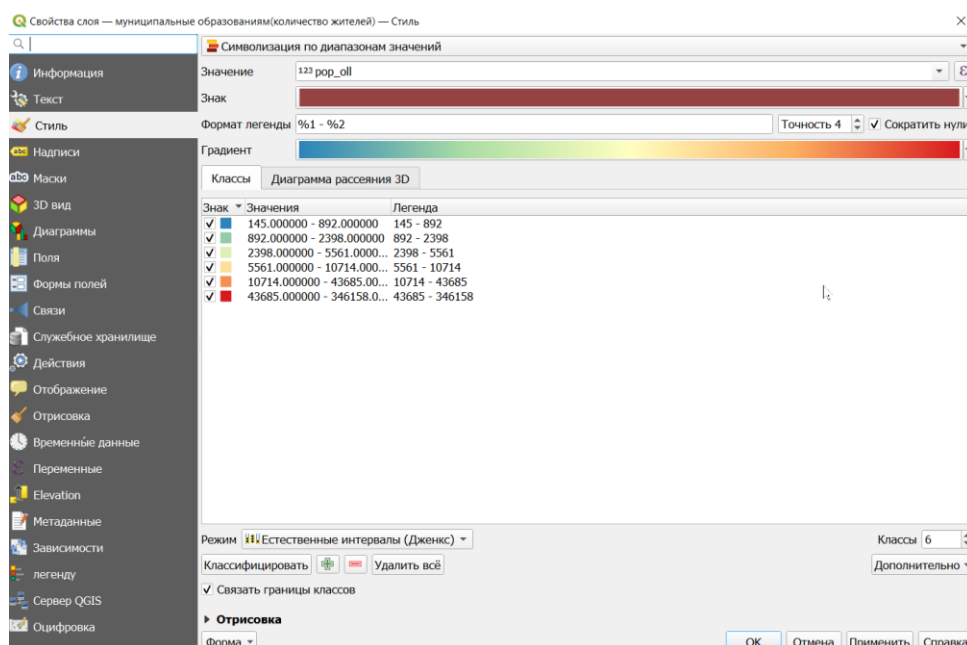


Рис. 1. Выбор свойств слоя для отображения способом количественного фона.

Результаты данной классификации будут представлены в виде соответствующей карты (рис. 2).

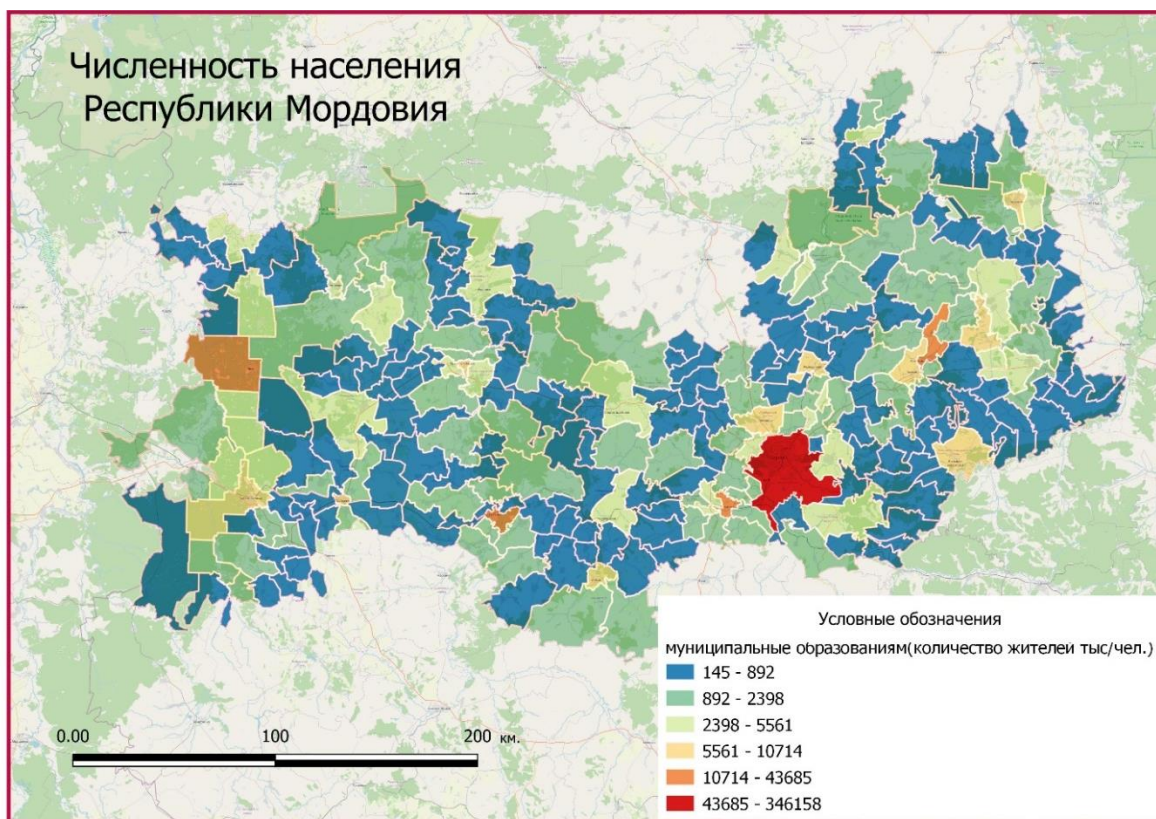


Рис. 2. Численность населения Республики Мордовия (способ количественного фона).

Численность населения анализируемой территории также можно наглядно представить на карте способом плотности точек [3; 10; 17; 18]. Для построения подобных карт по численным показателям объектов векторных слоев в QGIS есть специальный модуль Dot Density (см. рис. 3).

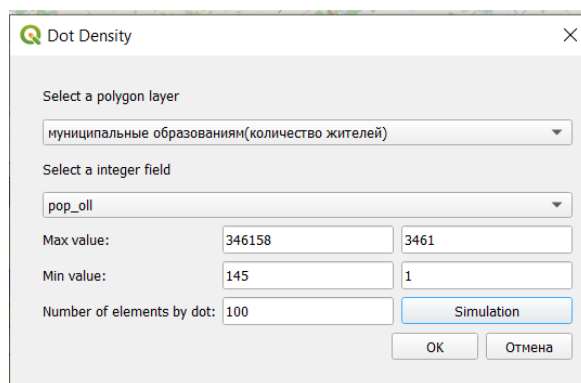


Рис. 3. Настройка параметров обработки в модуле Dot Density.

Полученные карты плотности точек дают возможность оперативной оценки плотности распределения объектов или их отдельных характеристик в пределах исследуемой территории. В нашем случае – это количество населения в муниципальных образованиях

Республики Мордовия (см. рис. 4).

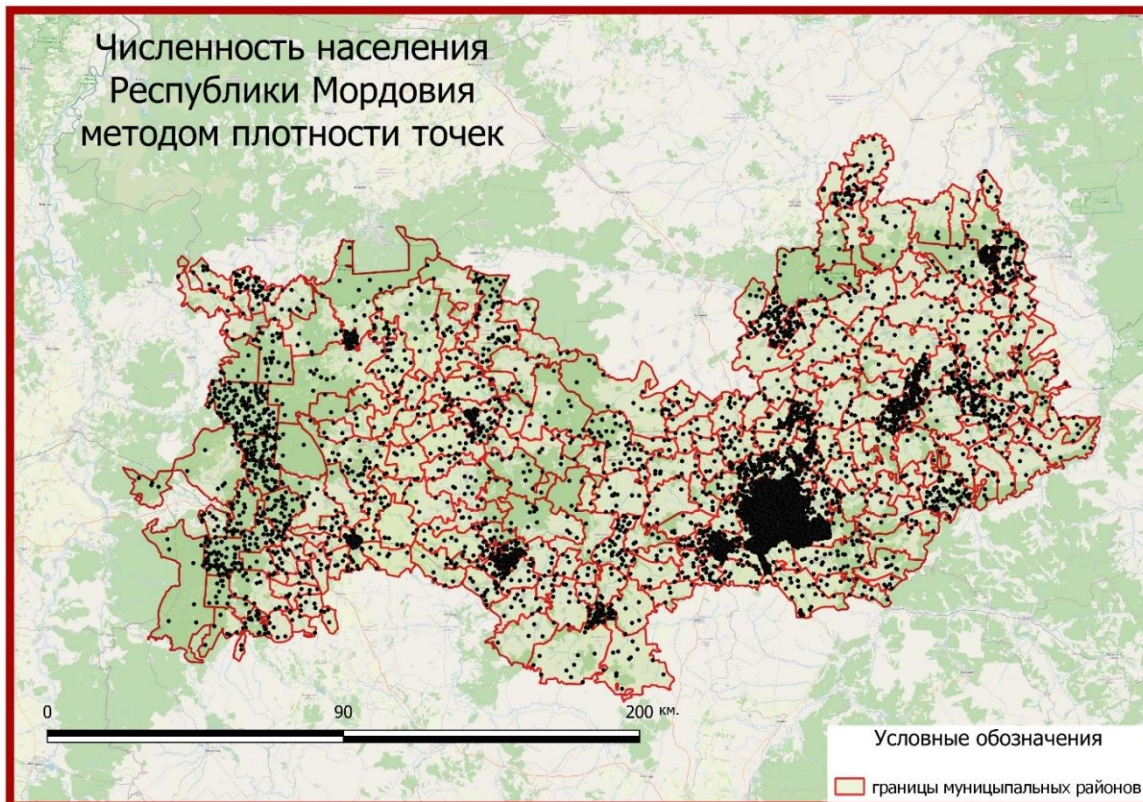


Рис. 4. Численность населения Республики Мордовия (способ плотности точек).

Использование данного способа имеет важные особенности. Так, муниципальные образования различные по площади, но с примерно одинаковым количеством населения, были бы отнесены к одному классу и имели бы одинаковый цвет на карте, полученной с использованием способа количественного фона (см. рис. 2). Карта же, построенная способом плотности точек, может показать, что меньшие по размеру муниципальные районы имеют более высокую плотность, поскольку содержат такое же количество точек, но в пределах меньшей площади (см. рис. 4). Таким образом, карта плотности точек способна показать различия между такими территориями.

Одним из важных инструментов визуального пространственного анализа является тепловая карта (heatmap, или растр плотности), представляющая собой растровую поверхность, полученную методом оценки плотности ядер. Любая тепловая карта является картой интенсивности, отображающей пространственные особенности распределения точек по той или иной территории. В QGIS подобные карты можно получить на основании карт численности населения, построенных ранее с использованием способа плотности точек (см. рис. 4).

Аналитический инструментарий QGIS содержит инструмент, позволяющий на основе точечного слоя получать растровые слои тепловых карт, используя различные

статистические модели.

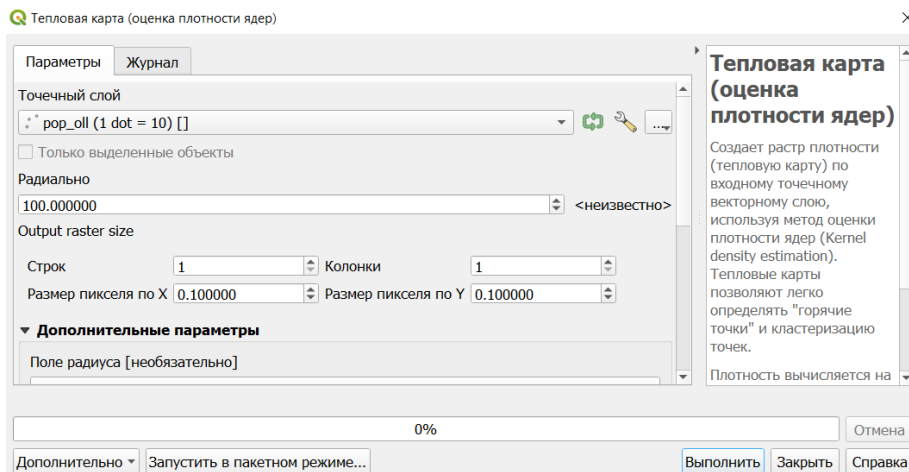


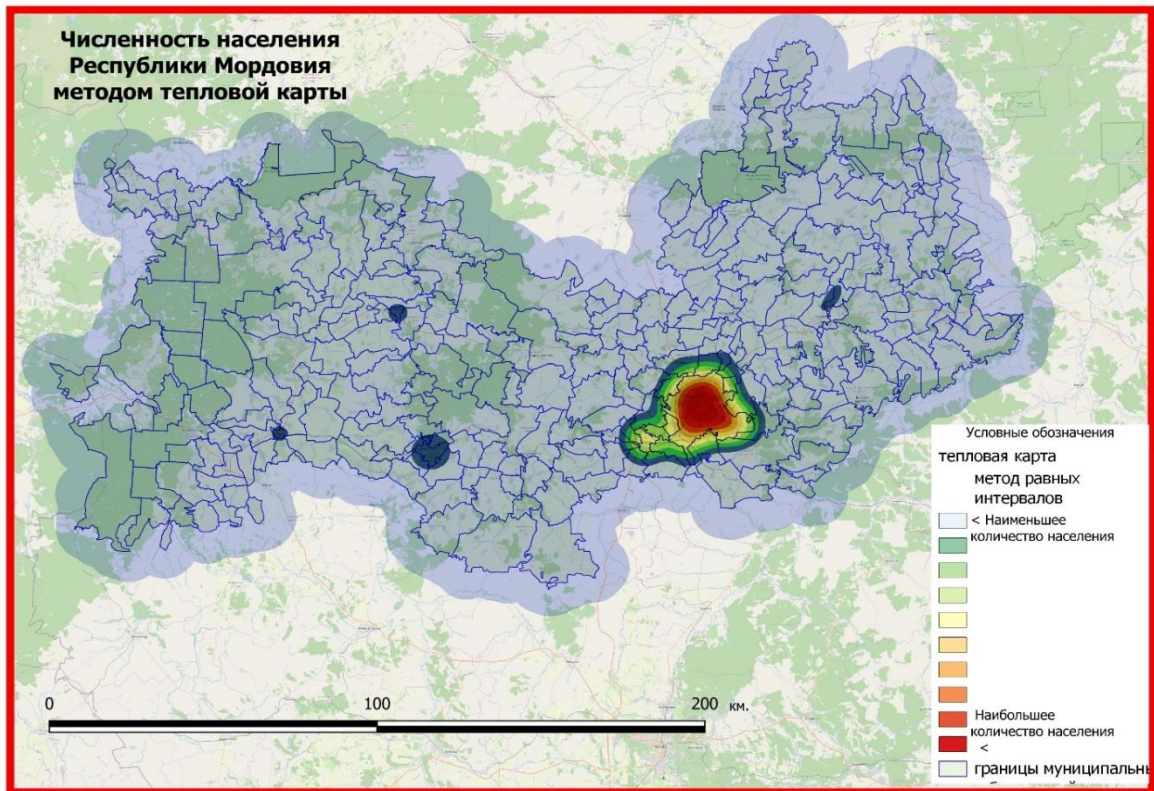
Рис. 5. Настройка параметров для создания тепловой карты численности населения.

Ниже представлены тепловые карты, полученные на основе таких статистических моделей, как метод равных интервалов (см. рис. 6, а) и метод квантилей (см. рис. 6, б).

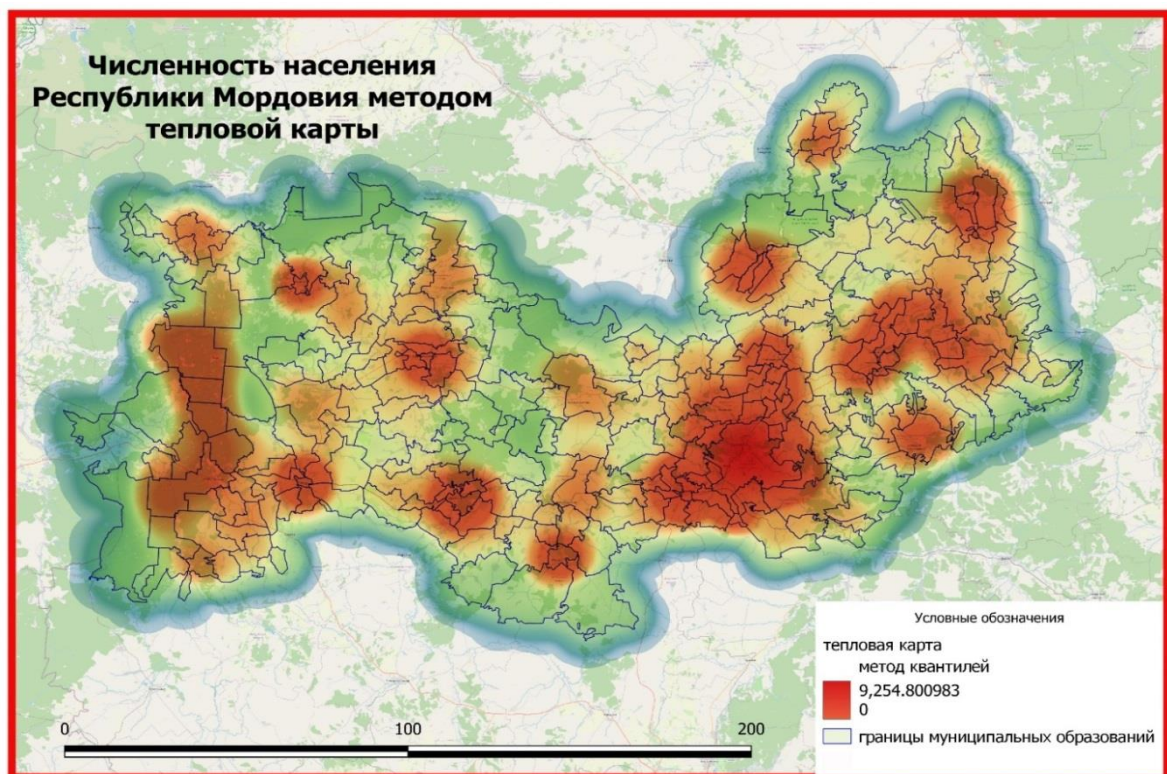
В QGIS есть возможность анализировать пространственно распределенные статистические данные на основе построения специальных карт анаморфоз, которые могут быть получены с использованием модуля cartogram3.

Анаморфозы – это картографические изображения, созданные путем преобразования другого картографического изображения (например, карты количественного фона), в нашем случае – на основании разницы в показателях численности населения между отдельными муниципальными образованиями.

Все полученные картографические модели наглядно и достаточно синхронно отражают максимальную степень концентрации населения прежде всего в пределах территории городского округа Саранск (с численность населения более 340 тыс. чел. – 340,6 тыс. чел. (см. табл. 1) [8]) (см. рис. 2, 4, 6, 8). Другие значительные по числу жителей районы сосредоточения высокой плотности населения (от 9 тыс. до 42 тыс. чел. [8]) также отмечаются в городских поселениях, таких как. Рузаевка (42,4 тыс. чел.) и Ковылкино (19,5 тыс. чел.), Zubovo-Полянское (11,95 тыс. чел.), Комсомольское (11,5 тыс. чел.), Чамзинка (9,9 тыс. чел.), Торбеевское (9,3 тыс. чел.) [8]. Муниципальные образования с низкой численностью населения (до 1 тыс. чел) распределены по всей территории республики. но наибольшая их концентрация отмечается в Zubovo-Полянском, Теньгушевском, Ельниковском, Кочкуровском, Дубенском муниципальных районах [8]. Разброс численности жителей изменяется от 997 чел. (Шишкеевское сельское поселение Рузаевского муниципального района) до 129 чел. (Новомамангинское сельское поселение Ковылкинского муниципального района).



а



б

Рис. 6. Численность населения Республики Мордовия (способ тепловой карты: а – метод равных интервалов; б – метод квантилей).

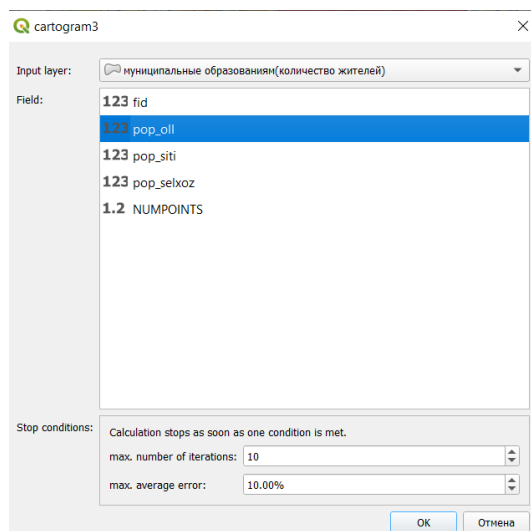


Рис. 8. Настройка параметров модуля cartogram3.

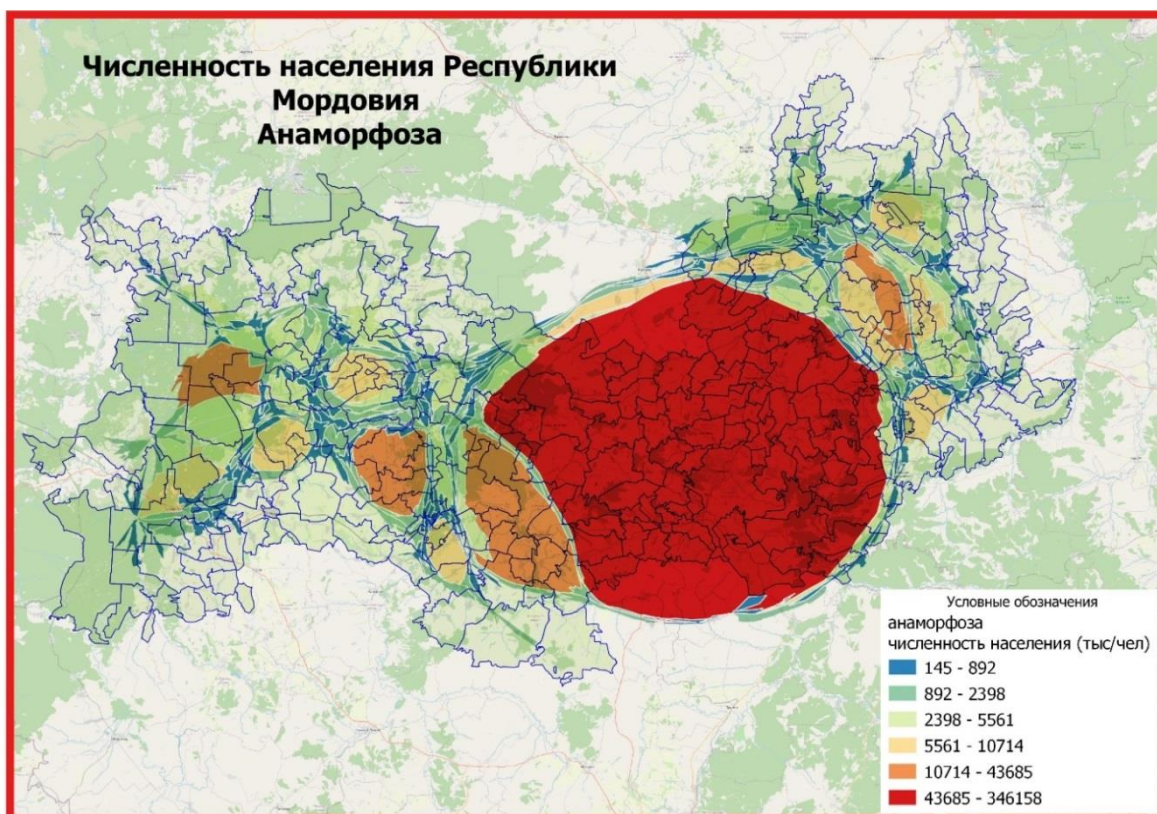


Рис. 8. Численность населения Республики Мордовия (способ анаморфозы).

Наибольшее количество таких поселений (12) – в Ковылкинском и Зубово-Полянском муниципальных районах (общее число поселений 19 и 18 соответственно), наименьшее (2) – в Инсарском (из общего числа четырех) и нет ни одного – в Атяшевском муниципальном районе (численность каждого из 6 сельских поселений превышает 1 тыс. чел).

Таким образом, в работе приведены картографические материалы, созданные на основе различных методов визуализации данных о численности населения муниципальных образований Республики Мордовия с использованием аналитических инструментов геоинформационной системы QGIS. Кроме сведений о методике использования аналитического инструментария данной геоинформационной системы, кратко представлены анализ и оценка выявленных особенностей пространственного распределения численности населения муниципальных образований региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байчурина Р. М., Тесленок С. А. Проектирование и создание серии карт демографических показателей субъектов Приволжского федерального округа [Электронный ресурс] // Огарёв-online. – 2021. – № 5. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/proektirovanie-i-sozdanie-serii-kart-demograficheskix-pokazatelej-subektov-privolzhskogo-federalnogo-okruga> (дата обращения: 18.02.2024).
2. Грызлова Д. А. Демографическая ситуация в Республике Мордовия: статистический аспект [Электронный ресурс] // Огарёв-Online. – 2022. – № 8 (177). – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/demograficheskaya-situatsiya-v-respublike-mordoviya-statisticheskiy-aspekt> (дата обращения: 18.02.2024).
3. Евтеев О. А., Ковалев С. А. Карты населения // Социально-экономические карты в комплексных региональных атласах. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1968. – 168 с.
4. Ивлиева Н. Г., Манухов В. Ф. Геоинформационно-картографическое обеспечение исследований пространственно-временных особенностей сельского расселения Республики Мордовия // Материалы Международной конференции «ИнтерКарто. ИнтерГИС». – 2017. – Т. 23. – № 2. – С. 64–77.
5. Ивлиева Н. Г., Примаченко Е. И., Манухов В. Ф. О картографическом обеспечении исследований демографических процессов (на примере Республики Мордовия) // ИнтерКарто/ИнтерГИС 15: Устойчивое развитие территорий: Теория ГИС и практический опыт: материалы Междунар. конф. – Пермь, Гент, 2009. – С. 214–218.
6. Логинова Н. Н. Демографический портрет регионов Приволжского ФО // Российский институт стратегических исследований [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://riss.ru/article/4089/> (дата обращения: 18.02.2024).
7. Манухов В. Ф., Ивлиева Н. Г. О построении картографических изображений средствами ГИС-пакетов // Педагогическая информатика. – 2015. – № 1. – С. 55–63.
8. Оценка численности постоянного населения на 1 января 2023 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://13.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Численность%2>

Онаселения%20на%201%20января%202023%20г%20по%20МО%20РМ.xlsx (дата обращения: 18.02.2024).

9. Плигин И. Д. Статистический анализ демографических показателей Республики Мордовия // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – № 79. – С. 81–84.

10. Салищев К. А. Проектирование и составление карт. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 239 с.

11. Сегида Е. Ю. Особенности применения картографического метода в общественно-географическом исследовании демографической ситуации // Молодежь и наука: реальность и будущее: материалы III Международной научно-практической конференции: в 6 т. – Т. 5: Естественные и прикладные науки. Невинномысск, 2010. – С. 296–298. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dspace.univer.kharkov.ua/handle/123456789/2809> (дата обращения: 18.02.2024).

12. Создаев А. А., Тесленок К. С. Технология подготовки материалов для картографирования потенциала поля расселения [Электронный ресурс] // Огарев-online. – 2019. – № 3. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/tehnologiya-podgotovki-materialov-dlya-kartografirovaniya-potenciala-polya-rasseleniya> (дата обращения: 18.02.2024).

13. Тесленок С. А., Макарова К. П. Геоинформационное картографирование расселения народов на территории Республики Мордовия // Современные проблемы территориального развития: электрон. журн. – 2017. – № 2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://terjournal.ru/2017/id09/> (дата обращения: 18.02.2024).

14. Тесленок К. С. Возможности геоинформационных систем в управлении инновациями, ресурсами и природопользованием // Вестник Казахского университета экономики, финансов и международной торговли. – 2014. – № 3. – С. 135–138.

15. Тесленок К. С. Создание геоинформационного проекта и его использование в целях развития хозяйственных систем // Геоинформационное картографирование в регионах России: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции (Воронеж, 10-12 декабря 2015 г.). – Воронеж: Научная книга, 2015. – С. 134–138.

16. Тесленок К. С., Создаев А. А., Манухов В. Ф. Геоинформационное картографирование потенциала поля расселения населения Республики Мордовия // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2019. – Т. 5 (15). – Вып. 3. – С. 223–230.

17. Тесленок К. С., Тесленок С. А. Возможности картографирования показателей сельскохозяйственных систем регионов Республики Беларусь с использованием способа картодиаграмм // Стратегия и тактика развития производственно-хозяйственных систем: сб. науч. тр. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2021. – С. 26–31.

18. Тесленок С. А. Экологическое картографирование: учеб. пособие [Электронный ресурс]. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2022. – 141 с. – Режим доступа: <http://catalog.inforeg.ru/Inet/GetEzineByID/338160> (дата обращения: 18.02.2024).
19. Тесленок С. А., Байчурина Р. М. Картографирование демографических показателей субъектов Приволжского федерального округа в 2018 г. // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. – 2020. – Т. 14. – № 1. – С. 112–118.
20. Тесленок С. А., Исхакова М. Ю. Картографирование пространственно-временной динамики расселения татар на территории Республики Мордовия // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2020. – Т. 6 (16). – Вып. 3. – С. 287–293.
21. Тесленок С. А., Исхакова М. Ю. Картографический анализ расселения татар в Республике Мордовия // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. – 2020. – Т. 14. – № 2. – С. 83–88.
22. Тикунов В. С. Моделирование в картографии. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. – 405 с.
23. Тикунов В. С. Моделирование в социально-экономической картографии. – М.: МГУ, 1985. – 280 с.
24. Pribytkova I. Application of Cartographic Modeling as a Research Method When Monitoring the Spatial Behaviour of Population // Социология: теория, методы, маркетинг. – 2015. – № 3. – С. 153–166.
25. QGIS. Свободная географическая информационная система с открытым кодом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.qgis.org/> (дата обращения: 18.09.2024).
26. USGS. Сайт геологической службы США [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.usgs.gov/> (дата обращения: 18.09.2024).