

УДК 004:004.9:912.43:911:911.37(470.345)

Тесленок К. С.¹

Создаев А. А.²

Манухов В. Ф.³

Геоинформационное картографирование потенциала поля расселения населения Республики Мордовия

¹ Общество с ограниченной ответственностью «Сурская горно-геологическая компания», Российская Федерация, г. Саранск

e-mail: kirilltesl@mail.ru

² ФГБОУ ВО «Национальный Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», Российская Федерация, г. Саранск

e-mail: sozdaeva@yandex.ru

³ ФГБОУ ВО «Национальный Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», Российская Федерация, г. Саранск

e-mail: manuhov@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты геоинформационного картографирования потенциала поля расселения населения Республики Мордовия. В ходе исследования производилась подготовка исходных картографических и статистических материалов. Результатом работы стали построенные полуавтоматическим и автоматическим способами карты потенциала поля расселения Республики Мордовия.

Ключевые слова: геоинформационные системы, ГИС, геоинформационное картографирование, потенциал поля расселения, расселение населения, Республика Мордовия.

Введение

При демографическом и экономическом анализе той или иной территории, особую роль играют картографические модели и картографический анализ, а основное картографируемое явление при этом – расселение населения. Расселение может быть определено как процесс: перемещение, освоение, и как стабильное нахождение населения в определенном ареале. В процессе проведения анализа особенностей расселения населения (или пространственного распределения общества) используется много разных расчетных показателей, одним из которых является потенциал поля расселения [1].

Актуальность работы обуславливается общемировой тенденцией к глобализации, и необходимостью отслеживания взаимозависимостей между объектами расселения за счет прямых соотношений их численности. Подобные расчеты применительно к территории Республики Мордовия (РМ) выполнялись впервые. В связи с этим в рамках работы была выполнена проверка состоятельности использования данного метода при картографировании территории высокой урбанизации и проведен анализ особенностей расселения населения на территории РМ. Рассмотрение данного вопроса позволяет перейти к решению проблем анализа распространения населения, повышения производительности труда в народном

хозяйстве, разработки программ регионального развития, обеспечения доступным жильем, ремонта транспортных сетей и др.

В исследованиях отечественных ученых демографический потенциал пространственных систем часто трактуется как мера концентрации населения. О. А. Евтеев и С. А. Ковалев для показателя населенности территории применили термин «потенциал поля расселения (ППР)», характеризующий «особенности тяготения в пределах поля расселения, обусловленные различиями в размещении населения» [2, с. 72]. Для изучения особенностей распределения населения и зонирования территории наиболее известна формула К. Кларка (Colin Clark) [3], усовершенствованная Ю. В. Медведковым [4] с учетом возможных различий падения плотности по разным радиусам от центра.

Материалы и методы

Наиболее подходящим для выполнения задач исследования, было признано использование картометрических и морфометрических методов для расчета некоторых социально-экономических показателей с привлечением наиболее актуальной статистической информации. Результатом работы стало создание картографических материалов в виде оценочных карт.

Для достижения цели были использованы программные средства: ArcGIS 10, Erdas Imagin, Excel, ArcView 3.2a и CorelDRAW X10.

При создании карт распределения населения особую важность носит актуальность данных, а так же их точность в географическом понимании (точная локализация объектов позволит наиболее точно выявить их взаимосвязи и зависимости). Материалами могут послужить различные тематические, топографические карты и некоторые литературные источники. После получения информации, и ее обработки, необходимо привести данные в наиболее удобный для проведения работ формат. Это достигается отсеиванием неактуальной и лишней информации, а так же введением цензов и норм; данные показатели обусловлены целями и задачами исследования.

В качестве картографического материала был выбран набор векторных слоев на территорию РМ географического факультета Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева, полученный в рамках создания региональной ГИС на территорию республики. Проект включает в себя следующие векторные слои: границы муниципальных районов, автомобильные дороги, железнодорожная сеть, леса, гидрографическая сеть (полигональный и линейный слои) и населенные пункты (далее НП).

В данной работе нужно проследить взаимозависимости расселения населения, для этого необходимо наличие точного расположения НП, границ муниципальных районов, дорожной сети.

В ходе исследования планировалась работа, главным образом, с территориальным расположением, но предоставленные данные не полностью удовлетворяли поставленным задачам, в связи с чем имелаась необходимость внесения поправок и дополнительных данных. При выборе статистических материалов наиболее важным является их актуальность, достоверность и соответствие временному промежутку заданного исследования. В рамках работы привлекались статистические данные из открытого доступа, опубликованные Территориальным органом Федеральной службы государственной статистики по Республике Мордовия

[5; 6].

Исследование проводилось на основании людности всех 1210 поселений республики с населением от одного человека [7] и это количество было положено в основу обновления ГИС-проекта [8]. В ходе анализа данных, представленных в атрибутивных таблицах используемых векторных слоев, был сделан вывод об устаревании семантических данных. В целях их обновления при помощи программной среды ArcMap 10.0 в атрибутивные таблицы слоев вносились новые данные.

Имеющийся слой НП в программной среде ArcView 3.2a был разделен на множество с территориальным подразделением на муниципальные районы. На основе полигонального слоя муниципальных районов были созданы слои по каждому из них, за счет экспорта объектов во вновь созданный слой. Далее, на основе модуля «Geoprocessing» были вырезаны из слоя НП, территории выбранного района; в итоге был создан отдельный слой для вырезанных объектов.

Подобные манипуляции были выполнены для всех муниципальных районов, выполнение данной задачи обуславливалось форматом представленных данных. В атрибутивной таблице слоя НП нет данных об их соотношении с муниципальным субъектом. Таким образом, данные имели характер набора НП, а идентифицировать их возможно было только по названию, в условии наличия фактора одинаковых названий у множества НП, работа по обновлению данных была сильно осложнена. Так же выбору данного метода способствовал формат предоставленных статистических данных (НП были подразделены по муниципальным районам).

Далее в программной среде ArcMap 10.0 вносились данные о численности населения по НП из статистического сборника [5]. Вносились данные о названии НП, при этом было крайне важно, чтобы введенное значение в одном слое для различных объектов было одинаковым. Это необходимо для последующих вычислений и связей таблиц.

Для последующих этапов нужно объединить слои НП, подразделенных по территориальному признаку, в один слой с охватом всей республики. Данный этап выполнялся в программном обеспечении ArcView 3.2a. Работа по слиянию слоев проводилась с использованием модуля «Geoprocessing».

Показатель потенциала поля расселения отражает зоны влияния НП и потенциальное влияние территориальных групп населения, т.е. служит заменой показателя средней плотности населения при картографировании больших территорий [9].

В рамках создания оценочной карты «Потенциал поля расселения Республики Мордовия» было разработано две технологических схемы расчета показателя потенциала поля расселения: полуавтоматическая (интерактивная), автоматическая.

Полуавтоматическая основывается на непосредственном человеческом участии в расчетах и использовании различного дополнительного программного обеспечения.

Минусы: человеческий фактор, большие объемы расчетов.

Плюсы: возможность вносить поправки во время расчетов.

Учитывая особенности расселения населения РМ, а именно сильную дифференциацию населения по территории (крупный центр с большим преобладанием по численности над городами-спутниками, и остальными НП республики), были исключены мелкие НП. В рамках работы минимальный ценз установлен в 1 000 человек.

Расчет значений потенциала поля расселения проводился в программе Excel.
Расчет расстояния между объектами с учетом численности населения [10]:

$$\text{Расст}_{\text{чн}} = e / (\text{ACOS}(\text{SIN}(a) * \text{SIN}(b) + \text{COS}(a) * \text{COS}(b) * \text{COS}(c-d)) * R),$$

где a – широта пункта, b – широта соседнего пункта, c – долгота пункта, d – долгота соседнего пункта, R радиус Земли, e – численность НП.

Расчет потенциала поля расселения для определенных НП:

$$\text{ППР}_{\text{НП}} = a + \text{СУММ}(b),$$

где a – численность НП, b – суммарный показатель отношения населения всех остальных НП территории к их расстоянию до НП.

Внесение в атрибутивную таблицу показателя потенциала поля расселения с последующим расчетом на его основе, интерполяции данных. Этот этап выполнялся в программном обеспечении ArcMap 10.0. На основании модуля «Spatial Analyst» с помощью способа «Естественная окрестность» (Рис. 1).

Автоматическая основывается на полном расчете, выполняемом инструментарием программного обеспечения ArcGIS, при минимальном вовлечении оператора.

Минусы: нагрузка на компьютер, закрытость расчетов.

Плюсы: объемы вычислений, скорость расчетов.

В программном обеспечении ArcGIS были рассчитаны расстояния между НП. Вычисление выполнялось инструментом «Расстояние между точками». Полученные расстояния с использованием инструмента «Калькулятор поля» были переведены в километры.

Расчет отношения численности НП к расстоянию до исследуемого пункта осуществлялся инструментом «Калькулятор поля».

Затем был выполнен экспорт табличных данных в другую таблицу. Данная операция выполнялась для возможности суммирования показателя отношений населения всех остальных НП территории к их расстоянию до некоторого НП. В настоящий момент программа не располагает возможностью суммирования рассчитанных показателей на основе слияния таблиц. Этап производится при помощи инструмента «Экспорт данных».

Далее показатели суммировались. Инструмент «Суммирование» автоматически рассчитал сумму отношений населения всех остальных НП территории к их расстоянию до НП.

На завершающем этапе осуществлялся расчет коэффициента потенциала поля расселения при помощи инструмента «Калькулятор поля» (Рис. 2). Формула расчета:

$$\text{«ppr} = [\text{atribut.NAS}] + [\text{Sum_Output.Sum_chis_n}] \text{»}$$

Способом изображения коэффициента потенциала поля расселения, был выбран: растяжка, с установленным типом: по гистограмме, вследствие сильно разнящихся показателей.

Результаты и обсуждение

Картографическое оформление полученных результатов расчетов осуществлялось в программе: ArcMap 10.0 и CorelDRAW X10. Итоговый вариант представлен в картах потенциала поля расселения РМ (Рис. 1 и Рис. 2).

Основываясь на полученных картографических материалах, можно сделать вывод о дееспособности технологических схем расчета потенциала поля расселения.

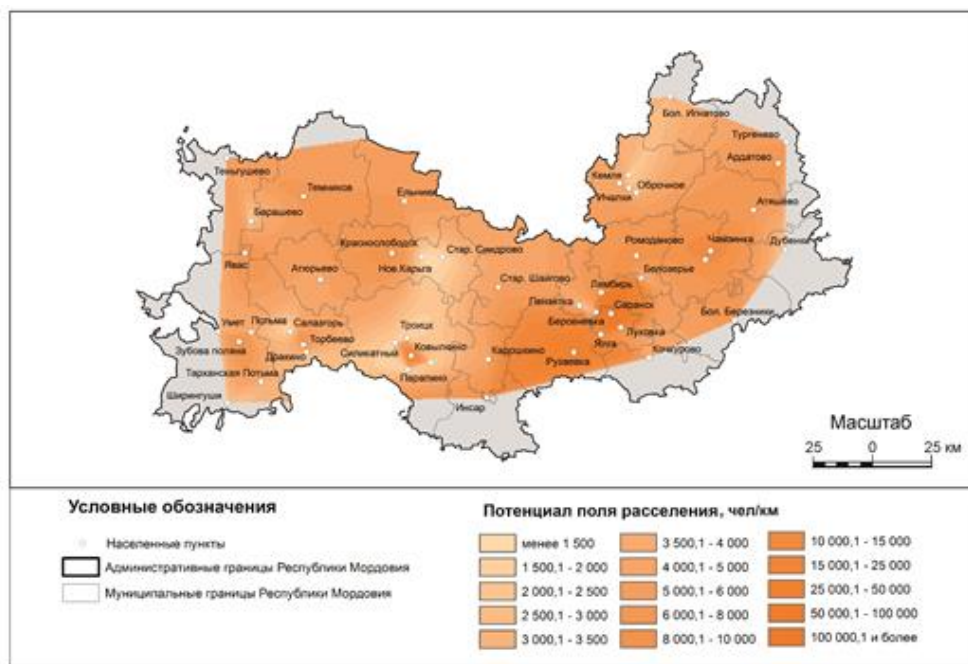


Рис. 1. Потенциал поля расселения Республики Мордовия, рассчитанный полуавтоматическим способом. Составлено авторами

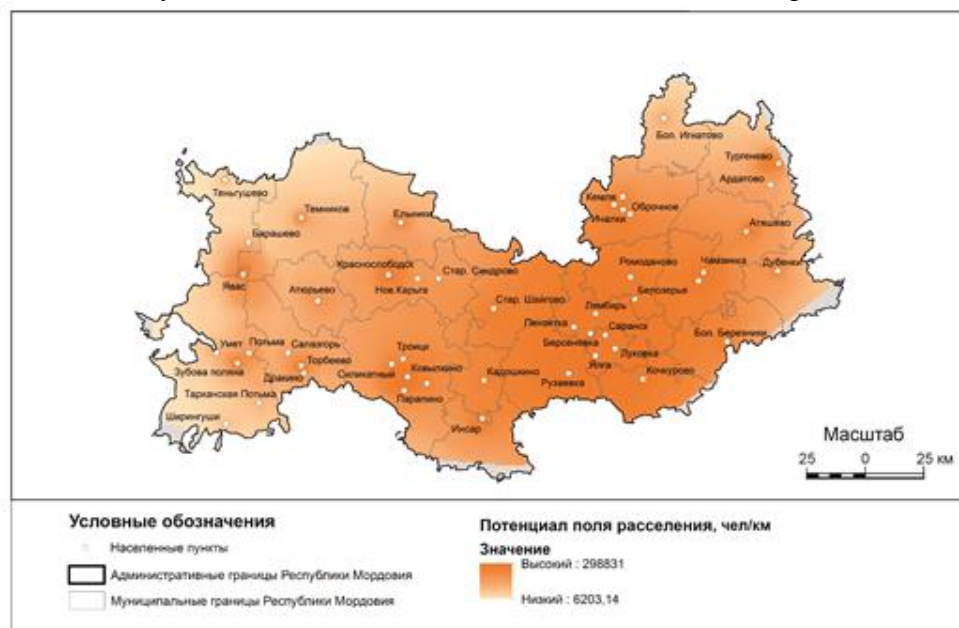


Рис. 2. Потенциал поля расселения Республики Мордовия, рассчитанный

автоматическим способом. Составлено авторами

Наибольшие пики значений расположены в районах наиболее крупных городов, что подтверждает правильность ввода ценза отбора НП при полуавтоматическом расчете.

Рассмотрев карты потенциала плотности расселения, можно заметить, что на них присутствуют области без значений, связанные с особенностью работы инструментов интерполяции данных. Дело в том, что расчет производится лишь при наличии значений. Источником значений для интерполяции послужили НП, их пространственное расположение и сформировало область расчета, контуром к которой послужили крайние НП.

Сравнив полученные данные ППР двух расчетных способов, был сделан вывод о полной самостоятельности каждого способа и их достоверности.

Выводы

В ходе работы были составлены карты оценки потенциала поля расселения РМ. Разработанные схемы целиком удовлетворяют заложенным целям расчета и предоставляют достоверную информацию. Данная модель расчета полностью подходит для территории республики.

Полученные данные можно использовать для выявления отсталых и передовых муниципальных районов, областей наибольшего и перспективного развития, а так же зон влияния крупногородских поселений.

Исследование выполнено при поддержке РФФИ (проект №19-05-00066)

Литература

1. 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>
2. Евтеев О. А., Ковалев С. А. Карты населения // Социально-экономические карты в комплексных региональных атласах. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1968. 168 с.
3. Clark C. Urban Population Densities // Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General). 1951. Vol. 114, No. 4. P. 490-496.
4. Медведков Ю. В. Экономгеографическая изученность районов капиталистического мира. Вып. 2. Приложения математики в экономической географии. М.: ВИНТИ, 1965. 162 с.
5. Статистический сборник № 923 «Численность и размещение населения Республики Мордовия» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://mrd.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/mrd/resources/5b9a09004d852094b428fd344d6b6963/923+%D1%81%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA.pdf
6. Численность населения на 1 января 2016 года по МО [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://mrd.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/mrd/ru/statistics/population/
7. Численность и размещение населения Республики Мордовия (по итогам

- переписей населения): стат. сб. Саранск: Мордовиястат, 2012. 77 с.
8. Тесленок С. А., Макарова К. П. Геоинформационное картографирование расселения народов на территории Республики Мордовия [Электронный ресурс] // Современные проблемы территориального развития: электрон. журн. 2017. №2. Режим доступа: <https://terjournal.ru/2017/id09/>.
 9. Потенциал поля расселения [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rizzoma.com/topic/30c18be1ccc7c90e25a5fd3bba8340b9/0_b_492f_337gi/
 10. Показатели системы расселения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.geogtime.ru/goas-313-1.html>

Teslenok K. S.¹
Sozdaev A. A.²
Manuhov V. F.³

Geoinformation mapping of the potential of the resettlement field of the population of the Republic of Mordovia

¹ Surskaya Mining and Geological Company Limited Liability Company, Russian Federation, Saransk
e-mail: kirilltesl@mail.ru

² National Mordovia State University N. P. Ogareva, Russian Federation, Saransk
e-mail: sozdaevaa@yandex.ru

³ National Mordovia State University N. P. Ogareva, Russian Federation, Saransk
e-mail: manuhov@mail.ru

Abstract. *The article presents the results of geoinformation mapping of the potential of the resettlement field of the population of the Republic of Mordovia. In the course of the study, initial cartographic and statistical materials were prepared. The work resulted in maps of the potential of the resettlement field of the Republic of Mordovia constructed by semi-automatic and automatic methods.*

Key words: *geographic information systems, GIS, geographic information mapping, potential of the resettlement field, population resettlement, Republic of Mordovia.*

References

1. Sozdaev A. A., Teslenok K. S. Tekhnologiya podgotovki materialov dlya kartografirovaniya potentsiala polya rasseleniya // Ogarev-online. 2019. №3. URL: <http://journal.mrsu.ru/arts/tehnologiya-podgotovki-materialov-dlya-kartografirovaniya-potentsiala-polya-rasseleniya>. (in Russian)
2. Evteev O. A., Kovalev S. A. Karty naseleniya // Social'no-ekonomicheskie karty v kompleksnyh regional'nyh atlasah. M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1968. 168 s. (in Russian)
3. Clark C. Urban Population Densities // Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General). 1951. Vol. 114, No. 4. P. 490-496. (in Russian)
4. Medvedkov YU. V. Ekonomgeograficheskaya izuchennost' rajonov kapitalisticheskogo mira. Vyp. 2. Prilozheniya matematiki v ekonomicheskoy geografii. M.: VINITI, 1965. 162 s. (in Russian)
5. Statisticheskij sbornik №923 «Chislennost' i razmeshchenie naseleniya Respubliki Mordoviya» URL:

- http://mrd.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/mrd/resources/5b9a09004d852094b428fd344d6b6963/923+%D1%81%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA.pdf. (in Russian)
6. «CHislennost' naseleniya na 1 yanvarya 2016 goda po MO» URL: http://mrd.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/mrd/ru/statistics/population/
 7. CHislennost' i razmeshchenie naseleniya Respubliki Mordoviya (po itogam perepisej naseleniya): stat. sb. Saransk: Mordoviyastat, 2012. 77 s. (in Russian)
 8. Teslenok C. A., Makarova K. P. Geoinformacionnoe kartografirovanie rasseleniya narodov na territorii Respubliki Mordoviya // Sovremennye problemy territorial'nogo razvitiya: elektron. zhurn. 2017. No2. URL: <https://terjournal.ru/2017/id09/>. (in Russian)
 9. Potencial polya rasseleniya URL: https://rizzoma.com/topic/30c18be1ccc7c90e25a5fd3bba8340b9/0_b_492f_337gi/. (in Russian)
 10. Pokazateli sistemy rasseleniya URL: <http://www.geogtime.ru/goas-313-1.html>. (in Russian)

Поступила в редакцию 10.06.2019 г.