СОЗДАЕВ А. А., ТЕСЛЕНОК К. С.[1]

ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛА ПОЛЯ РАССЕЛЕНИЯ

Аннотация. В статье представлена технология подготовки исходных картографических и статистических материалов для последующего геоинформационного картографирования потенциала поля расселения населения Республики Мордовия. Исследования для этой территории выполнены впервые. В дальнейшем на их основе были определены способы автоматического и полуавтоматического расчета потенциала поля расселения.

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

SOZDAEV A. A., TESLENOK K. S.

METHOD OF PREPARING MATERIALS FOR MAPPING SETTLEMENT DENSITY

Abstract. The article presents the method of preparing initial cartographic and statistical data for geoinformation mapping the settlement density of the Republic of Mordovia. A study of this territory was carried out for the first time. Consequently, the study results were used to develop the methods of automatic and semi-automatic calculation of the potential of the settlement density.

Keywords: geoinformation mapping, population settlement, potential of settlement density, Republic of Mordovia.

При осуществлении демографического и экономического анализа той или иной территории особую роль играют картографические модели и картографический анализ, а основное картографируемое явление при этом – расселение населения. Это довольно сложный социально-экономический процесс, представляющий различные стороны жизни общества. Говоря о сложности расчета параметров расселения, необходимо учитывать его многогранность. Так, в русском языке расселение может быть охарактеризовано и как процесс, перемещение, освоение, и как стабильное нахождение населения в определенном ареале, а некоторые его характеристики могут носить различный характер – постоянный, временный или сезонный.

В процессе проведения анализа особенностей расселения населения (или

[1] Выполнено при поддержке РФФИ (проект № 19-05-00066 «Пространственно-временные закономерности инновационного развития сельского хозяйства регионов России»).

пространственного распределения общества) используется много разных расчетных показателей, одним из которых является потенциал поля расселения. Несмотря на то, что применяется он уже не одно десятилетие, актуальность его с усилением общемировой тенденции к глобализации только возрастает и возникает необходимость отслеживания взаимозависимостей между объектами расселения за счет прямых соотношений их численности. Именно потенциал расселения, являясь наиболее информативным и точным, был выбран нами в качестве ключевого показателя. Кроме того, подобные расчеты применительно к территории Республики Мордовия 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 Республики Мордовия. Рассмотрение данного вопроса позволяет перейти к решению проблем анализа распространения населения, его оценки и прогнозирования на долгосрочную перспективу с позиций географии населения, демографии, этнографии, градостроительства, социологи и др. Связано это с решением задач повышения производительности труда в сельском хозяйстве и промышленности, разработкой планов распределения денежных средств по программам 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 [2] 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) [10], усовершенствованная Ю. В. Медведковым [5] с учетом возможных различий падения плотности по разным радиусам от центра. По Ю. В. Медведкову, потенциал V в точке j равен

$$V_j = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{H_i}{R_{ji}},$$

где *Hi* – численность населения в данной и других точках; *Rij* – расстояние от данной точки *i* до точки *j*.

О. А. Евтеев [1] модифицировал эту формулу при составлении карты потенциала поля расселения таким образом:

$$V_i = P_i + \sum_{i=1}^{i=n} \frac{P_j}{2D_{ji}},$$

где Pi – численность населения в пункте, для которого определяется потенциал; Pj – численность населения в других пунктах; Dji – расстояние от точки j до точки i. Цифра 2 в формуле применена потому, что связи населения осуществляются, как правило, не только в одном, но и в обратном направлении [1].

Потенциал, измеряемый в условных единицах, характеризует относительную доступность взаимодействия людей, живущих в какой-либо точке системы расселения, с остальными жителями этой системы, т. е. он дает обобщенную характеристику расселения, в отличие от показателей плотности, которые раскрывают локальные связи населения и территории. Обычно ППР рассчитывается только для городского расселения, и 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 между ними. Во многих случаях реальные связи не соответствуют потенциальным возможностям из-за особенностей дорожной сети, функциональных типов поселений и ряда других причин.

В процессе геоинформационного картографирования ППР территориально рассматривалась Республика Мордовия, характеризующаяся сильной дифференциацией населения по территории, наличием крупного центра, значительно преобладающего по числу жителей над городами-спутниками и остальными населенными пунктами.

По данным Всероссийской переписи населения 2010 г., на территории республики были представлены 22 муниципальных района, 7 городов, 14 поселков городского типа, 1 250 сельских населенных пунктов, включая 61 без населения [9]. В муниципальных районах проживало 507 449 человек, или 60,9 % от общей численности населения республики. В составе городского округа Саранск одноименный город республиканского подчинения, 3 поселка городского типа и 4 сельские администрации [9].

Для рассматриваемой территории известен опыт исследования демографических процессов с использованием геоинформационного картографирования и моделирования [3; 7], учитывался и опыт применения геоинформационных систем и технологий [6; 7].

В ходе работы были выделены следующие этапы ее выполнения, определяющие задачи исследования:

– изучение и разработка методики;

– разработка геоинформационного проекта [6];

– поиск и анализ актуальных источников картографической и статистической информации;

– актуализация данных ГИС на основании статистических источников;

– получение точечного слоя населенных пунктов на основе полигонального;

– расчет тематических морфометрических показателей на основе картометрических измерений и анализа статистических данных;

– создание оценочных карт на основе рассчитанных показателей;

– анализ полученных карт расселения населения.

Для решения поставленных задач и достижения цели исследования были использованы такие программные средства, как ArcGIS, Erdas Imagin, MS Excel, ArcView, CorelDRAW.

При создании карт распределения населения особое значение имеют актуальность атрибутивных данных и их точность в географическом понимании. Учет точной локализации объектов позволяет выявить взаимосвязи и взаимозависимости в наибольшей степени. При этом в качестве картографических источников могут использоваться топографические и различные тематические карты, а также сведения, представленные в литературных источниках. После получения и первичной обработки информации она приводилась в наиболее удобный для работы формат: отсеивалась неактуальная, ненужная и избыточная информация, вводились цензы и нормы, обусловленные целями и задачами исследования.

Картографические материалы были представлены набором векторных слоев на территорию Республики Мордовия [4]:

– «admin» – муниципальные районы (полигональный слой);

– «avto_dor» – автомобильные дороги различного класса (полилинейный слой);

– «gel_dor_lines» – железные дороги (полилинейный слой);

– «lesa» – лесные массивы (полигональный слой);

– «reki_l» – речная сеть (полилинейный слой);

– «reki_p» – речная система (полигональный слой);

– «towns» – населенные пункты (полигональный слой).

Эта векторная информация использовалась для выявления взаимозависимостей расселения, главным образом в качестве источника данных о границах муниципальных районов, дорожной сети, точном пространственном размещении населенных пунктов, а также для расчета расстояний между ними. Наиболее важными среди названных слоев являлись «admin» и «towns». Состав полей атрибутивных таблиц базы данных геоинформационного проекта [6] включал

для слоя «admin» муниципальных районов Республики Мордовия [4]:

– FID – порядковый номер объекта;

– SHAPE – тип объекта (полигональный);

– AREA – площадь объекта;

– PERIMETER – периметр объекта;

– NAME – название муниципального района;

– POPULATION – численность населения муниципального района;

– PLOTN – плотность населения муниципального района;

для слоя «towns» населенных пунктов Республики Мордовия [4]:

– FID – порядковый номер объекта;

– SHAPE – формат объекта (полигональный);

– AREA – площадь объекта;

– PERIMETER – периметр объекта;

– PPA_CODE – код сельского поселения;

– PPA_TEXT – название населенного пункта.

В ходе проведения анализа источника данных было выявлено, что информация полей POPULATION, PLOTN и PPA_CODE не удовлетворяет требованиям актуальности и поставленным задачам и нуждается в обновлении, кроме того, в целях уточнения потребовался пересчет значений полей AREA и PERIMETER. Наибольшая степень актуальности характерна для пространственного расположения объектов, и эти данные полностью удовлетворяют задачам исследования. С использованием инструмента «Объект в точку» модуля «ArcToolBox» приложения ArcMap ГИС ArcGIS посредством определения центроидов полигонов был получен точечный слой населенных пунктов на основе полигонального слоя «towns».

Выбор использованных статистических материалов в первую очередь определялся их актуальностью, достоверностью и соответствием временному промежутку исследования. Прежде всего, привлекались статистические данные Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Республике Мордовия с Всероссийской переписи населения 2010 г. [9].

Исследование проводилось на основании людности всех 1 210 поселений республики с населением от одного человека [9] и это число было положено в основу обновления ГИС-проекта [6]. Устаревшие семантические данные атрибутивных таблиц используемых векторных слоев [4] были обновлены по результатам переписи населения Российской Федерации 2010 г. [9] в несколько этапов.

1. Создание дополнительных полей «nas» (численность населения) «MR»

(муниципальный район) для полигонального слоя «towns», выполненное в приложении ArcMap ГИС ArcGIS. Для этого в открытой атрибутивной таблице слоя выполнена команда «Опции таблицы / Добавить поле». В появившемся окне задавалось имя нового поля и выбирался его тип «double» (формат: число с плавающей запятой), а в свойствах поля указывались точность и количество десятичных знаков (см. рис. 1).

2. Разделение единого слоя «towns» с территориальным подразделением по муниципальным районам, выполненное в ГИС ArcView. Вначале на основе слоя «admin» последовательным экспортом выделенных объектов в новые слои были созданы отдельные полигональные слои по каждому муниципальному району.

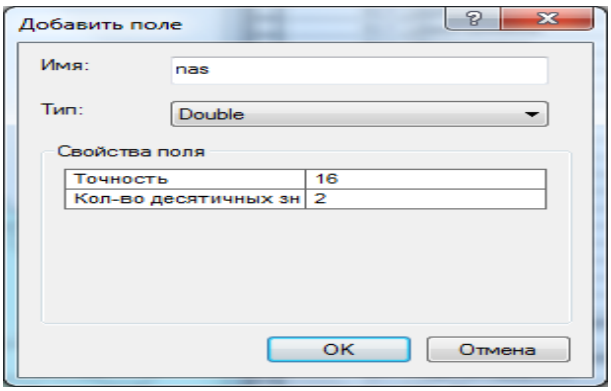


Рис. 1. Создание нового поля атрибутивной таблицы.

Далее с использованием модуля «Geoprocessing» из единого слоя «towns» на все территорию Мордовии были вырезаны населенные пункты в пределах территорий отдельных районов и в итоге созданы отдельные слои для вырезанных объектов. Для этого подключался сам модуль (меню «File / Extensions / Geoprocessing»), затем запускался мастер пространственных операций («View / GeoProcessing Wizard»). В появившемся окне выбирался третий пункт («Clip one theme based on another»), задавался входной слой, слой границы обрезки (шаблон), а также параметры выходного файла – его название и путь (см. рис. 2).

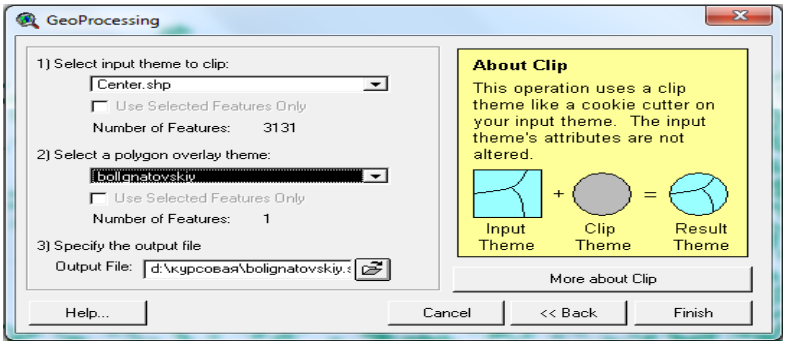


Рис. 2. Заключительный этап работы модуля «Geoprocessing».

Аналогичная операция вырезания населенных пунктов была выполнена для всех муниципальных районов Мордовии (см. рис. 3). Ее необходимость обусловливалась особенностями имеющихся исходных данных, так как в атрибутивной таблице слоя «towns» отсутствовала информация о соотношении с муниципальным районом (т.е. о принадлежности поселения к той или ной территории).

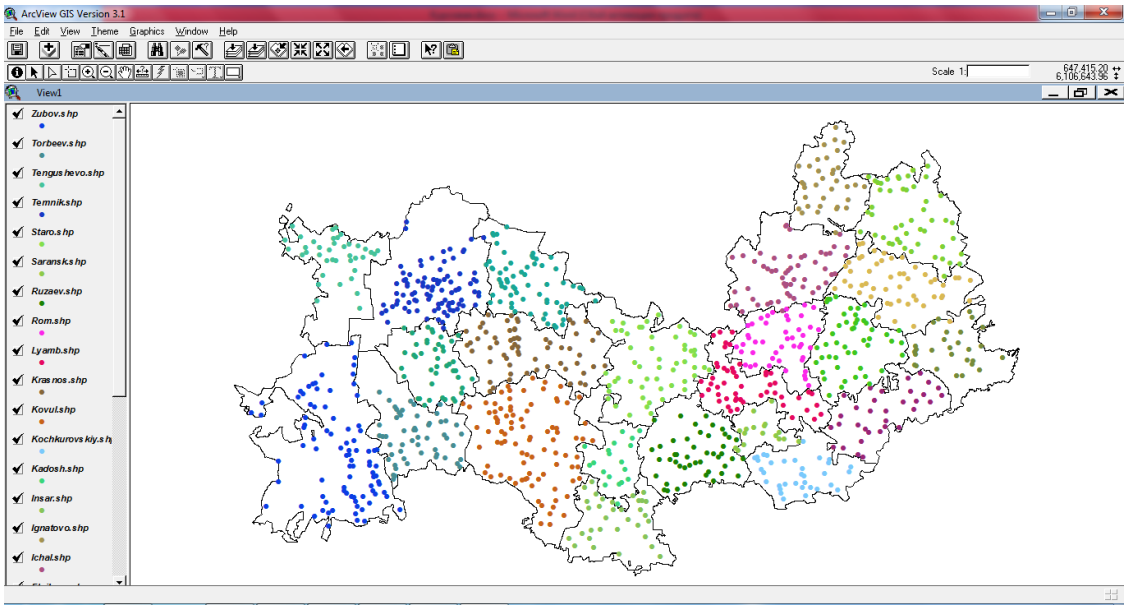


Рис. 3. Подразделение населенных пунктов Мордовии по территориальному признаку.

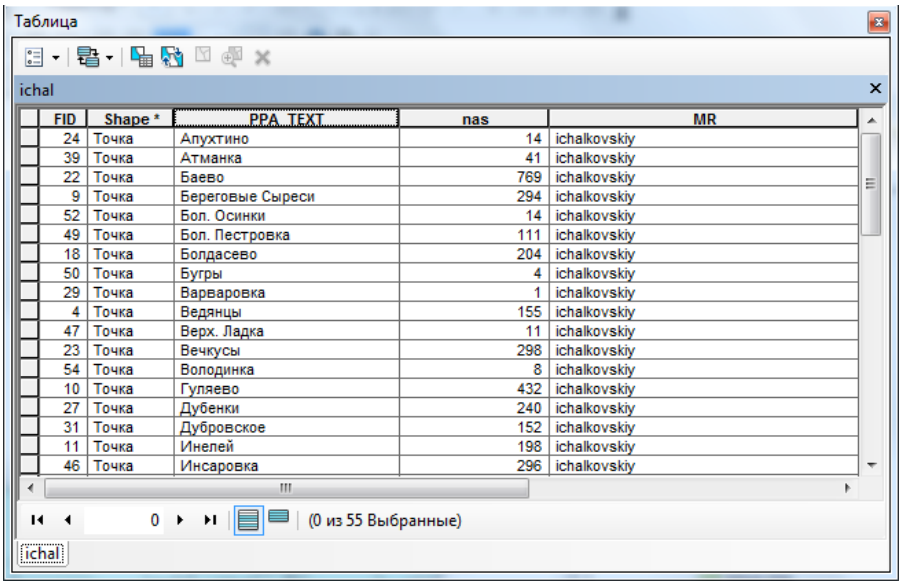
Таким образом, исходные данные имели характер набора населенных пунктов, идентификация которых была возможна только по названию, что при условии наличия одинаковых названий у нескольких поселений существенно осложняло работу по обновлению данных. Этому же способствовал формат полученных статистических данных [9], в которых населенные пункты распределены по муниципальным районам.

3. Далее в приложении ArcMap ГИС ArcGIS были заполнены поля «nas» и «MR» для каждого территориального слоя населенных пунктов (см. рис. 4). В поле «nas» вносились данные о численности населения по населенным пунктам [9].

В поле «MR» вносились данные о названии района расположения населенного пункта, причем крайне важно, чтобы введенное значение для различных объектов одного слоя было строго одинаковым. Это необходимо для осуществления последующих вычислений и организации связей таблиц.

4. Объединение слоев населенных пунктов, подразделенных по территориальному признаку, в единый слой для всей республики («atribut»), выполненное в ГИС ArcView. Работа по слиянию слоев также выполнялась с использованием мастера пространственных операций модуля «Geoprocessing», после запуска которого выбирался второй пункт меню («Merge themes together»).

Затем в первом пункте открывшегося меню («Select at least two themes to merge») выбирались все слои населенных пунктов, которые подлежат объединению (см. рис. 5).



FID	Shape *	PPA_TEXT	nas	MR
24	Точка	Апухтино	14	ichalkovskiy
39	Точка	Атманка	41	ichalkovskiy
22	Точка	Баево	769	ichalkovskiy
9	Точка	Береговые Сыреси	294	ichalkovskiy
52	Точка	Бол. Осинки	14	ichalkovskiy
49	Точка	Бол. Пестровка	111	ichalkovskiy
18	Точка	Болдасево	204	ichalkovskiy
50	Точка	Бугры	4	ichalkovskiy
29	Точка	Варваровка	1	ichalkovskiy
4	Точка	Ведянцы	155	ichalkovskiy
47	Точка	Верх. Ладка	11	ichalkovskiy
23	Точка	Вечкусы	298	ichalkovskiy
54	Точка	Володинка	8	ichalkovskiy
10	Точка	Гуляево	432	ichalkovskiy
27	Точка	Дубенки	240	ichalkovskiy
31	Точка	Дубровское	152	ichalkovskiy
11	Точка	Инелей	198	ichalkovskiy
46	Точка	Инсаровка	296	ichalkovskiy

Рис. 4. Внесение атрибутивных данных по населенным пунктам.

Здесь же из списка указанных ранее слоев определялся базовый для создания атрибутивной таблицы. Во втором пункте («Specify the output») задавались данные выходного слоя – название и директория.

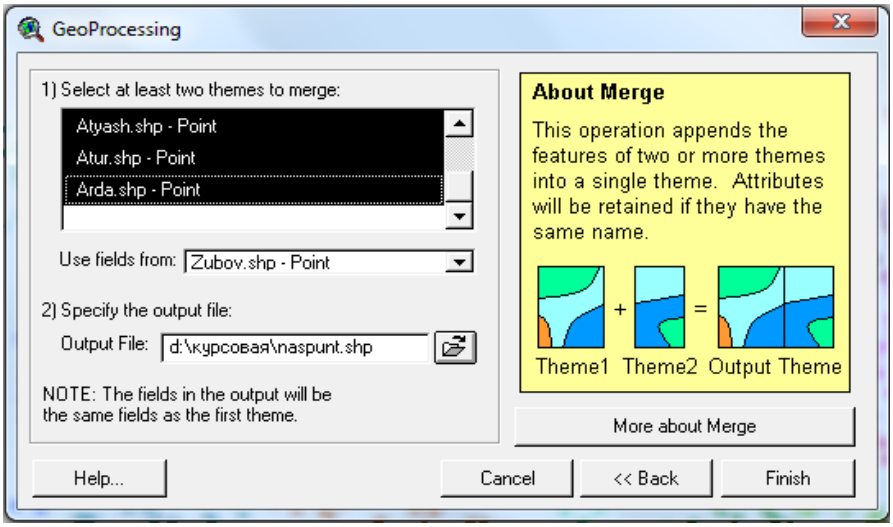


Рис. 5. Объединение слоев населенных пунктов.

5. Заполнение атрибутивной таблицы слоя «admin». В ходе данного этапа в атрибутивной таблице были созданы новые поля: «nas» (численность населения муниципального района) и «MR» (название муниципального района, которое должно совпадать с аналогичным в таблице «nas» (см. рис. 6).

Таблица

admin

FID	Shape *	AREA	PERIMETER	PLOTN	nas	NAME	chisInp
0	Полигон	836737000	193753,3	11,986	7240	БОЛЬШЕИГНАТОВСКИЙ РАЙОН	37
1	Полигон	1185320000	238623,4	18,225	26168	АРДАТОВСКИЙ РАЙОН	53
2	Полигон	1952010000	289407,9	13,986	14684	ТЕМНИКОВСКИЙ РАЙОН	96
3	Полигон	1265850000	224104,2	20,61	18802	ИЧАЛКОВСКИЙ РАЙОН	56
4	Полигон	1029570000	275907,9	15,171	10771	ТЕНЬГУШЕВСКИЙ РАЙОН	40
5	Полигон	1059810000	204595,9	15,012	10272	ЕЛЬНИКОВСКИЙ РАЙОН	67
6	Полигон	1137750000	247511,3	20,316	17872	АТЯШЕВСКИЙ РАЙОН	54
7	Полигон	1401680000	288460,6	11,411	12476	СТАРО-ШАЙГОВСКИЙ РАЙОН	57
8	Полигон	1012870000	231859,2	35,682	30588	ЧАМЗИНСКИЙ РАЙОН	56
9	Полигон	807838000	181274,9	29,113	19884	РОМОДАНОВСКИЙ РАЙОН	48
10	Полигон	875326000	227617,9	21,344	12190	ДУБЕНСКИЙ РАЙОН	29
11	Полигон	1371950000	270226,3	25,015	23784	КРАСНОСЛОБОДСКИЙ РАЙОН	68
12	Полигон	795875000	165193,3	19,405	8674	АТЮРЬЕВСКИЙ РАЙОН	45
13	Полигон	838960000	271800,9	36,008	34336	ЛЯМБИРСКИЙ РАЙОН	66
14	Полигон	2547800000	509642,1	27,686	55414	ЗУБОВО-ПОЛЯНСКИЙ РАЙОН	92
15	Полигон	1152710000	212669,5	22,819	19374	ТОРБЕЕВСКИЙ РАЙОН	54
16	Полигон	949706000	252282,3	18,413	12831	БОЛЬШЕБЕРЕЗНИКОВСКИЙ РАЙ	34
17	Полигон	2055410000	284509,4	27,021	40193	КОВЫЛКИНСКИЙ РАЙОН	99
18	Полигон	650161000	218305,5	16,75	7084	КАДОШКИНСКИЙ РАЙОН	19
19	Полигон	1122020000	194233,2	61,519	46064	РУЗАЕВСКИЙ РАЙОН	56
20	Полигон	340330000	118426,2	918,078	30769	г.САРАНСК	19
21	Полигон	833501000	202443	17,076	10086	КОЧКУРОВСКИЙ РАЙОН	39
22	Полигон	932932000	252648,6	10,448	12844	ИНСАРСКИЙ РАЙОН	33

0 (0 из 23 Выбранные)

admin

Рис. 6. Внесение данных в атрибутивную таблицу.

На этом подготовка материалов для геоинформационного проекта [6] была закончена. Дальнейшие исследования заключались в разработке способов расчета потенциала поля расселения посредством ГИС ArcGIS, функциональные возможности которого позволяют получить и проанализировать различные социодемографические показатели, основываясь на информации о пространственном расположении населенных пунктов и статистических данных о численности населения [9]. Важной последующей задачей исследования территориальных характеристик структур расселения является анализ и картографирование их ядер, определение границ распространения, внутренних зон и т.п. [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Евтеев О. А. Карта потенциала поля расселения как особый вид изображения населенности территории // Вестн. Моск. ун-та. Сер. геогр. – 1969. – № 2. – С. 72–76.
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. 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.
4. Исходные данные. Вектор (Республика Мордовия) [Электронный ресурс] // Персональный сайт. – Сайт учебно-методических материалов. – Режим доступа:

http://teslenok.ucoz.ru/load/iskhodnye_dannye_vektor/1-1-0-13 (дата обращения 22.12.2018).

5. Медведков Ю. В. Экономгеографическая изученность районов капиталистического мира. – Вып. 2. Приложения математики в экономической географии. – М.: ВИНИТИ, 1965. – 162 с.
6. Тесленок К. С. Возможности геоинформационных систем в управлении инновациями, ресурсами и природопользованием // Вест. Казах. ун-та экономики, финансов и междунар. торговли. – Астана, 2014. – № 3. – С. 135–138.
7. 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/ (дата обращения 22.12.2018).
8. Тикунов В. С. Моделирование в картографии. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. – 405 с.
9. Численность и размещение населения Республики Мордовия (по итогам переписей населения): стат. сб. – Саранск: Мордовиястат, 2012. – 77 с.
10. Clark C. Urban Population Densities // Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General). – 1951. – Vol. 114, No. 4. – P. 490–496.