

УДК: 911.9

DOI: 10.35595/2414-9179-2022-2-28-203-216

В.О. Есикова<sup>1</sup>

## РАЗРАБОТКА ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ВОСПРОИЗВОДСТВА НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ

### АННОТАЦИЯ

В последние десятилетия XX – начале XXI вв. в России изменился характер формирования населения в стране в целом и в ее регионах в частности. На протяжении постсоветского периода страна претерпевает глубокий демографический кризис, активное развитие получили депопуляционные процессы. В связи с этим становится актуальным проведение исследования по мониторингу воспроизводства населения России. Мониторинг на базе геоинформационных систем имеет ряд преимуществ в обработке и интерпретации большого массива пространственных данных. В статье отражен опыт создания концептуальной схемы геоинформационной системы мониторинга, методики геоинформационного моделирования, формирования структуры базы пространственных данных, необходимого элемента геоинформационного мониторинга. Концептуальная схема системы геоинформационного мониторинга основана на разработке методики геоинформационного моделирования, создании базы пространственных данных и формировании структуры геоинформационного мониторинга. Создание вышеназванной системы предполагается на базе платформы ArcGis Online фирмы Esri, системы управления базой данных (СУБД) – PostgreSQL 10. Методика геоинформационного моделирования, используемая в работе, включает создание базы пространственных данных, построение моделей в геоинформационных системах и анализ результатов геомоделирования. Для геомоделирования и последующего создания карт используется ряд наиболее распространенных методов и способов: типологический, метод картографических анаморфированных изображений, способ качественного и количественного фона, способы ареалов, картодиаграммы, диапазоны значений, способ движения стрелок и т.д. База пространственных данных представляет собой подсистему геоинформационного мониторинга региональных особенностей воспроизводства населения России и предназначена для сбора, организации, хранения и актуализации данных. Рассматриваются возможности геоинформационных систем для мониторинга воспроизводства населения России, методы и способы моделирования в геоинформационных системах. В результате создана база пространственных данных «Воспроизводство населения в России» и построена серия пространственно-временных моделей. Проанализированы тенденции воспроизводства населения постсоветского периода с выявлением основных периодов в трансформации процесса воспроизводства, проведена типология регионов с учетом соотношения естественного и миграционного прироста и их вклада в динамику общей численности населения.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** геоинформационные системы, воспроизводство населения, картографическая модель, база пространственных данных

---

<sup>1</sup> Северо-Кавказский федеральный университет, Институт наук о Земле, проспект Кулакова, 16/1, 355035, Ставрополь, Россия; e-mail: [esikova.v@mail.ru](mailto:esikova.v@mail.ru)

Viktoriya O. Esikova<sup>1</sup>

## DEVELOPMENT OF A GEOINFORMATION SYSTEM FOR MONITORING THE REPRODUCTION OF THE RUSSIAN POPULATION

### ABSTRACT

In the last decades of the XX–XXI centuries. in Russia, the nature of the formation of the population as a whole in the country and in its regions in particular has changed. During the post-Soviet period, the country is undergoing a deep demographic crisis, depopulation processes have been actively developed. In this regard, it becomes relevant to conduct a study on monitoring the reproduction of the Russian population. Monitoring based on geographic information systems has a number of advantages in processing and interpreting a large array of spatial data. The article shows the experience of creating a conceptual scheme of a geoinformation monitoring system, methods of geoinformation modeling, formation of the structure of a spatial database, a necessary element of geoinformation monitoring. The conceptual scheme of the geoinformation monitoring system is based on the development of a geoinformation modeling technique, the creation of a spatial data base and the formation of a geoinformation monitoring structure. The creation of a geoinformation monitoring system is supposed to be based on the Esri ArcGis Online platform, a database management system (DBMS) – PostgreSQL 10. The geoinformation modeling technique used in the work includes the creation of a spatial database, building models in geoinformation systems, and analyzing the results of geomodeling. For geomodeling and the subsequent creation of maps, a number of the most common methods and methods are used: typological, the method of cartographic anamorphic images, the method of qualitative and quantitative background, methods of areas, cartograms, ranges of values, the method of movement of arrows, etc. The spatial database is a subsystem for geoinformation monitoring of regional features of the reproduction of the Russian population and is designed to collect, organize, store and update data. The possibilities of geoinformation systems for monitoring the reproduction of the Russian population, methods and methods of modeling in geoinformation systems are considered. As a result, a database of spatial data “Reproduction of the population in Russia” was created and a series of spatio-temporal models was built. The trends in the reproduction of the population of the post-Soviet period are analyzed with the identification of the main periods in the transformation of the reproduction of the population, a typology of regions is carried out, taking into account the ratio of natural and migration growth and their contribution to the dynamics of the total population.

**KEYWORDS:** geoinformation systems, population reproduction, cartographic model, spatial database

### ВВЕДЕНИЕ

На протяжении постсоветского периода страна претерпевает глубокий демографический кризис, активное развитие получили депопуляционные процессы. До недавнего времени отмечалось положительное сальдо миграции и неустойчивое увеличение естественного прироста в большинстве регионов, однако с 2018 г. и с пандемией COVID-19 в 2020–2021 гг. депопуляционные процессы на территории России усугубились. Все это влияет на характер воспроизводства населения регионов России.

---

<sup>1</sup> North Caucasus Federal University, Institute of Earth Sciences, Kulakova Avenue, 16/1, 355035, Stavropol, Russia; e-mail: [esikova.v@mail.ru](mailto:esikova.v@mail.ru)

В сфере изучения демографических процессов геоинформационные системы (ГИС) решают задачу инвентаризации и мониторинга, оценки и прогноза, управления и планирования. Например, ГИС-мониторинг туристического потока через «цифровой след», социальные сети, GPS и анализ Big Data (большие данные) для маркетинга туристических направлений [Li, Yang, 2017], или использование ГИС-мониторинга как вспомогательного инструмента для устойчивого пространственного управления [Ondrejčička et al., 2019]. В настоящий момент создаются и сопровождаются базы данных мониторинга, формируются банки данных, ГИС участвует в прогнозировании социально-демографической ситуации [Yu et al., 2018], анализе социально-демографических, экономических и иных показателей, их влиянии друг на друга [Bai, Wang, 2015; Matthews et al., 2019; Poole et al., 2020]. В связи с этим актуально провести геоинформационный мониторинг трансформации воспроизводства населения России, направленный на выявление региональных тенденций, факторов и причин изменений в динамике воспроизводства населения, выявление «проблемных территорий» и далее – на подготовку методических рекомендаций для принятия управленческих решений.

Разработка концептуальной схемы базируется на исследованиях Раужина И.Г., Черкасова А.А., Панина А.Н., Черновой И.В., Супрунчука И.П. по данной тематике. Схемы мониторинга в рамках каждой из работ имеют свои специфику и особенности. Понимание термина «геоинформационный мониторинг» варьируется в зависимости от работы – по И.Г. Раужину геоинформационный мониторинг понимается как система, которая состоит из совокупности взаимосвязанных элементов, а также подсистема управления. Это комплексная система, консолидирующая географическую и атрибутивную информацию об исследуемой территории в едином хранилище для целей проведения полимасштабного пространственно-временного анализа, оперативного мониторинга, а также разработки прогнозов демографических процессов [Раужин, 2011]. Черкасов А.А. под геоинформационным мониторингом понимает систему сбора, хранения и анализа информации, содержащей сведения об изучаемом объекте. Система позволяет визуализировать (картографировать) исследуемые процессы, явления [Черкасов, 2013]. Черновой И.В. разработана геоинформационная система «Горное расселение Северного Кавказа», где под системой мониторинга подразумевается информационно-экспертная система, которая обеспечивает полимасштабный геоинформационный мониторинг [Чернова, 2016].

Различается и пространственный масштаб создаваемых систем мониторинга – от полимасштабной трехуровневой системы [Раужин, 2011; Супрунчук, 2015; Черкасов, 2013], до региональных систем [Чернова, 2016; Панин, 2005]. Следует отметить, что в каждой из этих систем локальный уровень был представлен как часть изучаемой территории и не рассматривался в отдельности от региона. При этом процессы и явления локального уровня рассматривались не только в рамках регионального исследования и в тесной взаимосвязи с глобальными процессами. Это подтверждает принцип полимасштабности, присущий каждой из работ, мы также придерживаемся этого принципа в нашем исследовании.

Каждая из систем мониторинга включает базу пространственных данных (БПД), базу данных (БД) или базу геоданных (БГД), (которые мы понимаем как синонимы в этом случае) и уровни доступа к системе. Изучение разработанных в рамках схемы мониторинга модулей или блоков показало, что структура этих компонентов различна от системы к системе.

Цель данного исследования – разработать концептуальную схему геоинформационного мониторинга воспроизводства населения России. Наиболее близкая работа к нашему исследованию, как по тематике, так и по методике исследования, – «Полимасштабный мониторинг демографических процессов в России с использованием геоинформационных

технологий» [Раужин, 2011]. Однако актуальность нашей работы складывается из иной методики проведения геоинформационного мониторинга, выбора периода исследования, включающего анализ текущей демографической ситуации, а также понятии «воспроизводство населения», взятом в более широком смысле, который включает не только естественное движение населения, но и механическое.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Концептуальная схема системы геоинформационного мониторинга строится на разработке методики геоинформационного моделирования, создании базы пространственных данных и формировании структуры геоинформационного мониторинга. При разработке концептуальной схемы геоинформационного мониторинга воспроизводства населения России мы учитывали опыт исследований Раужина И.Г. [Раужин, 2011], Черкасова А.А. [Черкасов, 2013], Панина А.Н. [Панин, 2005], Черновой И.В. [Чернова, 2016], Супрунчука И.П. [Супрунчук, 2015]. Схемы мониторинга в рамках каждой из работ имеют свою специфику и особенности.

Информационная составляющая базы данных представлена демографическими показателями официальных источников статистической информации (ЕМИСС, Росстат, переписи населения, статистические бюллетени). Пространственную часть базы геоданных составили векторные слои в формате shape – границы РФ, субъектов, муниципальных образований, местоположение населенных пунктов, основных транспортных магистралей, гидрографии и др. Источник – данные OpenStreetMap. Геоинформационный мониторинг региональных особенностей воспроизводства населения России предполагает организацию по полимасштабному подходу, т.е. от странового к региональному и локальному уровням. База пространственных данных (БПД), или база геоданных (БГД), сформированная в рамках работы, на данном этапе позволит полностью обеспечить процесс мониторинга требуемой информацией. БГД также предоставляет данные для графического отображения в виде графиков, схем и других наглядных графических форм.

Для геомоделирования и последующего создания карт используется ряд наиболее распространенных методов и способов: типологический, метод картографических анаморфированных изображений, способ качественного и количественного фона, способы ареалов, картодиаграммы, диапазоны значений, способ движения стрелок и т.д. [Белозеров В.С. и др., 2014], центрографический метод. Предполагается разработка системы мониторинга на базе геоинформационной платформы ArcGis Online фирмы Esri (альтернативный вариант – QGIS), система управления базой данных (СУБД) – PostgreSQL 10.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Работы по интеграции геоинформационных систем в исследования социально-экономических (демографических) процессов, в частности использование инструмента геоинформационного мониторинга, показывают, что структурно схема геоинформационного мониторинга может иметь совершенно разные компоненты, однако общими для них является использование ГИС и акцент на связи между системой мониторинга и пользователем.

Для системы геоинформационного мониторинга воспроизводства населения разработана концептуальная схема (рис. 1). Структура вышеназванной системы предполагает возможность ввода, обработки и вывода информации, и включает три основных блока: база пространственных данных, подсистема моделирования и визуализации процесса воспроизводства населения и геопортал (веб-приложение).



процесса воспроизводства населения предполагает построение пространственно-временных моделей воспроизводства населения России для данных соответствующих периодов. Геопортал (веб-приложение) включен в схему геоинформационного мониторинга как отдельный элемент для работы с системой мониторинга дистанционно в сети Интернет (реализация на базе платформы ArcGIS Online).

Уровни доступа к системе: базовый, охватывающий блок ввода информации; системный, включающий доступ к таким элементам блока обработки, как ГИС и СУБД; и экспертный, ориентированный на специалистов в области демографии, подразумевает работу с веб-приложением, базой данных и тематическими блоками блока вывода данных. Структура геоинформационного мониторинга воспроизводства населения России представлена на рисунке 1.

Геоинформационный мониторинг воспроизводства населения базируется на статистических данных, которые характеризуют явление, раскрывают проблему. Методика геоинформационного моделирования, используемая в работе, предполагает создание базы пространственных данных, построение геоинформационных моделей (карт) в ГИС и анализ результатов гео моделирования.

База пространственных данных – необходимый элемент для обеспечения геоинформационного мониторинга, обеспечивающий сбор, организацию, хранение и актуализацию данных. БГД в нашей системе мониторинга представляет собой подсистему геоинформационного мониторинга региональных особенностей воспроизводства населения России и предназначена для сбора, организации, хранения и актуализации данных. БГД может быть использована специалистами региональных и муниципальных органов власти при разработке программ демографической политики, региональных целевых программ социально-экономической направленности. Функциональные возможности позволяют определить основные тенденции воспроизводства населения России, проанализировать трансформацию воспроизводства за период исследования, выявить региональные особенности воспроизводства. БГД содержит материалы официальных источников: ЕМИСС, Росстат, переписи населения; источник пространственных данных – OpenStreetMap.

База геоданных «Воспроизводство населения в России» создавалась в рамках разработки системы геомониторинга. Структура БГД формировалась, исходя из задач исследования и строилась на основе пользовательских наборов слоев пространственных и семантических данных регионов России. Были сформированы связанные атрибутивные таблицы (табл. 1), содержащие информацию о порядковом номере объекта, его геометрии, названии и демографических характеристиках воспроизводства на данной территории. Апробация и реализация большинства методов происходила с применением инструментария ArcGIS.

Итогом работы стала БГД (рис. 2). В состав БГД включены различные демографические показатели воспроизводства населения, распределенные по четырем основным блокам:

1. Население «population» (численность населения, продолжительность жизни, темпы прироста численности населения);
2. Естественное движение населения «demografy» (рождаемость, смертность, естественный прирост, возрастные коэффициенты рождаемости, возрастные коэффициенты смертности, суммарный коэффициент рождаемости);
3. Миграция населения «migration» (прибывшие, выбывшие, половозрастная структура миграционного потока);
4. Воспроизводство населения «reproduction» (общий прирост, естественный прирост, миграционный прирост, тип воспроизводства населения).

Табл. 1. Структура атрибутивных таблиц, содержащих информацию о демографических показателях воспроизводства населения на уровне субъекта РФ

Table 1. The structure of attribute tables containing information on demographic indicators of population reproduction at the level of consideration of the Russian Federation

№	Наименование поля	Тип поля	Содержание поля
1	wkt_geom	Geometry	Данные о геометрии объекта, координаты точки/узлов полигона
2	ID	Longinteger	Идентификатор объекта в shp
3	oktmo	Longinteger	Код ОКТМО
4	NAME	String	Название субъекта
5	ADM3_NAME	String	Название федерального округа субъекта
6	state_id	String	Код ISO 3166-2
7	state_id_n	Longinteger	Код субъекта РФ
8	Indikator1993, Indikator1994 и т.д.	onginteger	Данные за определенный год в абсолютных значениях (чел.)
9	K_Indikator1993, K_Indikator1994 и т.д.	Double	Относительные показатели за год (%; ‰)



Рис. 2. Структурная схема базы пространственных данных системы геоинформационного мониторинга

Fig. 2. Structural diagram of the spatial database of the geoinformation monitoring system



Использование геоинформационных систем, их функциональных возможностей в целях получения оперативной информации о процессах на уровне страны, регионов, городов и муниципальных районов является необходимым компонентом анализа и мониторинга воспроизводства населения. На основе построенной базы геоданных появилась возможность не только анализировать большой объем пространственных данных, но и облегчить его восприятие, находить пространственные закономерности путем построения картографических и иных графических материалов (рис. 3–7). Это позволило провести анализ трансформации воспроизводства населения России в постсоветский период.

Мониторинг трансформации воспроизводства населения проведен на уровне России в целом, а также всех регионов страны с учетом соотношения двух компонентов динамики численности населения: естественного движения и миграции населения. По характеру воспроизводства населения России выделяется четыре периода: 1993–2000 гг., 2001–2010 гг., 2011–2017 гг., 2018–2021 гг. (рис. 3) Первый период характеризуется сокращением численности населения, из-за роста естественной убыли населения в сочетании со снижением уровня миграционного прироста; второй период – продолжением тенденции сокращения численности населения из-за низкого миграционным прироста, неспособного восполнить естественную убыль населения; в третий период отмечается рост населения, положительный общий прирост достигается за счет стабильного миграционного притока населения и увеличения естественного прироста); в четвертый период происходит убыль населения, связанная, в первую очередь, с увеличением уровня смертности населения в 2020–2022 гг. (COVID-19), косвенным результатом пандемии стало замедление, а затем ускорение темпа миграционных потоков, что еще более дестабилизировало прирост населения за счет механического движения.



Рис. 3. Воспроизводство населения в России, 1993–2021 гг.

Fig. 3. Population reproduction in Russia, 1993–2021

При поддержке ГИС построены пространственно-временные модели воспроизводства населения России в постсоветский период. Анализ региональных особенностей воспроизводства России постсоветского периода опирается на картографические материалы с типологией регионов (рис. 4–7).





*Рис. 4. Тип воспроизводства населения регионов России в 1993–2000 гг.*  
*Fig. 4. Type of population reproduction in Russian regions in 1993–2000*



*Рис. 5. Тип воспроизводства населения регионов России в 2001–2010 гг.*  
*Fig. 5. Type of population reproduction in Russian regions in 2001–2010*



*Рис. 6 Тип воспроизводства населения регионов России в 2011–2017 гг.*

*Fig. 6. Type of population reproduction in Russian regions in 2011–2017*



*Рис. 7. Тип воспроизводства населения регионов России в 2018–2020 г.*

*Fig. 7. Type of population reproduction in Russian regions in 2018–2020*

На следующем этапе исследования проведен мониторинг пространственно-временной трансформации воспроизводства населения в разрезе регионов. Всем регионам, в зависимости от соотношения их естественного и миграционного приростов и их вклада в динамику общей численности населения, был присвоен один из 6-ти основных преобладающих типов воспроизводства населения. Исследование показало, что регионы по характеру воспроизводства населения делятся на следующие типы: 1) регионы с сочетанием естественного и миграционного приростов; 2) регионы с положительным общим приростом, где происходит превышение естественного прироста над миграционным оттоком; 3) регионы с положительным общим приростом, для которых характерно превышение миграционного прироста над естественной убылью; 4) регионы с естественной убылью и миграционным оттоком населения; 5) регионы с отрицательным общим приростом, с превышением естественной убыли над миграционным приростом; 6) регионы с отрицательным общим приростом, с превышением миграционного оттока над естественным приростом.

Основной тренд воспроизводства населения России – превышение естественной убыли над миграционным приростом. Ежегодный прирост жителей на 2021 г. составляет  $-0,2\%$  в год. Численность населения России в 2021 г. так и не превысила уровень начала постсоветского периода. В ходе анализа собранной БГД (показатели естественного и механического движения населения, иные показатели воспроизводства населения (рис. 3–7)) выявлены особенности четырех основных трендов в динамике воспроизводства населения России постсоветского периода.

Первые два периода – 1993–2000 гг. и 2001–2010 гг. – можно охарактеризовать как первую волну депопуляции, подавляющее большинство регионов теряет население вследствие превышения естественной убыли над миграционным приростом (рис. 4, 5). Однако каждый из временных периодов характеризует разные этапы процесса депопуляции. Начало периода 1993–2000 гг. (рис. 4) отмечается ростом миграционного и, соответственно, общего прироста населения для многих регионов, это не восполнило убыль населения РФ, большинство регионов России имели отрицательный общий прирост жителей. Регионы с положительным общим приростом в начале волны депопуляции были привлекательны в миграционном плане на южном и юго-западном направлении – Юг России (Ростовская, Волгоградская области, Краснодарский край, Ставропольский), Поволжье, отдельные регионы Урала, Сибири и ЦФО (ЯНАО, ХМАО, Тюменская область; Оренбургская, Самарская области, Республики Татарстан, Башкортостан; Смоленская, Калужская, Брянская, Воронежская, Курская и др.). В отдельных традиционных регионах УФО и СКФО положительный прирост достигался за счет естественного прироста. Общая тенденция периода – депопуляция населения, связанная со снижением миграционного прироста и все более увеличивающейся убылью населения. Интересно, что, хотя для первой половины периода характерен положительный общий прирост за счет положительного естественного и миграционного приростов, то уже с середины периода данная тенденция становится обратной – миграционный прирост снижается и не может восполнить убыль населения России. В конце периода отмечается снижение общего прироста, в первую очередь, из-за оттока населения и увеличения убыли населения на фоне общего миграционного оттока, общий прирост падает и достигает своего минимума за последние 30 лет ( $-5,9\%$ ).

Второй период – с 2001 по 2010 гг. (рис. 5) – можно охарактеризовать как выход из депопуляционной «ямы». Происходит увеличение общего прироста как за счет роста естественного прироста, так и за счет роста миграционного притока населения, однако общий прирост так и остается отрицательным. За данный период отмечается рост миграционного прироста, однако основной прогресс достигнут за счет увеличения естественного прироста с  $-6,14$  до  $1,68\%$  к концу периода. Количество регионов с положительным общим

приростом увеличилось к 2010 г. до 28. Данная тенденция может быть прослежена на карте России, где за счет повышения миграционного прироста на всей территории РФ положительный общий прирост населения распространился на все пограничные регионы по направлениям юго-запад, юг, юго-восток.

Третий период – с 2011 по 2017 гг. (рис. 6) – характеризуется положительным общим приростом и увеличением численности населения в целом за счет стабильного миграционного притока населения и возросшим естественным приростом. Тенденция в рамках данного периода – улучшение ситуации на Дальнем Востоке и в Сибири, где в ряде регионов отмечается стабильный естественный прирост (Тыва, Алтайский край), миграционный прирост (Новосибирская область, ЯНАО), или сочетание естественного и миграционного приростов (ХМАО, Саха, Чукотский, Томская область, Красноярский край). Улучшилась демографическая ситуация и в Центральной России, где в ряде регионов (Воронежская, Липецкая, Белгородская, Калужская, Ленинградская области и др.) миграционный прирост стал способен покрыть естественную убыль населения.

Анализ четвертого периода – с 2018–2021 гг. (рис. 7) – выявил «возвращение» негативных тенденций в воспроизводстве населения России. Основной тип воспроизводства России – превышение естественной убыли над миграционным приростом. Период 2017–2020 гг. уже назвали второй волной депопуляции, общий прирост населения упал с 1,79 до –3,94 ‰; естественный прирост – с –0,02 до –4,7 ‰, отмечается нестабильность в миграционном приросте, который в среднем понизился до 0,76 ‰. Распространение регионов с положительным миграционным приростом крайне неоднородно. С 2018 г. отмечено преобладание регионов естественной убыли и миграционного оттока населения (61 %, 52 из 85 регионов). Число регионов России, в которых население увеличилось, составило всего 24,7 % всех субъектов страны. Однако в период второй волны депопуляции выделяются регионы, которые сохранили положительный общий прирост, их характерная черта – диспропорция между естественным и миграционным приростами – Москва, Московская область, Санкт-Петербург, Ленинградская область, Дагестан, Чечня, ХМАО и др.

## ВЫВОДЫ

Разработанная система геоинформационного мониторинга воспроизводства населения России опирается на исследования Раужина И.Г. [Раужин, 2011], Черкасова А.А. [Черкасов, 2013], Панина А.Н. [Панин, 2005], Энговатовой И.В. (Черновой) [Чернова, 2016], Супрунчука И.П. [Супрунчук, 2015] и строится на разработке методики геоинформационного моделирования, создании базы пространственных данных, формировании структуры геоинформационного мониторинга. Система включает следующие основные блоки – БД, подсистема моделирования и визуализации процесса воспроизводства населения и геопортал (веб-приложение). Функционально имеется возможность определения основных тенденций воспроизводства населения России, анализа трансформации воспроизводства за выбранный период, выявления региональных особенностей воспроизводства. Уровни доступа к системе: базовый, охватывающий блок ввода информации; системный, включающий доступ к таким элементам блока обработки, как ГИС и СУБД; и экспертный, ориентированный на специалистов в области демографии и населения, который подразумевает работу с веб-приложением, базой пространственных данных и тематическими блоками блока вывода данных.

Для системы геоинформационного мониторинга и анализа трансформации воспроизводства населения в России была организована БГД «Воспроизводство населения в России», которая включает материалы официальных источников: ЕМИСС, Росстат, переписи населения, и позволяет не только анализировать большой объем пространственных

данных, но и облегчить его восприятие, находить пространственные закономерности путем построения картографических и иных графических материалов.

Геомоделирование в рамках нашего исследования подразумевает формирование многослойных карт (т.е. геоинформационных моделей) на базе ГИС. Для геомоделирования и последующего создания карт используется ряд наиболее распространенных методов и способов: типологический, метод картографических анаморфированных изображений, способ качественного и количественного фона, способы ареалов, картодиаграммы, диапазоны значений, способ движения стрелок и т.д., что открывает возможность для создания геоинформационных моделей и серии картографических материалов и иных графических материалов. На их основе проведен анализ трансформации воспроизводства населения как необходимой части геомоделирования процесса или явления. Анализ влияния на изменение численности естественного движения и миграции населения регионов России позволяет нам прийти к выводу, что существует 4 основных периода трансформации воспроизводства населения России (1993–2000 гг.; 2001–2010 гг.; 2011–2017 гг.; 2018–2021 гг.). Каждый из данных периодов имеет свои особенности и характер формирования воспроизводства населения. Дальнейшая перспектива использования системы мониторинга – анализ территории на муниципальном уровне, выявление «проблемных территорий» и разработка методических рекомендаций для принятия управленческих решений.

Резюмируя все вышесказанное, отметим, что создание пространственно-временных моделей на базе ГИС позволило использовать широкий набор методов и способов геоинформационного моделирования, дало возможность подготовки графических и электронных материалов. Использование ГИС-технологий для анализа воспроизводства региона и создания пространственно-временных моделей воспроизводства населения обеспечивает представление данных в наглядной форме, отображение взаимного размещения, взаимосвязи и взаимозависимости элементов системы. Также, это снижает время обработки данных и результатов расчета, дает основу для дальнейшего сравнительного анализа параметров территорий и объектов, их изменений под влиянием различных факторов, увеличивает точность получаемых результатов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белозеров В.С., Панин А.Н., Черкасов А.А. ГИС «Этнические процессы в России» – инструмент управления полиэтничными территориями. Материалы Международной конференции «ИнтерКарто. ИнтерГИС». 2014. № 20. С. 439–443.
2. Панин А.Н. Атласная информационная система «Этнодемографические процессы в Ставропольском крае»: дис. к.г.н., СГУ. Ставрополь, 2005. 149 с.
3. Раужин И.Г. Полимасштабный мониторинг демографических процессов в России с использованием геоинформационных технологий: дис. к.г.н., СГУ. Ставрополь, 2011. 214 с.
4. Супрунчук И.П. Полимасштабный пространственно-временной анализ террористической деятельности: дис. ... кандидата географических наук; Сев.-Кавказ. федер. ун-т. Ставрополь, 2015. 193 с.
5. Черкасов А.А. Мониторинг этнических аспектов урбанизации в России на основе ГИС-технологий: дис. ... кандидата географических наук; Сев.-Кавказ. федер. ун-т. Ставрополь, 2013. 165 с.
6. Чернова И.В. Пространственно-временная трансформация сельского расселения в республиках Северного Кавказа: дис. ... кандидата географических наук; Сев.-Кавказ. федер. ун-т. Ставрополь, 2016. 146 с.

7. *Bai Zh., Wang Ju.* Generation of high resolution population distribution map in 2000 and 2010: A case study in the Loess Plateau. China 23rd International Conference on Geoinformatics. 2015. P. 1–6. DOI: 10.1109/GEOINFORMATICS.2015.7378558.
8. *Li D., Yang Ya.* GIS Monitoring of Traveler Flows Based on Big Data. Analytics in Smart Tourism Design. 2017. P. 111–126. DOI: 10.1007/978-3-319-44263-1\_7.
9. *Matthews Z., Rawlins B., Duong J., et al.* Geospatial analysis for reproductive, maternal, newborn, child and adolescent health: gaps and opportunities. BMJ Global Health, 2019. DOI: 10.1136/bmjgh-2019-001702.
10. *Ondrejčka V., Finka M., Spacir M., Husar M., Baloga M.* Integrated GIS Monitoring Systems for Sustainable Spatial Management in Historical Built Areas. IOP Conference Series. Materials Science and Engineering. 2019. 471. 092059. DOI: 10.1088/1757-899X/471/9/092059.
11. *Poole D.N., Hedt-Gauthier B., Bärnighausen T., et al.* Spatial–temporal trends in forced migrant mortality, 2014–2018. BMJ Global Health, 2020. DOI: 10.1136/bmjgh-2020-002885.
12. *Yu S., Zhang Z., Liu F.* Monitoring Population Evolution in China Using Time-Series DMSP/OLS Nightlight Imagery. Remote Sensing. 2018. Vol. 10. 194 p. DOI: 10.3390/rs10020194.

## REFERENCES

1. *Bai Zh., Wang Ju.* Generation of high resolution population distribution map in 2000 and 2010: A case study in the Loess Plateau. China 23rd International Conference on Geoinformatics. 2015. P. 1–6. DOI: 10.1109/GEOINFORMATICS.2015.7378558.
2. *Belozarov V.S., Panin A.N., Cherkasov A.A.* GIS Ethnic Processes in Russia is a tool for managing multi-ethnic territories. Materials of the International Conference “InterCarto. InterGIS”, 2014. No. 20. P. 439–443 (in Russian).
3. *Cherkasov A.A.* Monitoring of ethnic aspects of urbanization in Russia based on GIS technologies: dis. Ph.D., SSU. Stavropol, 2013. 165 p. (in Russian).
4. *Chernova I.V.* Spatio-temporal transformation of rural settlement in the republics of the North Caucasus: dis. Ph.D., SSU. Stavropol, 2016. 146 p. (in Russian).
5. *Li D., Yang Ya.* GIS Monitoring of Traveler Flows Based on Big Data. Analytics in Smart Tourism Design. 2017. P. 111–126. DOI: 10.1007/978-3-319-44263-1\_7.
6. *Matthews Z., Rawlins B., Duong J., et al.* Geospatial analysis for reproductive, maternal, newborn, child and adolescent health: gaps and opportunities. BMJ Global Health, 2019. DOI: 10.1136/bmjgh-2019-001702.
7. *Ondrejčka V., Finka M., Spacir M., Husar M., Baloga M.* Integrated GIS Monitoring Systems for Sustainable Spatial Management in Historical Built Areas. IOP Conference Series. Materials Science and Engineering. 2019. 471. 092059. DOI: 10.1088/1757-899X/471/9/092059.
8. *Panin A.N.* Atlas information system “Ethno-demographic processes in the Stavropol Territory”: dis. Ph.D., SSU. Stavropol, 2005. 149 p. (in Russian).
9. *Poole D.N., Hedt-Gauthier B., Bärnighausen T., et al.* Spatial–temporal trends in forced migrant mortality, 2014–2018. BMJ Global Health, 2020. DOI: 10.1136/bmjgh-2020-002885.
10. *Rauzhin I.G.* Polyscale monitoring of demographic processes in Russia using geoinformation technologies: dis. Ph.D., SSU. Stavropol, 2011. 214 p. (in Russian).
11. *Suprunchuk I.P.* Polyscale spatio-temporal analysis of terrorist activity: dis. Ph.D., SSU, Stavropol, 2015. 193 p. (in Russian).
12. *Yu S., Zhang Z., Liu F.* Monitoring Population Evolution in China Using Time-Series DMSP/OLS Nightlight Imagery. Remote Sensing. 2018. Vol. 10. 194 p. DOI: 10.3390/rs10020194.