

УДК: 911.9

DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-320-332

В.О. Есикова<sup>1</sup>

## ГИС-АНАЛИЗ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОСПРОИЗВОДСТВА НАСЕЛЕНИЯ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

### АННОТАЦИЯ

С 1990-х гг. с увеличением роли миграции в формировании населения на постсоветском пространстве в Калужской области, как и в других регионах России, несколько изменились тенденции воспроизводства населения, его региональные особенности. Для анализа демографических процессов существует множество способов. Преимущество картографического метода – в наглядном отображении характеристик объектов территории в пространственно-временном отношении. С применением геоинформационных технологий, геоинформационных систем (ГИС) в частности, стоит говорить об усовершенствовании картографического метода и становлении геоинформационного метода в географии, появились новые или были актуализированы предыдущие методы и способы картографии, исследование демографических процессов для пользователя геоинформационных систем протекает более качественно и быстро.

В работе использовались методы исследования: описательно-аналитический, сравнительный, картографический, геоинформационный, центрографический. ГИС-анализ использовался как один из способов анализа региональных особенностей воспроизводства населения и проводился на базе свободной кроссплатформенной геоинформационной системы QGIS (Quantum GIS). Единая методика ГИС-анализа демографических процессов региона разрабатывается на базе методов и способов геоинформационного моделирования и картографирования. Для визуализации и последующего создания карт используется ряд методов и способов, в том числе: типологический, метод картографических анаморфированных изображений, способ качественного и количественного фона, способы ареалов, картодиаграммы, диапазоны значений, способ движения стрелок и т.д. Для геомоделирования воспроизводства населения Калужской области нами были выбраны 1989–2020 гг. как охватывающие основные тенденции воспроизводства населения постсоветского периода.

В результате нами были рассмотрены демографические процессы Калужской области, а именно, региональные особенности процесса воспроизводства населения области в постсоветский период и роль миграции, как фактора формирования населения на данном этапе, изменение системы расселения внутри региона. Была создана база пространственных данных «Демографические показатели воспроизводства населения Калужской области», сформированная на основе пользовательских наборов слоев пространственных и семантических данных районов Калужской области, построены картографические модели.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ГИС-анализ, геоинформационные системы, демографические процессы, 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

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

## GIS ANALYSIS OF REGIONAL FEATURES OF REPRODUCTION OF THE POPULATION IN KALUGA REGION

### ABSTRACT

Since the 1990s with the increase in the role of migration in the formation of the population in the post-Soviet space in the Kaluga region, as in other regions of Russia, the tendencies of population reproduction and its regional features have changed somewhat. There are many ways to analyze demographic processes. The advantage of the cartographic method is in the visual display of the characteristics of the objects of the territory in terms of space and time. With the use of geoinformation technologies, geographic information systems (GIS), in particular, it is worth talking about the improvement of the cartographic method and the formation of the geoinformation method in geography, new or previous methods and methods of cartography have appeared or have been updated, the study of demographic processes for the user of geoinformation systems proceeds more efficiently and quickly.

In research were used descriptive-analytical, comparative, cartographic, geoinformation, centrographic methods. GIS analysis was carried out on the basis of the free cross-platform geographic information system QGIS (Quantum GIS). A unified technique for GIS analysis of the region's demographic processes is being developed on the basis of methods and techniques of geoinformation modeling and mapping. For visualization and subsequent creation of maps, a number of methods and methods are used, including: typological, method of cartographic anamorphic images, method of qualitative and quantitative background, methods of areas, cartodiagrams, ranges of values, method of movement of arrows, etc. For geomodeling of the population reproduction in the Kaluga region, we have chosen 1989–2020. as covering the main trends of population reproduction in the post-Soviet period.

As a result, we examined the demographic processes of the Kaluga region, namely, the regional features of the process of population reproduction in the region in the post-Soviet period and the role of migration as a factor in the formation of the population at this stage, the change in the settlement system within the region. The geodatabase "Demographic indicators of population reproduction in the Kaluga region" created for the analysis of regional features of the transformation of population reproduction, formed on the basis of custom sets of layers of spatial and semantic data of the districts of the Kaluga region, and built cartographic models.

**KEYWORDS:** GIS analysis, geoinformation systems, demographic processes, population reproduction, cartographic model, spatial database.

### ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия XX–XXI вв. в России изменился характер формирования населения в целом в стране и в ее регионах в частности. На протяжении постсоветского периода страна претерпевает глубокий демографический кризис, активное развитие получили депопуляционные процессы. Так как роль процесса трансформации рождаемости, который интенсивно начался в XX веке, будет продолжаться, и будущий рост населения будет определять рождаемость в будущем, а миграции в формировании демографической структуры растет [Fratczak, 2013, p. 81–82], в данной работе нами

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

понимается воспроизводство населения в широкой его трактовке - как постоянное возобновление населения на основе естественного движения и миграции.

С 1990-х гг. увеличилось влияние механического движения населения как фактора его воспроизводства в регионе. Регионы России претерпевают смену форм миграции, масштабов миграционного потока. Отмечаются изменения миграционных потоков в системе город-село, а также в сельских поселениях различной людности и функциональных типов [Белозеров и др., 2009, с. 96]. В условиях такой демографической и миграционной ситуации на протяжении последних 30-ти лет существенно трансформировалось воспроизводство населения регионов России.

Несмотря на то, что трансформация демографических тенденций происходит в различных географических регионах и характеризуется высоким культурным разнообразием и социально-экономическим развитием, ее темп и траектория можно охарактеризовать с высокой степенью вероятности [Fratczak, 2013, p. 82]. Существует множество способов анализа демографических процессов. Картографический метод давно используется в социально-экономической географии как способ исследования закономерностей пространственного размещения явлений, их взаимосвязи и развития во времени. Появление геоинформационных технологий позволило оптимизировать картографический метод, исследование демографических процессов для пользователя геоинформационных систем протекает более качественно и быстро. В настоящий момент формируются и сопровождаются базы и банки данных, ГИС участвует в прогнозировании социально-демографической ситуации, анализе социально-демографических и экономических показателей и их влиянии друг на друга.

В связи с этим актуальным является использование ГИС-технологий как инструмента и базы для анализа демографических процессов региона, а также гео моделирования воспроизводства населения на муниципальном уровне и выявления особенности формирования населения.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование базируется на основе трудов по геоинформатике и картографии А.М. Берлянта, Л.М. Бугаевского, А.В. Кошкарева, И.К. Лурье, Ф. Ормелинга, В.С. Тикунова, Р. Томлинсона, В.Я. Цветкова, О. Коп, М. Краак, М. ДеМерса и др. Исследования по интеграции геоинформационных методов и приемов в работах социально-экономических географов нередко можно встретить в СГУ (СКФУ) – работы Белозерова В.С., Раужина И.Г., Черкасова А.А., Панина А.Н., Энговатовой И.В., Супрунчука И.П. В работе использовались методы исследования: описательно-аналитический, сравнительный, картографический, геоинформационный, центрографический.

Подробнее остановимся на картографическом и геоинформационных методах. Картографический метод подразумевает применение географических карт для научного анализа, познания и прогноза явлений. Картирование, как вид моделирования, основанного на принципе подобия, может выступать как частный метод познания в геонауках, так и общенаучный метод, используемый в различных сферах научной и технической деятельности даже вне пространственно-территориального контекста. Поэтому его объектом может стать любая абстрактная или реальная сущность, явление в их статическом или динамическом отображении [Скалабан, 2012].

Геоинформационный метод – относится к новым методам географических исследований, в сфере социально-экономических процессов ГИС решают задачу инвентаризации и мониторинга, оценки и прогноза, управления и планирования. Для ГИС не представляет проблемы решить такие задачи как предоставление справочной информации о социально-экономических процессах; зонирование территории; инвента-

ризация объектов социальной инфраструктуры; обработка и анализ данных мониторинга с целью оценки социально-экономического потенциала и разработки рекомендаций для дальнейшего устойчивого развития территории. В настоящий момент создаются и сопровождаются базы данных мониторинга, формируются базы и банки данных, ГИС участвует в прогнозировании социально-экономической ситуации, анализе социально-экономических показателей и их влияние друг на друга.

С ГИС неразрывно связан термин «база пространственных данных», который имеет несколько аспектов, каждый из них рассматривает определенную его сторону: 1) аспект связи с обычными базами данных; 2) структурный аспект; 3) аспект физического хранилища информации; 4) аспект пространственного моделирования; 5) системный аспект; 6) логистический аспект; 7) интеграционный аспект [Матчин, 2017]. Совокупность этих подходов к понятию раскрывает основную роль базы пространственных данных или базы геоданных (БГД) в географическом исследовании – сбор и хранение информации для ее дальнейшей обработки и интерпретации в изучении явлений или процессов с целью выявления новых закономерностей и получение нового знания об объекте исследования.

Единая методика ГИС-анализа демографических процессов региона находится в стадии разработки, но можно выделить ряд наиболее частых случаев применения ГИС для анализа демографических процессов, а именно анализ пространственного положения объектов, анализ распределения числовых показателей, построение карт плотности, поиск объектов внутри области, анализ окружения, картирование изменений. Вне зависимости от применяемой методики, ГИС-анализ объекта, процесса или явления начинается с постановки цели анализа, выбора методов и способов анализа. Следующий этап предполагает сбор, организацию и подготовку данных для анализа. Далее, в зависимости от типа исходных данных или объектов, атрибутов, применяется определенный метод анализа, или выбирается метод геоинформационного анализа, который нужно обеспечить требуемым набором исходных данных, создаются модели изучаемого объекта или явления. В ходе анализа модель строится на основании целей исследования. Затем результаты анализа находят свою реализацию при поддержке программного ГИС-обеспечения в виде карт, схем, графиков, диаграмм, таблиц. Информация анализируется, результаты наносятся на карту, сравниваются, интерпретируются, изменяются, обновляются и т.д. [Есикова, 2021, с. 4–8]. Единая методика ГИС-анализа разрабатывается на базе методов и способов геоинформационного моделирования и картографирования. Геоинформационное моделирование, или геомоделирование, основывается на создании многослойных карт (т.е. геоинформационных моделей). Существующие модели исследованы недостаточно и представляется актуальным развитие и модификация известных моделей с учетом различных факторов, влияющих на миграцию, и разработка на основе них собственных методик и приложений, позволяющих моделировать миграцию населения регионов [Курбат, Полторабатько, 2015].

Отметим, что неотъемлемой частью ГИС-анализа является создание базы геоданных (БГД). Совокупность этих подходов к понятию раскрывает основную роль базы геоданных (БГД) в географическом исследовании – сбор и хранение информации для ее дальнейшей обработки и интерпретации в изучении явлений или процессов с целью выявления новых закономерностей и получение нового знания об объекте исследования.

При геомоделировании сущности изучаемого объекта становится необходимой всесторонняя обработка и оперативное представление результатов моделирования анализа данных. В картографии, несмотря на использование цифровых технологий, методики создания картографического изображения продолжают развиваться на базе представлений традиционной картографии [Макаренко и др., 2020]. Для визуализации и последующего

создания карт используется ряд методов и способов, в том числе: типологический, метод картографических анаморфированных изображений, способ качественного и количественного фона, способы ареалов, картодиаграммы, диапазоны значений, способ движения стрелок и т.д. [Белозеров и др., 2014]

В работе используется центрографический метод, суть его состоит в нахождении координат центра рассматриваемого явления в определённый год и сравнении его с центром другого года, что позволяет определить на основании полученных координат двух точек направление генерального смещения [Преображенский, 2017]. Данный метод активно применялся еще советскими географами, центр тяжести рассчитывался по определенным формулам, подобнее расчеты более легко и быстро можно провести в геоинформационной системе QGIS – алгоритм Mean coordinate(s), Этот алгоритм вычисляет точечный слой с центром масс во входном слое. Можно указать атрибут, содержащий веса, которые будут применяться к каждому объекту при вычислении центра масс. Если в параметре выбран атрибут, объекты будут сгруппированы в соответствии со значениями в этом поле. Вместо одной точки с центром масс всего слоя выходной слой будет содержать центр масс для объектов в каждой категории. <sup>1</sup>

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Во всестороннем обзоре исследований региональных различий различают два набора факторов, которые могут иметь значение: различия в структуре или составе населения (например, уровень образования, этническая принадлежность) и различия в окружающей среде или «контекстуальные» факторы места проживания (например, специфические культурные отношения, наличие инфраструктуры, ситуация на рынке жилья) [Evans, Gray, 2017, p. 124]. Начавшаяся в начале 1990-х гг. на постсоветском пространстве трансформация миграционных процессов проявляется в изменении территориальной и социально-демографической структуры миграционных потоков [Тикунов и др., 2015].

Изучение воспроизводства населения региона требует организации и обработки пространственно-координированных данных. Данные – это наиболее важный компонент геоинформационного мониторинга [Белозеров и др., 2014]. Анализ посредством геоинформационных систем, используемых как инструмент решения множества научных, прикладных, образовательных и множества иных задач, позволяет увеличить скорость обработки данных и результатов расчета, провести сравнительные оценки параметров территорий и объектов, их изменений под влиянием различных факторов, увеличить точность получаемых результатов [Есикова, 2019, с. 222]. ГИС-анализ проводился на базе свободной кроссплатформенной геоинформационной системы QGIS (Quantum GIS). Выбор данной геоинформационной системы для анализа определялся тем фактом, что QGIS – лицензированное бесплатное ПО, обладающее оптимальным набором функций и модулей для ГИС-анализа пользователем демографический процессов региона.

Как правило, функции сбора и хранения данных в ГИС переданы базе данных. Иногда этап сбора данных сводится к технологии их ввода в базу данных ГИС. База данных (далее – БД) – совокупность данных организованных по определенным правилам, устанавливающим общие принципы описания, хранения и манипулирования данными, независимая от прикладных программ [Зайцев В.В., 2015]. При создании базы геоданных (БГД) как основы для ГИС-анализа территории требуется, чтобы она отвечала определенным требованиям. Это актуальность исходных данных, данные БГД должны соответствовать определенному времени, достоверной, категории данных и их

<sup>1</sup> Vector analysis. QGIS User Guide. Электронный ресурс: [https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/user\\_manual/processing\\_algs/qgis/vectoranalysis.html](https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/user_manual/processing_algs/qgis/vectoranalysis.html) (дата обращения 29.03.2021)



подразделения должны включать все необходимые сведения для осуществления анализа или математико-картографического моделирования исследуемого объекта (явления), информация в БД должна легко обновляться и быть доступной для любых пользователей [Есикова, 2019, с. 31].

База геоданных «Демографические показатели воспроизводства населения Калужской области» формировалась для геоинформационного мониторинга региональных особенностей трансформации воспроизводства населения Калужской области и строилась на основе пользовательских наборов слоев пространственных и семантических данных региона России на геоинформационной платформе QGIS. Для геомоделирования воспроизводства населения Калужской области нами был выбран период 1989–2020 гг. как охватывающий основные тенденции воспроизводства населения постсоветского периода.

Информационная составляющая базы данных представлена демографическими показателями официальных источников статистической информации (ЕМИСС, Росстат, МВД<sup>1</sup>, переписи населения<sup>2</sup>, статистические бюллетени). Пространственную часть базы геоданных составили векторные слои в формате shape, которые включают информацию об административных границах субъекта, о границах Российской Федерации, о размещении населенных пунктов и др. Источник – данные OpenStreetMap в формате shape-файлов<sup>3</sup>. При создании БГД были сформированы связанные атрибутивные таблицы, содержащие информацию о порядковом номере объекта, его геометрии, названии, различных демографических показателях, характеризующих воспроизводство 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 картографического и иных графических материалов.

При геомоделировании сущности изучаемого объекта становится необходимой всесторонняя обработка и оперативное представление результатов моделирования анализа данных. Для визуализации и последующего создания карт используется ряд методов и способов, в том числе:

1. Карты-анаморфозы – это картографические схемы, на которых территории объектов конструируются сообразно заданной переменной (рис. 1).
2. Способ качественного и количественного фона для визуализации различных социально-демографических процессов является одним из основных и традиционных, позволяет проанализировать отношения субъектов этих процессов, их взаимосвязь и взаимозависимость, влияние действующих процессов на деятельность субъектов (рис. 1).
3. Способ ареалов состоит в выделении на карте области распространения какого-либо сплошного или рассредоточенного явления.
4. Картодиаграммы, диапазоны значений, способ движения стрелок изображают значения абсолютных статистических показателей по единицам административно-территориального деления с помощью диаграммных знаков (рис. 2, 3, 4).

Используемый в работе центрографический метод [Преображенский, 2017] опирается на алгоритм Mean coordinate(s) QGIS<sup>4</sup>. Нами были определены центры тяжести

<sup>1</sup> Документы. Министерство внутренних дел Российской Федерации. Электронный ресурс: <https://xn--b1aew.xn--p1ai/mvd/documents> (дата обращения 06.02.2021)

<sup>2</sup> Приложения. Электронная версия бюллетеня Население и общество (Демоскоп Weekly). Электронный ресурс: <http://www.demoscope.ru/weekly/pril.php> (дата обращения 10.02.2021)

<sup>3</sup> Data +. Электронный ресурс: <https://www.dataplus.ru/> (дата обращения: 13.04.2021)

<sup>4</sup> Vector analysis. QGIS User Guide. Электронный ресурс: [https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/user\\_manual/processing\\_algs/qgis/vectoranalysis.html](https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/user_manual/processing_algs/qgis/vectoranalysis.html) (дата обращения 29.03.2021)

населения Калужской области, расчет производился как для населения в целом, так и для городского и сельского населения в частности.

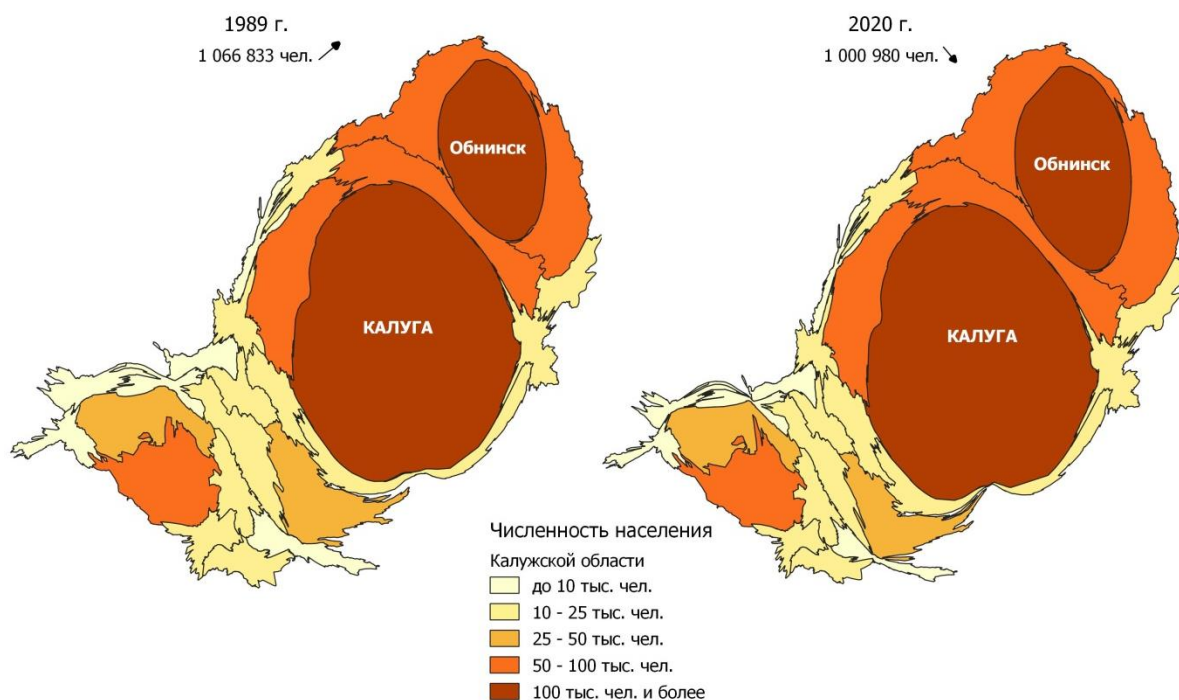


Рис. 1. Изменение численности населения Калужской области, 1989 и 2020 гг.

Fig. 1. Change in the population of the Kaluga region, 1989 & 2020

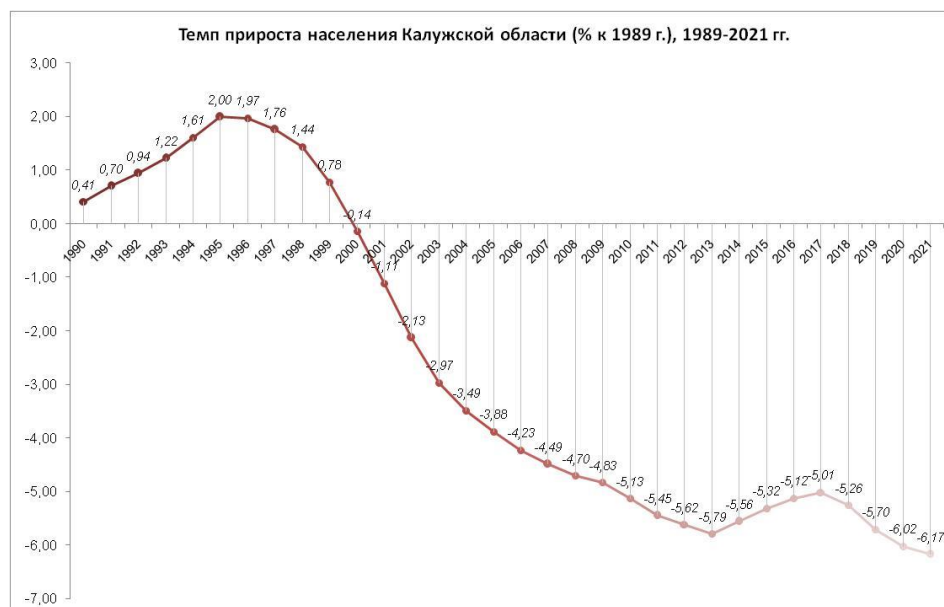


Рис. 2. Темп прироста населения Калужской области (% к 1989 г.), 1989–2021 гг.

Fig. 2. Change in the population of the Kaluga region, 1989 & 2020

Так, в начале периода, до 1995 г. с максимальным значением в 1996 г. – 1 087 882 чел., за счет превышения миграционного прироста над естественной убылью в области наблюдается рост общего прироста населения в целом (рис. 2). Впрочем, далее до 2021 г. в регионе наблюдается отрицательный общий прирост с превышения естественной убыли

над миграционным приростом. Отдельные годы, 2003 и 2019 гг., характеризуются помимо отрицательного общего прироста и естественной убылью, но и еще миграционным оттоком населения, тогда как 2014 и 2016 г. – возвращением тенденции начала периода, когда миграционный прирост компенсировал естественную убыль населения. Однако подобные демографически положительные тенденции за последние 20 лет не позволили «сравнять» численность населения Калужской области на момент Переписи 1989 г. (рис. 2) с ее численностью в 2000-е годы. Беря во внимание показатели Росстата по предположительной численности населения, миграционному и естественному приросту<sup>1</sup>, даже по высокому варианту прогноза численность населения не сможет достигнуть отметки 1989 г. Что не удивительно, многие исследователи уже называют текущий период «второй волной депопуляции».

Плотность населения Калужской области – 33,60 чел/км<sup>2</sup> (2021 г.), среди областей Центрального ФО Калужская область по этому показателю находится на 12-м месте. Если говорить о региональных особенностях размещения населения, то в пределах области оно распределяется крайне неравномерно. Наиболее плотно заселены территория городского округа Калуги и Обнинска, Боровский (83,2 чел/км<sup>2</sup>), Дзержинский (44,7 чел/км<sup>2</sup>), Жуковский и Малоярославецкий (43,4 и 32,4 чел/км<sup>2</sup>) районы на севере области, Людиновский (42,7 чел/км<sup>2</sup>) и Кировский (29,8 чел/км<sup>2</sup>) районы на юго-западе области. Следует заметить, что подобное неравное соотношение плотности населения сохраняется на всем наблюдаемом периоде с 1989 по 2020 г. (рис.1). Различия проявляются в тенденции к «стягиваю» населения из северо-западных и юго-восточных районов в районы основной зоны расселения с преобладанием миграционного направление село-город.

Доля городского населения Калужской области в 2020 г. составила 75,86 %, сельского – 24,14 %, Подобное соотношение городского и сельского населения в области сложилось еще с 2010 г. (2005 г. – 75,08 % к 24,91 %), что несколько отличается от подобного показателя в 1990 г. – 69,92 % к 30,01%. Районы области делятся на 3 категории – с преобладающим сельским (Барятинский, Износковский, Куйбышевский, Перемышльский, Ульяновский, Ферзиковский, Хвастовичский районы – доля сельского населения 100%) или городским (помимо городских округов, данная категория представлена Людиновским, Кировским, Боровским, Сухиничским, Козельским районами – доля городского населения 70% и более) населением, или с равным соотношением того или иного типа населения. Наиболее негативно на районы с преобладающим сельским влияет миграция из сельской местности и соответственное уменьшение численности населения, что на фоне естественной убыли населения приводит к «истощению» людского потенциала территории.

<sup>1</sup> Демографический прогноз до 2035 года. Демография. Население. Официальная статистика. Федеральная служба государственной статистики. Электронный ресурс: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (дата обращения 05.08.2021).



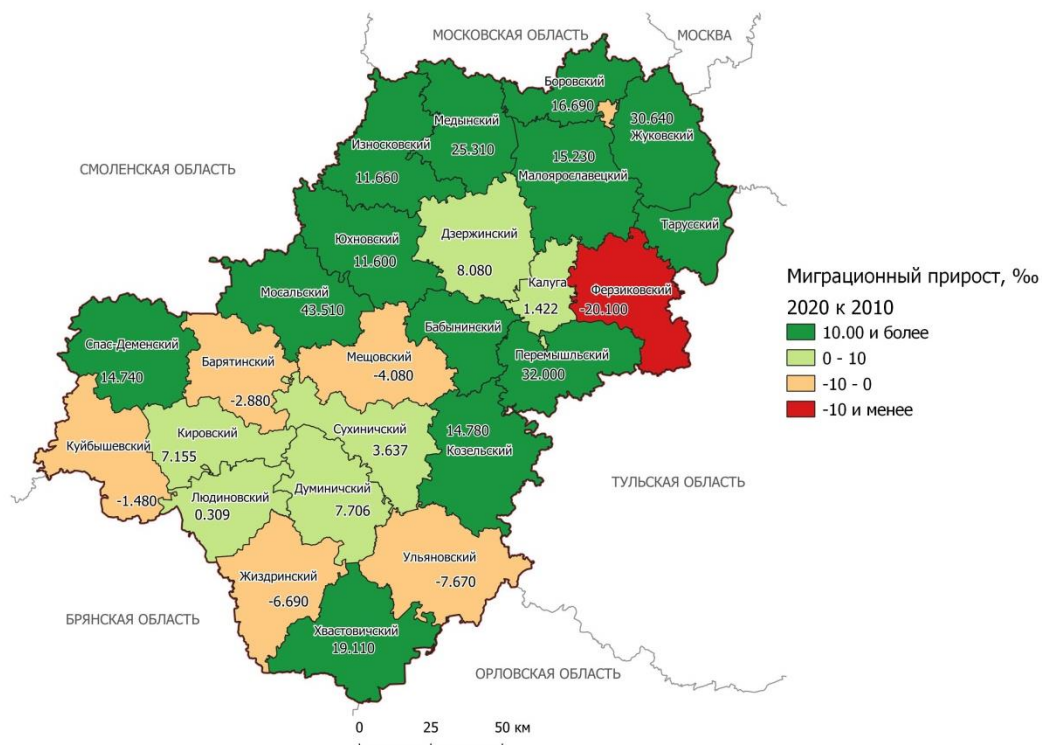


Рис. 3. Изменение миграционного прироста населения Калужской области (□), 2010–2020 гг.<sup>1</sup>

Fig. 3. Change in the migration growth of the population of the Kaluga region (%), 2010–2020

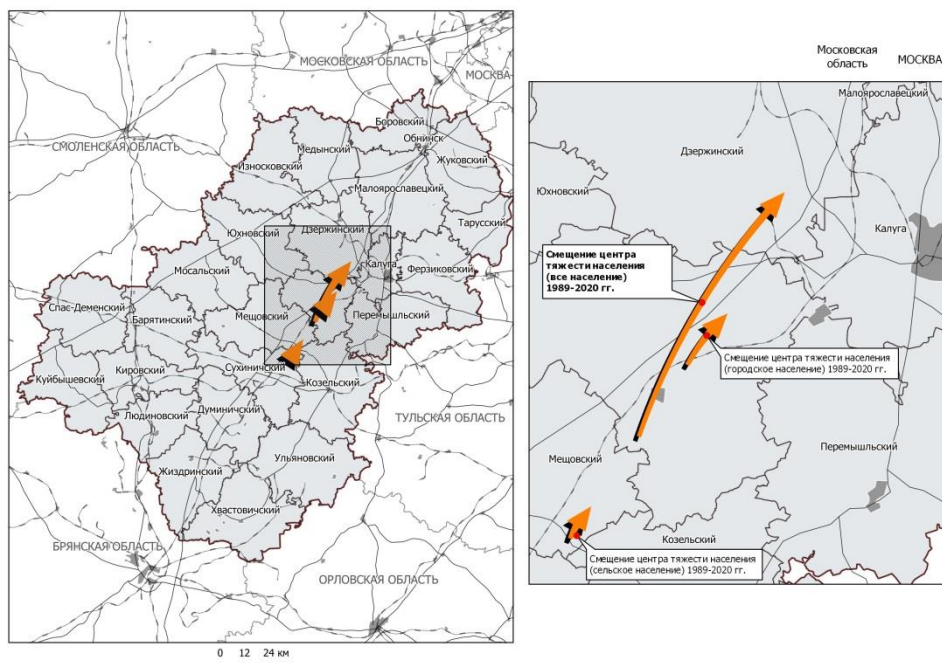


Рис. 4. Смещение центра тяжести населения Калужской области, 1989–2020 гг.

Fig. 4. Displacement of the center of gravity of the population of the Kaluga region, 1989–2020

<sup>1</sup> Законом Калужской области от 1 ноября 2012 года № 327-ОЗ, городское поселение «Посёлок Куровской» Дзержинского района объединено с городским округом «Город Калуга».

Стабилизация городского населения обусловлена миграционным притоком из сельской местности области, а также извне региона (рис. 3). В миграционной сфере область вынуждена конкурировать за население с другими областями ЦФО, прежде всего с Москвой и Московской областью. В настоящее время наиболее привлекательной для населения (рис. 1, 3) является основная зона расселения области, а также развитый в транспортном отношении Жуковский район и Боровский район. Зона расселения Калужской области привязана к основным транспортным магистралям: железнодорожная линия Москва – Брянск – Киев, автодороги Москва – Киев и Москва – Малоярославец – Рославль, а также Московская кольцевая<sup>1</sup>. Таким образом, главная зона расселения Калужской области продолжается вдоль транспортного коридора Москва – Брянск, от границы с Московской областью до п. Бабынино, повышенную плотность населения имеют Бабынинский, Козельский и Сухиничский районы.

На рис. 4, наглядно представлено как смещаются центры тяжести населения Калужской области, как городского, так и сельского, идет постепенный отток населения из сельских территорий области (Мосальский, Спас-Деменский, Куйбышевский, Ульяновский и др. районы) в городские округа (Обнинск и Калуга) и Жуковский и Боровский районы. Такая тенденция приводит к депопуляции сельской местности с одновременным ростом населения городов и городских округов и районов, находящихся в непосредственной близости от Москвы и Московской области как наиболее привлекательных регионов для проживания.

## ВЫВОДЫ

Создание пространственно-временных моделей на базе ГИС позволило использовать широкий набор методов и способов геоинформационного моделирования, дало возможность подготовки графических и электронных материалов. Заявленный темой работы ГИС-анализ воспроизводства населения был проведен по следующей методике:

- 1) постановка цели, выбор методов и способов моделирования;
- 2) сбор, организация и подготовку данных;
- 3) применение методов геомоделирования, построение картографических моделей в виде карт, схем, графиков, диаграмм, таблиц;
- 4) собственно, анализ региональных особенностей воспроизводства населения региона.

Информация анализируется, результаты наносятся на карту, сравниваются, интерпретируются, изменяются, обновляются. Для визуализации и последующего создания карт нами используется ряд методов и способов, в том числе: типологический, метод картографических анаморфированных изображений, способ качественного и количественного фона, способы ареалов, картодиаграммы, диапазоны значений, способ движения стрелок [Белозеров и др., 2014], и центрографический метод.

В рамках этапа по сбору, организации и подготовке данных для анализа нами была создана база геоданных «Демографические показатели воспроизводства населения Калужской области» и проанализированы региональные особенности воспроизводства населения Калужской области с 1989 по 2020 г.

<sup>1</sup> Схема территориального планирования Калужской области. ФГИС ТП Федеральная государственная информационная система территориального планирования. Электронный ресурс: [https://fgistp.economy.gov.ru/doc.php.t?show\\_document=true&uin=29000000020102202009222](https://fgistp.economy.gov.ru/doc.php.t?show_document=true&uin=29000000020102202009222) (дата обращения 30.04.2021).

Используемый в работе центрографический метод [Преображенский, 2017] опирается на алгоритм Mean coordinate(s) QGIS<sup>1</sup>. Так, нами были определены центры тяжести населения Калужской области, расчет производился как для населения в целом, так и для городского и сельского населения в частности. Отметим, что применение существующих методик к ГИС-анализу предполагает построение геоинформационных моделей и проведение пространственного анализа, но порядок реализации этапов анализа не определен и зависит от программного обеспечения, его возможностей, сущности изучаемого процесса, применяемых методов, исходных данных и т.д.

Проведенный анализ вызволил высказать ряд нижеизложенных положений. Плотность населения Калужской области – 33,60 чел/км<sup>2</sup> (2021 г.). Различия в территориально дифференциации размещения населения проявляются в тенденции к «стягиваю» населения из северо-западных и юго-восточных районов в районы основной зоны расселения с преобладанием миграционного направление село-город. Подобное неравное соотношение плотности населения сохраняется на всем наблюдаемом периоде с 1989 по 2020 г. Наиболее негативно на районы с преобладающим сельским влияет миграция и соответственное уменьшение численности населения (Бярятинский, Ульяновский, Ферзиковский и другие районы), что на фоне естественной убыли населения приводит к «истощению» людского потенциала территории.

Стабилизация городского населения обусловлена миграционным притоком из сельской местности области, а также извне региона. Среди таких территорий – городские округа Обнинск и Калуга, Жуковский и Боровский районы. Основной демографический тренд Калужской области – регрессия ранее развитой сети населенных пунктов сельских районов с увеличением доли городского населения, особенно территорий, примыкающих к г. Москве и Московской области.

Применение ГИС-технологий для анализа воспроизводства региона и создания пространственно-временных моделей воспроизводства населения позволяет представить данные в наглядной форме, показать взаимное размещение, взаимосвязь и взаимозависимость элементов системы. Также, это снижает время обработки данных и результатов расчета, дает основу для дальнейшего сравнительного анализа параметров территорий и объектов, их изменение 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. Белозеров В.С., Панин А.Н., Турун П.П., Эшироков В.М. Геоинформационный мониторинг этнодемографических, миграционных процессов и сети поселений на Юге России. Вестник Южного научного центра РАН, 2009. Т. 5. №3. С. 96–104.
3. Есикова В.О. Аспекты ГИС-анализа социально-экономических процессов. Теоретические и прикладные проблемы географической науки: демографический, социальный, правовой, экономический и экологический аспекты: материалы международной научно-практической конференции, Воронеж, 2019. Т. 2. С. 29–31.
4. Есикова В. О. ГИС-анализ социально-экономических процессов региона. Экология. Экономика. Информатика. Серия: Геоинформационные технологии и космический мониторинг: Вып. 4. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2019. С. 218–222.

<sup>1</sup> Vector analysis. QGIS User Guide. Электронный ресурс: [https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/user\\_manual/processing\\_algs/qgis/vectoranalysis.html](https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/user_manual/processing_algs/qgis/vectoranalysis.html) (дата обращения 29.03.2021)

5. *Есикова В.О.* ГИС-анализ воспроизводства населения региона на примере Калужской области. Демографические процессы, устойчивое развитие туризма и проблемы географического образования: Сборник материалов IX-й научно-практической конференции. Ставрополь: Издательство Надыршин, 2021. С. 15–19.
6. *Зайцев В.В.* Разработка и исследование методики проектирования базы метаданных хранилища геоданных: дис. ... канд. тех. наук (25.00.35). М., 2015. 131 с.
7. *Курбат В.В., Полторабатько А.В.* Моделирование миграционных процессов в Республике Беларусь. Молодой ученый. 2015. №1 (81). С. 6-9. Электронный ресурс: <https://moluch.ru/archive/81/14730/> (дата обращения: 05.05.2021).
8. *Макаренко А.А., Загребин Г.И., Степанченко А.Л.* Вопросы теории атласного картографирования. Вестник СГУГиТ, 2020. № 1. С. 136144.
9. *Матчин В. Т.* Базы геоданных. Образовательные ресурсы и технологии. 2017. №3 (20). Электронный ресурс: <https://cyberleninka.ru/article/n/bazy-geodannyh> (дата обращения 30.03.2021).
10. *Преображенский Ю.В.* Пространственно-временная динамика систем расселения долин Волги и Камы. Географический вестник. 2017. №2 (41). Электронный ресурс: <https://cyberleninka.ru/article/n/prostranstvenno-vremennaya-dinamika-sistem-rasseleniya-dolin-volgi-i-kamu> (дата обращения: 01.04.2021).
11. *Скалабан И.А.* Социальное картирование как метод анализа социально-территориального пространства. Журнал исследований социальной политики. М., 2012 Т. 10. № 1. С. 61–78.
12. *Тикунов В.С., Белозеров В.С., Щитова Н.А., Панин А.Н, Черкасов А.А.* Геоинформационный мониторинг: инструмент пространственно-временного анализа миграции населения. Вестник Московского университета. Серия 5. География, 2015. № 2. С. 33–39.
13. *Evans A., Gray E.* Modelling Variation in Fertility Rates Using Geographically Weighted Regression. *Spat Demogr*, 2018. No 6. P. 121–140.
14. *Fratczak E.* Demographic processes: past, present and future – selected issues. *Papers on Global Change IGBP*, 2013. No 20(1). P. 64-84. DOI: 10.2478/igbp-2013-0003.
15. *Frejka T., Zakharov S.* Comprehensive Analyses of Fertility Trends in the Russian Federation during the Past Half Century. *MPIDR Working Paper*, 2012. 27 p.

#### REFERENCES

1. *Belozеров V.S., Panin A.N., Cherkasov A.A.* GIS "Ethnic Processes in Russia" is a tool for managing polyethnic territories. *Materials of the International Conference "InterCarto. InterGIS"*, 2014. No 20. P. 439–443 (in Russian).
2. *Belozеров V.S., Panin A.N., Turun P.P., Eshrokov V.M.* Geographic information monitoring of ethno-demographic, migration processes and a network of settlements in the South of Russia. *SSC RAS*, 2009. V. 5. No 3. P. 96–104 (in Russian).
3. *Esikova V.O.* Aspects of GIS analysis of socio-economic processes. *Theoretical and applied problems of geographical science: demographic, social, legal, economic and environmental aspects: materials of the international scientific and practical conference, Voronezh*, 2019. V. 2. P. 29–31 (in Russian).
4. *Esikova V.O.* GIS-analysis of socio-economic processes in the region. *Ecology. Economy. Computer science. Series: Geoinformation technologies and space monitoring: Issue 4. Rostov n / a: Publishing house of the SSC RAS*, 2019. P. 218–222 (in Russian).
5. *Esikova VO* GIS-analysis of population reproduction in the region on the example of the Kaluga region. *Demographic Processes, Sustainable Development of Tourism and Problems of Geographical Education: Collection of Materials of the IXth Scientific and*

- Practical Conference. Stavropol: Nadyrshin Publishing House, 2021, P. 15–19 (in Russian).
6. *Evans, A., Gray, E.* Modelling Variation in Fertility Rates Using Geographically Weighted Regression. *Spat Demogr*, 2018. No 6. P. 121–140.
  7. *Fratczak E.* Demographic processes: past, present and future – selected issues. *Papers on Global Change IGBP*, 2013. No 20(1). P. 64-84. DOI: 10.2478/igbp-2013-0003.
  8. *Frejka T., Zakharov S.* Comprehensive Analyses of Fertility Trends in the Russian Federation during the Past Half Century. *MPIDR Working Paper*, 2012. 27 p.
  9. *Kurbat V.V., Poltorabatko A.V.* Modeling of migration processes in the Republic of Belarus. *Young scientist*. 2015. No 1 (81). P. 6–9. Web resource: <https://moluch.ru/archive/81/14730/> (accessed: 05/05/2021) (in Russian).
  10. *Makarenko A.A., Zagrebin G.I., Stepanchenko A.L.* Questions of the theory of atlas mapping. *Bulletin of SGUGiT*, 2020. No 1. P. 136–144 (in Russian).
  11. *Matchin V.T.* Geodata bases. Educational resources and technologies. 2017. No 3 (20). Web resource: <https://cyberleninka.ru/article/n/bazy-geodannyh> (accessed 03/30/2021). (in Russian).
  12. *Preobrazhensky Y.V.* Spatial-temporal dynamics of settlement systems in the Volga and Kama valleys. *Geographical Bulletin*. 2017. No 2 (41). Web resource: <https://cyberleninka.ru/article/n/prostranstvenno-vremennaya-dinamika-sistem-rasseleniya-dolinn-volgi-i-kamy> (accessed 01.04.2021). (in Russian).
  13. *Skalaban I.A.* Social mapping as a method for analyzing the socio-territorial space. *Journal of Social Policy Research*. Moscow, 2012. V. 10. No 1. P. 61–78 (in Russian).
  14. *Tikunov V.S., Belozarov V.S., Shchitova N.A., Panin A.N., Cherkasov A.A.* Geoinformation monitoring: a tool for spatial and temporal analysis of population migration. *Moscow University Bulletin. Series 5. Geography*, 2015. No 2. P. 33–39 (in Russian).
  15. *Zaitsev V.V.* Development and research of a methodology for designing a geodatabase metadata base. *Dis. ... Cand. those. Sciences (25.00.35)*. Moscow, 2015. 131 p. (in Russian).
-