

Использование технологий информационного общества

ЦИФРОВАЯ ДЕМОГРАФИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Статья рекомендована к публикации главным редактором Т. В. Ершовой 29.08.2025.

Безвербный Вадим Александрович

Кандидат экономических наук

Федеральный научно-исследовательский социологический центр РАН, Институт демографических исследований, заведующий лабораторией цифровой демографии

Москва, Российская Федерация

vadim_ispr@mail.ru

Погребняк Евгений Владимирович

Кандидат экономических наук

Московский государственный институт международных отношений Министерства иностранных дел Российской Федерации, проректор по цифровой трансформации

Москва, Российская Федерация

e.pogrebnyak@odin.mgimo.ru

Шевчуков Сергей Павлович

Аппарат полномочного представителя Президента Российской Федерации в Центральном федеральном округе, начальник департамента по реализации общественных проектов

Москва, Российская Федерация

sergey_shevchukov@mail.ru

Ситковский Арсений Михайлович

Федеральный научно-исследовательский социологический центр РАН, Институт демографических исследований, научный сотрудник

Москва, Российская Федерация

omnistat@yandex.ru

Аннотация

Статья посвящена анализу современных методов цифровой демографии, охватывающей применение ГИС-технологий, анализа больших данных, алгоритмов машинного обучения, агентного моделирования и визуализации демографических показателей. На основе материалов проекта «Цифровая демографическая обсерватория» рассматриваются перспективы создания единой системы мониторинга демографических процессов в регионах России. Акцент сделан на научной и практической значимости цифровой демографии для повышения эффективности демографической политики и управления социально-экономическим развитием территорий.

Ключевые слова

цифровая демография; большие данные; ГИС; пространственный анализ; агентное моделирование; искусственный интеллект; мониторинг населения; демографическая политика; визуализация данных

Введение

Демографические процессы в XXI веке характеризуются возрастающей сложностью и динамизмом. Традиционные методы демографического анализа, опирающиеся преимущественно на официальную статистику, не всегда позволяют своевременно отследить быстрые изменения в

© Безвербный В. А., Погребняк Е. В., Шевчуков С. П., Ситковский А. М., 2025

Производство и хостинг журнала «Информационное общество» осуществляется Институтом развития информационного общества.

Данная статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons «С указанием авторства - С сохранением условий версии 4.0 Международная» (Creative Commons Attribution – ShareAlike 4.0 International; CC BY-SA 4.0). См. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.ru>

https://doi.org/10.52605/16059921_2025_06_121

рождаемости, смертности и миграции. В условиях цифровизации общества формируется новое направление – цифровая демография, использующее инновационные методы и данные, возникшие благодаря распространению электронных технологий и интернет-сервисов. Цифровая демография интегрирует подходы сразу нескольких дисциплин – демографии, социологии, информатики, геоинформационных технологий – для всестороннего изучения населения в реальном и виртуальном измерениях. В то же время широкое применение больших данных о населении ставит новые этические вопросы: необходимо обеспечивать конфиденциальность личной информации, этичность и недискриминационность при анализе цифровых следов людей. Появление цифровой демографии открывает возможности для более точного мониторинга населения в режиме реального времени и научно-обоснованного принятия решений в демографической политике. Настоящая статья посвящена обзору современных методов и направлений цифровой демографии – от использования ГИС и больших данных до машинного обучения, агент-ориентированного моделирования и автоматизированной визуализации – а также анализу научного потенциала и прикладной значимости этих подходов для органов государственного управления.

1 Цифровая демография: концепция и междисциплинарность

1.1 Новые данные и методы в демографических исследованиях

Понятие «цифровая демография» (digital demography) появилось на стыке классической демографии и информационных технологий. Его появление связано с так называемой «data revolution» – взрывным ростом объёма и разнообразия данных о населении, генерируемых в цифровой среде [1]. В отличие от традиционной демографии, опирающейся на переписи и регистрационную статистику, цифровая демография активно использует альтернативные источники данных: большие данные мобильных операторов, записи социальных сетей, поисковые запросы, данные банковских транзакций, геопространственные данные и др. Эти новые источники позволяют получать оперативную информацию о демографическом поведении и перемещениях населения, недоступную ранее. Например, цифровые следы в социальных сетях отражают миграционные связи и коммуникационные сети людей, формируя «виртуальное население», дополняющее статистику реального населения. Таким образом, цифровая демография имеет двойственную природу: она изучает как реальные демографические процессы, так и их проявления в виртуальном пространстве, совмещающая методы классической демографии с инструментами анализа данных и вычислительными подходами.

1.2 Междисциплинарный характер и этические аспекты

Цифровая демография развивается на пересечении ряда дисциплин, объединяя их инструментарий для решения комплексных задач. Так, она заимствует у информатики методы машинного обучения и интеллектуального анализа данных для обнаружения скрытых закономерностей в больших массивах информации. От географии и картографии цифровая демография берет ГИС-технологии для пространственного анализа населения. Социология и экономика вносят понимание поведенческих и социально-экономических факторов, влияющих на демографические процессы. Такой синтез позволяет взглянуть на население системно, во взаимосвязи демографических и социальных параметров.

Однако междисциплинарность сопровождается и вызовами, прежде всего этическими. Большие поведенческие данные, собираемые в интернете, часто страдают смещённостью выборки – например, онлайн-сервисы предрасположены в сторону молодых пользователей или определённых социальных групп [2]. Это требует корректных методов калибровки и верификации результатов, сопоставления цифровых данных с официальными источниками. Кроме того, исследователям необходимо соблюдать конфиденциальность персональных данных и получать информированное согласие, когда это применимо. Международное научное сообщество отмечает как большие перспективы, так и подводные камни цифровой демографии [3]. Тем не менее, при правильном учёте ограничений, цифровые подходы способны существенно обогатить демографическую науку, предоставляя более детальную и актуальную информацию о населении.

2 Современные методы и технологии цифровой демографии

2.1 Большие данные и альтернативные источники информации

В основе цифровой демографии лежит использование больших данных разной природы. Источники этих данных чрезвычайно разнообразны. Прежде всего, это данные государственных информационных систем и административные данные (реестры ЗАГС, миграционные базы, данные здравоохранения и образования), которые ранее мало использовались демографами. Второй пласт – цифровые следы населения: данные мобильной связи (агрегированная информация о перемещениях абонентов), записи в социальных сетях (например, профили и геометки пользователей «ВКонтакте», Telegram), данные поисковых систем (Яндекс.Директ, Google Trends), онлайн-торговых площадок и банковских операций. К ним добавляются обширные геопространственные данные – снимки дистанционного зондирования, данные о застройке и инфраструктуре, карты землепользования. Проект Российского научного фонда № 25-78-30004, в рамках которого подготовлено настоящее исследование, предполагает интеграцию именно такого комплекса разнородных данных: официальная статистика, административные регистры, соцопросы, ГИС-данные, информация мобильных операторов, банковские транзакции и др. Комбинирование этих источников дает более полную картину демографических процессов. К примеру, анализ данных сотовой связи и социальных сетей позволяет в режиме близком к реальному времени оценивать миграционные потоки между территориями, выявлять временных мигрантов и маятниковую миграцию, что дополняет официальные данные о регистрации миграции [4].

В зарубежной практике подобные подходы уже применяются: так, учёные интегрируют данные соцмедиа с традиционной статистикой для оценки масштабов миграции (пример – совмещение официальных данных с данными Twitter и Google для мониторинга миграции в период пандемии COVID-19 [5]). Использование больших данных в демографии значительно расширяет информационную базу, повышая актуальность и детальность мониторинга, однако требует развития методов очистки данных, устранения систематических ошибок и приведения разнородных сведений к сопоставимому виду.

2.2 ГИС-технологии и пространственный анализ

Геоинформационные системы (ГИС) стали неотъемлемым инструментом цифровой демографии, позволяющим учитывать пространственное разнообразие населения. ГИС-технологии дают возможность визуализировать и анализировать демографические показатели на карте, что принципиально важно для страны с большой территорией и значительными межрегиональными различиями, такой как Россия. Создаются специальные геоинформационные платформы для мониторинга населения. В рамках нашего проекта «Цифровая демографическая обсерватория» разрабатывается веб-ГИС, способная отображать демографические тенденции в различных масштабах – от общероссийского до муниципального уровня. Такая система позволит выявлять пространственно-временные закономерности демографического развития регионов, например очаги депопуляции или, напротив, роста населения, коррелирующие с социально-экономическими условиями на местах.

Зарубежный опыт также демонстрирует эффективность ГИС в демографии. В частности, международный проект WorldPop с 2013 г. занимается высокодетальным картографированием населения мира на основе интеграции разнородных данных и методов пространственной дезагрегации [6]. В проектах WorldPop совмещаются традиционные переписные данные с геоданными (снимки спутников, данные мобильных телефонов и пр.) для построения популяционных карт с разрешением до 100×100 м, отражающих распределение и плотность населения. Такая пространственно-явная информация незаменима для планирования инфраструктуры, расчёта эпидемиологических показателей, оценки воздействия стихийных бедствий и решения иных прикладных задач.

ГИС-подходы позволяют не только отобразить текущее размещение населения, но и выявлять пространственные тренды: например, урбанизацию, опустынивание сельской местности, миграцию в города. Визуализация данных в виде интерактивных карт существенно облегчает восприятие информации для лиц, принимающих решения. Современные веб-ГИС-платформы по демографии обеспечивают доступ к актуальным данным широкому кругу пользователей – от исследователей до региональных управленцев.

2.3 Машинное обучение и интеллектуальный анализ данных

Одно из ключевых направлений цифровой демографии – применение методов искусственного интеллекта (AI) и машинного обучения (ML) для анализа демографических данных. Большие объёмы разнородных данных требуют автоматизированных алгоритмов выявления зависимостей, где традиционные статистические методы малоприменимы. Алгоритмы машинного обучения (деревья решений, случайные леса, нейронные сети и др.) позволяют строить предиктивные модели демографических процессов на основе множества факторов. Например, разработаны модели, прогнозирующие уровень рождаемости или миграционный приток по регионам с учётом экономических индикаторов, экологической обстановки, данных поисковых запросов и социальных сетей [7]. С помощью методов data mining (интеллектуального анализа) из больших данных извлекаются скрытые корреляции: например, анализ цифровых следов может выявить взаимосвязь между активностью в интернете и репродуктивными планами.

Проекты в рамках цифровой демографии включают разработку специальных ИИ-модулей. Так, в вышеупомянутой «Цифровой демографической обсерватории» предусмотрено создание алгоритмов машинного обучения для обнаружения неявных закономерностей и трендов демографического развития, а также более точного прогнозирования ситуации в регионах. Зарубежные примеры также свидетельствуют о потенциале ML: например, в проекте WorldPop использованы обучаемые модели для дизагрегации переписного населения по территории (с применением методов регрессионного анализа и ансамблей деревьев решений). Кроме того, компании и исследовательские группы применяют нейросети для прогнозирования эпидемий и смертности на основе больших массивов медицинских и социальных данных.

Важным трендом является интеграция ML с другими методами – например, с агентным моделированием для калибровки симуляций на реальных данных. Применение ИИ в демографии повышает точность прогнозов и позволяет учесть нелинейные эффекты и сложные сочетания факторов, однако требует интерпретируемости моделей и тщательной проверки полученных результатов, чтобы избегать ошибок в управлеченческих решениях.

2.4 Агентное моделирование и имитационные сценарии

Агент-ориентированные модели (Agent-Based Models, ABM) – ещё один современный инструмент, используемый в демографии для исследования сложных процессов. В таких моделях имитируются жизни и взаимодействия отдельных «агентов» – людей или домохозяйств, – что позволяет воспроизвести демографическую динамику «снизу вверх». Ещё в начале 2000-х годов появились первые работы, где ABM применялись к демографическим сюжетам (например, в 2003 г. в книге «Агентно-ориентированная компьютерная демография» под ред. Ф. Биллари и А. Прскавец [8]).

За последние десятилетия интерес к агентному моделированию в науке о населении существенно возрос. Это связано с тем, что классические демографические модели (например, уравнения баланса населения) описывают лишь агрегированные показатели и не объясняют механизмы, стоящие за теми или иными тенденциями. Агентное моделирование заполняет этот пробел, давая возможность изучать микроповедение индивидов: принятие решений о рождении детей, миграции, брачном выборе и т.д., а затем наблюдать возникающие из этих микродействий макропаттерны (например, волны рождаемости, волны внутренней миграции).

Важное преимущество ABM – возможность проигрывать сценарии изменения условий и оценивать, как реагирует «население» модели. Например, можно смоделировать, как снижение уровня доходов влияет на рождаемость в регионе, или к чему приведёт введение тех или иных мер демографической политики. В сочетании с геоинформационными данными получаются пространственно-явные ABM: агенты «живут» на карте, перемещаются между территориями, образуя модель расселения. Подобные модели создавались, например, для исследования расселения населения в Арктической зоне РФ в условиях изменения экономики [9].

В международной практике известны проекты имитации распространения эпидемий, городского роста, миграции учёных и других процессов с помощью ABM. Агентные модели требуют высоких вычислительных ресурсов и аккуратной калибровки на эмпирических данных, поэтому важным направлением стало совмещение ABM с методами машинного обучения для оптимизации параметров моделей и сопоставления их с реальностью. Несмотря на сложность, агентное моделирование даёт мощный исследовательский инструмент, приближая

демографический анализ к пониманию причинно-следственных механизмов и позволяя проводить виртуальные «эксперименты» над популяцией.

2.5 Визуализация данных и цифровые платформы мониторинга

Существенная составляющая цифровой демографии – развитие интерактивных платформ и инструментов визуализации, делающих демографические данные доступными и наглядными. Большие объёмы статистики и результатов анализа требуют удобных способов представления. Современные информационные системы позволяют автоматически генерировать инфографику, интерактивные графики, карты, дашборды для мониторинга ключевых показателей в реальном времени.

Например, в рамках разрабатываемой «Цифровой демографической обсерватории» предусмотрено создание веб-портала с автоматической визуализацией демографических индикаторов по регионам: карта с динамикой численности и структуры населения, графики рождаемости и смертности, тренды миграции и пр., обновляемые по мере поступления новых данных. Пользователь (будь то специалист-демограф или управленец) сможет самостоятельно настраивать отображение, выбирать временные периоды, сравнивать территории.

Зарубежный опыт предоставляет ряд примеров таких ресурсов. Human Fertility Database (HFD) – открытая база данных показателей рождаемости для десятков стран, позволяющая исследователям быстро получать актуальные и исторические ряды данных по возрастным коэффициентам рождаемости, коэффициентам суммарной рождаемости и др. [10]. HFD стандартизует разнородные национальные данные, обеспечивая их сопоставимость, и служит важным ресурсом для мониторинга и прогнозирования демографических процессов. Аналогично, Human Mortality Database предоставляет единую базу показателей смертности [11].

Проект WorldPop, помимо научных статей, выложил в открытый доступ глобальные геоданные по распределению населения и связал их с удобными онлайн-инструментами для анализа [12]. В результате заинтересованные пользователи – от сотрудников ООН до местных планировщиков – могут визуализировать, например, плотность населения любой страны, оценить число проживающих в зоне риска наводнений, либо отследить миграцию населения между регионами.

Научные группы при поддержке ООН используют эти данные для оперативной демографической оценки в кризисных ситуациях. В академической сфере сформировались специализированные группы и панели: так, при Международном союзе по научному изучению населения (IUSSP) действует Panel on Digital Demography, организующая конференции и публикации по данной тематике [13].

В российских университетах появляются учебные курсы по цифровой демографии [14], а исследовательские центры запускают инициативы по анализу больших пользовательских данных (например, проект «Виртуальное население России», собравший информацию из соцсети VK для оценки внутренней миграции [15]).

Таким образом, цифровые платформы в демографии выполняют двоякую функцию. С одной стороны, они являются информационными обсерваториями, аккумулирующими качественные данные (как HFD или национальные демографические порталы). С другой стороны, выступают как системы поддержки принятия решений, предлагая наглядные аналитические инструменты для органов власти.

Важным элементом таких систем становится возможность сценарного анализа: пользователю предоставляются средства моделирования последствий тех или иных управленческих решений (например, «что если повысить пособия на рождение – как изменится прогноз рождаемости?»). Современные веб-платформы способны автоматически генерировать отчёты и сигналы для управленцев при достижении пороговых значений показателей (например, резком росте смертности), что повышает оперативность реагирования на демографические вызовы.

Заключение

Цифровая демография представляет собой перспективное направление, основанное на синтезе демографической науки и современных цифровых технологий. Использование больших данных, геоинформационных систем, методов искусственного интеллекта и имитационных моделей позволяет по-новому взглянуть на процессы воспроизведения населения, миграции и смертности.

Цифровой подход обеспечивает более оперативный и детальный мониторинг демографических изменений, выявление скрытых закономерностей и прогнозирование будущих тенденций. Для научного сообщества цифровая демография открывает возможности углубленного анализа, проверки теорий на большом массиве эмпирических данных, экспериментального изучения сценариев развития населения. Для практиков и органов государственного управления она даёт инструменты поддержки принятия решений, позволяющие разрабатывать адресные меры демографической политики на основе актуальной информации и моделирования последствий.

Благодарности

Исследование выполнено за счёт средств гранта Российского научного фонда № 25-78-30004 «Цифровая демографическая обсерватория: разработка системы мониторинга демографических процессов в регионах России с использованием ГИС-технологий и больших данных», <https://rscf.ru/project/25-78-30004/>.

Литература

1. Смирнов А. В. Прогнозирование миграционных процессов методами цифровой демографии // Экономика региона. 2022. Т. 18, № 1. С. 133–145. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-1-10>
2. Almquist Z. W., Allen C., Kahveci I. Book Chapter in Computational Demography and Health // arXiv preprint arXiv:2309.13056. 2023. 13 p. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2309.13056>
3. Cesare N., Lee H., McCormick T., Spiro E., Zagheni E. Promises and Pitfalls of Using Digital Traces for Demographic Research // Demography. 2018. Vol. 55, No. 5. P. 1979–1999. <https://doi.org/10.1007/s13524-018-0715-2>
4. Смирнов А. В. «Digital Twin» населения Арктики в демографических исследованиях и управлении развитием территорий // Арктика и Север. 2023. № 53. С. 260–272. <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2023.53.260>
5. Yildiz D., Wiśniowski A., Abel G. J., Weber I. G., Zagheni E., Gendronneau C., Hoorens S. Integrating traditional and social media data to predict bilateral migrant stocks in the European Union // International Migration Review. 2024. P. 1–29. <https://doi.org/10.1177/01979183241249969>
6. Tatem A. J. WorldPop, open data for spatial demography // Scientific Data. 2017. Vol. 4. Art. 170004. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.4>
7. Reinhardt O., Hilton J., Warnke T., Bijak J. Streamlining Simulation Experiments with Agent-Based Models in Demography // JASSS – Journal of Artificial Societies and Social Simulation. 2018. Vol. 21, № 3. Article 9. <https://doi.org/10.18564/jasss.3784>
8. Billari F. C., Prskawetz A. Agent-Based Computational Demography: Using Simulation to Improve Our Understanding of Demographic Behaviour. Heidelberg: Physica-Verlag, 2003. IX, 210 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-7908-2715-6>
9. Zamjatina N. Yu., Jašunskij A. D. Virtual geography of virtual population // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2018. № 1 (143). С. 117–137. <https://doi.org/10.14515/monitoring.2018.1.07>
10. Human Fertility Database [Электронный ресурс] (Max Planck Institute for Demographic Research; Vienna Institute of Demography). URL: <https://www.humanfertility.org/> (дата обращения: 10.08.2025).
11. Human Mortality Database [Электронный ресурс] (University of California, Berkeley; Max Planck Institute for Demographic Research). URL: <https://www.mortality.org/> (дата обращения: 10.08.2025)
12. WorldPop: open spatial demographic data and research [Электронный ресурс]. Southampton: University of Southampton, School of Geography and Environmental Sciences. URL: <https://www.worldpop.org/> (дата обращения: 26.08.2025).
13. IUSSP Panel on Digital Demography [Электронный ресурс]. URL: <https://iussp.org/en/panel/digital-demography> (дата обращения: 10.08.2025).
14. Цифровая демография: программа межфакультетского курса [Электронный ресурс] / МГУ им. М. В. Ломоносова, Высшая школа современных социальных наук. М., 2020 – 3 с. URL: https://lk.msu.ru/uploads/attachments/attachment_1942_1601973280.doc (дата обращения: 26.08.2025).
15. Koltsova O., Porshnev A., Sinyavskaya Y. Social Media-based Research of Interpersonal and Group Communication in Russia // in Gritsenko D., Wijermars M., Kopotev M. (eds) The Palgrave Handbook of Digital Russia Studies. Cham: Palgrave Macmillan, 2021. P. 335–352. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42855-6_19

DIGITAL DEMOGRAPHY: MODERN METHODS OF STUDYING DEMOGRAPHIC PROCESSES

Bezverbny, Vadim A.

Candidate of economic sciences

*Federal Center of Theoretical and Applied Sociology of the Russian Academy of Sciences, Institute for Demographic Research, Head of Laboratory "Digital Demography"
Moscow, Russian Federation
vadim_ispr@mail.ru*

Pogrebnyak, Evgeny V.

Candidate of economic sciences

*Moscow State Institute of International Relations of the Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation,
Vice-Rector for Digital Transformation
Moscow, Russian Federation
e.pogrebnyak@odin.mgimo.ru*

Shevchukov, Sergey P.

*Office of the Plenipotentiary Representative of the President of the Russian Federation in the Central Federal District, head of Department for public projects implementation
Moscow, Russian Federation
sergey_shevchukov@mail.ru*

Sitkovskiy, Arseniy M.

*Federal Center of Theoretical and Applied Sociology of the Russian Academy of Sciences, Institute for Demographic Research, scientific officer
Moscow, Russian Federation
omnistat@yandex.ru*

Abstract

The article analyzes the current methods of digital demography, including GIS technologies, big data analytics, machine learning algorithms, agent-based modeling, and demographic data visualization. Drawing on the materials of the "Digital Demographic Observatory" project, the paper discusses the prospects for creating an integrated system for monitoring demographic processes in Russian regions. Particular attention is paid to the scientific and practical significance of digital demography in enhancing demographic policy and managing the socio-economic development of territories.

Keywords

digital demography; big data; GIS; spatial analysis; agent-based modeling; artificial intelligence; population monitoring; demographic policy; data visualization

References

1. Smirnov A. V. Prognozirovaniye migratsionnykh protsessov metodami tsifrovoi demografii. *Ekonomika regiona*. 2022. Vol. 18, No. 1. P. 133–145. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-1-10>
2. Almquist Z. W., Allen C., Kahveci I. Book Chapter in Computational Demography and Health. arXiv preprint arXiv:2309.13056. 2023. 13 p. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2309.13056>
3. Cesare N., Lee H., McCormick T., Spiro E., Zagheni E. Promises and Pitfalls of Using Digital Traces for Demographic Research. *Demography*. 2018. Vol. 55, No. 5. P. 1979–1999. <https://doi.org/10.1007/s13524-018-0715-2>
4. Smirnov A. V. "Digital Twin" naseleniya Arktiki v demograficheskikh issledovaniyah i upravlenii razvitiem territorii. *Arktika i Sever*. 2023. No. 53. P. 260–272. <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2023.53.260>
5. Yildiz D., Wiśniowski A., Abel G. J., Weber I. G., Zagheni E., Gendronneau C., Hoorens S. Integrating traditional and social media data to predict bilateral migrant stocks in the European

- Union. International Migration Review. 2024. P. 1–
29. <https://doi.org/10.1177/01979183241249969>
6. Tatem A. J. WorldPop, open data for spatial demography. *Scientific Data*. 2017. Vol. 4. Art. 170004. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.4>
 7. Reinhardt O., Hilton J., Warnke T., Bijak J. Streamlining Simulation Experiments with Agent Based Models in Demography. *JASSS – Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. 2018. Vol. 21, No. 3. Article 9. <https://doi.org/10.18564/jasss.3784>
 8. Billari F. C., Prskawetz A. Agent Based Computational Demography: Using Simulation to Improve Our Understanding of Demographic Behaviour. Heidelberg: Physica Verlag, 2003. IX, 210 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-7908-2715-6>
 9. Zamyatina N. Yu., Yashunskii A. D. Virtual geography of virtual population. Monitoring obshchestvennogo mneniya: ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny. 2018. No. 1 (143). P. 117–137. <https://doi.org/10.14515/monitoring.2018.1.07>
 10. Human Fertility Database (Max Planck Institute for Demographic Research; Vienna Institute of Demography). URL: <https://www.humanfertility.org/> (accessed 10.08.2025).
 11. Human Mortality Database (University of California, Berkeley; Max Planck Institute for Demographic Research). URL: <https://www.mortality.org/> (accessed 10.08.2025).
 12. WorldPop: open spatial demographic data and research. Southampton: University of Southampton, School of Geography and Environmental Sciences. URL: <https://www.worldpop.org/> (accessed 26.08.2025).
 13. IUSSP Panel on Digital Demography. URL: <https://iussp.org/en/panel/digital-demography> (accessed 10.08.2025).
 14. Tsifrovaya demografiya: programma mezhfakul'tetskogo kursa. MGU im. M. V. Lomonosova, Vysshaya shkola sovremennoykh sotsial'nykh nauk. M., 2020. 3 p. URL: https://lk.msu.ru/uploads/attachments/attachment_1942_1601973280.doc (accessed 26.08.2025).
 15. Koltsova O., Porshnev A., Sinyavskaya Y. Social Media-based Research of Interpersonal and Group Communication in Russia. In Gritsenko D., Wijermars M., Kopotev M. (eds) *The Palgrave Handbook of Digital Russia Studies*. Cham: Palgrave Macmillan, 2021. P. 335–352. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42855-6_19