

УДК 528.94 (575.1)

DOI 10.33764/2411-1759-2024-29-5-92-100

## Геоинформационное картографирование трансформации сельского расселения в Ферганской долине Республики Узбекистан

*Л. Х.-А. Гулямова<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Ташкентский государственный технический университет,  
г. Ташкент, Республика Узбекистан

e-mail: lola\_gulyam@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматриваются методические вопросы геоинформационного картографирования трансформации сельского расселения Ферганской долины Республики Узбекистан. Косвенными индикаторами пространственных и качественных преобразований, подразумевающих трансформацию, которая выражается в изменениях хозяйственного использования территории и демографической ситуации, являются плотность и численность населения. Для исследования использованы данные официальной статистики о численности сельского населения 1 867 поселений за период 1959–2019 гг., открытые ресурсы краудсорсинга Open Street Map, онлайн-сервис Arc GIS Online и Google Earth Pro, результаты обследований. Для формирования базы данных и операций пространственного анализа большого объема данных использована QGIS. Впервые для этой территории разработаны многовременные карты таких косвенных индикаторов трансформации системы расселения, как пространственные изменения плотности и прироста сельского населения, карты изменения плотности и прироста сельского за исследуемые периоды. Предлагается схема использования геоизображений при картографировании и исследовании тенденций изменения (трансформации) расселения. Показана эффективность извлечения информации об изменениях и идентификации ареалов с аномальными характеристиками в результате пространственного анализа серии геоизображений.

**Ключевые слова:** геоинформационное картографирование, сельское расселение населения, трансформация, Узбекистан, Ферганская долина, динамика, рост, ГИС

### Для цитирования:

*Гулямова Л. Х.-А.* Геоинформационное картографирование трансформации сельского расселения в Ферганской долине Республики Узбекистан // Вестник СГУГиТ. – 2024. – Т. 29, № 5. – С. 92–100. – DOI 10.33764/2411-1759-2024-29-5-92-100

### *Введение*

Отличительной особенностью современного развития является обновление концепции ГИС, отражающей, как отмечается в работах [1, 2], сегодняшнюю направленность на «открытый и мультимодальный доступ к гео-

данным и средствам их использования». Для современного этапа геоинформационного картографирования характерно усиление интеграции методов интерпретации геоизображений [3, 4] и расширения таких функций геоинформационных систем, как «создание ряда пространственных данных в виде много-

уровневого набора карт для анализа» [5, 6]. В методологическом отношении последние исследования [7] показали, что существует тенденция от нисходящего метода исследования расселения населения под влиянием природных и экономических факторов к восходящему методу интеллектуальной множественной регрессии [8, 9]. Исследователи [10] отмечают, что стратегия зонального моделирования должна быть основным выбором для решения региональных различий в исследованиях по картографированию распределения населения.

В связи со сложившейся социальной и экологической напряженностью в трудоизбыточных районах Ферганской долины исследование изменений (трансформации) расселения имеет особое значение. Ограниченность земельно-водных ресурсов в плотнозаселенных оазисных районах для дальнейшего развития интенсивного орошаемого земледелия диктует необходимость детального исследования тенденций в изменении сети и систем расселения на различных иерархических уровнях. Трансформация подразумевает пространственные и качественные преобразования, выражающиеся в изменениях хозяйственного использования территории и демографической ситуации, косвенными индикаторами которых являются плотность и численность сельского населения. Традиционно анализ трансформации сельской системы расселения проводится на основе изучения изменения численности населения [11–13]. Однако изучение изменений из-за сложности пространственного анализа большого объема данных не находит должного отражения в исследованиях о расселении Республики Узбекистан, что, как правило, приводит к недооценке расселенческого фона при разработке нормативов размещения объектов промышленности и социально-бытовой инфраструктуры и программ комплексного развития территории. Практически не изучены эти процессы в сельской местности, где наблюдаются высокие темпы прироста населения, трудоизбыточность на фоне ограниченного выбора мест приложения труда.

В статье рассматриваются вопросы геоинформационного картографирования пространственных изменений (трансформации) расселения на основе больших объемов данных официальной статистики о численности сельского населения за 1959, 1979, 1989, 2020 гг. [11] в 455 поселениях (Андижанская область), 391 (Наманганская область), 1 021 (Ферганская область). Расселение населения характеризует размещение людей и поселений, конкретное состояние и процесс распределения по территории. Как объект картографирования системы расселения представляют собой территориальные совокупности населенных пунктов, связанных производственными и социальными отношениями. Этим определяется своеобразие их изучения, которое, в отличие от других географических систем, требует учета неявных отношений, выражающихся рядом признаков.

### ***Материалы и методы***

*Описание объекта исследования.* Исследование изменения (трансформации) сельского расселения направлено на анализ количественных и качественных преобразований, которые подразумевают медленные и постепенные изменения. Многоэтапность развития сельско-городской системы расселения отчетливо проявляется в пространственно-временном аспекте, существенным признаком которого является степень дифференциации пространства по темпам прироста населения, его плотности и густоты поселений, взаимного положения поселений. В основе геоинформационного картографирования используется «образ расселения» как совокупность знаний о расселении, полученных в результате анализа, обработки геоизображений и генерации пространственных знаний [14]. Таким образом обеспечивается получение геознаний о территории и процессах [15]. Трансформация подразумевает пространственные и качественные преобразования, выражающиеся в изменениях хозяйственного использования территории и демографической ситуации, что находит адекватное отражение на геоизображениях (рис. 1).

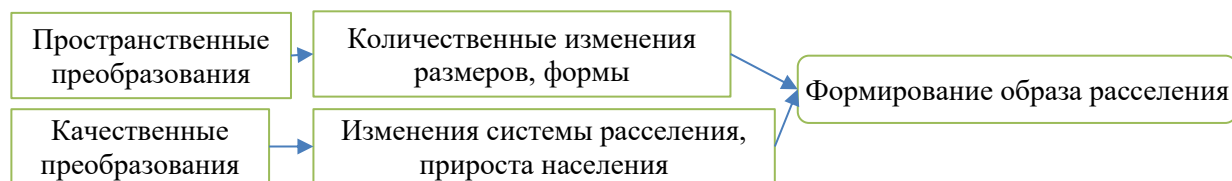


Рис. 1. Формирование образа расселения при помощи обобщенных характеристик в пространственных исследованиях трансформации расселения

Показателями интенсивности хозяйственного освоения территории приняты плотность и прирост населения, изменение которых в опосредованной форме передает характер протекающих процессов, наличие ресурсов для жизнедеятельности, благоприятности условий для дальнейшего развития.

В этом исследовании изучение изменений сельского расселения осуществляется путем построения геоизображений плотности и прироста населения разного временного диапазона. Процесс геоинформационного картографирования изменения плотности населения, его прироста состоит из нескольких этапов (рис. 2).



Рис. 2. Процесс создания карт изменения плотности, прироста населения

Пространственный анализ серии геоизображений, гистограмм распределения событий, идентификация ареалов с аномальными характеристиками являются эффективными путями извлечения информации об изменениях.

Совмещение геоданных об изменениях плотности и прироста сельского населения направлено на выявление их территориальных различий и тенденций, наблюдаемых в перестройке расселения, по разновремен-

ным геоизображениям. Являясь обобщенными показателями, они позволяют в общем плане выявить ареалы, отличающиеся по характеру и скорости преобразований.

### Исходные данные

В качестве информационной основы исследования использованы открытые данные государственного портала Правительства Республики Узбекистан [16], списки населенных мест трех областей Ферганской долины за период 1959–2019 гг. [17], материалы краудсорсинга Open Street Map [18], Arc GIS Online [19], Google Earth Pro [20], результаты обследований. QGIS использована для формирования базы данных, их анализа и визуализации.

Исследование изменения (трансформации) расселения проводится при условии использования материалов, позволяющих изучить каждое отдельно взятое поселение. Это возможно лишь при анализе геоизображений, масштаб и детальность которых отображает сеть расселения с максимальной подробностью. При определении количественных изменений размеров, площади, формы поселений особое значение имеют метрические свойства исходных материалов и их сопоставимость, что обеспечивается использованием геоинформационных систем [21]. При картографировании и исследовании показателей роста населения огромную роль играет точность и подробность исходных геоданных, в соответствии с которыми и следует проводить корректировку статистических материалов за разные годы. Информационно-картографическое моделирование геосистем, составляющее суть геоинформационного картографирования [22] и подразумевающее автоматизированное создание и использование карт, в свете современных тенденций развития становится наиболее важным звеном пространственных исследований.

### Результаты и обсуждение

Особенностью картографирования трансформации на основе геоданных о людности поселений, которые являются аналогом традиционных адресных карт населения, является применение интегральных характери-

стик и замена дискретных элементов непрерывными (рис. 3). Такого рода исследования невозможны без использования детальных геоданных, которые обеспечивают анализ и оценку трансформации расселения.

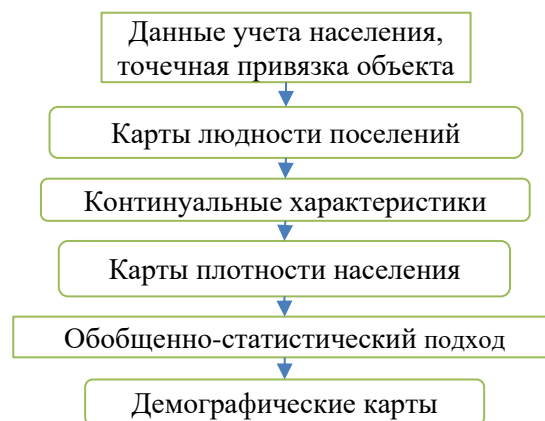


Рис. 3. Особенности картографирования некоторых аспектов расселения

Схема использования геоизображений при картографировании изменений (трансформации) представлена на рис. 4.

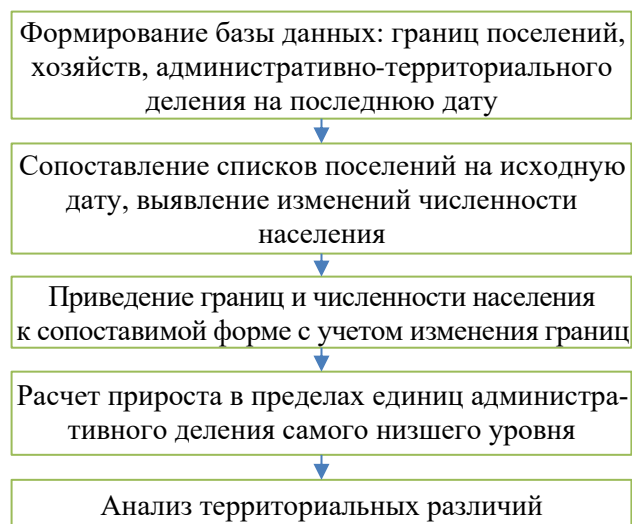


Рис. 4. Схема использования геоизображений при картографировании и исследовании трансформации расселения

*Прирост сельского населения.* Анализ территориальных различий в приросте сельского населения Ферганской долины показывает значительные колебания этого показателя при

меньшей территориальной контрастности темпов прироста населения (рис. 5).

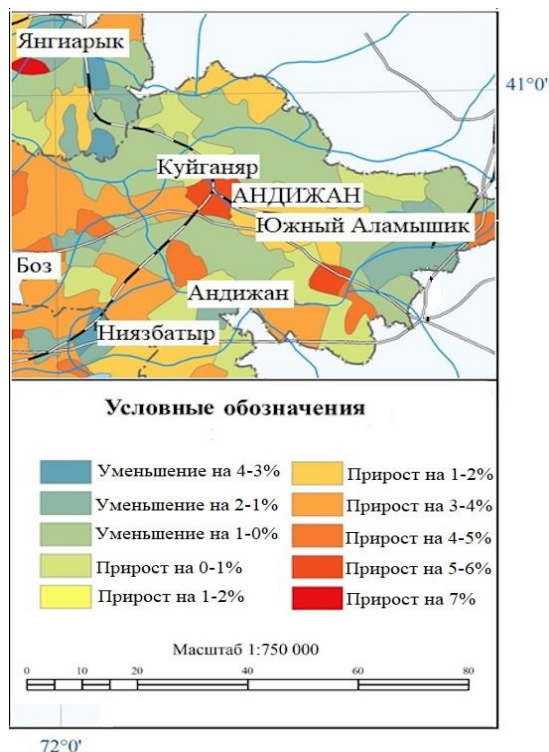


Рис. 5. Фрагмент карты прироста сельского населения Ферганской долины за 1959–2019 гг.

Прирост населения рассчитан по формуле, предложенной А. М. Айрапетовым [23]:

$$A = n \sqrt{\frac{Y_n}{Y_0}},$$

где  $A$  – прирост населения за определенный период;  $Y_n$  – численность населения на последующую дату;  $Y_0$  – численность населения на предыдущую дату.

Методы математической статистики использованы для построения гистограмм и кривых распределения вероятностей изменений прироста и плотности населения на основе геоанализа о каждом поселении. Большая стабильность, меньший размах количественных значений среднегодовых темпов роста сельского населения характерны для Андижанской области (рис. 6). Подобные модальные значения присущи и распределению прироста сельского населения Наманганской области, но размах количественных значений меньше.

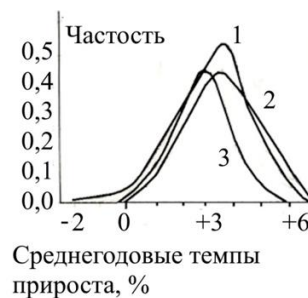


Рис. 6. Распределение среднегодовых темпов прироста сельского населения Ферганской долины:

- 1 – Андижанская; 2 – Ферганская; 3 – Наманганская области

Это позволяет сделать вывод о больших территориальных ограничениях в Андижанской области, нестабильности систем расселения Ферганской области. Повсеместно уменьшился прирост сельского населения, с наибольшим изменением в Андижанской области, где этот показатель составил 2,0 %. Большая дифференциация прироста сельского населения отмечается в зонах влияния крупных городов долины, а именно Андижана, Коканда, Маргилана и Ферганы. Более низкие значения прироста наблюдаются в районах, где шло интенсивное формирование городов – Ассаке, Карасу, Ханабад, Шахрихан в Андижанской области. Более равномерный прирост населения наблюдается в западной части Ферганской области, однако в зоне Фергано-Маргиланской агломерации отмечаются значительные колебания и в целом прирост сельского населения ниже, чем в остальной части области. Аналогично в зоне треугольника Андижан – Шахрихан – Ассаке наблюдаются существенные колебания прироста, хотя дифференциация более «умеренная», чем в Ферганской области.

**Плотность сельского населения.** В Наманганской и Ферганской областях наблюдается большой разброс значений и территориальная неоднородность выражена ярче. Сложный характер кривой распределения плотности населения в Наманганской области показывает относительно высокую нестабильность системы расселения, при меньших модальных значениях плотности отмечается левоасимметричное распределение. Наибольшие изменения



за 1959–2019 гг. произошли в Ферганской области, где наряду с изменениями модальных значений плотности от 100 чел./км<sup>2</sup> до 250 чел./км<sup>2</sup> уменьшилась их частота. Сравнение гистограмм распределения плотности сельского населения в динамике также демонстрирует особенности трансформации сельского расселения (рис. 7, 8).



Рис. 7. Кривые распределения вероятностей плотности населения Наманганской области за 1959–2019 гг.:

1 – 1959 г.; 2 – 1989 г.; 3 – 2019 г.

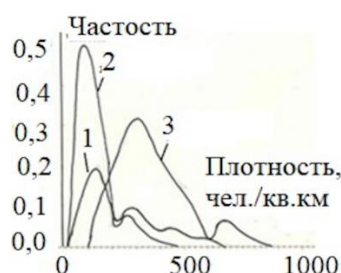


Рис. 8. Кривые распределения вероятностей плотности населения Ферганской области за период 1959–2019 гг.:

1 – 1959 г.; 2 – 1989 г.; 3 – 2019 г.

### Заключение

Геоинформационное картографирование позволяет выявить пространственно-временные изменения (трансформации) расселения благодаря преимуществу использования большого объема данных, приведенных к со-

поставимой форме. Результаты показывают, что в целом отчетливо выделяются зоны как равномерного, так и аномального изменения численности сельского населения Ферганской долины. Карты темпов прироста и изменения плотности сельского населения Ферганской долины показывают территориальные различия и значительные колебания при меньшей территориальной контрастности. Благодаря использованию методов геоинформационного картографирования удалось выявить пространственные зависимости между основными индикаторами трансформации расселения. Гистограммы и кривые распределения вероятностей изменений прироста и плотности населения на основе геоданных о каждом поселении выявляют территориальные особенности процесса расселения. Большая стабильность, меньший размах количественных значений среднегодовых темпов роста сельского населения характерны для Андижанской области, что позволяет сделать вывод о больших территориальных ограничениях. Подобные модальные значения присущи и распределению прироста сельского населения Наманганской области, но размах количественных значений меньше. Большая дифференциация прироста сельского населения отмечается в зонах влияния крупных городов долины. Более равномерный прирост населения наблюдается в западной части Ферганской области, однако в зоне Фергано-Маргиланской агломерации отмечаются значительные колебания и в целом прирост сельского населения ниже, чем в остальной части области. Расселение в сельской местности сохраняет черты исторически сложившейся территориальной связи преимущественно с основной возделываемой сельскохозяйственной культурой.

Дальнейшие исследования целесообразно проводить в направлении расширения тематики исходных данных, привлечения источников о социальных и экономических факторах, влияющих на расселение.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Goodchild M. F. Geography and the Information Society // A Geographical Century. – 2022. – DOI 10.1007/978-3-031-05419-8\_16.
2. Dangermond J., Goodchild M. F. Building geospatial infrastructure // Geospatial Information Science. – 2019. – DOI 10.1080/10095020.2019.1698274.

3. Manual of Digital Earth [Electronic resource] / Guo H., Goodchild M. F., Annoni A. – 2020. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/325881522>.
4. Тикунов В. С., Ерёмченко Е. Н. Цифровая земля и картография // Геодезия и картография. – 2015. – № 11. – С. 6–15. – DOI 10.22389/0016-7126-2015-905-11-6-15.
5. Еремченко Е., Тикунов В., Никонов О. и др. Цифровая Земля и цифровая экономика // Annual Geospatial Almanac. – 2017. – № 5 [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/325881522\\_Cifrova\\_a\\_Zemla\\_i\\_cifrova\\_a\\_ekonomika\\_Digital\\_Earth\\_and\\_Digital\\_Economy](https://www.researchgate.net/publication/325881522_Cifrova_a_Zemla_i_cifrova_a_ekonomika_Digital_Earth_and_Digital_Economy)].
6. Eremchenko E., Tikunov V. Definition of Digital Earth and main conundrum of cartograph // IOP Conference Series Earth and Environmental Science – 2020. 509:1-2. – DOI 10.1088/1755-1315/509/1/012015.
7. Wardrop N. A., Jochem W. C., Bird T. J., Chamberlain H. R., Clarke D., Kerr D., Bengtsson L., Juran S., Seaman V., and Tatem A. J. Spatially disaggregated population estimates in the absence of national population and housing census data // PNAS. – 2018. – Vol. 115, No. 14. – Pp. 3529-3537.
8. Wu T. J., Luo J. C., Dong W., Gao L. J., Hu X. D., Wu Z. F., Sun Y. W., Liu J. S. Disaggregating County-Level Census Data for Population Mapping Using Residential Geo-Objects With Multisource Geo-Spatial Data. // IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Obs. Remote Sens. – 2020. – No 13. – 1189–1205 [Electronic resource]. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/340043352>.
9. Zhao G., Yang M. Urban Population Distribution Mapping with Multisource Geospatial Data Based on Zonal Strategy // ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2020. – Vol. 9. – No 11, 654.
10. Демографический ежегодник Узбекистана. Статистический сборник. – Ташкент, 2020. – 211 с.
11. Алексеев А. И., Краснослободцев В. П., Гладкова О. Н. Территориальная подвижность населения и системы расселения в сельской местности России // Вестник Московского университета. Сер. 5: География. – 2007. – № 4. – С. 10–14.
12. Алексеев А. И., Сафронов С. Г. Изменение сельского расселения в России в конце XX – начале XXI века // Вестник Московского университета. Сер. 5: География. – 2015. – № 2. – С. 66–76.
13. Гуменюк И. С., Юстратова В. О. Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. – 2021. – № 3. – С. 31–41.
14. Гулямова Л. Х.-А. Геопространственные исследования в социально-экономической картографии Узбекистана // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIX Международный научный конгресс, 17–19 мая 2023 г., Новосибирск : сборник материалов в 8 т. Т. 1 : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия». – Новосибирск : СГУГиТ, 2023. № 2. – С. 10–16. – DOI 10.33764/2618-981X-2023-1-2-10-16.
15. Антонов Е. С., Лисицкий Д. В., Янкелевич С. С. Теоретико-методологическое представление прямого перехода от геоинформации к геознаниям // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 2. – С. 82–90. – DOI 10.33764/2411-1759-2021-26-2-82-90.
16. Открытые данные государственного портала Правительства Республики Узбекистан [Электронный ресурс]. – URL: <https://gov.uz/> (дата обращения: 22.12.2023).
17. Официальный сайт Агентства по статистике при Президенте Республики Узбекистан [Электронный ресурс]. – URL: <https://stat.uz/ru/> (дата обращения 10.12.2023).
18. Официальный сайт Open Street Map [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.openstreetmap.org/> (дата обращения 10.10.2023).
19. Официальный сайт Arc GIS Online [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.arcgis.com/index.html> (дата обращения 10.10.2023).
20. Официальный сайт Google Earth Pro [Электронный ресурс]. – URL: <https://google-earth-pro.softonic.ru/> (дата обращения 05.09.2023).
21. Гулямова Л. Х.-А. Теоретические и методологические основы геопространственных исследований в социально-экономической картографии (по материалам расселения населения Республики Узбекистан) : монография. – Ташкент : Университет, 2022. – 240 с.

22. Берлянт А. М., Кошкарёв А. В., Тикунов В. С. Картография и геоинформатика // Итоги науки и техники. Картография. – Т. 14 – М. : ВИНТИ, 1991. – 178 с.

23. Айрапетов А. М. Таблица исчисления среднегодовых темпов прироста населения. – М. : Статистика, 1967. – 160 с.

### Об авторах

Лола Хаджи-Акбаровна Гулямова – кандидат географических наук, профессор.

Получено 28.02.2024

© Л. Х.-А. Гулямова, 2024

## Geoinformation mapping of the transformation of spatial distribution of rural population in Fergana valley of the Republic of Uzbekistan

L. H. -A. Gulyamova<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Tashkent State Technical University, Tashkent, Republic of Uzbekistan

e-mail: lola\_gulyam@mail.ru

**Abstract.** The paper deals with the methods of geospatial mapping of transformation of spatial distribution of rural population of Fergana Valley in Uzbekistan. Indirect indicators of spatial and qualitative implying transformation, which is expressed in changes in the economic use of the territory and the demographic situation, are population size and density. The main sources are official data about rural population of 1867 settlements as of 1959–2019, crowdsourcing data of Open Street Map, online service of Arc GIS Online and Google Earth Pro, and survey data. QGIS is used for Database development, geospatial analysis of this huge amount of data. For the first time, multi-temporal maps of such indirect indicators of settlement system transformation as spatial changes in rural population density and growth, maps of changes in rural density and growth over time periods have been developed for this territory. A scheme for using geoimages in mapping and directing change (transformation) of settlement is proposed. The efficiency of extracting information about changes and identifying areas with anomalous characteristics as a result of spatial analysis of a series of geoimages is demonstrated.

**Keywords:** geoinformation mapping, magnetic population settlement, transformation, Uzbekistan, Fergana Valley, dynamics, growth, GIS

### REFERENCES

1. Goodchild, M. F. (2022) Geography and the Information Society In book: A Geographical Century DOI: 10.1007/978-3-031-05419-8\_16.
2. Dangermond, J. & Goodchild, M. F. (2019): Building geospatial infrastructure. *Geospatial Information Science*, DOI: 10.1080/10095020.2019.1698274.
3. Guo, H., Goodchild, M. F., & Annoni, A. (2020) (Eds.) Manual of Digital Earth Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/325881522>.
4. Tikunov, V., Eremchenko, E. (2015) Digital Earth and Digital Economy. *Geodeziya i kartografiya [Geodesy and Cartography]*. 11 6–15. DOI: 10.22389/0016-7126- 2015-905-11-6-15. [in Russian].
5. Eremchenko, E., Tikunov V, Nikonov, O. & et.al. (2017). Digital Earth and Digital Economy. *Annual Geospatial Almanac*, 5 [accessed June 26, 2021] Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/325881522\\_Cifrova\\_a\\_Zemla\\_i\\_cifrova\\_a\\_ekonomika\\_Digital\\_Earth\\_and\\_Digital\\_Economy](https://www.researchgate.net/publication/325881522_Cifrova_a_Zemla_i_cifrova_a_ekonomika_Digital_Earth_and_Digital_Economy) [in Russian].



6. Eremchenko E., & Tikunov V. (2020) Definition of Digital Earth and main conundrum of cartography. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science* July 2020 509:1-2 DOI 10.1088/1755-1315/509/1/012015.
7. Wardrop, N. A., Jochem, W. C., Bird, T. J., Chamberlain, H. R., Clarke, D., Kerr, D., Bengtsson, L. Juran, S., Seaman, V., & Tatem, A. J. (2018) Spatially disaggregated population estimates in the absence of national population and housing census data. *PNAS*, Vol. 115, No. 14, pp. 3529–3537.
8. Wu, T.J.; Luo, J.C.; Dong, W., Gao, L.J.; Hu, X.D., Wu, Z.F.; Sun, Y.W., & Liu, J.S. (2020) Disaggregating County-Level Census Data for Population Mapping Using Residential Geo-Objects With Multisource Geo-Spatial Data. *IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Obs. Remote Sens.*, 13, 1189–1205. [Google Scholar] [CrossRef].
9. Liu, X. H., Keith, C., & Martin, H. (2006) Population density and image texture: A comparison study. *Photogramm. Eng. Remote Sens.*, Vol. 72, No. 2, pp. 187–196.
10. Zhao, G, & Yang, M. (2020) Urban Population Distribution Mapping with Multisource Geospatial Data Based on Zonal Strategy. *ISPRS International Journal of Geo-Information.*; 9(11):654.
11. Demographic yearbook of Uzbekistan. Statistical collection. (2020). Tashkent. 211 p. [in Russian].
12. Alexeev, A. I., Krasnoslobotchev, V. P., & Gladkova, O. N. (2007). Territorial mobility of the population and settlement systems in rural areas of Russia. *Vestnik Moskovskogo universiteta [Bulletin of Moscow University]*, Ser. 5: Geography. No 4, P. 10–14 [in Russian].
13. Alexeev, A. I., Safronov, S. G. (2015). Changes in rural settlement in Russia at the end of the 20th - beginning of the 21st centuries *Vestnik Moskovskogo universiteta [Bulletin of Moscow University]*, Ser. 5: Geography. No 2, P. 66–76 [in Russian].
14. Gulyamova, L. X.-A. (2023) Geospatial research in socio-economic cartography of Uzbekistan. *Interexpo Geo-Sibir' [Interexpo Geo-Siberia]*, Vol. 1. No. 2. 10-16 p. ISSN 2618-981X. DOI 10.33764/2618-981X-2023-1-2.
15. Antonov, E. S., Lisitsky, D. V., & Yankelevich, S. S. (2021). Theoretical and methodological presentation of the direct transition from geoinformation to geoknowledge. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, Vol. 26, No. 2, P. 82–90 [in Russian].
16. Official site of the State Portal of the Government of the Republic of Uzbekistan. Retrieved from <https://gov.uz/> (accessed December 22, 2023) [in Uzbek and Russian].
17. Official site of the Statistic Agency under the President of the Republic of Uzbekistan. Retrieved from <https://stat.uz/ru> (accessed December 10, 2023) [in Uzbek and Russian].
18. Official site of the Open Street Map. Retrieved from <https://www.openstreetmap.org/> (accessed October 10, 2023).
19. Official site of the Arc GIS Online. Retrieved from <https://www.arcgis.com/index.html> (accessed October 10, 2023).
20. Official site of the Google Earth Pro. Retrieved from <https://google-earth-pro.softonic.ru/> (accessed September 05, 2023).
21. Gulyamova, L. X.-A. (2022). Theoretical and methodological foundations of geospatial research in socio-economic cartography (based on materials of population settlement of the Republic of Uzbekistan). Monograph. T: University. 240 pp. [in Russian].
22. Berlyant, A. M., Koshkarev, A. V., Tikunov, V. S. (1991). Cartography and geoinformatics. *Results of science and technology. Cartography*. M., VINITI, vol. 14. [in Russian].
23. Airapetov, A. M. (1967). Table calculating the average annual population growth rate. M., Statistics. [in Russian].

### Author details

Lola H.-A. Gulyamova – Ph. D., Professor.

Received 28.02.2024

© L. H.-A. Gulyamova, 2024