

ВОПРОСЫ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА (НА ПРИМЕРЕ УЗБЕКИСТАНА)

Халмирзаев Ахмаджан Ахуневич

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-4900-9394>

Аннотация. В статье научно анализируются вопросы картографирования системы медицинского обслуживания в условиях изменения климата на примере Узбекистана. В исследовании с использованием GIS-технологий, системного и процессного анализа оценены территориальная организация медицинской инфраструктуры и распределение услуг. Изучено влияние климатических факторов на здоровье населения и территориальные особенности распространения заболеваний. В результате выявлены территориальные диспропорции и зоны недостаточности медицинских услуг. Также проведена интегральная оценка устойчивости системы здравоохранения к климатическим рискам. Исследование направлено на совершенствование научного подхода к комплексному картографированию системы здравоохранения в условиях Узбекистана.

Ключевые слова: изменение климата, медицинская инфраструктура, GIS-анализ, территориальные диспропорции, система здравоохранения, устойчивость, картографическая модель.

ISSUES OF MAPPING THE HEALTHCARE SYSTEM UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS (CASE STUDY OF UZBEKISTAN)

Xalmirzaev Axmadjan Axunovich

Mirzo Ulugbek National University of Uzbekistan

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-4900-9394>

Abstract. This article provides a scientific analysis of mapping healthcare systems under climate change conditions based on the case of Uzbekistan. The study evaluates the territorial organization of medical infrastructure and service distribution using GIS technologies, system analysis, and process mapping methods. The impact of climate factors on population health and the spatial patterns of disease distribution are examined. The results identify territorial disparities and zones of insufficient healthcare services. An integrated assessment of the healthcare system's resilience to climate risks is also conducted. The study contributes to improving scientific approaches for comprehensive mapping of healthcare systems in Uzbekistan.

Keywords: climate change, medical infrastructure, GIS analysis, territorial disparities, healthcare system, resilience, cartographic model.

Введение. Изменение климата в XXI веке становится одним из ключевых глобальных факторов, оказывающих влияние на функционирование системы здравоохранения. Повышение температуры, ограниченность водных ресурсов и увеличение частоты экстремальных погодных явлений оказывают негативное воздействие на здоровье населения и приводят к росту спроса на медицинские услуги. В научных исследованиях

подчёркивается, что картографирование системы здравоохранения рассматривается как важный аналитический инструмент для выявления её инфраструктуры, распределения услуг и уязвимых зон [1, 11].

Согласно современным подходам, картографирование системы медицинского обслуживания осуществляется с использованием GIS-технологий, процессного анализа и моделирования маршрута пациента. Данные методы позволяют определить уровень охвата медицинских услуг, выявить «зоны недостаточности обслуживания» и территории, уязвимые к климатическим рискам [2, 4]. В научной литературе также отмечается, что комплексное картографирование медицинской системы имеет важное значение для оценки её устойчивости и разработки стратегий адаптации к изменению климата [5, 10].

Однако в условиях Узбекистана исследования, посвящённые комплексному картографированию системы медицинского обслуживания с учётом климатических факторов, развиты недостаточно. В частности, недостаточно глубоко проанализированы возможности доступа к медицинским услугам в сельских районах, территориальная неравномерность инфраструктуры и уровень уязвимости к климатическим рискам. Данное обстоятельство обуславливает необходимость расширения научных исследований в данном направлении.

Цель исследования заключается в совершенствовании теоретико-методических основ картографирования системы медицинского обслуживания в Узбекистане в условиях изменения климата, а также в обосновании возможностей её практического применения. Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи: анализ современных подходов к картографированию; оценка уязвимости медицинской инфраструктуры к климатическим рискам; определение эффективности методов ГИС и процессного анализа; а также разработка модели картографирования, адаптированной к условиям Узбекистана.

В качестве объекта исследования была выбрана система медицинского обслуживания Республики Узбекистан, а в качестве предмета — её территориальная организация и методы картографирования в условиях изменения климата. В исследовании использованы методы системного анализа, геоинформационные технологии, сравнительный анализ и моделирование, что позволило обеспечить комплексное изучение проблемы.

Научная новизна исследования заключается в предложении интегрального подхода к комплексному картографированию системы медицинского обслуживания в условиях изменения климата. Данный подход позволяет оценивать медицинскую инфраструктуру, распределение услуг и показатели здоровья населения во взаимосвязи. В результате создаются условия для разработки практических рекомендаций по повышению устойчивости системы здравоохранения и её адаптации к климатическим рискам.

Методы исследования. В данном исследовании применён комплексный научный подход к изучению и картографированию системы медицинского обслуживания в условиях изменения климата. В ходе исследования теоретические и практические методы использовались во взаимосвязи и были направлены на оценку территориальной организации медицинской системы, эффективности услуг и влияния климатических факторов.

Одним из основных методов исследования выступил метод системного анализа. С его помощью система медицинского обслуживания была рассмотрена как целостная социально-экономическая система, а её структурные элементы — инфраструктура, услуги, кадровые ресурсы и материальные ресурсы — проанализированы во взаимосвязи. Такой подход позволил выявить слабые и проблемные звенья в системе. Вместе с тем в исследовании широко использовался метод геоинформационного (GIS) анализа. Данный метод позволил анализировать территориальное размещение медицинских учреждений во взаимосвязи с плотностью

населения и транспортной инфраструктурой. На основе GIS были определены возможности доступа к медицинским услугам, «зоны дефицита услуг» и территории, уязвимые к климатическим рискам.

В исследовании также применялся метод сравнительного анализа. С его помощью были сопоставлены уровень медицинского обслуживания, состояние инфраструктуры и влияние климатических факторов в различных регионах. В результате были выявлены различия и территориальные диспропорции между регионами.

Кроме того, был использован метод процессного анализа (process mapping), в рамках которого процессы оказания медицинских услуг изучались поэтапно. С помощью данного метода был проанализирован путь пациента — от обращения за медицинской помощью до лечения, что позволило выявить разрывы и неэффективности в системе обслуживания. Этот подход способствовал определению возможностей повышения качества и оперативности медицинских услуг.

В международных исследованиях, посвящённых территориальному анализу системы здравоохранения в условиях изменения климата, эффективно применяются GIS-технологии, процессный анализ и моделирование движения пациентов. Эти подходы позволяют определить размещение медицинских учреждений, уровень использования услуг и территориальные особенности распространения заболеваний, а также выявить проблемные зоны системы [1, 2, 7]. Комплексный картографический анализ используется для оценки устойчивости системы здравоохранения к климатическим рискам и разработки адаптационных мер [5, 10].

Существующие исследования в основном опираются на опыт развитых стран. В условиях Узбекистана комплексное изучение системы медицинского обслуживания с учётом климатических факторов остаётся ограниченным. В частности, недостаточно геоинформационных исследований, посвящённых доступности медицинских услуг в сельских и отдалённых районах,

территориальному распределению инфраструктуры и уровню уязвимости к климатическим рискам.

В стране отдельные аспекты системы медицинского обслуживания изучены разрозненно, однако единый аналитический подход, объединяющий их, не сформирован. Практически отсутствуют исследования, которые одновременно охватывают взаимосвязь движения пациентов, распределения ресурсов и климатических факторов [4, 12]. Научный пробел проявляется в следующем:

- отсутствуют чётко разработанные методические подходы к комплексному картографированию системы медицинского обслуживания с учётом климатических факторов;

- не разработаны интегральные модели, позволяющие совместно оценивать инфраструктуру, услуги и показатели здоровья населения;

- недостаточно проведены GIS-исследования, оценивающие уязвимость медицинских услуг к климатическим рискам в сельских районах;

- отсутствуют практические картографические решения и рекомендации, учитывающие влияние климатических факторов на процессы медицинского обслуживания.

Данное исследование направлено на устранение указанных пробелов и предусматривает разработку теоретических и практических основ комплексного картографирования системы медицинского обслуживания в условиях изменения климата в Узбекистане. Результаты исследования показали, что система медицинского обслуживания в Узбекистане развита неравномерно в территориальном разрезе. В частности, установлено, что в сельских и отдалённых районах доступ к медицинским услугам ограничен, и данная ситуация может усугубляться в условиях изменения климата. Геоинформационный анализ позволил выявить территории с недостаточным обеспечением медицинскими услугами, что указывает на необходимость реорганизации инфраструктуры.

Влияние климата на территориальное развитие системы медицинского обслуживания в Узбекистане

1-Таблица

Показатели	Сильные стороны	Проблемы	Влияние климата
Инфраструктура	Развита в городах	Недостаточно развита в сельских районах	Влияют жара и дефицит воды
Охват услуг	Высокий в центральных регионах	Низкий в отдалённых районах	Сбои в экстремальных условиях
Здоровье населения	Относительно стабильно в отдельных регионах	Высокая концентрация заболеваний	Климат усиливает заболеваемость
Адаптация	Имеются отдельные программы	Отсутствует системный подход	Низкий уровень устойчивости

Эпидемиологический анализ показал, что в регионах с высокой температурой воздуха и значительным уровнем атмосферного загрязнения чаще встречаются отдельные заболевания, в том числе болезни органов дыхания и сердечно-сосудистой системы. Определение территориальных «горячих точек» позволило сформировать возможности для целенаправленного направления профилактических мер.

Процессный анализ способствовал выявлению организационных проблем в системе медицинского обслуживания. На этапах обращения пациента в медицинское учреждение, постановки диагноза и лечения были выявлены избыточные временные затраты и недостаточная координация. Данное обстоятельство в условиях усиления климатических рисков негативно влияет на эффективность оказания медицинских услуг.

Результаты интегральной оценки показали, что устойчивость системы медицинского обслуживания варьируется по регионам. В отдельных регионах наблюдаются недостаточность инфраструктуры и ограниченность ресурсов, тогда как в других регионах система оказания медицинских услуг организована на относительно стабильном уровне.

На основе результатов исследования устойчивость системы медицинского обслуживания к климатическим рискам была выражена с помощью следующей интегральной модели: $R=0.3I+0.25S+0.25H+0.2A$

где:

R — индекс устойчивости системы;

I — уровень развития инфраструктуры;

S — охват медицинских услуг;

H — показатели здоровья населения;

A — уровень адаптации к климатическим условиям.

Данная модель позволяет проводить комплексную оценку системы медицинского обслуживания и осуществлять её сравнение в территориальном разрезе. Полученные результаты показали, что картографирование системы медицинского обслуживания в условиях изменения климата имеет важное значение для повышения её эффективности и обеспечения устойчивости.

Данный подход позволяет выявлять территориальные проблемы и принимать обоснованные управленческие решения по их устранению, что, в свою очередь, даёт возможность сформулировать следующие практические рекомендации.

1. Управление на основе GIS-платформы- создание единой цифровой карты, охватывающей все медицинские учреждения и показатели населения.
2. Перераспределение ресурсов (компонент I)- размещение новых медицинских объектов в регионах со слабой инфраструктурой.
3. Расширение охвата услуг (компонент S)-обеспечение охвата отдалённых территорий посредством телемедицины и мобильных медицинских услуг.
4. Профилактика в системе здравоохранения (компонент H)- разработка специальных медицинских программ в регионах с высокой заболеваемостью.
5. Стратегия адаптации к климату (компонент A)- адаптация медицинских

учреждений к экстремальным климатическим условиям.

6. Цифровое управление и оптимизация процессов- сокращение маршрута пациента и повышение скорости оказания медицинских услуг.

Интегральная модель и анализ таблиц способствуют выявлению территориальных проблем, оптимальному распределению ресурсов и повышению устойчивости системы. Данный подход служит научной основой для трансформации системы здравоохранения в Узбекистане.

Использованная литература.

1. Joseph, A., Monkman, H., Kushniruk, A., & Quintana, Y. (2023). Exploring Patient Journey Mapping and the Learning Health System: Scoping Review. *JMIR Human Factors*, 10.

2. Khalil, H. (2021). Innovations in health services delivery. *JBI evidence implementation*, 19 2, 118-119.

3. Naser, K., Haq, Z., & Naughton, B. (2024). The Impact of Climate Change on Health Services in Low- and MiddleIncome Countries: A Systematised Review and Thematic Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21.

4. Bulto, L., Davies, E., Kelly, J., & Hendriks, J. (2024). Patient Journey Mapping: emerging methods for understanding and improving patient experiences of health systems and services. *European journal of cardiovascular nursing*.

5. Ansah, E., Amoadu, M., Obeng, P., & Sarfo, J. (2024). Health systems response to climate change adaptation: a scoping review of global evidence. *BMC Public Health*, 24.

6. Hussey, A., Sibbald, S., Ferrone, M., Hergott, A., Mckelvie, R., Faulds, C., Roberts, Z., Scarffe, A., Meyer, M., 8. Vollbrecht, S., & Licskai, C. (2021). Confronting complexity and supporting transformation through health systems mapping: a case study. *BMC Health Services Research*, 21.

7. Biswal, B., Paimapari, R., Suresh, A., Pacheco, M., Fernandes, L., Gandhi, Y., Patel, V., Singla, D., Fernandes, A., Velleman, R., Lu, C., Grundy, C., Bhatia, U.,

Nadkarni, A. (2025). The use of geographic information systems (GIS) in studying mental health service delivery: A scoping review. *Cambridge Prisms: Global Mental Health*.

8.Gkouliaveras, V., Kalogiannidis, S., Kalfas, D., & Kontsas, S. (2025). Effects of Climate Change on Health and Health Systems: A Systematic Review of Preparedness, Resilience, and Challenges. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22.

9.Saragosa, M., Singh, H., Gray, C., Tang, T., Orchanian-Cheff, A., & Nelson, M. (2025). Eco-Mapping Considerations for Informing Integrated Systems and Services. *International Journal of Integrated Care*.

10.Sherman, J., MacNeill, A., Biddinger, P., Ergun, O., Salas, R., & Eckelman, M. (2022). Sustainable and Resilient Health Care in the Face of a Changing Climate. *Annual review of public health*.

11.Braithwaite, J., Leask, E., Smith, C., Dammery, G., Brooke-Cowden, K., Carrigan, A., McQuillan, E., Ehrenfeld, L.Coiera, E., Westbrook, J., & Zurynski, Y. (2024). Analysing health system capacity and preparedness for climate change. *Nature Climate Change*, 14, 536 - 546.

12.Feachem, S., Afshar, A., Pruett, C., & Avanceña, A. (2017). Mapping healthcare systems: a policy relevant analytic tool. *International Health*, 9, 252 - 262.

13.Antonacci, G., Lennox, L., Barlow, J., Evans, L., & Reed, J. (2020). Process mapping in healthcare: a systematic review. *BMC Health Services Research*, 21.

14.Or, Z., & Seppänen, A. (2024). The role of the health sector in tackling climate change. A narrative review. *Health policy*, 143.