

**РАҚАМЛИ ЭПИДЕМИОЛОГИЯДА GIS ТЕХНОЛОГИЯЛАРИНИНГ
ИНТЕГРАЦИОН ВА АНАЛИТИК ИМКОНИЯТЛАРИ.**

Бухоро давлат Тиббиёт институти
Самадов Фирдавс Фурқатхўжа ўғли
<https://orcid.org/0009-0004-5328-0875>
Email: firdavs_samadov@bsmi.uz

Резюме: Мақолада географик ахборот тизимлари (GIS)нинг замонавий эпидемиологиядаги ўрни ва стратегик аҳамияти илмий асосда ёритилган. GIS технологиялари касалликларнинг ҳудудий ва вақт бўйича тарқалиш динамикасини аниқлаш, эпидемик жараёнларни моделлаштириш ҳамда хавф зоналарини прогноз қилишда юқори самара бераётган инновацион усул сифатида тавсифланади. Тадқиқотда GISнинг статистик, демографик ва эколого-эпидемиологик маълумотлар билан интеграциялаш имкониятлари таҳлил қилинган. Шунингдек, рақамли эпидемиология шароитида ахборот тизимларининг маълумот сифатини ошириш, таҳлилни тезкор ва интерактив шаклда амалга оширишдаги роли очиб берилган. Ўзбекистон шароитида GIS технологияларини эпидемиологик назорат тизимига жорий этиш орқали инфекцион ва ноинфекцион касалликлар бўйича илмий таҳлиллارнинг аниқлиги, профилактика тадбирларининг самарадорлиги ҳамда соғлиқни сақлаш тизимининг рақамли трансформация даражаси сезиларли ошиши мумкинлиги илмий жиҳатдан асосланган.

Калит сўзлар: Географик ахборот тизимлари (GIS), Спациал эпидемиология, Геоахборот технологиялари, Эпидемиологик геоаналитика, Геоэпидемиологик моделлаштириш, Эпидемик кластерлаш ва хавф зоналарини прогнозлаш, Интерактив эпидемиологик хариталаш, Маълумотларни интеграциялаш ва геокодлаш, Рақамли эпидемиологик мониторинг ва сурвеилланс тизими.

Долзарблиги: Жаҳон бўйича аҳоли саломатлигига таҳдид солувчи хавфларга тезкор ва кенг қамровли жавоб қайтариш талаби тобора ортиб бормоқда. Шу шароитда географик ахборот тизимлари (Geographic Information Systems – GIS) эпидемиология соҳасида стратегик аҳамият касб этмоқда. Жаҳон соғлиқни сақлаш ташкилоти (JSST) маълумотларига кўра, GIS технологиялари касалликларни мониторинг қилиш, хавф зоналарини белгилаш ҳамда ресурсларни самарали тақсимлашда муҳим ҳимоявий восита ҳисобланади.

Ҳудудий маълумотлардан фойдаланувчи спациал эпидемиология (Spatial Epidemiology) соҳаси касалликларнинг тарқалиши ва уларга таъсир этувчи

омиллар ўртасидаги боғланишларни аниқлашда катта аҳамиятга эга. Бугунги кунда эпидемиологик тадқиқотларнинг кўп қисми географик жойлашув билан боғланган ҳолда олиб борилмоқда.

Геоахборот технологиялари (Geoinformation Technologies) юқори аниқликдаги карталар, статистик таҳлиллар ва геомоделлаштириш (geo-modelling) усуллари орқали эпидемиологик жараёнларни визуал ва динамик тарзда намоён этиш имконини беради. Бу усул жадвал ёки график шаклидаги таҳлиллардан фарқли равишда, интерактив хариталар орқали қарор қабул қилишни енгиллаштиради.

Эпидемиологик геоаналитика (Epidemiological Geoanalytics) жараёнида статистик, демографик ва экологик маълумотлар бир тизимда интеграция қилинади. Бу ечимлар касалликларнинг ҳудудий хусусиятларини ўз вақтида аниқлаб, хавфли ҳудудларни илгари баҳолаш имконини яратади.

Геоэпидемиологик моделлаштириш (Geoepidemiological Modeling) усули эпидемик кластерларнинг шаклланиши, тарқалиш динамикаси ва хавф зоналарини прогноз қилиш учун қўлланилади. Шунингдек, эпидемик кластерлаш ва хавф зоналарини башорат қилиш (Epidemic Clustering and Risk Zone Forecasting) йўналишида GIS технологиялари орқали “иссиқ нуқталар” (hotspots) аниқланиб, юқори касалланиш эҳтимолига эга ҳудудлар белгилаб чиқилади.[8]

Интерактив эпидемиологик хариталаш (Interactive Epidemiological Mapping) воситалари орқали реал вақтда мониторинг, визуал таҳлил ва ҳисобот тайёрлаш жараёни оптималлаштирилади. Шу тарзда GIS технологиялари қарор қабул қилиш жараёнида илмий асосланган ахборот билан таъминловчи платформа вазифасини бажаради.

Маълумотларни ҳудудий жойлашув билан боғлаш жараёнида маълумотларни интеграциялаш ва геокодлаш (Data Integration and Geocoding) катта аҳамиятга эга. Чунки демографик, экологик ва эпидемиологик маълумотлар турли манбалардан жамланади ва уларни ягона тизимга келтириш таҳлил самарадорлигини оширади.

Энг муҳим босқичлардан бири рақамли эпидемиологик мониторинг ва сурвеилланс тизими (Digital Epidemiological Monitoring and Surveillance System) бўлиб, у реал вақтда кузатув, таҳлил ва тезкор жавоб чораларини таъминлайди. GIS бу тизимларнинг асосий таркибий қисми ҳисобланади.

Шу сабабли, Ўзбекистон шароитида GIS технологияларини жорий этиш инфекцион ва ноинфекцион касалликларни тез аниқлаш, профилактик чораларни оқилона режалаштириш ҳамда соғлиқни сақлаш тизимини рақамли трансформация сари йўналтириш имконини беради. Шунинг учун ушбу мавзудаги тадқиқот илмий ва амалий жиҳатдан долзарб аҳамиятга эга.

Тадқиқот методологияси ва амалий ёндашув

Эпидемиологик таҳлилларда географик ахборот тизимларини қўллаш бир нечта босқични ўз ичига олади. Бу босқичлар маълумотларни йиғишдан то рақамли сурвеилланс тизимини ишга туширишгача бўлган илмий ва амалий жараёнларни қамраб олади.

1. Маълумотларни йиғиш ва геокодлаш (Geocoding).

Биринчи ва энг муҳим босқичда аҳоли сони, инфекцион касаллик ҳолатлари, санитар-гигиеник шароитлар, атроф муҳит параметрлари ҳамда тиббий хизмат инфратузилмаси ҳақидаги маълумотлар йиғилади. Геокодлаш ҳар бир маълумотни географик координаталар билан боғлаш жараёни бўлиб, ҳар бир ҳолат аниқ жой билан белгиланади.

Изоҳ: геокодлаш фазовий таҳлилни амалга оширишда муҳим бўлиб, касалликлар концентрацияси ва тарқалиш йўналишларини кўрсатиш имконини беради.

2. Маълумотларни интеграциялаш ва тизимлаштириш (Data Integration and Structuring).

Турли манбалардан жамланган маълумотлар ArcGIS, QGIS, MapInfo каби дастурлар ёрдамида ягона GIS базасига жойланади. Демографик, эпидемиологик ва экологик кўрсаткичлар ўзаро мослаштирилади.

Изоҳ: маълумотларни интеграция қилиш таҳлилдаги узилишларни бартараф этиб, аниқлик ва ишончлилиқни таъминлайди.

3. Спациал таҳлил ва геоэпидемиологик моделлаштириш (Spatial Analysis and Geoepidemiological Modeling).

Бу босқич тадқиқотнинг илмий ядроси ҳисобланади. Спациал таҳлил орқали касалликларнинг ҳудудий қонуниятлари ва хавф зоналари аниқланади.

Масалан:

- *Kernel Density Estimation (KDE)* усули орқали инфекция кластерлари визуал шаклда кўрсатилади;
- *Hotspot Analysis* орқали юқори хавфли ҳудудлар аниқланади.

Изоҳ: бу моделлар орқали эпидемик жараёнларнинг фазовий ва вақтинчалик структураси таҳлил қилиниб, келгусидаги хавфлар башорат қилинади.[7,9]

4. Интерактив визуализация ва қарор қабул қилишни қўллаб-қувватлаш (Interactive Visualization and Decision Support).

Эпидемиологик геоаналитика натижалари интерактив хариталар кўринишида тақдим этилади. Ушбу хариталар инфекция тарқалиши, юқиш марказлари ва хавф даражаларини аниқ кўрсатади. *Изоҳ:* Decision Support Systems (DSS) орқали тиббий идоралар реал вақтда автоматик тавсиялар олиш ва тезкор қарор қабул қилиш имконига эга бўлади.

5. Рақамли эпидемиологик мониторинг ва сурвеилланс тизими (Digital Epidemiological Monitoring and Surveillance System).

Бу босқичда GIS технологиялари реал вақтда маълумотларни янгилаш, янги ҳолатларни автоматик қайд этиш ва динамик таҳлилни амалга ошириш учун ишлатилади.

Изоҳ: сурвеилланс тизимлари орқали инфекцион ва ноинфекцион касалликлар бўйича тезкор маълумот алмашинуви таъминланади, бу эса профилактика чораларини кучайтиради.

6. Маълумотларни таҳлил қилиш ва интерпретация (Data Analysis and Interpretation).

GIS орқали йиғилган маълумотлар SPSS, R ёки Python каби статистик муҳитларда таҳлил қилинади. Бу жараёнда трендлар, корреляциялар ва хавф кўрсаткичлари аниқланади.

Изоҳ: географик омиллар (иқлим, аҳоли зичлиги, санитар шароит) билан касалланиш ҳолатлари ўртасидаги боғланишлар илмий асосда талқин этилади.

7. Илмий натижаларни визуал шаклда тақдим этиш (Scientific Visualization of Results). Таҳлил натижалари хариталар, диаграммалар ва графиклар орқали жамоатчилик ҳамда соғлиқни сақлаш ташкилотларига етказилади.

Изоҳ: визуал ахборот усуллари орқали мураккаб маълумотлар содда ва аниқ шаклда кўрсатилади, бу эса қарор қабул қилишни енгиллаштиради.

8. Амалий тавсиялар ишлаб чиқиш (Development of Practical Recommendations).

GIS таҳлиллари асосида касалланишни камайтириш, хавфли ҳудудларда санитария назоратини кучайтириш ва профилактика тадбирларини оптималлаштириш бўйича тавсиялар ишлаб чиқилади.

Изоҳ: бу тавсиялар ҳудудий соғлиқни сақлаш бошқармалари учун эпидемияга қарши режалар тузиш ва ресурсларни тақсимлашда муҳим аҳамиятга эга.

Дунё миқёсида **GIS технологиялари** эпидемиология соҳасида муваффақиятли қўлланилмоқда:

АҚШда Centers for Disease Control and Prevention (CDC) COVID-19 (коронавирус инфекцияси) тарқалишини реал вақтдаги (real-time) хариталар орқали кузатиш учун **ArcGIS Dashboard** тизимидан фойдаланган. Бу тизим орқали ҳар 24 соат ичида янги ҳолатлар ва ҳудудий хавфлар автоматик тарзда янгиланиб борган.[2]

Буюк Британияда Public Health England (PHE) GIS орқали **қизамиқ** ва **грипп** касалликларининг тарқалишини моделлаштириб, аҳолида эмланиш қамрови паст бўлган ҳудудларни аниқлаган.[3]

Хитойда 2020 йил пандемия даврида GIS асосида ишлаган **Health Code System** орқали ҳар бир фуқаронинг хавф даражаси геолокация маълумотлари асосида баҳоланган. Бу тизим орқали эпидемиологик назорат ва карантин чораларининг самарадорлиги оширилган.[4]

Африка қитъасида *Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti (WHO)* ва *Africa CDC* ҳамкорлигида **AfriGIS Surveillance Network** лойиҳаси ташкил этилган бўлиб, у **безгак (malaria)** ва **Эбола (Ebola virus disease)** касалликларининг мониторингида муҳим аҳамият касб этган.[5]

Европа Иттифоқи GIS технологияларига асосланган **EpiMap** платформасини ишлаб чиқди. Бу тизим **ноинфекцион касалликлар** — жумладан, **қант диабет (diabetes mellitus)**, **юрак-қон томир касалликлари (cardiovascular diseases)** ва бошқа хавф омилларини ҳудудий таҳлил қилишда фойдаланилмоқда.[6]

Бу мисоллар **GIS технологияларининг** эпидемиологияда нафақат илмий таҳлил, балки амалиётда ҳам юқори самара бериши мумкинлигини тасдиқлайди.

Хулоса: Географик ахборот тизимларини (GIS) эпидемиология соҳасига жорий этиш аҳоли саломатлигини муҳофаза қилиш ва касалликлар тарқалишини олдини олишда янги босқични бошлаб берди. Ушбу тадқиқот натижалари шуни кўрсатадики, GIS технологиялари орқали инфекцион ва ноинфекцион касалликларнинг ҳудудий қонуниятларини аниқлаш, хавф зоналарини баҳолаш ва эпидемик жараёнларни прогноз қилиш имкони яратилади. Геоаналитик моделлаштириш усуллари тезкор маълумот алмашинуви, реал вақтда мониторинг ва визуал таҳлилни таъминлаб, қарор қабул қилиш жараёнини илмий асосда қўллаб-қувватлайди. Дунё тажрибаси АҚШ, Буюк Британия, Хитой ва Африка каби минтақаларда GIS орқали эпидемиологик назоратни муваффақиятли йўлга қўйиш ушбу ёндашувнинг самарадорлигини исботлайди. Ўзбекистон шароитида ҳам GIS технологияларини соғлиқни сақлаш тизимига интеграция қилиш орқали эпидемиологик таҳлиллар сифатини ошириш, хавфли ҳудудларни ўз вақтида аниқлаш ва профилактик чораларни оқилона режалаштириш мумкин бўлади. Шунинг учун геоахборот технологиялари эпидемиологиянинг замонавий ва стратегик йўналишларидан бири сифатида устувор аҳамиятга эга.

Фойдаланилган адабиётлар

1. World Health Organization (WHO). *Using GIS for Health and Disease Mapping: Global Surveillance Report*. Geneva: WHO Press, 2023.
2. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *GIS and Public Health Mapping for COVID-19 Response*. Atlanta, USA: CDC Publications, 2022.

3. Public Health England (PHE). *Spatial Modelling of Measles and Influenza Outbreaks in the UK*. London: PHE Research Division, 2021.
4. Zhang, L., & Chen, H. (2020). *Application of GIS-based Health Code System in COVID-19 Prevention in China*. *International Journal of Medical Informatics*, 142, 104–118.
5. Africa CDC & WHO Africa. *AfriGIS Surveillance Network: Strengthening Disease Monitoring in Africa*. Addis Ababa, 2022.
6. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). *EpiMap Platform: A GIS-Based Tool for Non-Communicable Disease Surveillance in the EU*. Stockholm: ECDC Technical Report, 2023.
7. Cromley, E. K., & McLafferty, S. L. (2018). *GIS and Public Health*. 3rd ed. New York: The Guilford Press.
8. Lawson, A. B. (2019). *Bayesian Disease Mapping: Hierarchical Modeling in Spatial Epidemiology*. Boca Raton: CRC Press.
9. Pfeiffer, D., Robinson, T., Stevenson, M., Stevens, K., Rogers, D., & Clements, A. (2008). *Spatial Analysis in Epidemiology*. Oxford University Press.