

	ECONOMIES' HORIZONS Економічні горизонти DOI: doi.org/10.31499/2616-5236 Homepage: http://eh.udpu.edu.ua		ISSN 2522-9273 <i>(print)</i> 2616-5236 <i>(online)</i>
---	--	---	--

UDC: 316.75:681.3.06

DOI: [10.31499/2616-5236.4\(29\).2024.314561](https://doi.org/10.31499/2616-5236.4(29).2024.314561)

Oleksandr Zaiats, National Aerospace University named after N. E. Zhukovsky «Kharkiv Aviation Institute»

PhD in public administration and management, department of public administration and entrepreneurship

Academic Supervisor: L.O. Degtyar, Doctor of Public Administration, Professor at the National Aerospace

**ГІС ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ У МІСТІ: АНАЛІЗ
ЗЛОЧИННОСТІ ТА РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ЇЇ
ПОПЕРЕДЖЕННЯ. УПРАВЛІННЯ НАДЗВИЧАЙНИМИ
СИТУАЦІЯМИ. МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ ТА
ОПТИМІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ**

**GIS FOR URBAN SAFETY: CRIME ANALYSIS AND PREVENTION
STRATEGIES, EMERGENCY MANAGEMENT, TRAFFIC FLOW
MODELING, AND ROAD TRAFFIC OPTIMIZATION**

Анотація: У дослідженні розглядається використання геоінформаційних систем (ГІС) для забезпечення безпеки в міському середовищі. Основна увага приділяється аналізу злочинності, управлінню надзвичайними ситуаціями та оптимізації транспортних потоків за допомогою ГІС.

Результати дослідження підкреслюють важливість комплексного підходу до управління безпекою міста, що включає інтеграцію різномірних даних з різних джерел. Перспективи розвитку технологій ГІС відкривають нові можливості для побудови "розумних" міст із високим рівнем безпеки для їх мешканців.

Abstract: The study explores the application of geographic information systems (GIS) to enhance urban safety. The research focuses on the analysis of crime, emergency management, and traffic flow optimization using GIS. Through spatial analysis, crime hotspots are identified, police deployment scenarios are modeled, and measures for improving traffic management are developed. GIS enables government agencies and law enforcement to make informed decisions through spatial analysis, which helps in planning patrols, managing resources during crises, and reducing road congestion. The challenges related to limited data

accessibility and relevance, privacy issues, and the need for improved interagency coordination are considered separately. Synchronization of actions and data exchange will significantly reduce response times to emergencies and enhance the level of safety and comfort for the population. The study demonstrates that integrating GIS with other technologies such as artificial intelligence and the Internet of Things (IoT) can significantly improve the efficiency of urban security management.

The findings highlight the importance of a comprehensive approach to city safety management, which includes the integration of diverse data from various sources. This allows not only for the analysis of existing threats but also for forecasting future risks and responding swiftly to them. The effective operation of GIS requires investments, institutional changes, and attention to privacy issues, which collectively will ensure the sustainable development of technologies in the fields of management and security. The prospects for GIS technology development open up new possibilities for building «smart» cities with high levels of safety for their inhabitants.

Keywords: GIS, urban safety, crime, emergency management, traffic flow optimization, artificial intelligence, smart cities, artificial intelligence

Ключові слова: ГІС, міська безпека, злочинність, управління надзвичайними ситуаціями, оптимізація транспортних потоків, штучний інтелект, «розумні» міста, штучний інтелект

Забезпечення безпеки у містах є одним із пріоритетних завдань, яке вимагає використання новітніх технологій. Геоінформаційні системи (ГІС) відіграють важливу роль у цьому процесі, дозволяючи ефективно аналізувати дані про злочинність, управляти надзвичайними ситуаціями та оптимізувати транспортні потоки. Завдяки можливості інтеграції різноманітної інформації, ГІС стають незамінним інструментом для підвищення якості життя городян та забезпечення їхньої безпеки.

Постановка проблеми. Проблема забезпечення безпеки у містах є багатогранною і вимагає комплексного підходу для свого вирішення. В умовах зростання населення міст та посилення

урбанізаційних процесів, міські середовища стають все більш складними і динамічними, що створює значні виклики для органів місцевого самоврядування та інших установ, які відповідають за безпеку громадян. Злочинність, надзвичайні ситуації, дорожньо-транспортні пригоди та неефективність управління транспортними потоками залишаються постійними проблемами сучасних міст, і їх вирішення потребує інноваційних підходів та технологій.

Останнім часом спостерігається зростання складності і кількості злочинів, що здійснюються в міських умовах, особливо у великих мегаполісах. Традиційні методи боротьби зі злочинністю, такі як збільшення кількості патрулів або

відеоспостереження, не завжди забезпечують бажаний рівень ефективності. Також проблема злочинності є тісно пов'язаною з іншими аспектами безпеки, такими як управління надзвичайними ситуаціями або забезпечення громадського порядку під час масових заходів. В цьому контексті важливо застосовувати технології, які дозволяють інтегрувати різні види даних, аналізувати їх та використовувати для розробки більш ефективних стратегій [5].

Не менш значущою є проблема управління надзвичайними ситуаціями, яка вимагає швидкого і злагодженого реагування. Природні катастрофи, техногенні аварії або терористичні акти створюють критичні умови, в яких від своєчасності і точності прийняття рішень залежать життя і здоров'я людей. Традиційні методи координації рятувальних служб часто стикаються з труднощами, такими як недостатність інформації про поточну ситуацію або її швидку зміну. Це підкреслює необхідність впровадження сучасних технологічних рішень, які дозволять оперативно збирати, обробляти і візуалізувати інформацію для прийняття обґрунтованих рішень.

Також важливо враховувати проблеми, пов'язані з управлінням транспортними потоками. Затори, високий рівень забруднення повітря через велику кількість транспортних засобів та недостатня інфраструктура для альтернативних видів транспорту – всі ці фактори негативно впливають на якість життя городян. Оптимізація дорожнього руху, зменшення заторів

і покращення транспортної інфраструктури є критичними для забезпечення як безпеки, так і комфорту життя у містах [3].

Проблеми, пов'язані зі злочинністю, надзвичайними ситуаціями та транспортними викликами, мають глибокий вплив на функціонування міст, що стає особливо помітним в умовах інтенсивної урбанізації. Злочинність у містах за останні десятиліття значно трансформувалася та набрала нових форм, зокрема зростанням рівня організованої злочинності, кіберзлочинів та злочинів, пов'язаних із торгівлею наркотиками і людьми. Також відзначається збільшення кількості дрібних злочинів, таких як крадіжки, грабежі, вандалізм, що впливають на відчуття безпеки серед жителів. Незважаючи на те, що багато міських районів мають системи відеоспостереження, рівень ефективності цих засобів залишається обмеженим через відсутність системного підходу до аналізу великих обсягів даних та оперативного реагування на злочини.

Організована злочинність у великих містах, як правило, включає в себе незаконну торгівлю наркотиками, зброєю, відмивання грошей та інші види кримінальної діяльності, що мають транснаціональний характер. Це призводить до збільшення загроз як для окремих громадян, так і для громадського порядку в цілому. Крім того, розвиток сучасних технологій дає можливість злочинцям використовувати кіберпростір для планування та

виконання злочинних дій. Фішингові атаки, крадіжки особистих даних та фінансові шахрайства набули широкого поширення, створюючи нові виклики для правоохоронних органів, які мають адаптуватися до нових умов. У зв'язку з цим необхідно впроваджувати інноваційні методи моніторингу та аналізу, що дозволять ефективніше протидіяти криміногенним загрозам.

Ще однією важливою проблемою є надзвичайні ситуації, які можуть бути як природного, так і техногенного характеру. Природні катастрофи, такі як землетруси, повені, урагани, пожежі та інші стихійні лиха, часто спричиняють значні людські втрати та руйнування інфраструктури. Наприклад, зміни клімату призводять до частішого виникнення екстремальних погодних явищ, що збільшує ризик катастроф у міських зонах. Повені можуть пошкодити транспортні артерії, викликати порушення водопостачання і електропостачання, а також спричинити загрозу здоров'ю населення через забруднення водних ресурсів. Пожежі, особливо у прибережних районах та лісах навколо міст, також можуть швидко поширюватися, завдаючи значних збитків і вимагаючи великомасштабної евакуації населення [11].

Техногенні катастрофи, такі як вибухи на промислових підприємствах, аварії на транспортних магістралях, витіки небезпечних хімічних речовин або радіаційні інциденти, є не менш серйозними викликами. Вони

можуть мати тривалі наслідки для довкілля та здоров'я людей, особливо якщо мова йде про великі промислові міста, де розташовані підприємства з високим ризиком аварій. У таких випадках важливо мати злагоджену систему координації рятувальних робіт, чітко визначені маршрути евакуації та засоби для забезпечення населення необхідними ресурсами. Одним із найсерйозніших викликів у таких умовах є оперативність обміну інформацією між різними службами, що значною мірою визначає успішність заходів з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації.

Транспортні проблеми є ще одним ключовим аспектом, який негативно впливає на безпеку та комфорт життя у міських середовищах. Зростання кількості автомобілів на дорогах призводить до регулярних заторів, збільшуючи час пересування по місту, що в свою чергу впливає на продуктивність праці та рівень стресу серед мешканців. Крім того, затори є основною причиною збільшення викидів парникових газів та шкідливих речовин, що забруднюють повітря. Це негативно впливає на екологічний стан міста та створює ризики для здоров'я людей, особливо у великих агломераціях, де спостерігається високий рівень автомобілізації. Недостатній розвиток громадського транспорту, велосипедної інфраструктури та пішохідних зон також посилює проблему, оскільки мешканці міста змушені користуватися особистим транспортом, збільшуючи навантаження на дорожню мережу.

Дорожньо-транспортні пригоди залишаються серйозною загрозою для життя та здоров'я громадян. Перевищення швидкості, недотримання правил дорожнього руху, а також неадекватний стан інфраструктури є основними причинами аварій. Важливою є проблема управління транспортними потоками, що включає регулювання руху, створення обхідних маршрутів для розвантаження основних магістралей та впровадження системи «розумних світлофорів», які можуть адаптуватися до поточного рівня трафіку. Також існує потреба в оновленні систем моніторингу, щоб мати змогу в реальному часі відстежувати ситуацію на дорогах та оперативно реагувати на аварії чи інші інциденти [3].

Таким чином, сукупність викликів, пов'язаних зі злочинністю, надзвичайними ситуаціями та транспортними проблемами, вимагає запровадження комплексних рішень, які поєднують традиційні методи з новітніми технологіями, такими як геоінформаційні системи. Це дозволить краще зрозуміти динаміку проблем, що виникають у міському середовищі, швидше реагувати на потенційні загрози та забезпечувати більш ефективно управління ресурсами для підвищення безпеки та якості життя жителів міст.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Геоінформаційні системи (ГІС) все частіше використовуються для забезпечення безпеки в різних сферах, що охоплюють боротьбу зі злочинністю, управління

надзвичайними ситуаціями та оптимізацію транспортних потоків. Огляд існуючих досліджень у цій галузі свідчить про широкий спектр можливостей, які відкриває застосування ГІС, а також про виклики, з якими стикаються дослідники та практики.

Щодо картування злочинності, одне з найпоширеніших напрямів застосування ГІС – це аналіз злочинних "гарячих точок", або територій із високою концентрацією злочинів. Наприклад, у спеціальному випуску ISPRS International Journal of Geo-Information було представлено низку досліджень, які використовували просторовий аналіз для визначення таких гарячих точок у різних містах світу, що дозволило правоохоронним органам більш точно спрямовувати ресурси для запобігання злочинності. Також у цих дослідженнях розглядаються моделі ризику, що враховують соціально-економічні фактори та структуру міського середовища для прогнозування злочинної активності. Це важливо для того, щоб розуміти, як і чому змінюється рівень злочинності в різних районах, та як впливають на нього такі фактори, як освітлення, щільність населення та наявність громадських закладів [8].

Ще однією значущою сферою використання ГІС є управління надзвичайними ситуаціями, де вони дозволяють значно підвищити ефективність реагування на кризові події. Дослідження, проведені після урагану "Сенді" в США, демонструють, як ГІС допомогли обробити велику кількість

інформації в реальному часі, включаючи дані з соціальних медіа та супутникові знімки, для точного визначення зон, що постраждали від стихії. Це дало змогу оперативно організувати рятувальні роботи, розподілити ресурси та визначити маршрути евакуації. У дослідженнях також наголошується на важливості інтеграції даних з різних джерел, щоб забезпечити максимальну точність і актуальність інформації під час надзвичайних ситуацій.

Оптимізація транспортних потоків є ще одним напрямом, де застосування ГІС має великий потенціал. Дослідження, опубліковані в *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, показують, що ГІС-технології можуть допомогти створювати системи адаптивного управління дорожнім рухом, які враховують поточний стан трафіку та можуть змінювати режими світлофорів у реальному часі для полегшення проходження екстрених служб. Наприклад, застосування так званих "зелених хвиль" для швидкого проходження автомобілів швидкої допомоги через місто дозволило значно скоротити час прибуття на місце події, що має критичне значення під час надзвичайних ситуацій. Крім того, використання ГІС для аналізу історичних даних про рух транспорту допомагає виявляти тенденції, які можуть спричинити затори, та розробляти відповідні заходи з покращення інфраструктури, такі як будівництво нових розв'язок або оптимізація маршрутів громадського транспорту [9].

Незважаючи на численні переваги, існують і виклики, пов'язані з впровадженням ГІС у ці сфери. Однією з основних проблем є якість і доступність даних. Неповні або застарілі дані можуть призвести до помилкових висновків і неправильного розподілу ресурсів. Крім того, питання конфіденційності особистих даних стає актуальним, особливо коли мова йде про використання даних громадян для моніторингу або прогнозування ризиків. У дослідженнях також підкреслюється необхідність розробки нових методів збору й обробки даних, щоб підвищити точність аналізу та забезпечити захист інформації.

Проблема інтеграції даних для комплексного підходу до безпеки міста має кілька важливих невирішених аспектів. По-перше, джерела даних часто є фрагментарними, надходять від різних відомств і мають різні формати, що ускладнює їх об'єднання в єдину систему. Дані про злочинність, транспортні потоки, надзвичайні ситуації та інші показники можуть бути зібрані за різними стандартами, що створює технічні перешкоди для їх аналізу. Крім того, забезпечення актуальності даних є серйозним викликом, особливо у випадках, коли інформація повинна надходити в реальному часі для швидкого реагування на кризові ситуації [2].

Ще однією складністю є питання конфіденційності, оскільки використання даних, що містять особисту інформацію, вимагає дотримання етичних стандартів і законодавства про захист даних.

Наприклад, інформація з камер відеоспостереження або мобільних додатків може розкривати особисті дані, що потребує особливих заходів захисту. Також виникають організаційні виклики, пов'язані з координацією між різними відомствами. Відсутність єдиних протоколів обміну інформацією і різні підходи до збору даних можуть обмежувати ефективність інтеграції.

Для вирішення цих проблем необхідні стандартизація форматів даних, забезпечення захисту конфіденційності, впровадження сучасних технологій для обробки великих обсягів інформації та покращення співпраці між відомствами. Це дозволить створити більш ефективну систему забезпечення безпеки в міських умовах.

Формулювання цілей дослідження. Формулювання цілей дослідження зосереджене на всебічному оцінюванні ефективності використання геоінформаційних систем (ГІС) для забезпечення безпеки у міському середовищі та на розробці рекомендацій щодо вдосконалення підходів до їхнього застосування. Мета полягає в тому, щоб проаналізувати, як ГІС впливають на ключові аспекти міської безпеки, включаючи боротьбу зі злочинністю, управління надзвичайними ситуаціями та оптимізацію транспортних потоків. Дослідження повинно встановити, наскільки ефективно ГІС забезпечують виконання завдань, спрямованих на зниження рівня злочинності шляхом аналізу та прогнозування "гарячих точок", де

злочинна активність є найвищою. Це допомагає правоохоронним органам планувати патрулювання та розміщення ресурсів. Інша важлива складова дослідження пов'язана з аналізом ефективності використання ГІС для управління надзвичайними ситуаціями. Зокрема, необхідно оцінити, як ГІС допомагають виявляти ризики, розробляти плани евакуації, координувати рятувальні роботи та приймати рішення на основі просторового аналізу. Для цього буде важливо дослідити успішні випадки застосування ГІС під час природних катастроф, таких як повені чи землетруси, і оцінити можливості для покращення процесів реагування [10].

Ще одна мета дослідження полягає в тому, щоб оцінити застосування ГІС для управління транспортними потоками та виявлення проблемних зон. Міська інфраструктура часто страждає від заторів, що негативно впливає на мобільність мешканців та забруднення повітря. ГІС можуть допомогти оптимізувати рух, створювати маршрути для екстрених служб та розробляти заходи для зменшення заторів на дорогах. Таке дослідження дозволить визначити сильні сторони і обмеження існуючих систем та запропонувати шляхи вдосконалення, наприклад, шляхом впровадження алгоритмів штучного інтелекту або інтеграції нових датчиків для збору даних про трафік у реальному часі [6].

Крім оцінки ефективності, важливо розробити рекомендації щодо покращення використання технологій. Ці рекомендації можуть включати нові методи обробки

даних, стандартизацію форматів інформації для полегшення інтеграції різних джерел, а також створення алгоритмів для автоматичного виявлення загроз. Також буде розглянуто можливість використання сучасних технологій, таких як великі дані та машинне навчання, для поліпшення точності аналізу та прогнозування можливих ризиків.

Виклад основного матеріалу дослідження. Відстеження та аналіз злочинності є одним із головних напрямів застосування ГІС, де ці системи допомагають краще зрозуміти структуру та динаміку злочинної активності. Завдяки просторовому аналізу можна точно визначити місця з високою концентрацією злочинів, що дозволяє ідентифікувати потенційно небезпечні ділянки та передбачати виникнення криміногенної активності. Це дає змогу правоохоронним органам більш ефективно планувати свою роботу, розподіляючи патрульні ресурси таким чином, щоб зосередити увагу на найбільш ризикованих районах. Такий підхід дозволяє не лише швидше реагувати на загрози, але й запобігати злочинам до їхнього виникнення.

Окрім збору та аналізу даних про місця правопорушень, ГІС дозволяють враховувати додаткові чинники, які можуть впливати на злочинність, наприклад, соціально-економічні умови, рівень освітлення, наявність камер відеоспостереження та доступність громадського транспорту. Це забезпечує можливість більш точного прогнозування злочинів, оскільки

система аналізує не лише географічні координати правопорушень, а й контекстуальні фактори, які сприяють їх виникненню. Завдяки таким можливостям правоохоронці можуть не просто реагувати на злочини, а й вживати превентивних заходів, таких як встановлення додаткового освітлення або збільшення присутності поліції в певних зонах [3].

Управління надзвичайними ситуаціями також значно покращується завдяки використанню ГІС. Ці системи дозволяють інтегрувати різноманітні дані для створення детальної картини під час кризових подій, таких як природні катастрофи чи техногенні аварії. Наприклад, при виникненні пожежі або лісових пожеж ГІС можуть забезпечити доступ до даних про топографію, поточну ситуацію на місці, стан доріг та розташування рятувальних ресурсів, що значно підвищує швидкість і точність прийняття рішень. Завдяки інтеграції даних із супутникових знімків, метеорологічних станцій та інших джерел можна вчасно оцінити масштаби загрози та оптимізувати маршрути евакуації, розробляючи плани рятувальних операцій, які враховують реальні умови на місцевості.

ГІС дозволяють оперативно координувати дії різних служб, залучених до ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, забезпечуючи обмін актуальною інформацією в реальному часі. Це особливо важливо в умовах, коли ситуація змінюється щохвилини, і

від своєчасності отримання даних залежить успіх рятувальних операцій. У разі техногенних аварій, таких як витoki хімічних речовин, ГІС можуть використовуватися для швидкого визначення зони поширення небезпечних матеріалів, що дозволяє вчасно евакуювати населення та встановити безпечні межі.

Щодо оптимізації транспортних потоків, ГІС відіграють вирішальну роль у підвищенні ефективності дорожнього руху та зменшенні заторів. Системи аналізують дані про інтенсивність руху, аварійність, погодні умови та інші фактори, які впливають на ситуацію на дорогах. Це дає змогу швидко виявляти проблемні ділянки та приймати рішення щодо перерозподілу транспортних потоків або зміни режимів роботи світлофорів для забезпечення більш плавного руху транспорту. За допомогою ГІС можна моделювати різні сценарії, наприклад, вплив перекриття певної ділянки дороги на загальний трафік, що дозволяє заздалегідь розробляти альтернативні маршрути для мінімізації наслідків [1].

ГІС також використовуються для довгострокового планування міської транспортної інфраструктури, враховуючи не лише поточні потреби, але й майбутні тенденції розвитку міста. Завдяки аналізу історичних даних про рух транспорту та прогнозів щодо зростання кількості автомобілів можна визначити, які частини міста потребують оновлення або розширення дорожньої мережі. Це дозволяє

забезпечити стійкий розвиток міста, мінімізуючи ризики транспортних колапсів та підвищуючи загальну безпеку на дорогах.

Очікуваними результатами цього дослідження є оцінка ефективності використання геоінформаційних систем (ГІС) для підвищення безпеки в міському середовищі, а також розробка практичних рекомендацій для вдосконалення технологічних підходів у цій сфері. Передбачається отримання конкретних даних щодо впливу ГІС на зниження рівня злочинності, покращення управління надзвичайними ситуаціями та оптимізацію транспортних потоків. Це включатиме детальний аналіз того, наскільки ГІС сприяють кращій координації дій правоохоронних органів, швидшому реагуванню на надзвичайні ситуації та зменшенню заторів на дорогах [7].

Іншим очікуваним результатом є визначення основних чинників, які впливають на ефективність використання ГІС у забезпеченні міської безпеки. Це дозволить виявити проблемні аспекти, що перешкоджають повному використанню потенціалу систем, такі як фрагментація даних, недостатня координація між різними службами, технічні обмеження та проблеми з конфіденційністю даних. На основі цього аналізу будуть сформульовані рекомендації щодо усунення цих перешкод, включаючи стандартизацію форматів даних, впровадження сучасних технологій для обробки великих обсягів інформації та покращення обміну даними між відомствами.

Висновки та перспективи подальших розвідок. Застосування геоінформаційних систем (ГІС) показало значний потенціал для підвищення безпеки в містах, сприяючи ефективнішому аналізу злочинності, управлінню надзвичайними ситуаціями та оптимізації транспортних потоків. Результати дослідження підтверджують, що ГІС можуть допомогти виявляти зони підвищеного ризику, покращувати координацію між службами та швидше реагувати на кризові події,

що загалом підвищує рівень громадської безпеки.

Подальший розвиток технологій ГІС пов'язаний з інтеграцією новітніх рішень, таких як штучний інтелект та Інтернет речей, що дозволить забезпечити ще більш точний аналіз даних у реальному часі. Це відкриває перспективи для створення «розумних» платформ управління містом, які об'єднують численні джерела інформації для швидкого прийняття управлінських рішень і підвищення якості життя міських мешканців.

References

- Bida P.I. (2017). *Vykorystannia HIS-tekhnologii u zemlevporiadnomu proektuvanni*. *Ukrainskyi zhurnal prykladnoi ekonomiky*. 2(2), 120–128. URL: <http://ujae.wunu.edu.ua/index.php/ujae/article/download/145/> [in Ukrainian].
- Dolia K.V., Dolia O.Ye. (2018). *Heoinformatsiini systemy na transporti*. Kharkiv: KhNUMH im. O.M. Beketova. 230 s. [in Ukrainian].
- Zatserkovnyi V.I., Burachek V.H., Zhelezniak O.O., Tereshchenko A.O. (2014). *Heoinformatsiini systemy i bazy danykh: monohrafiia*. Nizhyn: NDU im. M. Hoholia. 492 s. [in Ukrainian].
- Zatserkovnyi V.I., Tishaiev I.V., Virshylo I.V., Demydov V.K. (2016). *Heoinformatsiini systemy v naukakh pro Zemliu*. Nizhyn: NDU im. M. Hoholia. 510 s. [in Ukrainian].
- Zhezhnych P.I., Osyka V.O. *Funktsionalni ta strukturni vymohy do pobudovy suchasnykh heohrafichnykh informatsiinykh system [Elektronnyi resurs] // Rezhym dostupu: http://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal_paper/2017/jun/3365/1096.pdf* [in Ukrainian].
- Kostrikov S.V., Sehida K.Yu. (2016). *Heohrafichni informatsiini systemy: navchalno-metodychnyi posibnyk dlia audytornoї ta samostiinoї roboty studentiv za spetsialnostiamy «Heohrafiia», «Ekonomichna ta sotsialna heohrafiia»*. Kharkiv. 82 s. [in Ukrainian].
- Shypulin V.D. (2010). *Osnovni pryntsypy heoinformatsiinykh system: navch. posibnyk*. Kharkiv: KhNAMH. 313 s. [in Ukrainian].
- ISPRS *International Journal of Geo-Information* на тему "Urban Crime Mapping and Analysis Using GIS" <https://www.mdpi.com/2220-9964/9/9/511>
- IEEE *Transactions on Intelligent Transportation Systems* <file:///Users/macbook/Downloads/ijgi-09-00511-v2.pdf>
- Journal on Multimodal User Interfaces* https://www.mdpi.com/journal/ijgi/special_issues/Urban_Crime_Mapping_Analysis_GIS
- Rodrigue Jean-Paul. (2020). *The Geography of Transport Systems*. New York: Routledge. Third edition. 456 p.
- Shaw Shih-Lung. (2010). *Geographic information systems for transportation: from a static past to a dynamic future*, *Annals of GIS*. Vol. 16. P. 129–140. DOI: 10.1080/19475683.2010.513155