

# Картографування ризиків інфекційних захворювань в Україні та світі: історичний контекст, сучасний стан і нові підходи

Дмитро ПРОДАНЮК<sup>1</sup>  <https://orcid.org/0000-0001-7435-9647>

УДК 528.9:616.9(477+100)

ПОШУКОВА СТАТТЯ

<sup>1</sup> Інститут географії Національної академії наук України,  
відділ картографії

\* Листування – [d.prodanyuk@gmail.com](mailto:d.prodanyuk@gmail.com)

**Ключові слова:** Медико-географічне картографування, картографічний метод, оперативне картографування, інфекційні захворювання, нозологія.

**Анотація:** Проаналізовано розвиток вчення про медико-географічне картографування з моменту перших уявлень та до сучасного етапу. Окреслено основні етапи медичної географії з акцентом на дослідження інфекційних захворювань вітчизняними та зарубіжними вченими.

Запропоновано власну класифікацію хронологічних періодів розвитку медико-географічного картографування, що враховує еволюцію методів та підходів. На основі проведеного аналізу визначено основні тенденції та перспективи використання картографічного і геоінформаційного методу для моніторингу та прогнозування поширення нозологій.

## 1. ВСТУП

огляду на глобальні виклики, пов'язані з охороною здоров'я, епідеміологією та боротьбою з інфекційними хворобами. Не менш важливим є відстеження розвитку картографічної науки та застосування її методів у медичній географії.

Статистичні дані щодо поширення різного роду інфекційних хвороб є лише підтвердженням цьому. До прикладу, станом на 13 квітня 2024 року в Україні зареєстровано 5 557 995 випадків зараження коронавірусною інфекцією, що становить 13,5% від загальної кількості населення країни (приблизно 41,13 млн осіб). Кількість летальних випадків від COVID-19 сягнула 112 418, що становить 2,0% від загальної кількості інфікованих. Водночас рівень одужання залишається досить високим – 98,0%, адже 5 445 577 пацієнтів уже подолали хворобу. Ці показники свідчать про значний вплив пандемії на здоров'я населення, проте високий рівень одужання вказує на ефективність медичних заходів і загальне покращення системи боротьби з вірусом ([Коронавірус в Україні - Статистика, актуальні дані...2024](#)).

Історично картографування інфекційних захворювань використовувалося для відстеження спалахів таких хвороб, як чума, холера, малярія, грип та інших. Завдяки картам вдається виявляти шляхи поширення захворювань та ефективніше реагувати на спалахи. У

XIX столітті лікар-епідеміолог Джон Сноу показав зв'язок між забрудненими джерелами води та поширенням холери в Лондоні, що стало одним із перших прикладів успішного використання карт (точніше приклад просторового аналізу) для епідеміологічних досліджень (Koch T. 2017). За аналогічним прикладом, способом картографування було візуалізовано зв'язок між хворобою та місцем спалахів в 1694 році під час епідемії чуми в Італії (Dent 2006). Карти почали визнавати комунікаційним інструментом у відстеженні інфекційних захворювань, до прикладу також, як іспанський грип у 1918 року, жовта лихоманка та холера. З того часу почалася революція картографічних інструментів у прикладній медичній географії (Boulos 2008). Тенденцію картографування інфекційних захворювань можна побачити з огляду літератури з геоінформаційних систем (ГІС) охорони здоров'я 2014 року, який продемонстрував, що 248 наукових робіт з 865 були присвячені картографуванню інфекційних захворювань (Lyssen et al. 2014).

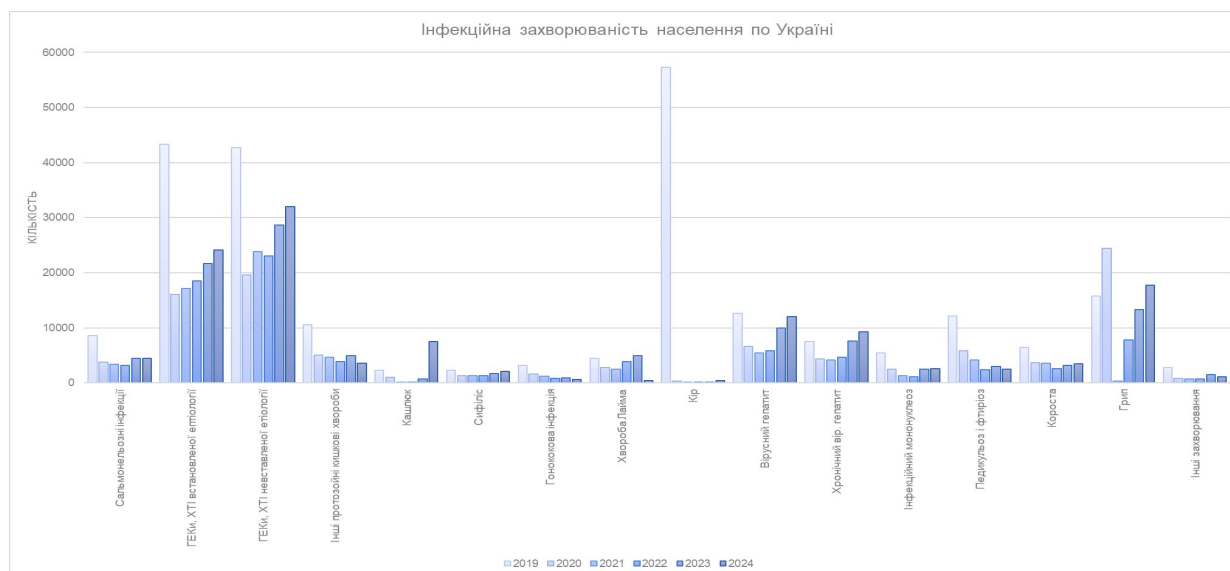
Сьогодні інфекційні захворювання, такі як COVID-19, віспа мавп, ВІЛ/СНІД, туберкульоз, та вірусні геморагічні лихоманки, продовжують загрожувати глобальному здоров'ю (рис. 1 та рис. 2).



**Рис.1 та Рис.2. Поширення інфекційної захворюваності в Україні**

#### Д.Проданюк

Картографування ризиків інфекційних захворювань в Україні та світі: історичний контекст, сучасний стан і нові підходи



Картографування дає змогу вчасно ідентифікувати нові осередки поширення та контролювати ситуацію. А застосування геоінформаційних систем (ГІС) дозволяє відстежувати спалахи в реальному часі та прогнозувати майбутні хвилі інфекцій, що є критично важливим для попередження поширення захворювань та підготовки до потенційних пандемій. Використання великих даних, штучного інтелекту та машинного навчання значно покращило можливості картографування інфекційних захворювань, що робить цей процес більш точним та оперативним.

Результати картографування допомагають оцінювати ризики та здійснювати профілактичні заходи для зменшення захворюваності. Наприклад, інформація про географічні осередки може бути використана для планування вакцинації чи інших профілактичних заходів. Такі карти є важливими інструментами для прийняття управлінських рішень на місцевому та державному рівнях, спрямованих на забезпечення громадського здоров'я.

Реальність сьогодення ставить нові виклики, зокрема в умовах воєнних дій проблема інфекційної безпеки населення набуває особливої важливості. Збройні конфлікти завжди супроводжувалися спалахами епідемій, що загрожували як військовим, так і цивільному населенню. В історії відомо чимало випадків, коли інфекційні захворювання мали катастрофічні наслідки під час війн, від епідемій холери та тифу у XIX столітті до сучасних викликів, пов'язаних із COVID-19 та новими інфекціями. Сучасна війна в Україні також створює численні фактори, що сприяють поширенню інфекційних захворювань. Руйнування чи знищення медичної та санітарної інфраструктури, обмежений доступ до чистої води, дефіцит ліків та вакцин, масові переміщення людей, неможливість надання допомоги своєчасно, антисанітарні умови у тимчасових місцях перебування, все це значно підвищує ризики спалаху хвороб. До прикладу, станом на початок листопада 2024 року ворог пошкодив 1714 медичних закладів і зруйнував 227, найбільше постраждали лікарні на сході та півдні України. Також було пошкоджено 231 машину екстреної допомоги, знищено 263 та захоплено 125. Попри це, вже відновлено 904 медзаклади, з них 556 повністю та 348 частково, переважно на звільнених територіях ([Руйнування рф укр... 2024](#)). У таких умовах оперативний моніторинг епідемічної ситуації стає критично важливим завданням.

Застосування ГІС-технологій та просторового аналізу забезпечує можливість візуалізації даних про поширення хвороб, їхні осередки та потенційні шляхи поширення. Використання картографічного методу дозволяє швидко оцінювати ризики та приймати обґрунтовані рішення щодо заходів протидії епідеміям. Дослідження історичних підходів до медико-

#### Д.Проданюк

Картографування ризиків інфекційних захворювань в Україні та світі: історичний контекст, сучасний стан і нові підходи

географічного картографування, аналіз сучасного стану та розробка нових методичних підходів до просторового моделювання ризиків інфекційних захворювань в умовах війни є надзвичайно важливими для системи громадського здоров'я. Це дає змогу не лише краще розуміти динаміку поширення хвороб у кризових умовах, але й впроваджувати ефективні механізми реагування щоб мінімізувати негативні наслідки для населення.

Окрему увагу варто приділити удосконаленню принципів і підходів до способів та методів картографування з урахуванням сучасних потреб, зберігаючи основні засади картографічної науки та водночас сприяючи її розвитку. Таким чином, картографування інфекційних захворювань залишається актуальним напрямом медичної географії завдяки своєму історичному значенню, сучасним викликам і можливостям, які відкривають новітні технології.

## 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Серед науковців, що займалися медико-географічними дослідженнями, а саме розробкою теоретико-методологічних засад варто виділити співробітників Інституту географії НАН України [Rudenko L. H., & Bochkovska A. I. \(2018\)](#), [Пархоменко, Г. О та ін. \(1999\)](#), [Рудиченко В. Ф. \(2001\)](#), [Шевчук Л. Т. \(1997\)](#) (медико-географічні та картографічні дослідження), [Барановський В. А. \(1985\)](#) (серцево-судинні захворювання), [Шевченко В. О. \(1997\)](#) (онкологічні захворювання) та ін. Зокрема за участю колективу Інституту географії був виданий Національний атлас України, що включає в себе розділ "Населення та людський розвиток", до якого входять карти захворюваності населення ([Руденко Л. Г. 2007](#)).

Окрім цього налічується ще ряд українських вчених, що активно впроваджували та впроваджують свої результати, щодо вивчення питань медичної географії із використанням картографічного методу. Серед них: [Kornus A., Kornus O., Konovalov M., Danylchenko O., Korol O. \(2021\)](#), [Мезенцева, Н. І., Батиченко, С. П., & Мезенцев, К. В. \(2018\)](#), [Козаченко Т. І. та ін. \(1999\)](#), [Гуцуляк В. М., Муха К. П. \(2009\)](#), [Bondarenko, E. \(2019\)](#) (інфекційні захворювання), [Синяк, К. М., & Рудченко, В. Ф. \(2001\)](#) (геомоніторинг і прогнозування епідемічних процесів). Також даному питанню була присвячена увага зарубіжних вчених: [Cliff, A. D., McGlashan, N. D., & Harington, J. S. \(1993\)](#) (епідеміологія та картографування явища ВІЛ/СНІДу), [Friede et al. \(1993\)](#); [Baker et al. \(1995\)](#), [Friede \(1995\)](#) [Yu and Edberg \(2005\)](#) [Bos and Blobel \(2007\)](#) [Khan et al. \(2010\)](#) [Reeder et al. \(2012\)](#) [Saran, S., Singh, P., Kumar, V., Chauhan, P. \(2020\)](#).

Метою даної статті є огляд підходів у використанні картографічного методу та його важливості для висвітлення поширення інфекційної захворюваності населення в часовій тенденції.

Враховуючи поставлену мету доцільним буде виокремити наступні завдання:

- аналіз досвіду медико-географічного картографування до/на початку ХХІ століття в Україні;
- оцінити сучасний стан картографування захворюваності в тенденціях та потребах сьогодення;
- визначити переваги застосування геоінформаційного картографування та геопросторового аналізу для розробки картографічних творів, моделей, що відображають стан та поширення захворюваності в динаміці і попереджають їх виникнення.

Методологічну основу дослідження становлять базові положення географічної картографії, зокрема її принципи візуалізації просторових даних, врахований підхід інтегративного аналізу, що дозволяє поєднати різні види даних і методів для всебічного вивчення просторових, соціальних та екологічних аспектів медико-географічного картографування. У процесі дослідження взято до уваги концептуальні засади медичної географії, що сприяли вивченню взаємозв'язку між поширенням інфекційних захворювань і просторовими чинниками.

### Д.Проданюк

Картографування ризиків інфекційних захворювань в Україні та світі: історичний контекст, сучасний стан і нові підходи

Для досягнення мети дослідження були застосовані такі методи:

- системного підходу, який дозволив розглядати медико-географічне картографування як багатокомпонентну систему, що включає різні аспекти, від збору даних до їхньої просторової інтерпретації;
- аналізу та синтезу, що сприяли структуризації інформації про картографування інфекційних захворювань та формуванню періодичних висновків;
- історичного аналізу, завдяки якому було виявлено основні етапи розвитку медико-географічного картографування, а також оцінено внесок вітчизняних та зарубіжних учених у цій галузі;
- картографічний метод, який став основою для оцінки та класифікації медико-географічних карт, що були розробленими науковцями. Він забезпечив можливість просторового моделювання та оперативного відображення динаміки захворювань.

Застосування зазначених методів дозволяє не лише узагальнити теоретичні основи картографування, а й сформулювати власну класифікацію хронологічних періодів, що відображає розвиток цього напрямку картографування.

### 3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Існування людини в навколишньому (географічному) середовищі та суспільстві нерозривно пов'язане із взаємодією її в просторі. Кількість факторів, що мають вплив на її життєдіяльність є доволі різноманітною, досягнути їх в загальному контексті та для кожної із сфер життя є складною задачею. В контексті дослідження ми зосереджуємо увагу на впливі навколишнього середовища на здоров'я людини як однієї із ключових сфер її життя. Умови навколишнього середовища (екологічний стан), що визначаються фізико-географічним положенням території (континенту, країни та менших адміністративних одиниць), а також антропогенні фактори та ін., створюють ряд ризиків, що можуть являтися джерелом багатьох збудників захворювань. Систематичне, розширене та поглиблене вивчення взаємозв'язку між навколишнім середовищем та здоров'ям населення призвело до започаткування у кінці XVIII ст. такої галузі, як медична географія. Медична географія - суміжна галузь географічної науки, що сформувалася на межі медицини та географії і вивчає вплив умов ландшафтно-оболонки та суспільних факторів на здоров'я людини (Козубенко Ю. Л. 1997). В історії розвитку медико-географічних досліджень на території України прийнято виділяти наступні хронологічні етапи, за Шевченком В. О. (1997):

- початковий (кінець XVIII ст. - початок XIX ст.). Формуються основи медичної географії. Відображення перших спроб аналізу захворюваності через карти. Статистичні спроби картографування інфекційних захворювань, перші карти, що базуються на емпіричних даних;
- військовий (середина XIX ст.). Використовуються карти для потреб військової медицини. Основний акцент на інфекційні захворювання, які впливали на мобілізовані війська; Розроблялися карти поширення холери та малярії в місцях дислокації військових підрозділів;
- земський (друга половина XIX - початок XX ст.). Поширення земських установ і збільшення уваги до громадського здоров'я. Систематизація даних про захворювання для цивільного населення. Розроблялися карти ендемічних хвороб у земських звітах;
- міжвоєнний період (1918-1939). Удосконалювались методи картографування, поява детальних регіональних карт інфекційних захворювань. Створювалися карти поширення туберкульозу в міських і сільських районах;

#### Д.Проданюк

Картографування ризиків інфекційних захворювань в Україні та світі: історичний контекст, сучасний стан і нові підходи

- відродження (50-70-ті роки XX ст.). Відновлення наукової діяльності після Другої світової війни. Розробка карт для медичного районування територій. Введення понять природно-осередкових хвороб (Шевчук Т. І. 2015);

- сучасний (з 1980-х років). Відбулось зростання уваги до просторового аналізу захворювань. Початок використання ГІС та цифрових технологій;

- новітній період (з 2020-х років), додається автором. Характеризується застосуванням великих даних, штучного інтелекту та машинного навчання. Створення інтерактивних картографічних моделей, прогностичних карт поширення вірусів, інтеграція нозогеографії з іншими дисциплінами.

Кожний із етапів медико-географічного дослідження доповнював попередній та для кожного були притаманні відмінні риси. Спільним для всіх являтиметься формування тісного зв'язку між територією та видом хвороби, що для неї буде найбільш притаманним. Виходячи із цієї теорії було запропоновано та втілено методичну розробку про природно-осередковані хвороби та ландшафтну епідеміологію, тобто відношення природних вогнищ паразитних хвороб до конкретної території, що дозволило встановлювати географію виникнення багатьох хвороб (Козубенко Ю. Л. 2018).

В радянський період (1943-1991) сформувалися наступні напрями медичної географії (Гуцуляк В. М., Муха К. П. 2009):

- медико-географічна оцінка природних і соціально-географічних чинників;
- медичне ландшафтознавство;
- нозогеографія;
- медична картографія.

Останній в свою чергу виділяється своєю значимістю та характеризується як важливий методологічний принцип для вивчення об'єктів в просторі із взаємодією природи та суспільства на основі картографічного моделювання. Це дозволяє точно й ефективно відображати територіальні особливості поширення хвороб та чинники, що сприяють їх виникненню.

Прояв інфекційних хвороб є характерним для кожного із етапів, передуючи різним рівням санітарно-гігієнічних та соціальних умов населення. Для початкового періоду медико-географічних досліджень притаманна велика насиченість статистичного матеріалу та перші спроби візуалізувати інфекційні хвороби на картах. Більшість картографічних творів до початку XX ст. відображали саме інфекційні захворювання. Згодом методика медико-географічного картографування інфекційних захворювань населення була відображена у працях Шевченка В. О. (1997), Пархоменко Г. О., & Григор'єв Ф. Г. (1970), Шошина О. О. (1975), Вершинського В. В. (1980), Фельдмана Ю. С. (1985), Ігнат'єва Є. І. (1990), Айріна А. П. (1995) та ін.

Медико-географічні карти класифікуються за характером відображення захворюваності та поділяються на такі групи: нозогеографічні, що відображають фактичну наявність і поширення хвороб серед населення на певній території; медичного обслуговування або системи охорони здоров'я; чинників (факторів) виникнення та поширення захворювань (Шевченко В. О. 1997). В свою чергу виділяють такі види нозогеографічних карт: карти, що відображають ареали поширення (нозокарти); карти інтенсивності ураження хворобою; карти шляхів поширення хвороб; нозопрогностичні карти; історичні нозокарти (Козубенко Ю. Л. 2018). Варто виділити карти шляхів та поширення хвороб, що якнайкраще ілюструють динаміку та швидкість розповсюдження інфекційних захворювань, для яких ці аспекти є значущими.

Картографування інфекційних хвороб за допомогою геопросторових та інформаційних технологій не є новим підходом для відстеження захворювань. Серед зарубіжних вчених питанням картографування інфекційних захворювань займалися: Hirsch (1883); Williams et al. (1986); Nicholson et al. (1996); Hornsby (2000), Matthew et al. (2004), Perl and Moalem (2006),

#### Д.Проданюк

Картографування ризиків інфекційних захворювань в Україні та світі: історичний контекст, сучасний стан і нові підходи

Diuk-Wasser, M. A. (2008), Cui et al. (2011), Noble et al. (2012), Mujica (2013), Ahmad et al. (2017), Saran S., Singh, P., Kumar V., Chauhan P. (2020). В різний часовий період процес картографування стикався із певними викликами та обмеженнями:

- авторам рідко вдавалося задокументувати використані джерела для створення карт;
- карти, створені до появи геоінформаційних систем, часто містили помилки, які особливо проявлялися на глобальному рівні;
- дані, що отримувалися в результаті аналізу карт, могли бути хибними.

Сучасні геоінформаційні системи надають широкі можливості для візуалізації, аналізу, виявлення кластерів та розрахунку показників захворюваності, таких як коефіцієнти інцидентності та поширеності, що висвітлені в дослідженнях ряду зарубіжних вчених: Clarke et al. (1996), Wilkinson et al. (1998), Moore and Carpenter (1999), Beck et al. (2000), Hay (2000), Jacquez (2000), Kleinschmidt et al. (2000), Lawson and Leimich (2000), Robinson (2000), Carpenter T. E. (2011).

На основі розглянутих джерел дослідження можна виділити кілька конкретних пропозицій вчених щодо картографування інфекційних захворювань:

- використання просторово-часового картографування. Coly S., Charras-Garrido M., Abrial D., Yao-Lafourcade A.-F. (2015) перелічені вчені зазначають, що методи просторово-часового картографування дозволяють ефективно відображати ризик поширення захворювань, оскільки вони враховують як просторову, так і часову структуру даних. Це є особливо важливим для інфекційних захворювань, які характеризуються динамічною зміною рівня ризику в часі та просторі. Пропонується застосовувати трирівневі базові ієрархічні моделі, де перший рівень моделює дані, другий - середнє значення, а третій - параметри моделі.

- розширення класифікації нозогеографічних карт. Kornus A., Kornus O., Kononov M., Danylchenko O., Korol O. (2010) пропонують доповнити традиційну класифікацію нозогеографічних карт трьома новими типами: демографічно-нозогеографічні карти, які враховують демографічні показники; фізіолого-нозогеографічні карти, що відображають показники фізичного розвитку; карти дорожньо-транспортних пригод, які враховують можливі аварії. Це дозволить точніше визначати ризики для здоров'я і розробляти стратегії зниження захворюваності.

- автоматизація процесів картографування та використання нетрадиційних джерел даних. Такі вчені, як Hay, S. I., Battle, K. E., Pigott, D. M., Smith, D. L., Moyes, C. L., Bhatt, S., Brownstein, J. S., Collier, N., Myers, M. F., George, D. B., Gething, P. W. (2013) та співавтори пропонують використовувати автоматизацію та машинне навчання для швидкого оновлення карт захворювань. Використання нетрадиційних джерел даних, таких як мобільні телефони або краудсорсинг, можуть значно покращити точність карт та забезпечити актуальну інформацію про поширення хвороб.

- визначення мінімальних вимог до картографування інфекційних хвороб. Hay S. I., Graham A. J. and Rogers D. J. (2006) та співавтори пропонують мінімальні вимоги до даних, необхідних для ефективного картографування захворювань, що включають систематичний підхід до збору та обробки даних для більш точного прогнозування можливих спалахів захворювань та оцінки глобального тягаря хвороб.

- використання картографічних методів для прогнозування та планування. Dudun T. V., Martyniuk V. (2018) виділяють основні засоби картографування, які потрібно використовувати для відображення інфекційних захворювань. Вони підкреслюють важливість правильного вибору картографічних методів для відображення захворюваності та наголошують на необхідності дотримання правил представлення показників на картах.

Усі ці дослідження свідчать про значний прогрес у методах картографування інфекційних захворювань, а також підкреслюють необхідність подальшого вдосконалення

#### Д.Проданюк

Картографування ризиків інфекційних захворювань в Україні та світі: історичний контекст, сучасний стан і нові підходи

методів, що дозволить забезпечити кращу доступність та достовірність даних для прийняття рішень у сфері охорони здоров'я.

Проаналізувавши етапи медико-географічного картографування інфекційних захворювань вітчизняними та зарубіжними науковцями, було запропоновано власну їх періодизацію (табл. 1). Періодизація являється важливим аспектом розуміння еволюції цього наукового напрямку, оскільки дозволяє простежити зміну підходів, інструментів та цілей досліджень у різні історичні періоди. Вивчення основних етапів формування медико-географічних методів допомагає виявити ключові тенденції, що впливали на розвиток цієї галузі науки, зокрема перехід до цифрових технологій, інтеграцію великих даних та їх візуалізацію (рис. 3).

Запропонована періодизація охоплює ключові періоди з 1990 по 2024 роки, що характеризуються появою нових методів, технологій та підходів до медико-географічного картографування. У кожному періоді були визначені основні наукові здобутки, а також внесок як вітчизняних, так і зарубіжних учених у цю галузь.

#### 1. Етап становлення сучасного медико-географічного картографування (1990–2000 рр.).

Цей період характеризується переходом від ручного до цифрового картографування. Геоінформаційні системи (ГІС) стають ключовим інструментом для аналізу та візуалізації даних, що дозволяє підвищити точність та оперативність картографічних досліджень. Основна увага зосереджувалася на вивченні просторових закономірностей поширення інфекційних захворювань, таких як малярія, холера, ВІЛ/СНІД.

**Таблиця 1.** Періодизація медико-географічного(інфекційні хвороби) картографування

| № з/п | Етап                                                       | Період    | Основні характеристики                                                         | Приклади                                          |
|-------|------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1     | Становлення сучасного медико-географічного картографування | 1990–2000 | Перехід від ручного до цифрового картографування, розвиток ГІС                 | Дослідження малярії, ВІЛ/СНІД, Hay et al., 2000   |
| 2     | Глобалізація даних і міждисциплінарний підхід              | 2001–2010 | Інтеграція соціально-економічних та екологічних факторів, міжнародна співпраця | Карти поширення H1N1, Денге, WHO, HealthMap       |
| 3     | Інноваційне картографування та великі дані                 | 2011–2020 | Використання Big Data, мобільних додатків, прогнозних моделей                  | Інтерактивні карти COVID-19, прогнозування грипу  |
| 4     | Постпандемічне відновлення та адаптація                    | 2021–2024 | Аналіз наслідків COVID-19, зміна клімату, комплексні інтеграційні моделі       | Карты кліматозалежних хвороб (Ogden et al., 2021) |



**Рис.3. Еволюція картографування інфекційних захворювань**

Підходи:

- розвиток геоінформаційних систем (ГІС): активне впровадження цифрових технологій у картографування;

- основна увага зосереджена на вивченні інфекційних хвороб (наприклад, малярія, ВІЛ/СНІД);

Приклади:

- дослідження малярійних зон в Африці, що поєднують кліматичні показники з епідеміологічними даними (Hay et al., 2000);

- у вітчизняній науці відбувається інтеграція методів географічного аналізу в медичні дослідження, хоч і переважно на локальному рівні;

2. Етап глобалізації даних і міждисциплінарного підходу (2001–2010 рр.).

У цей період медико-географічне картографування виходить на глобальний рівень завдяки широкій доступності даних та розвитку міжнародної співпраці. Особливу роль відіграє інтеграція соціально-економічних та екологічних показників на медичних картах. Увага зосереджується на глобальних викликах, таких як пандемії, зміни в умовах навколишнього середовища та їх вплив на здоров'я

- інтеграція медичних, екологічних, демографічних та соціально-економічних даних;

- використання ГІС для аналізу глобальних викликів, таких як епідемії грипу (H1N1) чи лихоманки Денге;

- збільшення міжнародної співпраці, поява відкритих баз даних (наприклад, World Health Organization(WHO), Centers for Disease Control and Prevention (CDC);

- розвиток відкритих баз даних (наприклад, GIDEON, HealthMap) для аналізу поширення захворювань;

Приклади:

- глобальні карти поширення епідемій, створені на основі даних відкритого доступу;

- українські дослідники аналізують медико-географічні особливості національних інфекційних загроз;

- глобальні карти поширення лихоманки Денге та грипу, розроблені ВООЗ;

3. Етап інноваційного картографування та великих даних (2011–2020 рр.)

Цей період відзначається бурхливим розвитком технологій обробки великих даних (Big Data), що дозволяє аналізувати масиви інформації в реальному часі. Інтерактивні онлайн-карти стають основним інструментом для відстеження пандемій і природних катастроф, зокрема COVID-19. Підходи до картографування стають більш прогностичними та інтерактивними.

Характеристика:

- використання Big Data для аналізу поширення захворювань у реальному часі (наприклад, COVID-19);

- поєднання статистичного аналізу з просторовим моделюванням;

- широке використання мобільних додатків, хмарних сервісів і громадського моніторингу для збору даних;

Приклади:

- глобальні та державні інтерактивні карти поширення COVID-19;

- удосконалення методів прогнозування сезонності грипу та інших вірусів;

- розробка прогностичних моделей поширення захворювань на основі аналізу кліматичних умов та поведінкових даних;

4. Етап постпандемічного відновлення та адаптації (2021–2024 рр.)

**Д.Проданюк**

Картографування ризиків інфекційних захворювань в Україні та світі: історичний контекст, сучасний стан і нові підходи

Сучасний етап характеризується зміщенням уваги на наслідки пандемії COVID-19, адаптацію системи охорони здоров'я та аналіз нових викликів, пов'язаних зі зміною клімату. Картографування стає ще більш інтегративним, охоплюючи медичні, соціально-економічні та екологічні аспекти.

Характеристика:

- розроблення інтерактивних карт COVID-19, що відображають динаміку поширення захворюваності у реальному часі;
- аналіз наслідків пандемії COVID-19 для систем охорони здоров'я;
- використання картографічних методів для вивчення нових викликів, таких як зміна клімату та її вплив на здоров'я населення;
- розробка інтерактивних карт, які враховують соціально-економічні, екологічні та медичні показники;
- удосконалення прогнозних моделей для визначення ризиків поширення нових захворювань;

Приклади:

- вивчення поширення кліматозалежних хвороб, таких як хвороба Лайма;
- розробка карт вразливості населення до зміни клімату в Україні;

Картографічний метод трактується двома аспектами: в першому вивчаються особливості території у процесі складання карт, а в другому визначаються медико-географічні характеристики території.

#### 4. ВИСНОВКИ

Розроблено та запропоновано класифікацію хронологічних періодів розвитку медико-картографічного дослідження інфекційних захворювань, що дозволяє системно й комплексно оцінити етапи становлення та еволюції медико-географічних карт на основі значних змін у наукових підходах, технологіях і методах картографії. Визначено ключові етапи розвитку медико-географічних досліджень з 1990 по 2024 рік, які включають значущі наукові відкриття, інтеграцію сучасних інформаційних технологій, а також зміни у поглядах на роль картографії в оцінці медичних і соціальних явищ.

Виявлено вплив вітчизняних і зарубіжних досліджень на формування сучасної концепції медико-географічного картографування, що дозволяє побудувати більш гнучкі й ефективні методи для дослідження глобальних і локальних медичних проблем.

Результати даного дослідження можуть бути корисними для подальших наукових розробок у сфері медико-географічних досліджень, а також для практичної роботи вчених, медичних працівників і організацій, що займаються плануванням і моніторингом стану здоров'я населення.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. **Айрін, А. П.** (1995). Картографування епідеміологічних процесів: методичні підходи. Запоріжжя: Запорізький державний університет. [Airin, A. P. (1995). Kartohrafuvannia epidemiologichnykh protsesiv: metodychni pidkhody. Zaporizhzhia: Zaporizkyi derzhavnyi universytet]
2. **Барановський, В. А.** (1985). «Картографування комплексу природних факторів, що впливають на серце-во-судинну захворюваність сільського населення (на прикладі Української РСР)» [Дисертація]. [Baranovskyi, V. A. (1985). «Kartohrafuvannia kompleksu pryrodnykh faktoriv, shcho vplyvaiut na sertse-vo-sudynnu zakhvoriuvanist silskoho naselennia (na prykladi Ukrainiskoi RSR)»]
3. **Вершинський, В. В.** (1980). Географічні аспекти поширення інфекційних хвороб в Україні. Львів: Видавництво Львівського університету. [Vershynskyi, V. V. (1980). Neohrafichni aspekty poshyrennia infektsiinykh khvorob v Ukraini. Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoho universytetu]
4. **Гуцуляк, В. М., Муха, К. П.** (2009). Історія розвитку та сучасний стан медико-географічних досліджень. Вісник Львівського університету. Серія географічна, (36), 115–121. [Hutsuliak, V. M.,

#### Д.Проданюк

Картографування ризиків інфекційних захворювань в Україні та світі: історичний контекст, сучасний стан і нові підходи

- Mukha, K. P.** (2009). Istoriiia rozvytku ta suchasnyi stan medyko-heohrafichnykh doslidzhen. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Serii heohrafichna*, (36), 115–121.]
5. **Ігнат'єв, Є. І.** (1990). Медична географія: теорія та практика. Дніпро: Дніпропетровський національний університет. [Ihnatiev, Ye. I. (1990). *Medychna heohrafiia: teoriia ta praktyka*. Dnipro: Dnipropetrovskiy natsionalnyi universytet]
6. **Козаченко, Т. І., Пархоменко, Г. О., & Молочко, А. М.** (1999). Картографічне моделювання (А. П. Золовський, Ред.). Антекс-УЛТД. 328. [Kozachenko, T. I., Parkhomenko, H. O., & Molochko, A. M. (1999). *Kartohrafichne modeliuвання* (A. P. Zolovskyi, Red.). Anteks-ULTD.]
7. **Козубенко, Ю. Л.** (2018). Медична географія: навчальний посібник. [Kozubenko, Yu. L. (2018). *Medychna heohrafiia: navchalnyi posibnyk*]
8. **Мезенцева, Н. І., Батиченко, С. П., & Мезенцев, К. В.** (2018). Захворюваність та здоров'я населення в Україні: суспільно-географічний вимір (монографія). Київ: ДП "Прінт Сервіс". [Mezentseva, N. I., Batychenko, S. P., & Mezentsev, K. V. (2018). *Zakhvoriuvannist ta zdorovia naselennia v Ukraini: suspilno-heohrafichnyi vymir* (monohrafiia). Kyiv: DP "Print Servis"]
9. **Пархоменко, Г. О., & Григор'єв, Ф. Г.** (1970). Медико-географічне картографування інфекційних захворювань. Київ: Наукова думка. [Parkhomenko, H. O., & Hryhoriev, F. H. (1970). *Medyko-heohrafichne kartohrafuvannya infektsiinykh zakhvoriuvan*. Kyiv: Naukova dumka]
10. **Руденко, Л. Г.** (Ред.). (2007). Національний атлас України: Розділ IV. Населення та людський розвиток. ДНВП "Картографія". [Rudenko, L. H. (Red.). (2007). *Natsionalnyi atlas Ukrainy: Rozdil IV. Naselennia ta liudskiy rozvytok*. DNVP "Kartohrafiia"]
11. **Рудиченко, В. Ф.** (2001). GISмоделювання зоонозних осередків: випадок туляремії в Полтавській області. У *Матеріалах 5ї Міжнар. конф. з медичної географії та ГІС* (с. 112–118). Львів: ЛНУ. [Rudychenko, V. F. (2001). *GIS modeliuвання zoonoznykh oseredkiv: vypadok tuliaremii v Poltavskii oblasti*. U *Materialakh 5 yi Mizhnar. konf. z medychnoi heohrafiї ta GIS* (s. 112–118). Lviv: LNU]
12. **Синяк, К. М., & Рудченко, В. Ф.** (2001). GIS-моделювання зоонозних осередків: випадок туляремії в Полтавській області [GIS-based modelling of zoonotic foci: A case study of tularemia in Poltava region]. *Матеріали 5-ї Міжнародної конференції з медичної географії та ГІС* (с. 112–118). Львів: Видавництво ЛНУ. [Syniak, K. M., & Rudchenko, V. F. (2001). *GIS-modeliuвання zoonoznykh oseredkiv: vypadok tuliaremii v Poltavskii oblasti* [GIS-based modelling of zoonotic foci: A case study of tularemia in Poltava region]. *Materialy 5-yi Mizhnarodnoi konferentsii z medychnoi heohrafiї ta GIS* (s. 112–118). Lviv: Vydavnytstvo LNU]
13. **Фельдман, Ю. С.** (1985). Аналіз просторового розподілу інфекційних захворювань. Одеса: Медичне видавництво. [Feldman, Yu. S. (1985). *Analiz prostorovoho rozpodilu infektsiinykh zakhvoriuvan*. Odesa: Medychne vydavnytstvo]
14. **Шевченко, В. О.** (1997). Теоретико-методичні основи медико-географічного аналізу території України [дис. д-ра геогр. наук]. Київський ун-т ім. Т. Шевченка. [Shevchenko, V. O. (1997). *Teoretyko-metodychni osnovy medyko-heohrafichnoho analizu terytorii Ukrainy* [dys. d-ra heohr. nauk]. Kyivskiy un-t im. T. Shevchenka]
15. **Шевчук, Л. Т.** (1997). Основи медичної географії. Світ. [Shevchuk, L. T. (1997). *Osnovy medychnoi heohrafiї*. Svit.]
16. **Шевчук, Т. І.** (2015). Актуальність вивчення природно-осередкових захворювань у рамках викладання медичної паразитології. *Буковинський медичний вісник*, 19(3), 198–201. [Shevchuk, T. I. (2015). *Aktualnist vyvchennia pryrodno-oseredkovykh zakhvoriuvan u ramkakh vykladannia medychnoi parazytolohii*. *Bukovynskiy medychnyi visnyk*, 19(3), 198–201.] <https://doi.org/10.24061/2413-0737.XIX.3.75.2015.198>
17. **Шошин, О. О.** (1975). Методи картографування захворюваності населення. Харків: Видавництво Харківського університету. [Shoshyn, O. O. (1975). *Metody kartohrafuvannya zakhvoriuvanosti naselennia*. Kharkiv: Vydavnytstvo Kharkivskoho universytetu]
18. **Ahmad, F., Goparaju, L., & Qayum, A.** (2017). Studying malaria epidemic for vulnerability zones: Multi-criteria approach of geospatial tools. *Journal of Geoscience and Environment Protection*. <https://doi.org/10.4236/gep.2017.55003>.
19. **Baker, E. L., Friede, A., Moulton, A. D., & Ross, D. A.** (1995). CDC's information network for public health officials (INPHO): A framework for integrated public health information and practice. *Journal of Public Health Management and Practice*. <https://doi.org/10.1097/00124784-199500110-00009>.
20. **Bondarenko, E.** (2019). THE MODERN POSSIBILITIES OF GEOINFORMATION MAPPING OF NATURAL FACTORS OF INFLUENCE ON THE SPREAD OF DISEASES OF THE POPULATION. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geography*, (74), 97–101. <https://doi.org/10.17721/1728-2721.2019.74.17>

#### Д.Проданюк

Картографування ризиків інфекційних захворювань в Україні та світі: історичний контекст, сучасний стан і нові підходи

21. **Bos, L., & Blobel, B.** (2007). Semantic interoperability between clinical and public health information systems for improving public health services. *Med Care Computetics Four*, 4, 256.
22. **Boulos, K.** (2008). Principles and techniques of interactive Web cartography and Internet GIS. In *Manual of geographic information systems*. Bethesda, Maryland: ASPRS–American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (pp. 935–974).
23. **Carpenter, T. E.** (2011). The spatial epidemiologic (r)evolution: A look back in time and forward to the future. *Spatial and Spatio-temporal Epidemiology*, 2(3), 119–124. <https://doi.org/10.1016/j.sste.2011.07.002>
24. **Clarke, K. C., McLafferty, S. L., & Tempalski, B. J.** (1996). On epidemiology and geographic information systems: A review and discussion of future directions. *Emerging Infectious Diseases*. <https://doi.org/10.3201/eid0202.960202>.
25. **Cliff, A. D., McGlashan, N. D., & Harington, J. S.** (1993). *AIDS: A Spatial Analysis of an Epidemic*. Oxford: Blackwell.
26. **Coly, S., Charras-Garrido, M., Abrial, D., Yao-Lafourcade, A.-F.** (2015). Spatiotemporal Disease Mapping Applied to Infectious Diseases. *Procedia Environmental Sciences*, 26, 32–37. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.05.019>
27. **Cui, K., Cao, Z., Zheng, X., Zeng, D., Zeng, K., & Zheng, M.** (2011). A geospatial analysis on the potential value of news comments in infectious disease surveillance. *Lecture Notes in Computer Science*. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-22039-5\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-642-22039-5_9).
28. **Dent, D. M.** (2006). Cartographies of disease. Maps, mapping, and medicine. Tom Koch, ESRI Press, Redlands, CA, 2005, 388 pp, \$28.32. *World Journal of Surgery*, 30(8), 1626–1626.
29. **Diuk-Wasser, M. A.** (2008). Global Mapping of Infectious Diseases: Methods, Examples and Emerging Applications S. I. Hay, A. J. Graham, and D. J. Rogers London, UK: Academic Press, 2007. 444 pp., Clinical Infectious Diseases, 46(6), 960–961. <https://doi.org/10.1086/528854>
30. **Dudun, T. V., Martyniuk, V.** (2018). Mapping of the infectious diseases in the territory of Ukraine. *Visnyk Taras Shevchenko National University of Kyiv Military-Special Sciences*, 2(36), 15–17.
31. **Friede, A.** (1995). Public health informatics: How information-age technology can strengthen public health. *Annual Review of Public Health*. <https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.16.1.239>.
32. **Friede, A., Reid, J. A., & Ory, H. W.** (1993). CDC WONDER: A comprehensive on-line public health information system of the Centers for Disease Control and Prevention. *American Journal of Public Health*. <https://doi.org/10.2105/AJPH.83.9.1289>.
33. **Hay, S. I.** (2000). An overview of remote sensing and geodesy for epidemiology and public health application. *Advances in Parasitology*. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(00\)47005-3](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(00)47005-3).
34. **Hay, S. I., Battle, K. E., Pigott, D. M., Smith, D. L., Moyes, C. L., Bhatt, S., Brownstein, J. S., Collier, N., Myers, M. F., George, D. B., Gething, P. W.** (2013). Global mapping of infectious disease. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1614), <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0250>
35. **Hay, S. I., Graham, A. J., & Rogers, D. J. (Eds.).** (2006). *Global mapping of infectious diseases: Methods, examples and emerging applications* (Vol. 62). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(05\)62001-6](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(05)62001-6)
36. **Hirsch, A.** (1883). *Handbook of geographical and historical pathology* (Vol. 1). London: New Sydenham Society.
37. **Hornsby, K.** (2000). Shifting granularity over geospatial lifelines. In *AAAI Workshop on Spatial and Temporal Granularity*.
38. **Jacquez, G. M.** (2000). Spatial analysis in epidemiology: Nascent science or a failure of GIS? *Journal of Geographical Systems*. <https://doi.org/10.1007/s101090050035>.
39. **Khan, A. S., Fleischauer, A., Casani, J., & Groseclose, S. L.** (2010). The next public health revolution: Public health information fusion and social networks. *American Journal of Public Health*. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2009.180489>.
40. **Kleinschmidt, I., Bagayoko, M., Clarke, G. P. Y., Craig, M., & Le Sueur, D.** (2000). A spatial statistical approach to malaria mapping. *International Journal of Epidemiology*. <https://doi.org/10.1093/ije/29.2.355>.
41. **Koch, T.** (2017). *Cartographies of Disease: Maps, Mapping, and Medicine*, new expanded edition. Esri Press.
42. **Kornus, A., Kornus, O., Konovalov, M., Danylchenko, O., Korol, O.** (2021). Traditional and new in the content and technique of ukrainian regional nosogeographic mapping. 33, (33), 84–91. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2021-33-10>

#### Д.Проданюк

Картографування ризиків інфекційних захворювань в Україні та світі: історичний контекст, сучасний стан і нові підходи

43. **Lawson, A. B., & Leimich, P.** (2000). Approaches to the space-time modelling of infectious disease behaviour. *IMA Journal of Mathematics Applied in Medicine and Biology*. <https://doi.org/10.1093/imammb17.1.1>.
44. **Matthew, S. R., Peter, H., & Andrew, C.** (2004). World atlas of epidemic diseases. *Cartographic Perspectives*. <https://doi.org/10.14714/cp52.381>.
45. **Moore, D. A., & Carpenter, T. E.** (1999). Spatial analytical methods and geographic information systems: Use in health research and epidemiology. *Epidemiologic Reviews*. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.epirev.a017993>.
46. **Mujica, F. C.** (2013). Disease maps: Epidemics on the ground. *Cartography and Geographic Information Science*. <https://doi.org/10.1080/15230406.2013.776209>.
47. **Nicholson, M. C., & Mather, T. N.** (1996). Methods for evaluating lyme disease risks using geographic information systems and geospatial analysis. *Journal of Medical Entomology*. <https://doi.org/10.1093/jmedent/33.5.711>.
48. **Noble, D., Smith, D., Mathur, R., Robson, J., & Greenhalgh, T.** (2012). Feasibility study of geospatial mapping of chronic disease risk to inform public health commissioning. *British Medical Journal Open*. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2011-000711>.
49. **Perl, D. P., & Moalem, S.** (2006). Aluminum, Alzheimer's disease and the geospatial occurrence of similar disorders. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*. <https://doi.org/10.2138/rmg.2006.64.4>.
50. **Reeder, B., Revere, D., Hills, R. A., Baseman, J. G., & Lober, W. B.** (2012). Public health practice within a health information exchange: Information needs and barriers to disease surveillance. *Online Journal of Public Health Informatics*. <https://doi.org/10.5210/ojphi.v4i3.4277>.
51. **Robinson, T. P.** (2000). Spatial statistics and geographical information systems in epidemiology and public health. *Advances in Parasitology*. [https://doi.org/10.1016/s0065-308x\(00\)47007-7](https://doi.org/10.1016/s0065-308x(00)47007-7).
52. **Rudenko, L. H., & Bochkovska, A. I.** (2018). DEVELOPMENT OF THE CARTOGRAPHIC DIRECTION OF RESEARCHES AT THE INSTITUTE OF GEOGRAPHY OF NAS OF UKRAINE. *Ukrainian Geographical Journal*, 2018(1), 03–10. <https://doi.org/10.15407/ugz2018.01.003>
53. **Saran, S., Singh, P., Kumar, V., Chauhan, P.** (2020). Review of Geospatial Technology for Infectious Disease Surveillance: Use Case on COVID-19. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*. <https://doi.org/10.1007/s12524-020-01140-5>
54. **Wilkinson, P., Grundy, C., Landon, M., & Stevenson, S.** (1998). GIS in public health. *GIS and Health*, 6, 179–190.
55. **Williams, C., Curran, A. S., Chen Lee, A., & Sousa, V. O.** (1986). Lyme disease: Epidemiologic characteristics of an outbreak in Westchester County, NY. *American Journal of Public Health*. <https://doi.org/10.2105/AJPH.76.1.62>.
56. **Yu, V. L., & Edberg, S. C.** (2005). Global infectious diseases and epidemiology network (GIDEON): A world wide web-based program for diagnosis and informatics in infectious diseases. *Clinical Infectious Diseases*. <https://doi.org/10.1086/426549>.

## ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

57. Коронавірус в Україні - Статистика, актуальні дані. (б. д.). Ставки, індекси, тарифи. [Koronavirus v Ukraini - Statystyka, aktualni dani. (b. d.). Stavky, indeksy, taryfy.] ([Джерело](#))
58. Інфекційна захворюваність населення України | Центр громадського здоров'я. (б. д.). Центр громадського здоров'я України | МОЗ. [Infektsiina zakhvoriuvanist naselennia Ukrainy | Tsentr hromadskoho zdorovia. (b. d.). Tsentr hromadskoho zdorovia Ukrainy | MOZ] ([Джерело](#))
59. Руйнування рф української медичної інфраструктури: від початку війни пошкоджено та/або зруйновано 1941 об'єкт медзакладів. (2024, 4 листопада). Міністерства охорони здоров'я України. [Ruinuvannia rf ukrainskoi medychnoi infrastruktury: vid pochatku viiny poshkodzheno ta/abo zruinovano 1941 ob'ekt medzakladiv. (2024, 4 lystopada). Ministerstva okhorony zdorov'ia Ukrainy.] ([Джерело](#))

**D. Prodaniuk**

Institute of Geography of the National Academy  
of Sciences of Ukraine, department of cartography

### Mapping the Risks of Infectious Diseases in Ukraine and Globally: Historical Context, Current State, and Emerging Approaches

**Keywords:** Medical-geographical mapping, cartographic method, operational mapping,

**Д.Проданюк**

Картографування ризиків інфекційних захворювань в Україні та світі: історичний контекст, сучасний стан і нові підходи

infectious diseases, nosology.

**Abstract:** This article analyzes the development of medical-geographical mapping from its early conceptualizations to the present stage. The main historical periods of medical geography are outlined, with a particular focus on the study of infectious diseases by both domestic and international scholars.

The authors propose a novel classification of chronological stages in the evolution of medical-geographical mapping, reflecting the progression of methods and approaches. Based on the conducted analysis, key trends and prospects are identified regarding the application of cartographic and geoinformation methods for monitoring and forecasting the spread of nosological entities.

