

Роман Грицко

Кліматичні зміни як багатofакторний детермінант інфекційної та соматичної патології: механізми, ризики пандемій, антимікробна резистентність і освітні пріоритети для вищої медичної школи

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького

Кліматичні зміни є одним із найбільш системних викликів сучасної медицини, що одночасно впливають на соматичну патологію та епідеміологію інфекційних захворювань. Метою огляду є систематизація сучасних даних щодо механізмів кліматичнозумовленого ураження здоров'я людини, ризиків виникнення епідемій і пандемій, поширення антимікробної резистентності (AMP) та обґрунтування необхідності інтеграції кліматичної медицини до навчальних планів вищих медичних закладів. Огляд підготовлено на основі матеріалів 16-ї сесії програми «Медицина клімату: програма клінічної підготовки для медичних педагогів» (Climate Medicine: A Clinical Training Program for Healthcare Educators, 12 травня 2026 р.), організованої Глобальним консорціумом із кліматичної та медичної освіти Колумбійського університету (GCCHE) спільно з Європейською мережею кліматичної та медичної освіти (ENCHE, 25 університетів-засновників, у тому числі КУ Левен), а також цільового пошуку рецензованої літератури у базах PubMed, Scopus і WHO/IPCC (2015–2026).

Показано, що глобальне потепління розширює ареали членистоногих-переносників і резервуарних хазяїв збудників, подовжує сезони передачі, сприяє зооспіловеру нових патогенів і через відтавання вічної мерзлоти реактивує давні мікроорганізми. Охарактеризовано вплив кліматичних змін на серцево-судинну, респіраторну, ендокринну та психічну патологію. Підвищення температури навколишнього середовища прискорює горизонтальне перенесення генів резистентності, а кліматичні катастрофи провокують нераціональне вживання антибіотиків. Концепція «Єдиного здоров'я» визнана найефективнішою науково-організаційною відповіддю на кліматично-інфекційні загрози. Зроблено висновок про необхідність обов'язкової інтеграції кліматичної медицини до навчальних програм усіх клінічних дисциплін у медичних університетах.

Ключові слова: кліматичні зміни, інфекційні хвороби, векторні інфекції, зоонози, пандемії, антимікробна резистентність, «Єдине здоров'я», GCCHE, ENCHE, медична освіта.

Кліматичні зміни становлять один із найбільших системних ризиків для здоров'я населення у XXI столітті. Зростання середньорічних температур, збільшення частоти і потужності екстремальних погодних явищ (теплових хвиль, повеней, посух, ураганів), зміни в кількості та сезонності опадів і підвищення рівня Світового океану формують принципово нове епідемічне та клінічне середовище. За прогнозами ВООЗ, протягом 2030–2050 рр. кліматичні чинники зумовлять щонайменше 250 000 додаткових смертей на рік лише від малярії, діарейних хвороб, теплового стресу та недоїдання [1].

Наслідки змін клімату не обмежуються інфекційною патологією. Серцево-судинні, респіраторні, ендокринні, онкологічні та психічні захворювання також зазнають суттєвого впливу кліматичних стресорів, що потребує системного, міждисциплінарного клінічного погляду. Особливої уваги заслуговує роль кліматичних змін у виникненні епідемій і пандемій: від розширення ареалів збудників у серонегативні популяції до реактивації патогенів із вічної мерзлоти та появи нових кліматогенних мікроорганізмів із природними механізмами резистентності до антимікробних препаратів.

Протягом 2025–2026 рр. глобальне медичне освітнє середовище стало свідком важливого інституційного поступу у сфері кліматичної медицини: Глобальний консорціум з кліматичної та медичної освіти Колумбійського університету (GCCHE) партнерував з Європейською мережею кліматичної та медичної освіти (European Network on Climate and Health Education – ENCHE), що об'єднала 25 університетів-засновників з різних країн, у тому числі КУ Левен (Бельгія). 3 березня 2026 р. відбувся спільний запуск оновленого 16-сесій-

© Р. Грицко, 2026



Ця робота ліцензується відповідно до ліцензії
Creative Commons Attribution 4.0 International License
(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

ного курсу «Медицина клімату» з видачею спільних сертифікатів GCSHE/ENCHE (GCSHE, 2026). Ця інституційна розбудова свідчить про зростаюче визнання кліматичної медицини як самостійної академічної дисципліни в Європі та у світі.

Незважаючи на зростаючу доказову базу, компетентності з кліматичної медицини залишаються недостатньо інтегрованими до навчальних планів медичних університетів – як в Україні, так і у світі [2]. Медичні педагоги, що перебувають на перетині наукового знання та клінічної практики, мають унікальну можливість і відповідальність заповнити цю прогалину.

Метою огляду є систематизація сучасних доказових даних щодо багатогранних наслідків кліматичних змін для здоров'я людини – з акцентом на механізми інфекційних і соматичних уражень, ризику виникнення пандемій і нових патогенів, поширення антимікробної резистентності – та обґрунтування пріоритетних напрямів інтеграції цих знань до вищої медичної освіти з урахуванням досвіду GCSHE/ENCHE 2026 р.

Цей наративний огляд підготовлено на основі двох джерел. По-перше, матеріалів відкритих публічних лекцій 16-ї сесії програми «Медицина клімату: програма клінічної підготовки для медичних педагогів» (Climate Medicine: A Clinical Training Program for Healthcare Educators), організованої Глобальним консорціумом з кліматичної та медичної освіти Колумбійського університету (GCSHE) та Європейською мережею кліматичної та медичної освіти (ENCHE), що відбулась 12 травня 2026 р. (GCSHE, 2026). Курс 2026 р. є розширеною версією попереднього: він налічує 16 сесій – 5 фундаментальних (сесії 1–5, березень 2026 р.) та 10 спеціалізованих за клінічними дисциплінами (сесії 6–16, квітень – 12 травня 2026 р.), включаючи кардіопульмональну та невідкладну/хірургічну медицину, первинну допомогу, педіатрію та інфекційні хвороби. Сесія 16 (12 травня 2026 р.) присвячена інфекційним захворюванням, найбільш чутливим до кліматичних змін, – векторним, водним, ґрунтовим та зоонозним інфекціям. По-друге, результатів цільового пошуку рецензованої літератури у базах даних PubMed, Scopus і репозитаріях ВООЗ/МГЗК (квітень–травень 2026 р.).

Наслідки глобального потепління для здоров'я людини є значно ширшими, ніж традиційно пов'язуваний із кліматом інфекційний ризик. Клінічно значущих змін зазнають практично всі системи організму.

Серцево-судинна система є одним із найуразливіших органів-мішеней теплового стресу. Теплові хвилі підвищують ризик гострого інфаркту міокарда, порушень ритму і декомпенсації серцевої недостатності через гемодинамічні, запальні та оксидативні механізми. Популяційні дослідження в Середземноморській Європі та

Центральній Азії демонструють зростання серцево-судинної смертності на 2–5 % на кожен градус Цельсія понад регіональний тепловий поріг [3]. Атмосферне забруднення – дрібнодисперсні частинки (PM_{2.5}) від лісових пожеж і промислових викидів, що інтенсифікуються зі зміною клімату, – є незалежним чинником ризику атеросклерозу, гіпертонічної хвороби і цереброваскулярних подій через ендотеліальну дисфункцію та системне запалення [4].

Для респіраторної системи кліматичні зміни формують потрійне навантаження: подовження сезону пилення і посилення алергенної продукції рослин збільшують захворюваність на бронхіальну астму та алергічний риніт; дим від лісових пожеж провокує загострення ХОЗЛ; зміна температури і вологості розширює ареали спор *Aspergillus* spp. і *Coccidioides* spp., що зумовлює зростання частоти інвазивних мікозів у імунокомпрометованих пацієнтів [4]. Лекції 2026 р. особливо акцентували увагу на можливостях декарбонізації респіраторної медицини – зокрема на виборі типу інгалятора як кліматично значущому клінічному рішенні [5].

В ендокринній сфері виявлено позитивну кореляцію між підвищенням середньорічних температур і захворюваністю на цукровий діабет 2-го типу, опосередковану частково тепло-стрес-індукованим порушенням секреції інсуліну і периферичної чутливості до нього [1]. Хронічна теплова нефропатія – самостійна нозологічна форма хронічної хвороби нирок у сільськогосподарських працівників тропічних і субтропічних регіонів – є прямим наслідком кліматичного потепління і може поширитися у нові географічні зони [4].

Психічне здоров'я зазнає впливу кліматичних змін через пряму психотравму від природних катастроф (ПТСР), хронічний екологічний стрес («екотривогу») та нейробіологічний вплив теплового стресу на серотонінергічну та дофамінергічну системи. Систематичний огляд у *Nature Climate Change* (2021 р.) підтвердив статистично значущий зв'язок між зростанням температур і показниками депресії, тривожності та суїцидальності у кількох країнах [3].

Онкологічний ризик зростає внаслідок посилення ультрафіолетового опромінення через виснаження озонового шару, дії канцерогенних полутантів лісових пожеж (бензол, формальдегід, поліциклічні ароматичні вуглеводні – канцерогени 1-ї групи ВООЗ) та кліматичної деградації агросистем, що загрожують харчовій безпеці та нутритивному статусу населення [3].

Вплив кліматичних змін на інфекційну патологію є опосередкованим складними взаємодіями між патогеном, переносником і хазяїном. Сесія 16 програми GCSHE/ENCHE 2026 р. виокремила чотири основні категорії кліматично-чутливих інфекцій [5].

Векторні інфекції. Температура є первинним детермінантом ареалу членистоногих-переносників. Потепління розширює придатні зони існування комарів, кліщів, москітів і мошок у напрямку полюсів і більших висот. *Aedes aegypti* та *Aedes albopictus* – переносники денге, Зіка і чикунгун'я – зафіксовані вже в Південній і Центральній Європі, на Кавказі та у Причорномор'ї [6]. Кліщі роду *Ixodes* просуваються у холодніші широти Скандинавії, Прибалтики і Карпат; їхній активний сезон у Скандинавії подовжився на 3–4 тижні порівняно з 1980-ми роками [6]. Підвищення температури скорочує екзогенний інкубаційний період збудника в переносника, збільшуючи частку інфікованих особин і потенціал передачі.

Водні інфекції. Зміни характеру опадів і повені призводять до контамінації питних джерел збудниками холери, черевного тифу, лептоспірозу і криптоспоридіозу. Потепління поверхневих вод Балтійського та Каспійського морів стимулює проліферацію *Vibrio vulnificus* і *Vibrio cholerae* – тенденція, що прогнозовано посилиться за сценаріїв потепління на +2 °C і більше [7]. Сесія 2026 р. окремо наголосила на зростанні ризику водних інфекцій після повеней в умовах зруйнованої інфраструктури, що є критично актуальним для постконфліктних зон [5].

Ґрунтові інфекції. Температура і вологість ґрунту визначають виживання *Coccidioides* spp., *Burkholderia pseudomallei* та *Bacillus anthracis*. Особливу небезпеку становить відтавання вічної мерзлоти: спалах сибірки 2016 р. на Ямалі (загибель понад 2 000 оленів, зараження кількох десятків людей) стався внаслідок вивільнення спор із протавшого ґрунту – прямий прецедент кліматично-зумовленого «воскресіння» патогенів [5].

Зоонозні інфекції. Руїнування екосистем, скорочення біорізноманіття і вимушена міграція диких тварин збільшують частоту контактів «дика природа – людина» і ймовірність зооспилловеру. Ебола, SARS-CoV-2, пташиний грип H5N1 і гантавірусна інфекція мають задокументоване зоонозне походження в умовах кліматично-трансформованих екосистем [8].

Кліматичні зміни є структурним чинником, що сприяє не лише підсиленню трансмісії вже відомих збудників, а й виникненню принципово нових інфекційних загроз.

Введення патогенів у серонегативні популяції. Кліматично-зумовлена географічна експансія переносників переносить збудників у регіони, населення яких не має набутого імунітету, що підвищує атак-рейт і ступінь тяжкості хвороби. Цей механізм пояснює поширення денгевої гарячки у Середземноморській Європі (місцеві випадки у Франції, Іспанії, Хорватії) і зростаючий потенціал малярійної передачі в субтропічних регіонах [6]. Доповідачі сесії 16 (2026 р.) підкреслили, що для Європи – зокрема країн-членів ENCHE – це вже не теоретич-

на загроза, а реальний клінічний виклик, що вимагає негайного перегляду диференційно-діагностичних алгоритмів [5].

Вічна мерзлота як резервуар давніх патогенів.

Арктична вічна мерзлота містить біологічний матеріал, законсервований тисячоліттями тому. Французькі вірусологи у 2015–2023 рр. реактивували кілька ліній гігантських вірусів (*Pandoravirus*, *Pithovirus*), що пролежали у льодах Сибіру понад 48 500 років. Хоча ці ізоляти не патогенні для людини, їхня біологічна активність після геологічних строків кріоконсервації підтверджує, що мерзлота може містити невідомі людству збудники, щодо яких сучасна популяція позбавлена будь-якого імунного захисту [4].

Посилений зооспилловер і пандемічний ризик.

За оцінками Global Virome Project і EcoHealth Alliance, від 540 000 до 850 000 вірусів із потенціалом зараження людини циркулюють у дикій природі, більшість з яких ніколи не контактувала з людиною. Математичне моделювання, опубліковане у Nature [9], прогнозує понад 15 000 нових вірусних передач між видами ссавців до 2070 р. внаслідок кліматично-спричиненого переміщення тварин-резервуарів. Досвід пандемії COVID-19 – спричиненої зоонозним SARS-CoV-2 за умов кліматично-трансформованих екосистем – є найвагомішим емпіричним аргументом реальності цього ризику [8].

Нові грибкові патогени. Гомойотермія традиційно захищала людину від більшості грибкових інфекцій. Глобальне потепління прискорює термоадаптацію грибів, знижуючи цей бар'єр. *Candida auris* – мультирезистентний збудник, що з'явився практично одночасно на трьох континентах на початку 2010-х рр., – розглядається як перший задокументований приклад кліматогенного грибкового патогена. Його природна резистентність до флуконазолу та амфотерицину В у поєднанні з пандемічним поширенням є предметом серйозного занепокоєння клінічної мікробіології та інфектології [10].

Концепція «Єдиного здоров'я» (One Health) в контексті кліматичних змін, що визнає нерозривний зв'язок між здоров'ям людини, тваринного світу та екосистем, є найбільш науково обґрунтованою організаційною відповіддю на кліматично-інфекційні загрози. Кліматичні зміни є спільним дестабілізуючим чинником для всіх трьох компонентів цієї системи. Сесія 16 програми GCSHE/ENCHE 2026 р. особливо наголосила на ролі *One Health* як методологічної основи для підготовки лікарів у країнах-членах ENCHE, де зооспилловер є зростаючою клінічною реальністю [5]. Ключові елементи підходу включають:

– інтегрований нагляд за здоров'ям людини, тварин і довкілля для раннього виявлення нових патогенів і прогнозування спалахів;

– міждисциплінарну співпрацю між лікарями, ветеринарами, екологами, кліматологами та фахівцями з громадського здоров'я;

– системи раннього запобігання на основі кліматичних прогнозів і екологічного моделювання;

– захист екосистем і біорізноманіття як структурного буфера між дикою природою та людиною [3].

Антимікробна резистентність є самостійною глобальною загрозою здоров'ю, і її зв'язок із кліматичними змінами є двостороннім та взаємно підсилюючим.

Підвищення температури середовища самостійно прискорює горизонтальне перенесення генів резистентності між бактеріями. Дослідження MacFadden et al. (2018) у *Nature Climate Change* засвідчило, що кожен додатковий 1 °C середньорічної температури асоціювався з підвищенням частки резистентних штамів *Escherichia coli* та *Pseudomonas aeruginosa* на 2–4 % у репрезентативних популяційних когортах – незалежно від рівня споживання антибіотиків [11].

Кліматичні катастрофи (повені, урагани) систематично руйнують медичну інфраструктуру, позбавляючи клініцистів можливості мікробіологічної верифікації діагнозу і змушуючи до масового емпіричного призначення антибіотиків – прямий шлях до прискореної селекції резистентних штамів [11]. Доповідачі 2026 р. підкреслили, що постконфліктні та постповеневі сценарії є найвищим рівнем АМР-ризиків і повинні мати окремі протоколи антибіотикотерапії [5].

Candida auris є найбільш показовим прикладом кліматогенної АМР: збудник демонструє природну резистентність до флуконазолу та нерідко до амфотерицину В. Провідні мікологи пов'язують його конвергентну незалежну появу на трьох континентах із кліматично-прискореною термоадаптацією, що знизила теплову захисну функцію хазяїна [10]. Потепління поверхневих і ґрунтових вод також інтенсифікує плазмід-опосередкований обмін генами резистентності у водних мікроорганізмах, формуючи середовищний резервуар АМР з прямими клінічними наслідками [11].

Україна перебуває в епіцентрі поєднаної дії трьох взаємно підсилюючих загроз: кліматичних змін, наслідків збройного конфлікту і зростаючої АМР.

За даними Українського гідрометеорологічного центру, середньорічна температура в Україні зросла приблизно на 1,2 °C за останні 30 років – темп, що перевищує середньосвітовий. Захворюваність на Лайм-бореліоз і кліщовий вірусний енцефаліт демонструє стійке зростання, що збігається із загальноєвропейськими тенденціями розширення ареалу *Ixodes ricinus* [6]. Гарячка Західного Нілу вже спричиняє підтверджені випадки захворювання людей в Одеській та Миколаївській областях, а математичні прогнози передбачають

інтенсифікацію місцевої передачі за сценарієм потепління на 1,5–2 °C. Кримська геморагічна гарячка (переносник – кліщі роду *Hyalomma*, ареал яких розширюється на північ) є реальним кліматогенним ризиком для південних областей [6].

Збройний конфлікт суттєво посилює ці ризики через руйнування систем водопостачання та каналізації (підвищений ризик водних інфекцій), масове переміщення населення (скупченість, погіршення санітарних умов), зниження охоплення вакцинацією (ризик повернення кору, дифтерії, поліомієліту) та неконтрольоване призначення антибіотиків без мікробіологічної верифікації (прискорення АМР у ранових інфекціях) [3]. Доповідачі сесії 16 спеціально акцентували увагу на тому, що постконфліктні ситуації мають специфічний профіль інфекційного ризику і потребують адаптованих клінічних протоколів, відмінних від стандартних мирних умов [5].

Для системи охорони здоров'я і медичної освіти України це означає необхідність формування кліматично-чутливого епідеміологічного нагляду, адаптованих протоколів антибіотикотерапії для умов конфлікту/катастрофи та негайної інтеграції кліматичної медицини до навчальних планів медичних університетів. Участь українських медичних університетів у програмі ENCHE як структурному партнері була б важливим кроком до цієї інтеграції.

Програма GCCHE/ENCHE 2026 р. є якісно новою порівняно з попередніми ітераціями: розширення до 16 сесій із включенням хірургії та невідкладної медицини, кардіопульмональної допомоги та первинної практики підкреслює, що кліматична медицина є не нішевою спеціальністю, а наскрізною компетентністю для лікарів будь-якого фаху. Формалізація через ENCHE як мережу 25 європейських університетів-засновників перетворює кліматичну медичну освіту з курсу-ентузіастів на інституційний стандарт для Європейського освітнього простору [5].

На основі матеріалів сесії 16 та доказової бази огляду пропонуємо такі пріоритетні напрями інтеграції кліматичної медицини до вищої медичної школи [2, 5]:

– включення кліматичного анамнезу до стандартного клінічного розпитування (відвідування нових ендемічних зон, тепловий або повеневий вплив, постконфліктний статус) – у дисциплінах інфекційних хвороб, внутрішньої медицини, педіатрії та сімейної медицини;

– розширення диференційно-діагностичного мислення: інтеграція в диференційний ряд захворювань, ареал яких зміщується внаслідок потепління (денге, чикунгун'я, гарячка Західного Нілу, Лайм-бореліоз у нових широтах, лейшманіоз), – тема, яку окремо підкреслили доповідачі сесії 16 [5];

– симуляційні клінічні сценарії: «пацієнт з гарячкою після повені», «спалах трансмісивної інфекції під час теплової хвилі», «ранова інфекція з підозрою на мультирезистентний збудник у постконфліктних умовах»;

– міждисциплінарні навчальні модулі за підходом *One Health*, де заняття ведуть спільно клінічний лікар, ветеринар та еколог;

– формування розуміння ролі лікаря як учасника системи кліматично-чутливого епідеміологічного нагляду – не лише діагноста, а й «сенсора» для виявлення нових загроз на популяційному рівні;

– вивчення можливостей декарбонізації клінічної практики – зокрема антимікробного стюардшипу та вибору лікарських форм з мінімальним вуглецевим слідом [5];

– інституційна участь українських медичних університетів у мережі ENCHE як стратегічний крок до інтеграції в Європейський освітній та науковий простір кліматичної медицини.

Висновки

1. Кліматичні зміни мають багатфакторний вплив на здоров'я людини, охоплюючи соматичну патологію (серцево-судинну, респіраторну, ендокринну, онкологічну, психічну) та інфекційні захворювання – через розширення ареалів переносників, зміни сезонності спалахів, порушення екосистем і контамінацію водних джерел.

2. Кліматичні зміни є структурним чинником епідемічної та пандемічної загрози: вони сприяють зооспіловеру, впровадженню патогенів у серонегативні популяції, реактивації збудників із вічної мерзлоти та термоадаптації грибів, що раніше стримувалася гомойотермним захистом організму.

3. Концепція «Єдиного здоров'я» (*One Health*) з інтегрованим наглядом за здоров'ям людини, тварин і довкілля та міждисциплінарною координацією є най-

ефективнішою науково-організаційною відповіддю на кліматично-зумовлені інфекційні загрози і повинна бути методологічною основою підготовки лікарів-інфекціоністів, епідеміологів і лікарів загальної практики.

4. Антимікробна резистентність прискорюється кліматичними змінами через підвищення температури середовища, нераціональне призначення антибіотиків під час катастроф та появу термоадаптованих стійких грибкових патогенів. Ефективна відповідь має поєднувати антимікробний стюардшип із кліматично-адаптованими протоколами терапії.

5. Україна знаходиться під одночасним впливом кліматичних змін, наслідків збройного конфлікту та зростаючої АМР – синергічне поєднання, що вимагає негайних і скоординованих дій у сферах охорони здоров'я, санітарно-епідеміологічного нагляду та медичної освіти, включно зі специфічними постконфліктними клінічними протоколами.

6. Інституційна розбудова міжнародних програм кліматичної медичної освіти – зокрема заснування ENCHE (25 університетів, березень 2026 р.) та спільна сертифікація GCSHE/ENCHЕ – засвідчує перехід кліматичної медицини від курсу ентузіастів до інституційного стандарту в Європейському освітньому просторі. Участь українських медичних університетів у цій мережі є стратегічним пріоритетом.

7. Вивчення впливу кліматичних змін на здоров'я людини є стратегічним пріоритетом вищої медичної школи. Інтеграція кліматичних компетентностей до навчальних планів усіх клінічних дисциплін, розробка симуляційних сценаріїв і формування розуміння ролі лікаря як учасника епідемічного нагляду є невідкладними завданнями для медичних університетів України.

Література

1. World Health Organization. (2023a). *Climate change and health*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>
2. Ahdoon, S., Pacheco, S. E., & Council on Environmental Health. (2015). Global climate change and children's health. *Pediatrics*, 136(5), e1468–e1484. <https://doi.org/10.1542/peds.2015-3233>
3. World Health Organization. (2023b). *One Health*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/one-health>
4. Mora, C., McKenzie, T., Gaw, I. M., Dean, J. M., von Hammerstein, H., Knudson, T. A., & Franklin, E. C. (2022). Over half of known human pathogenic diseases can be aggravated by climate change. *Nature Climate Change*, 12(9), 869–875. <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01426-1>
5. Global Consortium on Climate and Health Education. (2026, May 12). *Climate Medicine: Session 16 – Infectious Diseases* [Webinar recording]. Columbia University Mailman School of Public Health and European Network on Climate and Health Education. [\[publichealth.columbia.edu/research/programs/global-consortium-climate-health-education/courses-trainings/climate-medicine-clinical-training-program-healthcare-educators\]\(https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/one-health\)](https://www.

</div>
<div data-bbox=)

6. Semenza, J. C., & Suk, J. E. (2018). Vector-borne diseases and climate change: A European perspective. *FEMS Microbiology Letters*, 365(2), fnx244. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnx244>

7. Rohr, J. R., Barrett, C. B., Civitello, D. J., Craft, M. E., Delius, B., DeLeo, G. A., & Tilman, D. (2019). Emerging human infectious diseases and the links to global food production. *Nature Sustainability*, 2(6), 445–456. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0293-3>

8. Bartlow, A. W., Manore, C., Xu, C., Kaufeld, K. A., Del Valle, S., Ziemann, A., & Fair, J. M. (2019). Forecasting zoonotic infectious disease response to climate change: Mosquito vectors and a changing environment. *Veterinary Sciences*, 6(2), Article 40. <https://doi.org/10.3390/vetsci6020040>

9. Carlson, C. J., Albery, G. F., Merow, C., Trisos, C. H., Zipfel, C. M., Eskew, E. A., & Bansal, S. (2022). Climate change

increases cross-species viral transmission risk. *Nature*, 607, 555–562. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04788-w>

10. Casadevall, A., Kontoyiannis, D. P., & Robert, V. (2019). On the emergence of *Candida auris*: Climate change, azoles, swamps, and birds. *mBio*, 10(4), e01397-19. <https://doi.org/10.1128/mBio.01397-19>

Climate change as a multifactorial determinant of infectious and somatic pathology: mechanisms, pandemic risks, antimicrobial resistance, and educational priorities for medical universities

Roman Grytsko

Danylo Halytsky Lviv National Medical University

SUMMARY. *Climate change represents one of the most systemic threats to global public health, simultaneously affecting somatic pathology and the epidemiology of infectious diseases. The aim of this review is to synthesise current evidence on the mechanisms of climate-driven human health impairment, risks of epidemic and pandemic emergence, spread of antimicrobial resistance (AMR), and to substantiate the necessity of integrating climate medicine into medical university curricula. The review is based on materials from Session 16 of the updated programme «Climate Medicine: A Clinical Training Program for Healthcare Educators» (12 May 2026), organised by GCCHE (Columbia University) in partnership with the European Network on Climate and Health Education (ENCHE, 25 founding universities including KU Leuven), and a targeted literature search in PubMed, Scopus and WHO/IPCC databases (2015–2026). Global warming is shown to expand vector ranges, prolong transmission seasons, facilitate zoonotic spillover and – through permafrost thaw – reactivate ancient microorganisms. The climate-driven burden on cardiovascular, respiratory, endocrine and mental health is characterised. Rising temperatures accelerate horizontal resistance gene transfer while climate disasters promote irrational antibiotic use. The One Health framework is identified as the most effective organisational response. The formal establishment of ENCHE in March 2026 marks a transition from climate medicine as a niche discipline to an institutional standard across European medical education. Mandatory integration of climate medicine into all clinical curricula is concluded to be an urgent strategic imperative for medical universities in Ukraine.*

Keywords: *climate change; infectious diseases; vector-borne infections; zoonoses; pandemics; antimicrobial*

11. MacFadden, D. R., McGough, S. F., Bhatt, D. L., Brownstein, J. S., & Bhatt, S. (2018). Antibiotic resistance increases with local temperature. *Nature Climate Change*, 8(6), 510–514. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0161-6>

resistance; One Health; GCCHE; ENCHE; medical education.

Відомості про автора:

Грицько Роман – доктор наук з державного управління, заслужений професор європейського професійного докторату, канд. мед. наук, доцент кафедри інфекційних хвороб Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького; e-mail: grytskoroman@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7086-8399>.

Information about the author:

Roman Grytsko – DSc (Public Administration), Honored Professor of the European Professional Doctorate, Candidate of Medical Sciences (PhD), Associate Professor, Department of Infectious Diseases, Danylo Halytsky Lviv National Medical University; e-mail: grytskoroman@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7086-8399>.

Конфлікт інтересів / Conflict of interest. Автор заявляє про відсутність конфлікту інтересів. *The author has no conflict of interest to declare.*

Інформація про фінансування / Funding statement. Дослідження не мало зовнішніх джерел фінансування. *The review received no external funding.*

Внесок автора / Author's contribution. Концепція та дизайн роботи, пошук і аналіз літератури, написання тексту, редагування, остаточне затвердження публікації. *Concept and design, literature search and analysis, writing, editing, final approval.*

Заява щодо використання ШІ / AI usage statement. У підготовці рукопису використано Claude AI (Anthropic) для підтримки редагування тексту та форматування; зміст і наукові судження є винятково авторськими. *Claude AI (Anthropic) was used to assist with text editing and formatting; all content and scientific judgments are solely those of the author.*

Надійшла до редакції / Received for editorial office on 11.06.2026.

Прийнята після рецензування / Accepted after review on 25.08.2026.

Подана до друку / Submitted for printing on 11.09.2026.