

4. Фінансування охорони здоров'я в Україні: стійкість в умовах війни. Копенгаген: Європейське регіональне бюро ВООЗ; 2022.
5. Жаліло Л. І., Мартинюк О.І. Стратегії змін у сфері охорони здоров'я в умовах соціально-економічних реформ в Україні. *Державне управління: теорія та практика*. 2011. № 1. <http://www.academy.gov.ua/ej13/index.htm>
6. Євромапа здоров'я. 2020. URL: http://neweurope.org.ua/wp-content/uploads/2020/05/1590764088994_Evromap_health_01-29_graf_ukr.pdf
7. Закон України «Про державні фінансові гарантії медичного обслуговування населення» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2168-19#Text>
8. Закон України Про внесення змін до Закону України «Про Державний бюджет України на 2022 рік» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2675-20#Text>

ОЦІНКА СУЧАСНОГО СТАНУ РЕГІОНАЛЬНОЇ КЛІМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ ТА СХІДНОЇ ЄВРОПИ З МОЖЛИВОСТЯМИ СЕЗОННОГО ПРОГНОЗУВАННЯ

Тимофеев В.Є.¹, Клок С.В.¹, Корнус А.О.², Корнус О.Г.²

¹ Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України,
e-mail: tvvladys@gmail.com

² Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка

Вступ. Сучасний стан кліматичної системи характеризується продовженням фази глобального потепління, на тлі посилення сонячної активності, підвищеної активності Ель-Ніньо, зміни атмосферної циркуляції. У той же час, в Арктиці, більшості європейських країн та в Україні воно продовжується, з деяким перерозподілом сезонних характеристик, з іншого боку, потепління призупинилося в районі Антарктичного півострова, а також півночі Канади та на Алясці. Глобальне потепління в першу чергу проявляється багаторічною зміною приземної температури повітря (ПТП) планети та окремих регіонів. Протягом останніх ста років відзначено дві фази підвищення ПТП – на початку 20-го століття та з 1980-х рр. (рис. 1А), причому аналогічне потепління реєструється й за даними ОГМС Київ, і аномалія середньої річної ПТП від сучасної норми сягає 2,0 °С (рис. 1Б).

Сучасна тенденція пов'язана з активізацією теплої фази явища Ель-Ніньо в Тихому океані, а аномалії останніх років – з супер-Ель-Ніньо 2016 р., після якого глобальна температура дещо стабілізувалася [13, 16]. Регіональні показники потепління різняться. Підвищення температури повітря спостерігається в багатьох районах помірних широт, включаючи більшість європейських країн й практично всі регіони України [1-5]. Для кожного регіону важлива інтерпретація місцевих змін, включаючи просторові та сезонні особливості та очікувані наслідки почастищення небезпечних явищ, у поєднанні

із заходами адаптації [9]. Згідно з звітами Міжурядової комісії зі зміни клімату (IPCC), у 1991-2010 рр., кількість природних аномалій щодо попередніх десятиліть збільшилась у 2,6 рази, що призвело до зростання економічної шкоди у розвинених країнах у 7,3 рази [13].

Клімат України в цілому сприятливий для розвитку різних галузей економіки, зокрема землеробства та тваринництва, завдяки сприятливому рівню інсоляції, зволоженню [4]. Але певні поєднання агрокліматичних умов можуть зумовлювати несприятливі явища, насамперед посушливі явища у літній сезон, які завдають шкоди сільськогосподарському виробництву, енергетиці, транспорту та іншим галузям економіки [3].

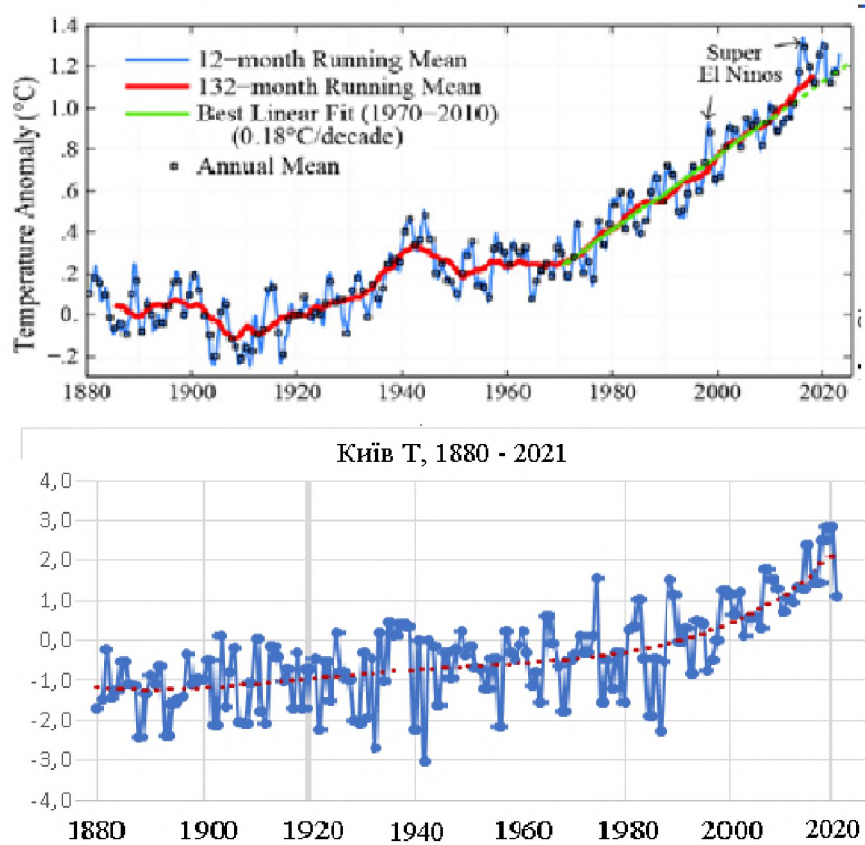


Рис. 1: А – Аномалія глобальної температури повітря (°C), від кліматологічної норми 1880-1950 рр. (за даними Інституту космічних досліджень Годдарда), Б – Аномалія середньої річної температури повітря ОГМС Київ (від норми 1961-2021 рр.

Результати. У цій роботі характеризується комплекс геофізичних величин, що характеризують як внутрішні, так і зовнішні кліматоутворюючі фактори. Багаторічну зміну середньої річної ПТП за даними станції Київ показано на наступному рис. 2А, з якого видно початок сучасного потепління з 1990-х років. Київ є репрезентативним пунктом півночі України та демонструє найбільше підвищення ПТП за останні десятиліття. Особливо значне потепління відзначено у центральному місяці літнього сезону (липні). Загалом

відзначено значну кореляцію з ходом глобального потепління, хоча в окремі сезони та місяці проявляється значна міжрічна мінливість.

Багаторічна зміна середньої річної ПТП корелюється зі зміною інших величин – зменшенням кількості атмосферних опадів та зростанням потенціалу посушливості, ілюструючи перехід з 1990-х років до сучасного клімату, на тлі збільшення тривалості сонячного сяйва (ТСС) й інтенсифікації сонячної активності [5]. За даними ст. Київ відзначено зміну знаку тренду ТСС – підвищення, починаючи з середини 1980-х років (рис. 2В), що підтверджується висновками досліджень [11]. Важливо, що така зміна знаку тренду ТСС загалом спостерігається у Центральній та Східній Європі.

Виразна негативна тенденція кількості опадів спостерігається протягом вегетаційного періоду, що може призвести до збільшення періоду посушливих умов, особливо після малосніжних зим (рис. 2F). Посилення потенціалу посушливості фіксується з початку 2000-х років із максимальною повторюваністю у 2010-2020 роках, коли посухи стали фіксуватися протягом кількох послідовних місяців чи сезонів.

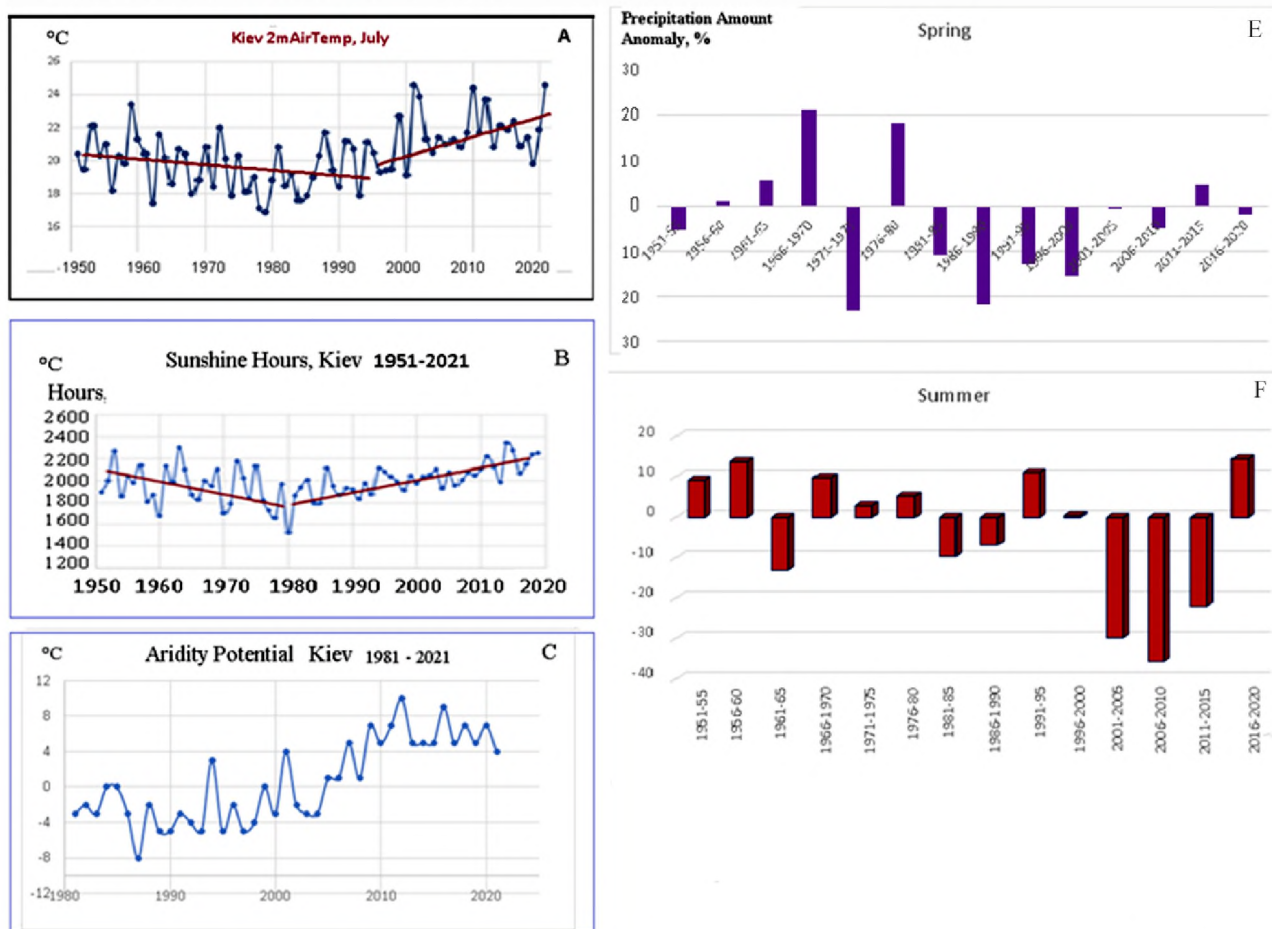


Рис. 2 Багаторічна зміна середньої місячної температури повітря ОГМС Київ: липень (А), січень (В) (°C), 1951-2021 рр., потенціал засух 1981-2021, °C (С), ТСС (D), аномалія кількості опадів на ОГМС Київ: за весняний сезон (F), за літній сезон (G).

Загальне зростання частоти комплексу небезпечних явищ зумовлює ступінь екстремальності клімату, яка загалом посилюється, внаслідок потепління практично у всі сезони року. Разом з нею, підвищується кліматична вразливість більшості областей, яка зростає з заходу на схід

На тлі зростаючого дефіциту атмосферних опадів, найбільш вразливими є області півдня і південного сходу України (Причорномор'я, осередки сходу, центру), що найчастіше перебувають під впливом комплексу екстремальних умов. Цей вплив посилюється у останні роки, що необхідно враховувати при складанні довгострокових прогнозів погоди та плануванні економіки на майбутнє [5, 9]. Згадані області і раніше відчували підвищену посушливість, але тепер небезпека поширилася на центральні та північні області у зв'язку з посиленням антициклогенезу. Це ілюструється посиленням аномалії геопотенціалу АТ-500 гПа (рис. 3А), що охопив більшу частину України.

У той же час, відзначимо, що південні області відчують кліматичну вразливість не тільки через посилення посушливості, а й літніх конвективних явищ, значну міжрічну та міжсезонну мінливість екстремальних опадів, а також підвищену частоту небезпечних зимових явищ через більшу повторюваність південних циклонів.

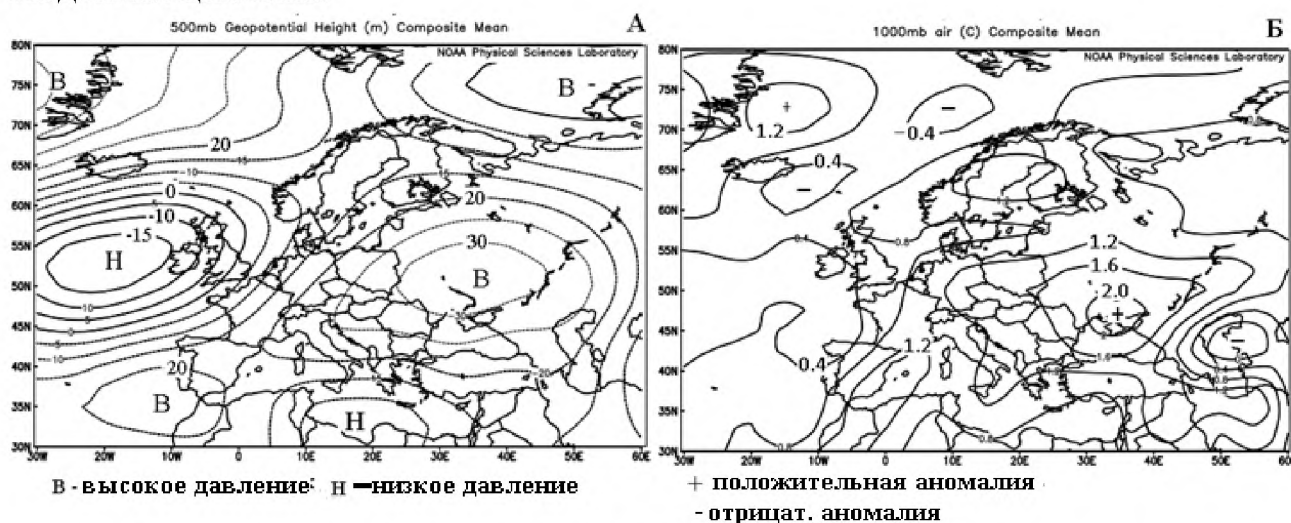


Рис. 3. Аномалія поля геопотенціалу АТ-500 гПа (А), аномалія поля температури повітря АТ-1000 гПа (Б) між десятиліттями 2001-2021 и 1971-2000 гг., липень-серпень (Реаналіз NCEP-NCAR).

Особливості атмосферної циркуляції, прогностичний потенціал кліматичних та атмосферних індексів.

Сьогодні стан регіональної кліматичної системи Атлантико-Європейського сектору оцінюється за допомогою відомих індексів Північно-атлантичного коливання (NAO), Середземноморського коливання (MO), Північноморського-Каспійського (NCP) та Східно-Європейського (EA/WR). Індекси відбивають як зональні, так і меридіональні градієнти тиску в тропосфері та взаємодію між

собою центрів дії атмосфери (ЦДА) [16-19]. Це призводить до виникнення квазі-стабільних повільних кліматичних сигналів (телеконекції) – режимів мінливості або коливань, які викликають періодичні зміни в циркуляції, характеру погодних умов регіону.

Традиційно довготривалі зміни в системі «Океан-Атмосфера» оцінюються за допомогою індексу десятирічного тихоокеанського коливання (Pacific Decadal Oscillation, PDO). Природні коливання цього індексу показують 30-річні цикли, причому у межах циклів зберігаються просторові зв'язки з регіональними метеорологічними величинами. Мінливість PDO, починаючи з 1901 року показує перехід від від'ємної фази (у середині століття) до додатної наприкінці 20-го століття. Сучасний період характеризується переважно додатними значеннями.



Рис. 4. Коефіцієнт кореляції (ковзний з постійним вікном 30 років) між середнім річним значенням PDO та аномалією ПТП Києва: кореляції асинхронні між середнього річного PDO та ПТП Києва січень-березень, розраховані з постійним вікном 30 років, з 1901 р. (А); кореляції синхронні між місячними значеннями PDO та ПТП Києва, між періодами 1951-85 та 1986-2021 рр. (Б).

Механізми, що породжують PDO, визначають, чи можливі вправні кліматичні прогнози PDO на десятиліття. Наприклад, якщо PDO виникає через взаємодію атмосфера-океан, яка вимагає не менше 10-річного часу пристосування до мінливості океану, тоді більшість явищ будуть

передбачуваними із завчасністю до 10 років. Кліматична інформація PDO покращує сезонні та річні прогнози для Північної Америки та інших регіонів Північної півкулі через стійкість сигналу на сезонному та річному масштабі. З точки зору впливу на суспільство, використання PDO є важливим, оскільки воно показує, що «нормальні» кліматичні умови можуть змінюватися протягом періодів часу, які порівнювані з тривалістю життя людини.

На рис. 4А показано ковзну кореляцію між середнім річним значенням PDO та сезонною аномалією ПТПП Києва, при цьому видно зміну знаку між періодами 1951-85 рр. та 1986-2021 рр., що відповідає зміні циклів PDO. Ця мінливість підтверджується зміною знаку синхронної кореляції між місячними значеннями PDO та ПТПП на ОГМС Київ, між тими ж часовими періодами – рис. 4Б. Значна кореляція виявлена для лютого-квітня, що можна використовувати для складання ДПП.

Таким чином визначається кліматичний стан у рамках низькочастотної мінливості, або «нормальні» кліматичні умови, причому в рамках циклів зберігаються просторові зв'язки з регіональними метеорологічними величинами, як синхронні та асинхронні, що формує кліматичний режим у окремі роки та сезони.

На наступному етапі було досліджено значення регіональних індексів. Зокрема для Атлантико-Європейського сектора використовується індекс NAO з метою прогнозу на зимовий сезон. З фізичної точки зору NAO характеризує ступінь взаємодії між Ісландським мінімумом і Азорським максимумом. Чим більше баричний градієнт між ними, тим сильніше західне перенесення, тим більше циклонів надходить до Європи, що відбиває рис. 5 – переважання додатної фази NAO з 1980 х рр., хоча останні 20 років характеризуються значною міжрічною мінливістю індексу.

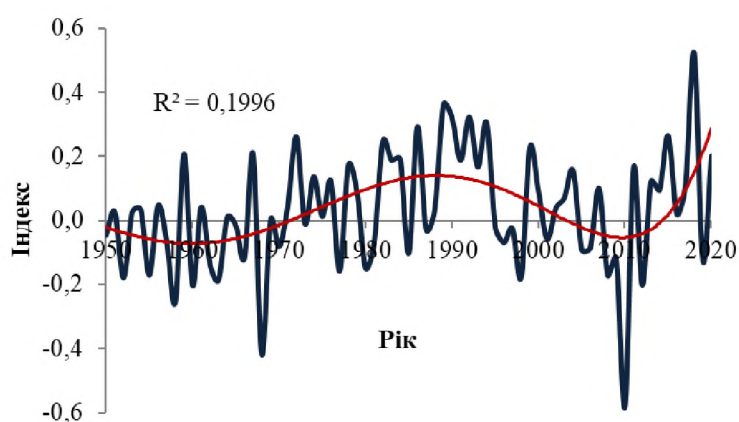


Рис. 5. Динаміка річного індексу північно-атлантичного коливання (гПа) за період 1950-2020 рр.

На рис. 6 показані телеконекції NAO – просторові кореляційні зв'язки цього індексу з температурою повітря на рівні АТ-1000 гПа (T_{1000}), як синхронні для січня та березня (зліва), так і асинхронні (справа) за -3 місяці (індекс раніше у часі, ніж T_{1000}). Просторова синхронна кореляція індексу показує наявність області значущої кореляції на північ та захід України, із зниженням кореляції з півночі на південь. Це свідчить про більший прогностичний потенціал NAO для західних та північних областей. Просторова асинхронна кореляція показує зміну знаку для січневої T_{1000} (вона стає від'ємною), і збереження значимої додатної кореляції для березня, причому окремий центр кореляції існує над сходом України. Такі коливання із зміною знаку асинхронної кореляції є типовими для переходу між сезонами, що потрібно враховувати при складанні прогнозів.

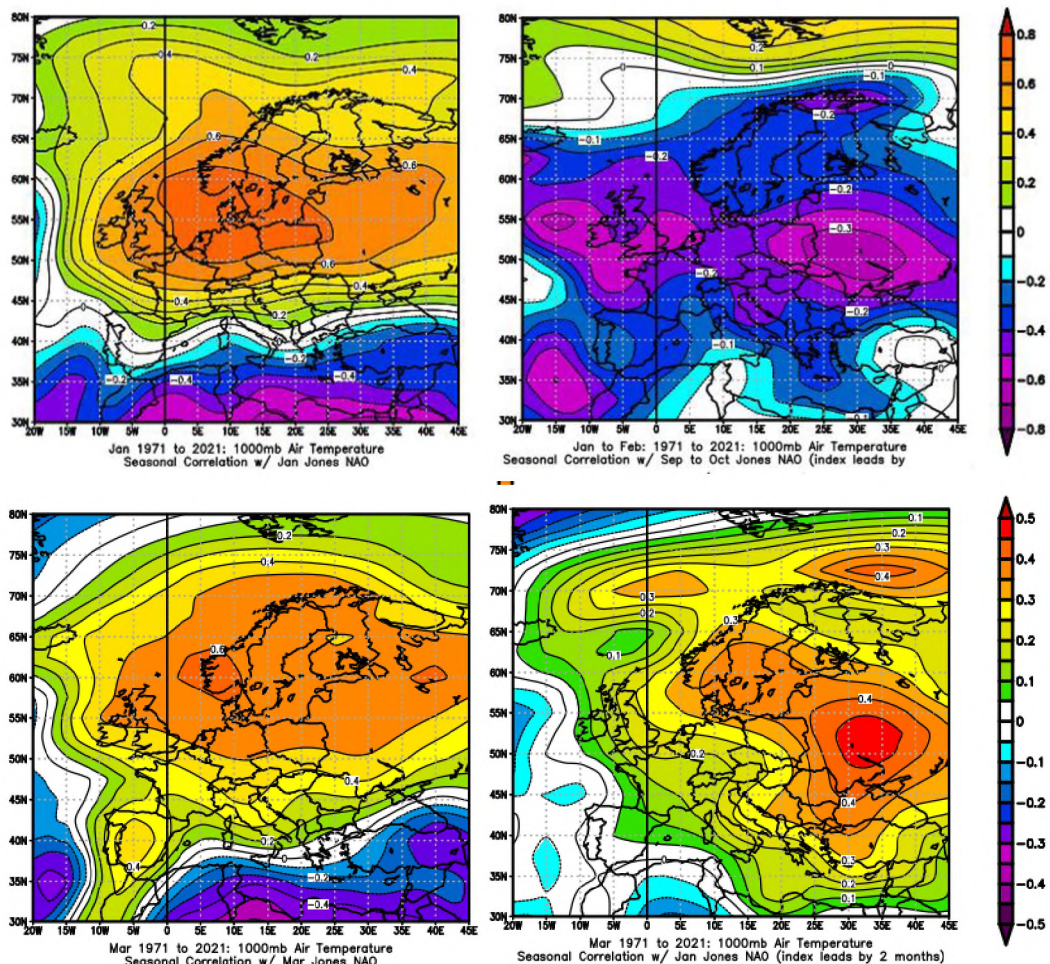


Рис. 6. Просторова кореляція індексу Північноатлантичного коливання та температурою повітря на рівні АТ-1000 гПа: синхронні для січня (А) та березня (В); асинхронна за -3 міс. NAO (Б, Г), за 1971-2021 рр.

Традиційно індекс NAO використовується у прогнозах на зимовий сезон, однак останніми десятиліттям знайдено ознаки, що дозволяють використовувати NAO для прогнозу окремих явищ літнього сезону. Так,

підвищилась ступінь зв'язку між NAO та регіональною аномалією температури повітря, отримана методом ковзної кореляції з постійним кроком 15 років (рис. 7). При цьому, для початку літнього сезону кореляція додатна, а для червень-серпня – від'ємна, що треба враховувати при побудові прогностичних моделей.

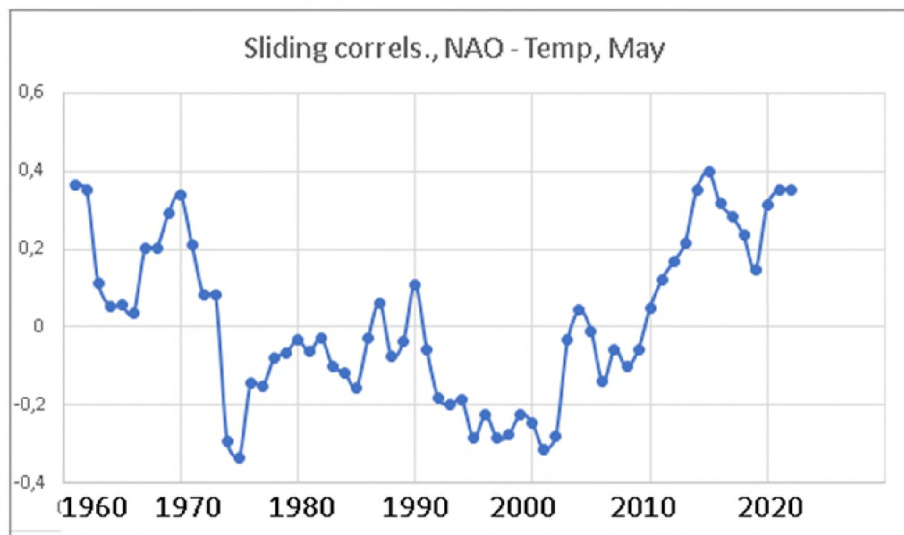


Рис. 7. Коефіцієнт крос-кореляції між індексом NAO та аномалією температури повітря півдня України (травень, 1960-2020 рр.), методом ковзної кореляції з постійним вікном 15 років.

Для аналізу та прогнозу зимових холодних періодів використовується Арктичне коливання (АО), що характеризує ступінь потужності арктичного антициклону. Прийнято виділяти 2 фази – додатну та від'ємну. Характерною рисою від'ємної фази є переважання відносно високого атмосферного тиску над арктичними районами над значеннями низького тиску в середніх широтах. При додатній фазі спостерігається протилежна структура баричного поля. Підвищений атмосферний тиск над середніми широтами змушує циклони рухатися вдовж більш високих широт, обумовлюючи тим самим збільшення кількості опадів в Алясці, Великобританії та Скандинавії, той же час, як у Середземномор'ї та на заході США спостерігається більш суха погода. Через активну циклонічну діяльність, в Європі, за винятком її південних районів, спостерігається волога погода з частими штормовими вітрами.

Від'ємна фаза даного показника характеризується вторгненнями арктичного повітря в Європу, а також на територію Північної Америки. Багаторічна зміна індексу АО за період 1950-2020 рр. показана на рис. 8, із загальним зростанням значень впродовж періоду глобального потепління (посилення західного потоку), а також додатковим посиленням у останні десятиліття.

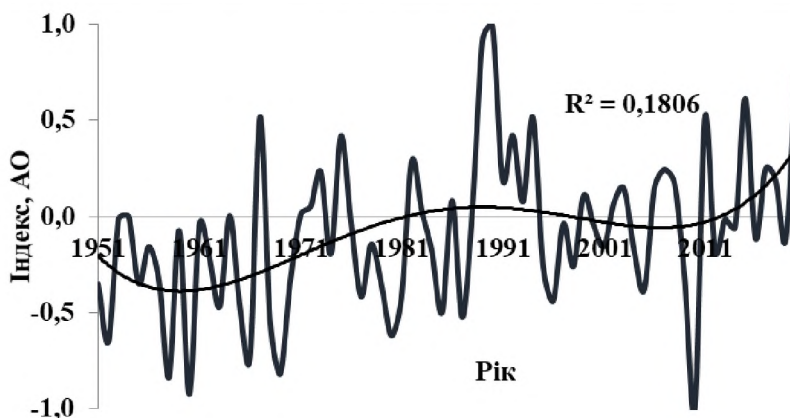


Рис. 8. Багаторічна зміна індексу арктичного коливання за 1950-2020 рр.

Також нами проаналізовано аномалії значень АО при похолоданнях, які мали місце впродовж холодного та теплого сезонів, що демонструє рис. 9. Слід відмітити, що при зимових похолоданнях аномалії АО рівномірно розподіляються в діапазоні від -2 до 2, а в теплий сезон року значення АО здебільшого мають позитивні значення, що є певним свідченням діагностичного та прогностичного потенціалу.

Проведений аналіз аномалій температури повітря продемонстрував більшу прогностичну ефективність розглянутих індексів атмосфери у холодний період року, що пов'язано з підвищеною активністю атмосфери взимку. Проте, окремі із них, зокрема, АО та NAO, демонструють наявність стійкої трендової складової в теплий період року. Очевидно, їх наявність має місце на фоні глобальних змін клімату.

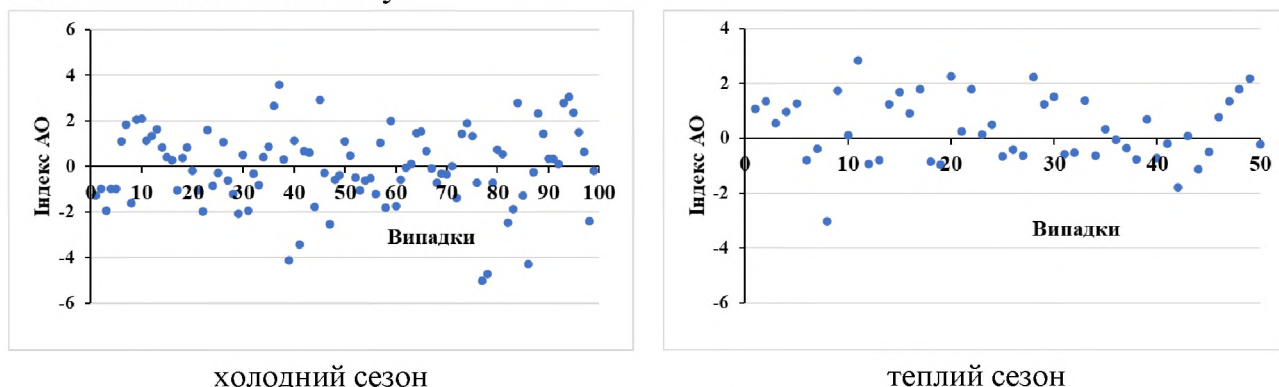


Рис. 9. Розподіл індексу арктичного коливання в екстремально холодні дні впродовж холодного та теплого сезонів року за період 1991-2017 рр.

Наведемо приклад прогностичних можливостей комплексу індексів для окремих явищ зимового сезону, зокрема ожеледі. Розподіл добового індексу Північноатлантичного (рис. 10А) та Арктичного коливання (рис. 10Б) перед початком явища ожеледі показано нижче. Як можна бачити з рис. 10, якщо індекс NAO значно підвищується за тиждень перед явищем, то АО – поступово

знижується. Для впровадження прогнозу у оперативну практику необхідні перевірки на незалежному матеріалі, але зазначимо, що оскільки ожеледь формується у передній частині південних циклонів, то можливо розширити прогностичні можливості в цілому для прогнозу виходу цих циклонів у холодний сезон очевидні.

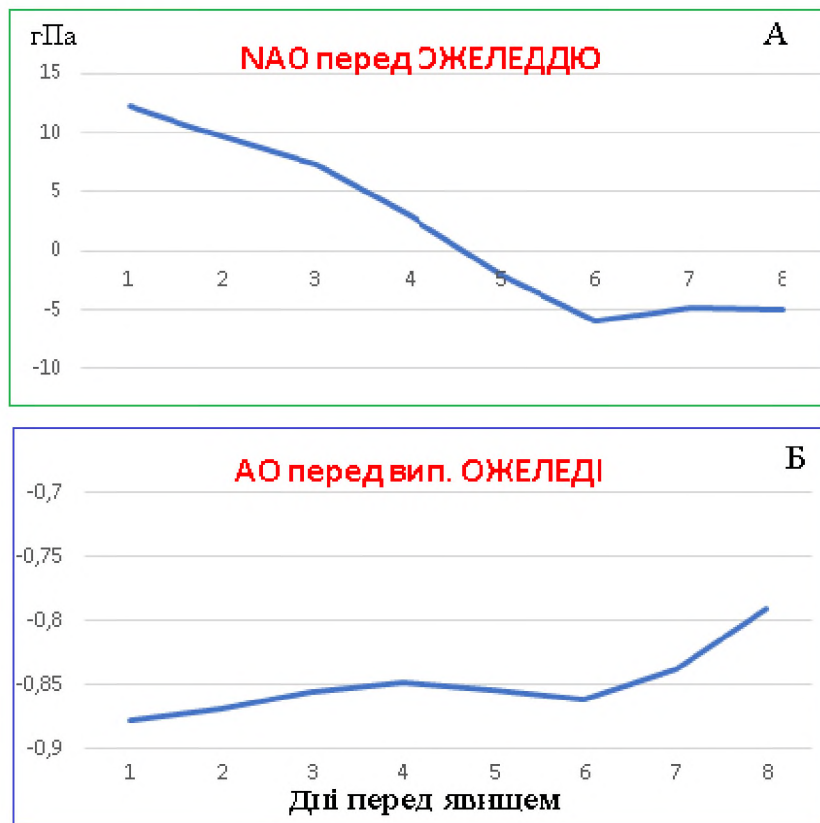


Рис. 9. Розподіл добового індексу Північно-Атлантичного (А) та Арктичного коливання перед початком небезпечно явища ожеледі, холодний сезон року за період 1991-2017 рр.

Для прогнозів теплового періоду року використовуються індекси, що враховують розвиток стаціонарних або блокуючих антициклонів, які зумовлюють періоди спекотливої погоди, літні потепління (хвилі спеки), посушливі явища, значну пожежну небезпеку та ін.

Важливі у прогностичному плані особливості мінливості Північно-морського-Каспійського індексу (NCP) отримано для послідовних 3-місячних періодів, починаючи з весняного сезону (рис. 11). Важливою відмінністю останніх десятиліть є підвищення значень індексу, що відображає посилення Східноєвропейського антициклону і зростання його впливу на погодні умови країни влітку. Відповідно, над територією країни відбувається підвищення геопотенціальної висоти (H) рівня середньої тропосфери АТ-500 гПа, що відбиває перехід до сучасного кліматичного періоду з початку 1980-х рр. Це може полегшити сезонний прогноз, через більшу стійкість синоптичного процесу впродовж тривалого часу, – кілька тижнів – місяці. Зокрема, індекс

NCP дає можливість ідентифікувати таку особливість циркуляції атмосфери останніх років як посилення баричного гребеня на довготі Уралу-Каспійського моря, який безпосередньо впливає на східну Європу та, зокрема, Україну (перш за все, на її східну частину) і зумовив більшість посушливих явищ з 2010 р.

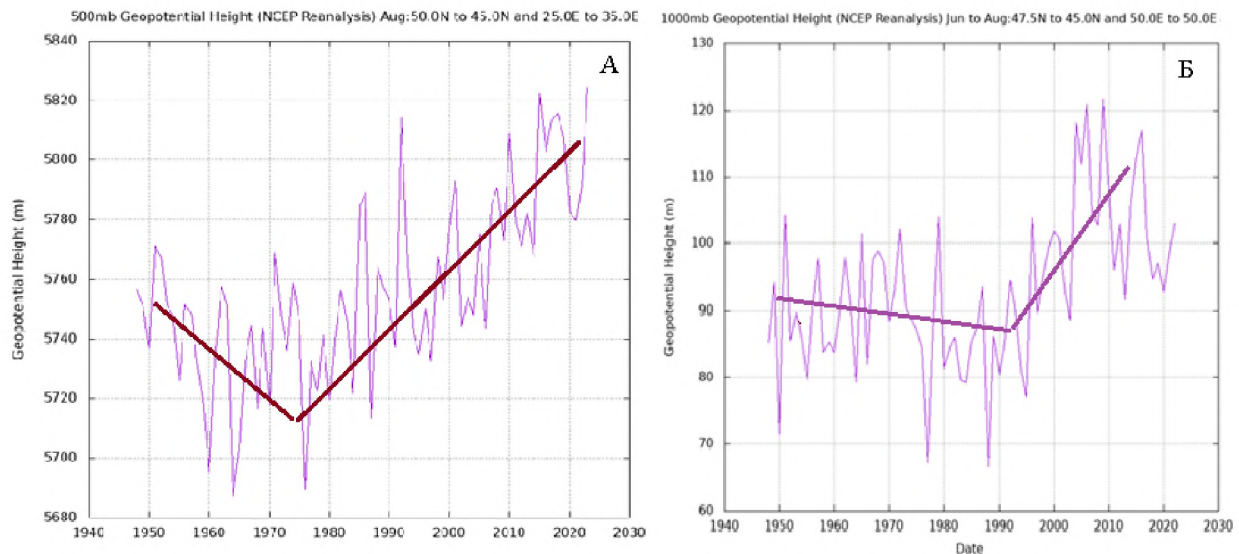


Рис. 11. Багаторічна зміна геопотенціального рівня АТ-500 гПа (А) та Північно-морського-Каспійського індексу, червень-серпень (Б) за період 1945-2021 рр.

Останнім прикладом є формування стійкого антициклону протягом літа та осені 2023 р., коли антициклон Скандинавського походження у взаємодії з субтропічними баричними гребнями охопив значну частину центральної та східної Європи й підтримував теплу суху погоду з кінця липня, протягом серпня і впродовж усього вересня.

Як відомо [6-7], на заключному етапі складання прогнозу виконується пошук еталонного синоптичного процесу, на основі проведеної класифікації відповідних несприятливих явищ (НЯ) (стихійних гідрометеорологічних явищ (СГЯ)). Найбільше вирізняються процеси, що призводять до похолодання і потепління, водночас вони є індикаторами стану або зміни регіонального клімату. Так, зимові похолодання, в полі мінімальної температури повітря, супроводжуються полярними або ультра-полярними вторгненнями, в тилу циклонів, або за рахунок розвитку Уральського антициклону. Впродовж декади перед явищем спостерігаються підвищення індексу АО та зниження NAO. Якщо частота південних циклонів не зменшується у останні роки, то повторюваність ультра-полярних процесів східної направленості значно скоротилась, з чим пов'язані більш теплі зими.

Щодо літніх посушливих явищ, нами встановлено, що для України характерні дві синоптичні макроситуації, які призводять до утворення посух, переважно за умов формування області високого тиску, яка утворена відрогами

Азорського та/або середньоазійського максимумів, із значним меридіональним перетворенням циркуляції у Атлантико-Європейському секторі.

Таким чином, знайдено важливі в прогностичному плані зв'язки регіональної температури повітря з мінливістю головних регіональних атмосферних індексів, що дає можливість на першому етапі визначити стан регіонального клімату по відношенню до низькочастотної мінливості, або «нормальні» кліматичні умови, і на їх підставі перейти до опрацювання регіональних індексів. Потім розрахувати аномалії необхідних метеорологічних величин, враховуючи значущість синхронних та асинхронних зв'язків, з урахуванням сезонних особливостей. Паралельно з розрахунком просторових телеконекцій, слід, на основі відбору синоптичних процесів, уточнити особливості атмосферної циркуляції, що призвели до формування НЯ та СГЯ, а також відслідкувати розповсюдження відповідного сигналу (переважаючого потоку), порівнюючи його з архівними даними аналогічних ситуацій, що спостерігались у минулому.

Висновки. У цій роботі стан регіонального клімату оцінюється з урахуванням аналізу комплексу метеорологічних величин та явищ, а також з використанням кліматичних індексів задля складання довгострокових прогнозів. Сучасний стан клімату показано на прикладі ОГМС Київ, багаторічне підвищення температури повітря практично у всі сезони року на якій відповідає рамкам глобального потепління. Крім того, потепління супроводжується негативною тенденцією кількості опадів, а також зростанням тривалості сонячного сяйва з середини 1980-х рр. Внаслідок потепління підвищується кліматична вразливість більшості регіонів, спостерігається зростання ймовірності виникнення посушливих явищ у центрі та півночі України.

Показано коливання основних кліматичних індексів та оцінено їх прогностичний потенціал, знайдено важливі зв'язки значень індексів з регіональними погодними умовами, встановлено важливі у прогностичному плані зв'язки регіональної температури повітря з мінливістю головних регіональних атмосферних індексів.

На першому етапі прогнозу слід визначити стан регіонального клімату щодо низькочастотної мінливості, а потім розрахувати аномалії необхідних погодних величин з використанням зазначених індексів. На заключному етапі складання прогнозу виконується пошук еталонного синоптичного процесу, на основі проведеної класифікації відповідних НЯ або СГЯ.

Наведено приклад використання прогностичних можливостей кліматичних індексів для прогнозу явища ожеледі впродовж зимового сезону. Крім окремого

явища, можливо розширити прогностичні можливості задля прогнозу виходу південних циклонів у холодний сезон.

Проведений аналіз температури повітря продемонстрував більшу ефективність розглянутих індексів у холодний період року, що може бути пов'язано з підвищеною активністю атмосфери взимку.

Список використаних джерел

1. Клімат України / За ред. В. М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. К.: 2003 УкрНДГМІ, 343 с.
2. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005 рр.). Під ред. М.В. Ліпінського, В.М. Бабіченко. К.: Ніка центр, 2006, 311 с.
3. Щербань М. І. Клімат і врожаї на Україні. К.: Знання, 1991. 32 с.
4. Рибченко Л.С., Савчук С.В. (2022). Потенціал геліоенергетичних кліматичних ресурсів сонячної радіації в Україні. *Укр. географічний журнал*. №1: 16-23.
5. Дмитренко Л.В., Барандіч С.Л. (2007). Оцінка кліматичних ресурсів сонячної енергії в Україні. *Наук. праці УкрНДГМІ*, Вип. 256: 72-83.
6. Мартазінова В.Ф., Сологуб Т.Н. (2000). Атмосферная циркуляция, формирующая засушливые условия на территории Украины в конце XX ст. *Тр. УкрНИГМИ*, Вып. 248: 36-47.
7. Мартазінова В. Ф., Свердлик Т. А. (1998). Крупномасштабная атмосферная циркуляция XX столетия, её изменения и современное состояние. *Труды УкрНИГМИ*. Вып. 246: 21-27.
8. Тимофеев В.Є., Татарчук О.Г. (2017). Сильні зливи на території України на рубежі XX-XI століть. *Вісник КНУ ім. Тараса Шевченка, Сер. Географія*, Вип. 1(66): 89-93. DOI: <http://doi.org/10.17721/1728-2721.2017.66.13>
9. Савчук С.В. Тимофеев В.Є., Ювченко Н. М. (2018). Районування України по впливу екстремальних значень максимальної температури повітря у теплий та холодний періоди року. *Укр. гідрометеорологічний журнал*. Вип. 22: 46-56.
10. Сизов А. А., Чехлан А. Е. (2010). Аномалии гидрометеорологических полей в районе Черного моря, связанные с градиентами температуры поверхности воды в Северной Атлантике. *Метеорология и гидрология*. 7: 65-74.
11. Andrzej A. Marsz, Dorota Matuszko, Styszyńska. (2021). The thermal state of the North Atlantic and macrocirculation conditions in the Atlantic-European sector, and changes in sunshine duration in Central Europe. *International Journal of Climatology*. Vol. 42(2): 48-761.
12. Barnston, A.G. and Livezey, R.E. (1987) Classifications, Seasonality, and Persistence of Low-Frequency Atmospheric Circulation Patterns. *Monthly Weather Review*, 115: 1083-1126.
13. IPCC, 2022: Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, pp. 3–33.
14. Joaquim G. Pinto, Christoph C Raible (2012). Past and recent changes in the North Atlantic oscillation, *Climate Change*. 3(1): 79-90.
15. Papineau, J. (2001). Wintertime temperature anomalies in Alaska correlated with ENSO and PDO. *Int. J. Climatol.*, 21: 1577-1592.
16. Luo B. W. X, Young-Min Y., and Jian Liu. (2019). Historical change of El Niño properties sheds light on future changes of extreme El Niño. *Earth, atmospheric, and planetary sciences*. Vol. 116, No. 45: 22512-22517
17. A.B. Mantua, Nathan J.; Hare, Steven R. 2002. The Pacific Decadal Oscillation. *Journal of Oceanography* 58 (1): 35–44. DOI: 10.1023/A:1015820616384

18. Newman, M.; Compo, G.P.; Alexander, Michael A. (2003). "ENSO-Forced Variability of the Pacific Decadal Oscillation". *Journal of Climate* 16 (23): 3853–3857.

19. Hurrell JW, Kushnir Y, Visbeck M, Ottersen G (eds.), An Overview of the North Atlantic Oscillation. The North Atlantic Oscillation, *Geophysical Monograph Series*, Vol. 134. Washington, DC: American Geophysical Union, 2003, 279.

ВИКОРИСТАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПРИДАТНОСТІ ТЕРИТОРІЇ ОСВІТНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Чжао Ч., Король О.М.

Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка

У зв'язку із продовженням процесу урбанізації в Україні, існує певна потреба у залучення ГІС-технологій до здійснення геопросторового аналізу щодо об'єктів соціальної інфраструктури. Як результат довоєнного економічного зростання і підвищення рівня народжуваності призвело до збільшення чисельності населення мегаполісів, що відбилося на зростанні житлового сектора великих міст. Але питання недорозвиненості освітньої інфраструктури та не відповідність її сучасним вимогам містян залишається невирішеним завданням як сьогодення так і майбутнього повоєнного часу. Невідповідність освітньої інфраструктури потребам жителів нових мікрорайонів та зміни демографічної ситуації мегаполісів призвело до дефіциту і перевантаження існуючих закладів освіти та визначило тему нашого дослідження. Аналіз наукових досліджень показав широкий спектр використання ГІС-технологій для визначення придатності території різних сфер інфраструктури. Так, А. Фіногенова вивчала теоретичні підходи до географічного аналізу розвитку роздрібної торгівлі [2], а О. Чуєв досліджував просторовий ГІС-аналіз інфраструктурної складової урбогеосистеми і застосовував його для різних сфер у тому числі і для соціальної [3].

Для проведення дослідження ми скористалися категорією об'єктів, що належать групі середня освіта (школи), з метою отримання результатів узагальненого просторового аналізу антропогенної інфраструктури регіону. До групи таких об'єктів ми віднесли не тільки освітні заклади, а й транспортні зупинки, транспортні шляхи, регульовані пішохідні переходи та будівлі.

Нами було розроблено серію картосхем, що дозволяє перевірити забезпеченість території певного регіону об'єктами антропогенної інфраструктури, а саме закладами освіти. Це стало можливим завдяки підходу, який базується на зонах впливу, розмір яких визначений у ДБН [1].