

УДК 551.583.504

БАРАБАШ М.Б., ТКАЧ Л.О.

КОНСТРУКТИВНИЙ ПІДХІД ДО РЕГІОНАЛІЗАЦІЇ ГЛОБАЛЬНОЇ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Розробка сценаріїв (моделей) клімату України найближчого майбутнього, які можуть бути придатні для використання, вимагає їх методичного забезпечення.

Завдання цієї роботи полягає в розробці конструктивного підходу до використання інформації про зміни клімату України під впливом процесів, що відбуваються в глобальній кліматичній системі.

Актуальність проблеми. В останні роки людство всього світу, уряди держав і позаурядові організації стурбовані проблемою зміни клімату під впливом природних й антропогенних факторів. Збільшення погодних кліматичних аномалій: злив, смерчів, шквалів, повіней, засух, надмірно жарких погод, весняних приморозків, снігопадів – там, де їх раніше не було, призводить до великих збитків, а іноді до пошкодження житла і загибелі людей. Особлива увага приділяється кількісним характеристикам зміни клімату в окремих регіонах з урахуванням ландшафтного різноманіття.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема змін клімату в Україні існує вже декілька десятиріч. Першими на неї звернули увагу видатні метеорологи України І.Є. Бучинський (1960-ті рр.) [10] і К.Т. Логвінов (1980-ті рр.) [24, 25, 26]. Роботи з антропогенних змін клімату в 80-ті роки були одиничними не тільки в Україні, але й у всьому світі.

Співавтором статті (М.Б.Барабаш) і дослідниками Н.П.Гребенюк, О.Г.Татарчук., Т.В.Корж протягом 20 років (1980 – 2000 рр.) послідовно кожні 5 років давалася діагностична оцінка зміни клімату України під впливом природних і антропогенних факторів. Ця інформація викладена в серії книг, присвячених клімату міст України [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 14, 16, 21, 23, 27, 28, 29, 30, 31], а також у розділах монографії “Клімат України” і Національних доповідях за 2001, 2002, 2003 рр. [22, 33, 34, 35].

Реалістичні сценарії клімату України до 2010 року вперше побудовані у 1985 р. М.Б. Барабаш, І.В. Трофімовою. Перегляд їх показав, що на сьогодні вони взагалі адекватні сучасному клімату, але потребують уточнень [7].

Обґрунтованими є дослідження В.М. Волощука, С.Г. Бойченко. Ними виявлена трансформація полів температури і опадів в Україні під впливом глобального потепління, але розглядається тільки період до середини 90-х років. Виконані сценарії клімату за допомогою кліматичних палеоконструкцій наведені в роботах [9, 12].

Нові сучасні риси атмосферної циркуляції в Атлантико-Європейському регіоні висвітлено в роботах школи В.Ф. Мартазінової [32]. В основу цих досліджень покладений переважно природний фактор формування зміни клімату в Україні.

Слід зазначити, що дані про зміни клімату, отримані різними авторами, і особливо погляд на причини цих змін, не завжди узгоджуються між собою. Це зумовлено розглядом неоднакових періодів спостережень, неузгодженою інформаційною базою спостережень, різними методичними підходами

досліджень, які або не викладались зовсім, або викладались окремими фрагментами.

Украї мало публікацій, присвячених можливим екологічним і економічним наслідкам зміни клімату на території держав СНГ. Частіше за все така інформація має загально-глобальний характер: танення пакового льоду біля полюсів, зміни рівня океану, збільшення стихійних явищ, зменшення світового запасу зерна та ін. Роботи в цьому напрямку ведуться в ряді країн, що мають спільні кордони з Україною. Прикладом можуть бути дослідження, які викладені в новій монографії В.Ф. Логінова [18, 20]

Особливу увагу потрібно звернути на роботи географічно-екологічного напрямку українських дослідників В.М. Петліна, В.А. Барановського, О.Г. Топчієва, Г.І. Денисика, С.І. Дорогунцова, П.Г. Шищенка [15, 17]. Вони свідчать про необхідність розглядати процеси, що відбуваються в природному середовищі і суспільстві взаємопов'язано і взаємозумовлено за допомогою конструктивного підходу.

Метою роботи є:

- визначення концепції дослідження зміни клімату в Україні в контексті сталого розвитку держави;
- розробка узагальненої методики оцінки сучасних кліматичних умов життєдіяльності людини;
- побудова сценарію зміни клімату України на найближче майбутнє;
- доведення інформації про зміни клімату до її конструктивного використання в практиці.

Методика дослідження. Для прогнозування зміни клімату на найближчу і далеку перспективу використовують математичні моделі різної складності. В нашому дослідженні пропонується не розробка моделей, що під силу цілим колективам вчених, а вибір тієї з них, яка вже частково апробована і є найбільш адекватною для розв'язання поставлених завдань.

Слід зауважити, що характеристика кліматичних умов життєдіяльності населення України дана на основі оцінки сучасного і майбутнього клімату за допомогою алгоритмів статистичних розрахунків, які наведені нижче.

Виклад основного матеріалу.

Дослідження й оцінка зміни клімату неможливі без розробки науково обґрунтованої концепції й методики її реалізації. Необхідним також є роз'яснення термінів і понять.

Концепція і поняття. Попередні дослідження та аналітичний огляд існуючої інформації з питань змін клімату дозволили вибрати найбільш об'єктивну концепцію для оцінки змін клімату в Україні на фоні глобальної зміни в контексті сталого розвитку держави. Концепція сформульована таким чином:

Перше. Сучасний клімат України формується під впливом природних і антропогенних факторів глобального і регіонального масштабів, які мають взаємозв'язки між собою, а також зв'язки з іншими факторами кліматичної системи (КС). Співвідношення цих факторів по території і в часі складається не однаково. Усі прояви аномальності сучасного клімату України, в тому числі виникнення небезпечних та стихійних явищ, обумовлені в першу чергу змінами характеру атмосферної циркуляції в Атлантико-Європейському секторі, до якого відноситься територія України.

Друге. Розвиток глобального потепління в ХХІ ст. та його прояви в

окремих регіонах можуть стати визначальними для умов життєдіяльності населення і мати значний як позитивний, так і негативний вплив на всі сфери економіки.

Необхідно навести сучасне визначення кліматичної системи (КС), поняття “зміна клімату”.

Кліматична система Землі включає атмосферу, океан, сушу, кріосферу (сніг та лід) і біосферу. До числа дискрипторів цієї комплексної системи відноситься температура, опади, атмосферна і ґрунтова вологість, сніговий покрив, площа континентального і морського льоду, рівень моря, екстремальні метеорологічні та кліматичні явища, великомасштабна циркуляція між атмосферою і океаном, а також середовище існування рослин і тварин. Наука, яка вивчає клімат, повинна враховувати дані вимірювань і взаємозв'язки між усіма складовими. Ці зв'язки можуть бути прямими і непрямыми [13, 19].

У поняття зміни клімату різні автори вкладають неоднаковий зміст. З метою стандартизації термінів робоча група з дослідження клімату Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО) визначила “зміни клімату” як спільний термін, що включає усі види його нестійкості незалежно від їх природи. В поняття “зміни клімату” [19] входять:

- різкі зміни параметрів статистичного розподілу від однієї частини ряду до іншої (якщо вони не пов'язані з однорідністю ряду внаслідок переносу станції, зміною приладів та ін.);
- кліматичні коливання з приблизно однаковими часовими інтервалами, коли тривалість коливань і їх амплітуда не залишається постійною (квазіоперіодичність);
- кліматична тенденція (тренд) – зміна клімату, яка характеризується згладжуванням, монотонним ростом або спаданням значення метеорологічних величин в період спостережень;
- кліматичні флюктуації – одна з форм постійно існуючої (систематичної) мінливості клімату, не пов'язаної ні із загальною тенденцією клімату, ні з кліматичними коливаннями, ні з кліматичною періодичністю.

У наукових працях з цієї проблеми найбільше розповсюдження отримав термін “зміни клімату”, який узагальнює усякого роду нестійкості. Що стосується факторів, що приводять до змін клімату, то вони складні та різноманітні, оскільки їх вплив на клімат накладається один на одний і оцінка їх сукупної ролі можлива.

Слід зазначити, що зміна клімату – це не тільки екологічна проблема, це складова загальної світової проблеми сталого розвитку. Сталый розвиток держави може здійснюватися лише в тому разі, якщо суспільство зможе адаптуватися до нових кліматичних умов життєдіяльності. У випадку пристосування до зміни і коливань клімату економіка може дати величезний додатковий прибуток. Ігнорування кліматичного фактору може навпаки призвести до збитків, особливо у сфері виробництва, пов'язаного з найбільш вразливими до погодних умов галузями економіки: у сільському господарстві, рекреації, комунальній сфері. Зміна клімату може стимулювати незворотні процеси і руйнування природного середовища. Прикладом є активізація процесів зсувів (приберегові райони Чорного і Азовського морів), процесів опустинювання в регіонах нестабільного режиму зволоження України (Херсонська та інші області), підвищення або різке зниження ґрунтових вод.

Прагнення України до євроінтеграції обумовлює зацікавленість до сталого

розвитку держави, виконання забор'язань перед Рамковою Конвенцією щодо викидів парникових газів, які сприяють потеплінню клімату.

Конструктивний підхід в кліматології. Для вивчення всього комплексу проблем, які пов'язані зі змінами клімату, тобто прогнозування самих змін, їх наслідків і особливо розробки адаптаційних заходів, на погляд авторів статті, доцільно використовувати конструктивний підхід. Він сприяє впровадженню інформації про стан клімату України в різні галузі економіки з найближчою перспективою використання і потребує надання результатам досліджень вигляду, придатного для використання.

Зараз вже очевидно, що інформація, яка подана в довідниках, СНІПах і кадастрах, не завжди придатна для використання, хоч і є загальною, стандартизованою. Недоліком її є те, що вона не характеризує сучасний клімат, який швидко змінюється.

Впровадження кліматичної інформації прогностичного напрямку спрощується, якщо на її базі конструюються нові напрямки тієї чи іншої галузі економіки, удосконалюються технології.

Конструктивні можливості прогностичних оцінок змін клімату на території України в майбутньому очевидні.

Конструктивний підхід у скороченому вигляді авторами статті поданий на рис. 1 у вигляді інформаційно-логічної блок-схеми.

Розглянемо послідовно блоки запропонованої схеми.

Блок “База знань” включає:

1. Докази причин і наслідків зміни кліматичної системи Землі, які відбуваються з початку індустріальної ери.
2. Сучасну інформацію про зміни глобального клімату за 100 років і їх причини.
3. Документи Всесвітньої Метеорологічної Організації (ВМО), документи Міждержавної групи експертів зі змін клімату при ООН (МГЕЗК) про зміни глобального клімату і їх наслідки в майбутньому.
4. Рамкову Конвенцію зі змін клімату.
5. Кіотський протокол.
6. Матеріали досліджень зі змін клімату сусідніх з Україною держав.
7. Напрацювання вітчизняних і зарубіжних учених-дослідників з даної проблеми.
8. Інформацію про зміни, які спостерігаються в екологічних системах.
9. Інформацію про соціально-економічні наслідки, пов'язані з погодними умовами, регіональними коливаннями клімату.
10. Інформацію про економічні вигоди і збитки у світі і в Україні від кліматичних і погодних аномалій.
11. Інформацію про здоров'я населення в останні 15 років.
12. Паспортизацію станцій та історичний опис.
13. Інформацію про процеси в Атлантико-Європейському секторі атмосферної циркуляції.
14. Опубліковані матеріали архіву відділу кліматичних досліджень та довгострокових прогнозів погоди Українського науково-дослідного інституту.
15. Сучасні знання про формування природно-територіальних комплексів України, які є інтегральною характеристикою природних і антропогенних факторів.



Рис. 1. Узагальнена логічно-інформаційна блок-схема слідування за змінами клімату України

База знань відкрита для доповнення інформації новими відомостями.

Блок “Інформаційна база даних” складається зі значного за обсягом емпіричного матеріалу – даних про добові, середні, місячні, сезонні, річні температури повітря, відносну вологість повітря, вітер та інші метеорологічні величини.

Мережа метеорологічних станцій, які ведуть спостереження за погодою, кліматом і його змінами, складає на сьогодні біля 190 станцій. Із них тільки

незначна кількість проводять безперервні спостереження (більше 100 років) і мають небагато пропусків.

Труднощі використання довгорядних станцій для дослідження змін клімату пов'язані з неоднаковою якістю інформації в різні періоди часу.

Добре відомо, що на початку XX ст. мережа метеорологічних станцій була більш рідкою і менш постійною, ніж сьогодні. Крім того, в рядах спостережень є значні перерви (в період першої світової, громадянської і Великої Вітчизняної війн). Ці обставини привели до того, що якість даних за раніші роки була гіршою, ніж в другій половині XX ст.

Авторами була перевірена база даних більшості станцій. Зроблений висновок про можливість використання для вивчення зміни клімату 23-26 станцій за сторічний період, 40-60 станцій за другу половину (1951-2004 рр.) XX ст.

Ряди метеорологічних величин досліджувались на кліматичну однорідність методом різностей і відношень [37].

Слід зазначити, що дані останніх 30-50 років відображають як природні зміни клімату, так і зміни, пов'язані з локальним антропогенним впливом великих міст, штучних водосховищ, меліорації та ін.

Попередні дослідження показали, що локальні флюктуації за своїм значенням набагато менші порівняно з тими, які викликані макропроцесами, що відбуваються в кліматичній системі. У математичній статистиці такі флюктуації розглядають на рівні “шуму”. Просторове осереднення дозволяє позбавитися від них.

Блок “Статистичні методи розрахунку”. 1. На основі фізико-географічного районування О.М. Маринича, П.Г. Шищенка [36] було здійснено просторове осереднення температури по природних зонах. Осереднення за площею дозволило частково уникнути впливу мікрокліматичних особливостей території і спростити виявлення регіональних закономірностей зміни клімату, пов'язаних з великомасштабними порушеннями в процесах глобального масштабу. Це також дало можливість наочніше представляти отримані оцінки сучасного клімату і сценаріїв майбутнього клімату. Перевага такого осереднення порівняно з картографуванням полягає в тому, що воно не потребує узгодження інформації зі змін клімату із сусідніми територіями: Білорусії, Польщі, Словаччини, Угорщини, Румунії, Російської Федерації, Молдови.

2. Аналіз розподілу рядів метеорологічних величин у просторі і часі в через їх мінливість прийнято робити за допомогою статистичних методів.

Для характеристики рядів метеорологічних величин прийнято використовувати середнє багаторічне значення ряду $\bar{x}$ (середнє арифметичне).

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \quad (1)$$

де N – загальна кількість членів ряду метеорологічних величин, X_i – одиничне спостереження за момент часу (місяць, сезон, рік).

Ступінь відхилення членів ряду від середнього $\bar{x}$ визначається середнім квадратичним відхиленням (σ):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{x})^2}{N}} \quad (2)$$

Середнє квадратичне відхилення – завжди додатня величина, яка

виражається в тих одиницях вимірювання, що й досліджувана метеорологічна величина.

Іноді ступінь розсіювання членів ряду більш зручно характеризувати дисперсією (σ^2)

$$\sigma_x^2 = \frac{N \sum_{i=1}^N X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^N X_i \right)^2}{N(N-1)} \quad (3)$$

Інколи для дослідження варіацій поля використовується коефіцієнт варіації (v), це середнє квадратичне відхилення (σ_x), нормоване на середнє значення ряду вимірювань.

$$v = \frac{\sigma_x}{\bar{x}} \quad (4)$$

Для визначення тенденції в ряду метеорологічних величин на рубежі XX та XXI сторіч послуговувались таким методом. Часовий ряд Y_K – значення деякої величини (в нашому випадку температури і опадів) в послідовні моменти часу τ_k можна представити у вигляді суми трьох складових:

$$Y(\tau_k) = f_0(\tau) + f_p(\tau) + \varepsilon(\tau) \quad (5),$$

де $Y(\tau_k)$ – значення величини у послідовні моменти часу $K=0, N-1$; $f_0(\tau)$ – детермінована зміна, тобто тренд. (Слід зазначити, що детермінована складова $f_0(\tau)$ може включати в себе тренди і довгоперіодні коливання з довжиною хвилі більшою ніж довжина ряду); $f_p(\tau)$ – періодична компонента; $\varepsilon(\tau)$ – випадкова складова, або “шум”. (Шум – це флюктуації метеорологічних величин локального масштабу, наприклад: мінливість температури, пов’язана з мікрокліматичними особливостями).

Побудова тренда і його оцінка $f_0(\tau)$ є одним з головних предметів дослідження динаміки метеорологічного ряду. Залежно від його структури тренд може представляти функцію лінійну або будь-яку іншу: квадратичну, кубічну, але за необхідності для більш деталізованого опису метеорологічного ряду, більш високого ступеня. Конкретний вибір функції можна здійснити за виглядом графіка часового ряду і поставленого завдання дослідження динаміки ряду. Для температури найбільш раціональним є вибір лінійної функції. Вона досить добре описує загальну закономірність ряду. Для опадів можуть бути більш високі поліноми (2 і 3 ступеня).

Для визначення лінії тренду використовується апарат регресійного аналізу з використанням методу найменших квадратів для мінімізації значень виразу.

$$\sum_{k=0}^N (f_0(t_k) - y_k)^2 \quad (6)$$

Параметри функції $f_0(\tau)$, при яких досягається мінімум значень виразу, визначають лінію тренда, у нашому випадку лінійну. Тренд вважається значимим, якщо його дисперсія не перевищує 20% від дисперсії ряду [37].

Для виявлення в метеорологічному ряді періодичної компоненти $f_p(\tau)$ використовується або ряд Фур’є [37], або один з спектральних методів виявлення прихованих періодичностей [24]. Дослідження показали, що основною компонентою коливального процесу часового ряду є період близький десятирічному. З погляду фізичного пояснення – це може бути 11-літній цикл сонячної активності. Виключення коливань з довжиною хвилі менше 11 років

(наприклад, десятирічні ковзні середні) дозволяє зменшити амплітуду в ряду метеорологічних величин і полегшити візуалізацію одержаних результатів [24].

У сучасній практиці статистичних досліджень рядів метеорологічних величин прийнято використовувати для розрахунків інтегральний розподіл частот, який звичайно дає більш точний результат. Для цього члени ряду ранжувалися як у порядку зростання, так і в порядку спадання. У першому випадку це було необхідно для того, щоб розрахувати ймовірність значних аномалій нижче заданих величин. У другому – для того, щоб визначити ймовірність аномалій температури вище вказаних величин. Таким чином, для кожного члена ранжованого ряду розрахована сумарна ймовірність.

Сумарна ймовірність аномалій температури розраховувались за допомогою формули Чегодаєва для 100-річного періоду (7).

$$P_{x_i} = \frac{m_i}{n+1} \cdot 100\% \quad (7),$$

де P – сумарна ймовірність (%), x_i – значення загального члена ранжованого ряду, m_i – порядковий номер члена цього ряду, n – загальне число спостережень в ряду.

Для 50-річного періоду спостережень розраховувались за допомогою формули Олексійова (8).

$$P_{x_i} = \frac{m_i - 0,3}{n + 0,4} \cdot 100\% \quad (8)$$

Статистичну значимість різниці двох середніх ($\bar{x}_1$ і $\bar{x}_2$) вивчають на підставі “нульової” гіпотези за допомогою критерію Стьюдента t . “Нульова” гіпотеза формулюється таким чином: припускається, що обидві середні, які порівнюються, є вибірками з однієї генеральної сукупності і їх різниці повинні

дорівнювати нулю. Нульову гіпотезу спростовують, а різницю $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ вважають значущою, якщо розраховане значення t – критерію буде більшим табличного [37]. Якщо фактичне t дорівнює табличному, або менше від нього, то це значить,

що різниця між $\bar{x}_1$, $\bar{x}_2$ не виходить за межі її випадкових коливань, тобто нульова гіпотеза не відкидається. Критерій Стьюдента t представляє собою відношення різниці між середніми до похибки цієї різниці – S_d і розраховується за формулою:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_d} \quad (9),$$

$$S_d = \sqrt{S^2 - \frac{n_1 + n_2}{n_1 \times n_2}} \quad (10),$$

де n – число випадків, S^2 – об’єднана дисперсія двох вибірок, n_1 – число спостережень одного ряду, n_2 – число спостережень другого ряду.

$$S^2 = \frac{\sum (X - \bar{x}_1)^2 + \sum (X - \bar{x}_2)^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (11),$$

$n_1 + n_2 - 2$ – число ступенів свободи, яке потрібне для використання t – критерію Стьюдента в табличному варіанті, наведеному у посібниках з математичної статистики [37].

Блок “Узагальнення сценаріїв зміни глобального клімату”. Розглянемо генеральні особливості зміни глобального клімату в XX ст. (діагностична оцінка)

[13, 18, 19, 20]. На сьогоднішній час досягнута велика достовірність сценаріїв зміни глобального клімату. Більшість цих сценаріїв побудовані на збільшенні температури, при збільшенні CO_2 . Як відомо, у період глобального потепління відбулися зміни концентрації парникових газів. За оцінками МГЕЗК концентрація вуглекислого газу в атмосфері з 1750 по 2000 рр. збільшилась на 31 %. Настільки високого рівня, як у теперішній час вона не досягала жодного разу за останні 420 тис. років [19]. Швидкість збільшення концентрації вуглекислого газу в ХХ ст. була винятково високою. Існує багато доказів, що причиною підсилення природного парникового ефекту є антропогенна діяльність людини. У ХХ ст. потепління глобального клімату склало $0,6 \pm 2,0^\circ\text{C}$, 1990-ті роки були найтеплішими роками починаючи з 1861 р. Сучасна додатня флюктуація температури в період з 1979 по 2000 рр. була найпотужнішою за час спостережень.

Десять з одинадцяти найбільших аномалій ХХ ст. припадає на останні 20 років минулого сторіччя. Найбільша швидкість зміни температури спостерігалась у 1910-1945 рр. і 1976-2000 рр. Швидкість збільшення температури за одне десятиріччя в обох випадках складає $0,15^\circ\text{C}$. Максимальне потепління клімату в останні 25 років спостерігалось в континентальних районах високих і помірних широт Північної півкулі. Первинне потепління (1910-1945 рр.) було найінтенсивнішим в Північній Атлантиці, в наступні роки (1946-1975 рр.) в цих районах спостерігалось незначне похолодання.

Тренди середньорічних температур з 1901 по 2000 рр. на переважній більшості земної кулі були додатніми, що свідчить про те, що процес потепління охопив всю земну кулю, тобто він носить глобальний масштаб. З 1950-х років зменшилась частота екстремально низьких температур при відповідному збільшенні повторюваності екстремально високих температур.

За даними супутникових, радіозондових і наземних спостережень за період з 1979 по 2002 рр. глобальна температура в нижньому 8-кілометровому шарі збільшується зі швидкістю $0,05^\circ\text{C}$ за десятиріччя, тоді як темпи збільшення приземної температури склали $0,15 \pm 0,05^\circ\text{C}$ за десятиріччя. Ця різниця в величинах тренду в нижньому 8-кілометровому шарі і на поверхні Землі визначається різними факторами, які спричиняють ріст температури, і різної інтенсивності їх впливу. Поблизу поверхні Землі найбільш значимий радіаційний вплив парникових газів CO_2 , O_3 та ін., а також явища “Ель-Ніньо – південне коливання”.

За період інструментальних спостережень кількість опадів збільшилась на 0,5-1,0 % за кожне десятиріччя ХХ ст. в основному на континентах високих і середніх широт.

Обмеженість даних спостережень над океанами не дозволяє визначити які-небудь певні тренди в зміннах опадів.

У другій половині ХХ ст. простежувалось збільшення до 5% повторюваності сильних опадів у середніх і високих широтах Північної півкулі.

Протягом ХХ ст. виявлено незначне (на 2%) збільшення хмарності в середніх і високих широтах Північної півкулі, що узгоджується із зменшенням амплітуди в добовому ході температури. За даними супутникових спостережень встановлено зменшення з 1960-х років на 10% площі снігового покриву. В ХХ столітті у середніх і високих широтах відбулося зменшення на два тижні тривалості льодового покриву на річках і озерах. Льодовитість арктичних морів в

північній півкулі в теплий період часу зменшилась на 10-15% (1950-2000рр.). Є докази зменшення на 40% товщини морського арктичного льоду на початку осені (1980-2000 рр.). Зима 2002-2003 рр. була винятком даного твердження.

Потепління не виявлено в деяких океанічних регіонах Південної півкулі і в деяких частинах Атлантики [18].

У XX ст. рівень Світового океану піднявся не значно (10-20 см).

Теплі епізоди пов'язані з явищем “Ель-Ніньо-південне коливання”, які добре корелюються з регіональними варіаціями температури і опадів на території тропічних і субтропічних широт, а також в окремих середніх широтах.

Із середини 70-х років XX ст. порівняно з попередніми роками почастишали, стали інтенсивнішими зливові опади.

В останнє десятиріччя у деяких районах Європи, Азії, Африки збільшилась частота і повторюваність засух. В останнє десятиріччя XX ст. (десятиріччя максимального глобального потепління) за публікаціями ВМО [13] в 1998, 1999, 2000 рр. зросла повторюваність екстремальних гідрометеорологічних явищ.

Сценарії глобального клімату. На сьогоднішній час під егідою ВМО (групою вчених) розроблено декілька можливих сценаріїв зміни клімату. Всі вони вказують на глобальне потепління клімату в даному столітті і відрізняються між собою тільки величиною очікуваного збільшення температури 0,1-0,2°C за десятиріччя [18].

Виходячи із середніх оцінок, отриманих по сценаріях ВМО авторами, зроблений висновок, що найбільш ймовірне підвищення глобальної температури повітря буде складати 1,1-1,2°C (до 2030р.) і 3,0-5,8°C до кінця століття. Для Північної півкулі на території континентів найбільш ймовірна величина потепління до кінця століття складатиме близько 4,0-5,0°C.

Континентальні поверхні будуть швидше теплішати, ніж океанічні. Температури високих широт суттєво збільшаться порівняно з нижніми.

У XXI ст. основним предиктором, який відповідає за зміну клімату, буде , як і в кінці XX ст., антропогенна діяльність людини, яка приведе до змін газового і аерозольного складу атмосфери, властивостей підстильної поверхні, ландшафтів.

Існують й інші наукові погляди щодо сценаріїв. Вони в основному стосуються таких положень. Існуючі сценарії (моделі) зміни клімату мають експериментальний характер і не завжди виправдовують себе. Це пов'язано з тим, що фізичні основи таких прогнозів недостатньо розроблені [18]. Суттєві невизначеності сценаріїв у першу чергу пов'язані з неповним розумінням:

- джерел і стоків парникових газів;
- значення хмарності, яка суттєво змінює амплітуду кліматичних змін;
- значення океанів, що визначають особливості зміни клімату;
- значення полярних льодовикових щитів, які визначають збільшення рівня моря.

Потужність зареєстрованого глобального потепління наближена до тієї, яку дають прогностичні моделі. Хоч це не дозволяє однозначно стверджувати, що сучасне потепління пов'язане зі збільшенням парникових газів в атмосфері.

Відомості про зміни клімату в глобальній кліматичній системі, особливо у Північній півкулі, дають можливість на аналітичному рівні визначити, які з них притаманні клімату України, а які можливо відбуватимуться в майбутньому.

Блок “Комплексна оцінка сучасних кліматичних умов життєдіяльності

людини на території України на межі XX і XXI сторіч (діагностична оцінка)».

Для оцінки сучасних кліматичних умов життєдіяльності населення України можна використовувати біокліматичні показники, які були досить популярні в 70 -х, 80-х роках XX ст. Вони базуються на таких метеорологічних величинах: температурі повітря ($^{\circ}\text{C}$), вологості повітря (відносна вологість або парціальний тиск), швидкості вітру. Дослідження багаторічної динаміки метеорологічних величин, які входять у біокліматичні показники, дозволяють зробити такі висновки: з потеплінням клімату середні річні значення відносної вологості мають незначні зміни. В Поліссі, Лісостепу з 1951 по 2000 рр. відносна вологість знизилась з 80% до 76%, в степу – з 75% до 72%. Це статистично незначимі оцінки.

Стосовно вітру, то слід відмітити, що саме вимірювання швидкості вітру має похибку 1 м/с, а динаміка середньої швидкості вітру по роках дорівнює цій похибці і складає біля 1 м/с. Можна вважати, що в період 1951-2000 рр. річна швидкість вітру змінюється також не значно, але в деяких місцях вона або підвищується на 1-1,5 м/с, або так само знижується. В зв'язку з цим основним показником зміни клімату в глобальному і регіональному масштабі є температура повітря.

Для загальної характеристики змін умов життєдіяльності доцільно використовувати добові, місячні, сезонні, річні температури повітря або їх частотні характеристики.

По-перше, по довгорядних, рівномірно розташованих на території України станціях був проаналізований віковий хід річної температури повітря (1900-2000рр). Висвітлювався режим температури по території України. Побудований лінійний тренд і апроксимований за допомогою функцій, які наведені в формулі (6). Похибка апроксимації складає для річної температури $0,1^{\circ}\text{C}$, для місячної $0,12-0,18^{\circ}\text{C}$. Аналіз отриманих розрахунків показав, що підвищення річної температури по окремих станціях Полісся і Лісостепу складає $1,0-1,3^{\circ}\text{C}$, в степу – $0,3-0,5^{\circ}\text{C}$. Найбільше підвищення відбувалося у зимові і весняні місяці.

По-друге, по десятиріччях аналізувався період другої половини індустріальної епохи (1951-2000рр.) у зонах, де найбільш проявлялося потепління і де цей процес мав схожі закономірності.

У таблицях 1, 2, 3 для прикладу наведені рівняння тренду (річні, холодного і теплого періодів). Підставляючи в цей аналітичний вираз номер десятиріччя ($N=1\dots5$) 1951 по 2000 рр., можна отримати оцінку зміни температури повітря в будь-яке десятиріччя або в цілому за 50 років ($\Delta t=t_5-t_1$). Осереднена по десятиріччях інформація дозволила позбавитися усіх прихованих кліматичних флюктуацій, які мають періоди менше 10 років, спростити аналіз одночасно глобальної і регіональної зміни клімату.

Зміна річної температури (за трендом), яка наведена в табл. 1 Δt , ($^{\circ}\text{C}$) характеризується її підвищенням за 50 років на $0,7-1,0^{\circ}\text{C}$. в Лівобережно-рівнинному Лісостепу, Лівобережному Поліссі, Центральному Лісостепу, Правобережному Поліссі; $0,4-0,5^{\circ}\text{C}$ в Східному Лісостепу, Західному Лісостепу.

Як показали дані розрахунків найбільші зміна температури повітря відбулася в холодний період (за трендом) у Лівобережному Поліссі, Лівобережно-рівнинному Лісостепу та Правобережному Поліссі складає $1,2-1,3^{\circ}\text{C}$; у Західному, Центральному та Східному Лісостепу $0,9-1,0^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 1.

Зміна річних температур повітря Δt , (°C) по природних зонах України (за трендом)

Природні зони	Рівняння тренду	Δt , (°C) за трендом
Правобережне Полісся	$y=0,17x-0,4$	$0,7\pm0,1$
Лівобережне Полісся	$y=0,2x-0,56$	$0,8\pm0,1$
Західний Лісостеп	$y=0,12x-0,21$	$0,5\pm0,1$
Центральний Лісостеп	$y=0,08x-0,56$	$0,8\pm0,1$
Лівобережно-рівнинний Лісостеп	$y=0,1x-0,93$	$1,0\pm0,2$
Східний Лісостеп	$y=0,05x-0,4$	$0,4\pm0,1$

Таблиця 2.

Зміна температур повітря Δt , (°C) холодного періоду по природних зонах України (за трендом)

Природні зони	Рівняння тренду	Δt , (°C) за трендом
Правобережне Полісся	$y=0,32x-0,9$	$1,2\pm0,2$
Лівобережне Полісся	$y=0,38x-1$	$1,3\pm0,2$
Західний Лісостеп	$y=0,24x-0,57$	$1,0\pm0,2$
Центральний Лісостеп	$y=0,1x-0,85$	$1,0\pm0,2$
Лівобережно-рівнинний Лісостеп	$y=0,14x-1,1$	$1,3\pm0,2$
Східний Лісостеп	$y=0,1x-0,86$	$0,9\pm0,1$

Таблиця 3.

Зміна температур повітря Δt , (°C) теплого періоду по природних зонах України (за трендом)

Природні зони	Рівняння тренду	Δt , (°C) за трендом
Правобережне Полісся	$y=0,06x-0,08$	$0,2\pm0,1$
Лівобережне Полісся	$y=0,08x-0,3$	$0,3\pm0,1$
Західний Лісостеп	$y=0,03x-0,02$	$0,1\pm0,1$
Центральний Лісостеп	$y=0,05x-0,3$	$0,4\pm0,1$
Лівобережно-рівнинний Лісостеп	$y=0,08x-0,6$	$0,7\pm0,1$
Східний Лісостеп	$y=0,02x-0,054$	$0,2\pm0,1$

За теплий період зміни (за трендом) у Західному Лісостепу, Правобережному Поліссі, Східному Лісостепу складають $0,1-0,2^{\circ}\text{C}$, тобто зміна статистично незначима. Для Лівобережного Полісся, Центрального Лісостепу – $0,3^{\circ}\text{C}$, $0,4^{\circ}\text{C}$. Статистично значима зміна (по тренду) у Лівобережно-рівнинному Лісостепу $0,7^{\circ}\text{C}$.

На рис. 2 відображена глобальна, регіональна річна температура повітря в Україні (Полісся, Лісостеп; Степ) за 100 років.

З рис. 2 візуально добре прослідковуються періоди потепління. І етап глобального потепління в Україні також досягнув найбільшої інтенсивності в 30-х

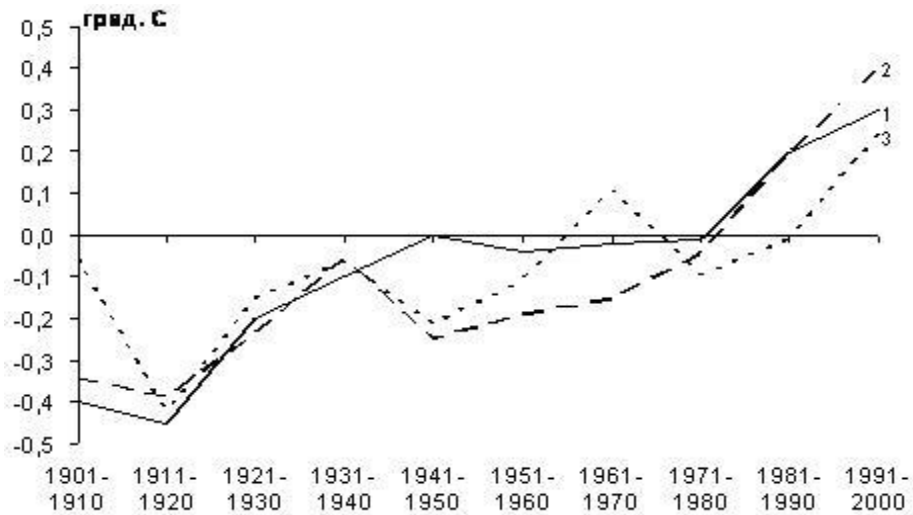


Рис. 2. Відхилення річної температури від кліматичної норми по десятиріччях за період 1900 – 2000 рр. 1 – глобальна, 2 – регіональна (Полісся, Лісостеп), 3 – Степ

роках. Починаючи з 50-х років глобальний клімат перебував у відносному “спокої”. У цей час на території України повільно продовжується підвищення температури. З 1975 р. (за даними ВМО) почався інтенсивний процес потепління. Легко бачити (рис.2), що в Україні найбільше він проявився в Поліссі і Лісостепу. Хід глобальної і регіональної (Україна) температури ідентичний. Інтенсивність потепління в Степу була дещо менша.

Блок “Побудова емпірико-статистичного сценарію регіонального клімату до 2030 р. (чотири версії)”. Доцільно визначити поняття “сценарію”. Сценарій – це логічний і правдивий опис майбутніх подій з встановленням приблизного часу їх здійснення і зв'язків, унаслідок яких дані події можуть відбутися. Він складається з метою уточнення майбутніх умов, за яких буде розв'язуватись проблема, і одночасно служить моделлю [18]. Це загальне поняття обумовлює завдання конкретного напрямку дослідження: побудови сценаріїв зміни клімату.

Для побудови сценарію режиму температури повітря перших трьох десятиріч XXI ст. попередньо був досліджений аналітичний зв'язок середньої річної глобальної і регіональної (Україна) температури повітря. Для цього використовувався метод інструментальної змінної (Вінніков, Гройсман) [11]. Автором М.Б. Барабаш [27] отримана змістовна оцінка зв'язку двох змінних (глобальної і регіональної) для зими, весни і літа. Для осені оцінка статистично не значима. В першому наближенні зв'язок можна вважати лінійним. Це дає можливість побудувати сценарії полів температури в Україні на найближче майбутнє. Для умов потепління глобального клімату невеликого масштабу ($1.0 \pm 0.2^\circ\text{C}$) складена характеристика найбільш ймовірної зміни клімату України до 2030 р., яка правомірна тільки для невеликого періоду часу (не більше 30 років).

За наявності лінійного зв'язку, досить реалістичне уявлення про клімат найближчого майбутнього можна отримати, використовуючи статистичні характеристики, розраховані за період, який межує з прогнозованим. Таким чином, для побудови сценарію клімату до 2030 р. базою є усереднені багаторічні дані температури повітря за період, прилеглий до прогнозованого (1975-

2000 рр.), з найбільш активними процесами зміни клімату в глобальному і регіональному масштабах.

Таблиця 4.

Базовий сценарій температури повітря до 2030 року

Природні зони	I	II	III	IV	V	VI
Правобережне Полісся	-5,5	-4,8	0,2	8,1	14,14	17,8
Лівобережне Полісся	-4,5	-3,9	0,7	7,9	14,0	17,1
Західний Лісостеп	-3,4	-2,6	1,7	7,8	13,3	16,2
Центральний Лісостеп	-4,6	-3,8	0,8	7,9	14,1	17,2
Лівобережно-рівнинний Лісостеп	-5,3	-4,7	0,6	9,1	15,3	18,9
Східний Лісостеп	-6,3	-5,8	-0,5	8,2	14,6	18,2
Північний Дністровсько-Дніпровський Степ	-4,2	-3,8	1,3	9,7	15,9	19,8
Лівобережний Степ	-4,9	-4,5	1,1	10,3	15,8	20,2
Центральний та Південний Степ	-0,9	-0,5	3,0	9,1	15,2	19,6

Природні зони	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Правобережне Полісся	18,8	17,9	12,8	6,7	0,4	-3,4	7,0
Лівобережне Полісся	18,1	17,6	12,9	7,2	1,1	-2,5	7,2
Західний Лісостеп	17,5	17,0	12,9	8,0	2,0	-1,8	7,4
Центральний Лісостеп	18,3	17,9	13,2	7,5	1,4	-2,6	7,3
Лівобережно-рівнинний Лісостеп	20,1	19,5	14,2	7,5	0,5	-3,1	7,7
Східний Лісостеп	19,2	18,2	12,8	6,4	-0,3	-4,4	6,7
Північний Дністровсько-Дніпровський Степ	21,3	20,5	15,1	8,3	1,4	-2,5	8,6
Лівобережний Степ	21,8	20,5	14,7	7,9	1,3	-2,6	8,5
Центральний та Південний Степ	21,8	21,4	16,8	11,1	4,8	1,1	10,2

Запропоновано 4 версії емпірико-статистичних сценаріїв клімату України з урахуванням коефіцієнта приросту по десятиріччях.

Перший, оптимістичний – при стабілізації клімату України на найближчі три десятиріччя (за відсутності приросту температури).

Другий, тривожний – за умов збереження у перші три десятиріччя XXI ст. темпів приросту температури, які спостерігались за період 1975-2000 рр. ($0,15 \pm 0,02^\circ\text{C}$ за десятиріччя).

Третій, песимістичний – при збільшенні темпів приросту до $0,3^\circ\text{C}$ і більше за десятиріччя.

Четвертий, катастрофічний – при збільшенні темпів приросту температури більше $0,4^\circ\text{C}$ за десятиріччя.

Дана модель (сценарій) розрахована для значень середньомісячного вирішення, в ній не враховується добова мінливість. Слід зазначити, що в окремі зими, окремі роки внутрішньомісячна мінливість може привести до значних перепадів температури повітря (близько 15°C). Прикладом є зимові місяці 2005 р,

коли значні додатні аномалії, замінялися значними від'ємними.

Варто зауважити, що в процесі послідовного слідкування за змінами, які можуть розвиватися за третім та четвертим сценарієм, у статистичну модель (сценарій) будуть включені й інші предиктори, дія яких може активізуватися. Тому необхідно буде доповнити сценарій частотними або ймовірнісними характеристиками стихійних явищ, такими як: число днів з відносною вологістю більше 80% і менше 30%; швидкість вітру більше 15 м/с, 20 м/с; число днів з температурою $>25^{\circ}\text{C}$, $>30^{\circ}\text{C}$; мінус 10°C , мінус 15°C , а також інформацією про частоту шквалів, смерчей, ожеледі, голольоду, налипання мокрого снігу.

Перший і другий сценарій враховує темпи приросту температури по десятиріччях, які спостерігалися в індустріальну епоху другої половини ХХ ст. Вони можуть зпрацьовувати в рамках моделей глобального клімату, які базуються на подвоєнні вмісту CO_2 до 2030 р., а також моделей загальної циркуляції.

Що стосується третього і четвертого сценаріїв, то вони поки-що не мають фізичного обґрунтування.

Останні роки (2001, 2002, 2003, 2004) свідчать про те, що клімат в Україні розвивається за третім сценарієм (рис. 3).

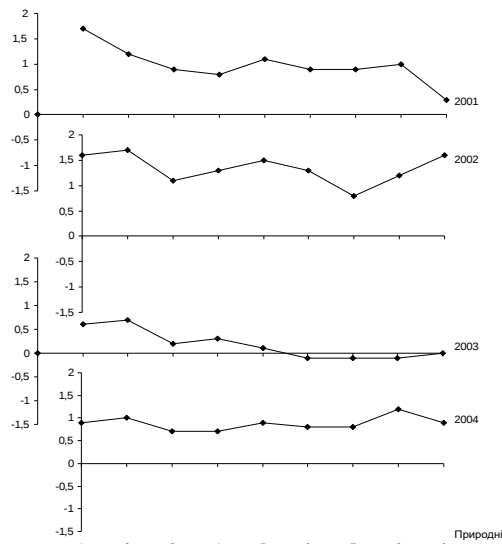


Рис. 3 Відхилення температури повітря ($\Delta t^{\circ}\text{C}$) від кліматичної норми (1961 – 1990 рр.) з початку ХХІ ст. за окремі роки.

1 – Правобережне Полісся, 2 – Лівобережне Полісся, 3 – Західний Лісостеп, 4 – Центральний Лісостеп, 5 – Лівобережно-рівнинний Лісостеп, 6 – Східний Лісостеп, 7 – Лівобережний Степ, 8 – Північний та Дністровсько-Дніпровський Степ, 9 – Центральний та Південний Степ

Як видно з рис. 3, по всіх природних зонах спостерігаються додатні аномалії річної температури, за винятком 2003 р. Це свідчить про те, що може бути ситуація, яка вийде за рамки найжорстокіших прогнозів зміни клімату.

Блок “Наукове передбачення наслідків (прямих і непрямих) зміни клімату з початку ХХІ ст. до 2030 р.” У дослідженні було розглянуто прямі і непрямі наслідки впливу на людину.

До *прямих наслідків* відносяться стихійні і небезпечні явища, які призводять до екстремальних ситуацій, травм, посттравматичним стресам, іншим порушенням здоров'я і навіть до загибелі людей.

В Україні очікується збільшення частоти інтенсивності таких екстремальних явищ, як паводки (в західних районах), засухи (особливо в Південному Степу) і на узбережжі Чорного й Азовського морів). Слід зауважити, що прямі наслідки значних кліматичних аномалій можуть мати і довготривалий

період. Так, наприклад, паводки руйнують житло, засухи викликають катастрофічні втрати врожаю.

Для аналізу впливу прямих наслідків необхідно застосовувати спочатку логічну схему, далі підтвердити її статистичними даними про економічні збитки. Сама логічна схема складається з ланцюжка причин і наслідків, ланками якого є кліматичні і погодні аномалії, їх економічні, екологічні та соціальні наслідки, що витікають один з одного і в кінцевому результаті призводять до порушення психічного і фізичного стану індивідуума. Статистичною підтвердженістю може бути 2003 р., як один з найаномальніших, що показав вразливість господарства України, особливо сільського, щодо погодних умов. За комплексом впливу несприятливих метеорологічних умов (суховії, пилові бурі, засуха) на формування урожаю ранніх хлібів не було аналогів за останні 50 років. Загибель озимих культур спостерігалася на 60% площі від посіяних. У ряді областей врожаї озимої пшениці становили: Миколаївській (6 ц/га), Дніпропетровській, Одеській, Харківській (7ц/га). Середня урожайність ранніх ярових по Україні становила 17ц/га, що на 4 ц/га менше, ніж за останні 5 років [1]. Це не могло не вплинути на посилення соціальної напруженості серед населення. Прикладом використання логічної схеми може бути аналіз причин і наслідків засухи весняно-літнього періоду в зерновому районі України. Її вплив на якість життя і відповідно на здоров'я видно в 2004 році, коли через недостатню кормову базу знизилася поголів'я худоби, а далі відбувся дисбаланс складової харчування, зниження імунітету, при чому не тільки в людей хворих і літнього віку, але і в дітей. Все це при більш частих і ранніх перепадах погодних умов, які притаманні сучасному клімату, знову ж таки призниженому імунітеті викликає метеопатичні реакції (тобто властивість людського організму реагувати на вплив погодно-кліматичних умов) і відповідно збільшення частоти захворювання на вірусні інфекційні хвороби. Сезонність захворювання у 2004 році виявляється набагато раніше.

До *непрямих наслідків* відноситься розповсюдження хвороб, пов'язаних з гризунами, комахами, що свідчать про те, що проблема варта уваги. Унаслідок потепління клімату в регіонах надмірного зволоження, де можуть існувати збудники різних хвороб, очікується їх збільшення. Вони можуть виникати навіть там, де ніколи раніше не спостерігалися тропічні захворювання такі, як чума, холера, малярія. На це треба звернути увагу в регіоні Полісся.

Блок “Розробка наукових рекомендацій з адаптації до змін клімату населення України”. Наведемо приклад реалізації цього блоку для збереження здоров'я населення при змінах клімату, які взяті з [13].

1. Реконструкція і модернізація інфраструктури охорони здоров'я.
2. Покращення системи готовності до епідемій і раннього оголошення у випадку епідемій, які не спостерігалися раніше на території держави.
3. Посилення моніторингу стану навколишнього середовища, біологічних умов і здоров'я.
4. Покращення житлових умов, санітарного стану і якості води, кондиціонування повітря.
5. Проведення масово-просвітніх компаній з метою стимулювання такої поведінки, яка б сприяла зниженню ризику для здоров'я при глобальному потеплінні.

Блок “Прийняття рішень до заходів з адаптації до нових кліматичних умов різними державними і недержавними установами”.

1. Для прийняття обґрунтованих рішень з питань адаптації до зміни клімату бажано перетворити більшість результатів аналізу в кількісну форму.

2. Надійність інформації забезпечується спочатку авторською перевіркою, далі незалежною експертною оцінкою.

При використанні сценаріїв про майбутній клімат відчувається неповнота доказів щодо їх достовірності. І все ж таки нею не слід нехтувати. Там, де не можливо дати достовірну кількісну оцінку, доцільним є поповнення її деякими твердженнями інформаційно-логічного характеру. Це особливо стосується тих сценаріїв, які містять попередження про несприятливий розвиток подій. Іноді доцільно приймати рішення, не чекаючи поки наступить цілковита ясність про причини цих подій, тим паче, що кінцева ясність взагалі може не наступити, або наступити занадто пізно.

Безумовно надійними можуть бути рішення, які базуються на нормативних документах про стан сучасного клімату з наведенням науково-обґрунтованих критеріїв і “поправок”, що дозволяють враховувати майбутні зміни в глобальній кліматичній системі і регіоналізацію їх в Україні.

Висновки.

1. Конструктивний підхід, який наведений в інформаційно-логічній блок-схемі, передбачає диференціацію завдань, пов'язаних з регіоналізацією глобальних змін клімату в усіх ландшафтних комплексах України.

2. Уявлення про регіональні зміни сучасних кліматичних умов життєдіяльності людини, отримані відповідно до блоків “Комплексна оцінка сучасних кліматичних умов життєдіяльності людини на території України на межі XX і XXI сторіч (діагностична оцінка)” і “Побудова емпірико-статистичного сценарію регіонального клімату до 2030 р. (чотири версії)”.

Незалежна діагностична оцінка зміни клімату за всіма ландшафтними комплексами України підтверджує раніше отриману інформацію про схожість багаторічного ходу глобальної і регіональної температури. Це дало можливість з'ясувати лінійний зв'язок між цими двома змінними і межі, в яких цей зв'язок є правомірним. Тобто визначено, що при підвищенні річної глобальної температури на $1,0 \pm 0,2^\circ\text{C}$ регіональна температура підвищується на таку ж величину. Похибка складає $\pm 0,2^\circ\text{C}$.

Наголошено, що відповідно змінам температури змінюються і кліматичні умови життєдіяльності.

3. Запропоновано 4 емпірико-статистичних сценарії клімату України, з урахуванням коефіцієнта приросту по десятиріччях. Вони є показом варіантів можливої зміни клімату майбутнього. Найбільш ймовірним є розвиток кліматичних умов за другим сценарієм, коли темпи приросту температури будуть $0,15 \pm 0,02^\circ\text{C}$ за десятиріччя. Хоч перші роки XXI ст. свідчать про збільшення темпів приросту температури за третім сценарієм.

Висвітлення можливостей майбутнього клімату дозволить побачити взаємозв'язки між окремими метеорологічними величинами і дати комплексну оцінку тієї чи іншої версії клімату.

1. Агromетeоролoгiчний огляд по території України за 2002-2003 сільськогосподарський рік / За ред. М.І. Кульбиди, Т.І. Адаменко. – К., 2003. – 39 с. 2. Барабаш М.Б., Гребенюк Н.П. Зміни клімату в Україні на початку XXI ст. // Мат. міжнар. конф. “Гідрометeоролoгія і охорона навколишнього середовища – 2002”, ч. 1. – Одеса, 2003. – С. 31-37. 3. Барабаш М.Б., Гребенюк Н.П., Татарчук О.Г. Зміни клімату України при глобальному потеплінні // Водне

господарство України. – 1999. – №3. 4. Барабаш М.Б., Тарасова Е.И. Изменения и колебания климата. // Климат Полтавы. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. 5. Барабаш М.Б., Тарасова Е.И. Изменения и колебания климата. // Климат Кишинева. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 6. Барабаш М.Б., Татарчук О.Г., Корж Т.В. Нове про зміни клімату в західному регіоні України під впливом глобального потепління // Мат. міжнар. конф., присвяченої міжнародному року гір (Рахів, 14-18 жовтня 2002 р.) – Рахів, 2002. – С. 10-14. 7. Барабаш М.Б., Трофимова И.В. Изменения и колебания климата // Климат Ужгорода. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. 8. Барабаш М.Б. Современные изменения климата // Природа Украинской ССР в 7 тт. – т. Климат. – К.: Наукова думка, 1984. 9. Бойченко С.Г., Волощук В.М., Дорошенко І.А. Глобальне потепління та його наслідки на території України // Український географічний журнал. – 2000. – №3. – С. 59-68. 10. Бучинский И.Е. Засухи, суховеи, пыльные бури на Украине и борьба с ними. – К.: Урожай, 1970. – 229 с. 11. Винников К.Я., Гройсман П.Я., Эмпирическая модель современных изменений климата // Метеорология и гидрология. – 1979. – № 3. – С. 59-68. 12. Волощук В.М. Про можливі зміни середньорічного температурного режиму України в першій половині ХХІ століття // Доповіді НАНУ. – 1993. – №12. – С. 105-111. 13. Всемирная конференция по изменению климата. – М., 2003. – 700 с. 14. Гейко Л.А., Гребенюк Н.П. Современные изменения температуры воздуха и осадков на Украине // Труды УкрНИИ. – 1986. – Вып. 209. 15. Географічна наука і освіта в Україні // Тези доповідей II Міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 26-27 березня 2003 р.) – К.: ВГЛ «Обрії», 2003. – 366 с. 16. Гребенюк Н.П., Корж Т.В., Яценко О.О. Нове про зміни глобального та регіонального клімату в Україні на початку ХХІ ст. // Водне господарство України. – 2002. – №5-6. 17. Дорогунцов С.І. Стратегія розвитку і розміщення продуктивних сил України // Географічна наука і освіта в Україні. Тези доп. II Міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 26-27 березня 2003 р.) – К.: ВГЛ «Обрії», 2003. – С. 6-7. 18. Изменения климата Беларуси и их последствия / Под общ. ред. В.Ф. Логинова. – Минск: ОДО «Тонпик», 2003. – 330 с. 19. Израэль Ю.А., Груза В.Г., Катцов В.М., Мелешко В.П. Изменения глобального климата. Роль антропогенных воздействий // Метеорология и гидрология. – 2001. – № 5. – С. 5-21. 20. Климат Беларуси / Под ред. Ф.В. Логинова. – Минск, 1996. – 234 с. 21. Климат и опасные гидрометеорологические явления Крыма / под ред. Барабаш М.Б. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. 22. Клімат України / За ред. В.М. Ліпінського та ін. – К.: В-во Раєвського, 2003. – 326 с. 23. Логвинов К.Т., Барабаш М.Б. Изменения и колебания климата. // Климат Днепропетровска. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. 24. Логвинов К.Т., Барабаш М.Б. Исследования периодических изменений температуры воздуха и осадков на Украине // Тр. УкрНИИ Госкомгидромета. – 1987. – Вып. 224. – С. 71-76. 25. Логвинов К.Т., Барабаш М.Б. Некоторые особенности зимних стратосферных потеплений // Труды ААНИИ. – Т. 311. – 1972. 26. Логвинов К.Т., Барабаш М.Б. О многолетних изменениях температуры и осадков на Украине // Труды УкрНИГМИ. – 1978. – Вып. 169. 27. Логвинов К.Т., Барабаш М.Б., Тарасова Е.И. Вековые изменения температуры воздуха и осадков в Киеве // Тр. УкрНИГМИ. – 1979. – Вып. 174. 28. Логвинов К.Т., Барабаш М.Б., Тарасова Е.И. Изменения климата // Климат Киева. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. 29. Логвинов К.Т., Барабаш М.Б., Тарасова Е.И. Изменения климата // Климат и опасные гидрометеорологические явления Крыма. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. 30. Логвинов К.Т., Барабаш М.Б., Тарасова Е.И. О многолетнем ходе температуры воздуха и осадков в Крыму // Тр. УкрНИИ. – 1980. Вып. 180. 31. Логвинов К.Т., Барабаш М.Б., Татарчук О.Г. Исследования современных изменений климата на Украине // Тезисы доклада на V-ом съезде Географического общества УССР. – Симферополь, 1985. 32. Мартазинова В.Ф., Свердлик Т.А. Крупномасштабная атмосферная циркуляция XX столетия, ее изменения и современное состояние // Наукові праці Українського науково-дослідного інституту. – 1998. – Вип. 246. – С. 21-27. 33. Тенденції змін клімату України на початок ХХІ століття. Нац. д-д-ь про стан навк. середов. в Україні у 2000 р. – К.: В-во Раєвського, 2001. – 92 с. 34. Тенденції змін клімату України на початок ХХІ століття. Нац. д-д-ь про стан навк. середов. в Україні у 2001 р. – К.: В-во Раєвського, 2002. 35. Тенденції змін клімату України на початок ХХІ століття. Нац. д-д-ь про стан навк. середов. в Україні у 2002 р. – К.: В-во Раєвського, 2003. 36. Шищенко П.Г., Маринич О.М. Фізична географія України. – К.: Знання, 2003. – 479 с. 37. Школьній Є.П., Лоева І.Д., Гончарова Л.Д. Обробка та аналіз гідрометеорологічної інформації. – К.: Міносвіти України, 1999. – 60 с.

Proposed constructive approach to the regionalization of global climate change and its consequences at the territory of Ukraine.