

эрозионных процессов на сельскохозяйственных землях, этому способствуют высокая лесистость региона, незначительная распаханность территории, а также ее мелкоконтурность. Предложены пути оптимизации агроландшафтов исследуемых территорий.

**Ключевые слова:** водопроницаемость почвы, агроландшафт, лесные земли, эрозия, осадки, сток воды, Предкарпатье, Карпаты.

**Summary:**

*Olijnyk V.S., Belova N.V., Yosypova N.I.* THE FEATURES OF SOILS WATER PERMEABILITY OF AGRICULTURAL LANDSCAPES OF PRE-CARPATHIANS AND CARPATHIANS.

The basic factors of soils water regime forming of agricultural landscapes of foot-hill and mountain territories are analyzed. The common and distinctive lines of natural conditions, which influence on infiltration properties of the ground cover, are considered. The sod-podzolic-clay soils of Pre-Carpathians water permeability is appraised, which in 3-6 times is less on agricultural lands, in comparing to forest soils. It is instrumental in forming of harmful superficial flow of water, and at the same time the scale erosive processes, ravines, beams, landslides and leads to destruction of river banks. The dependence of soils of Pre-Carpathians moisture capacity on planting trees age is set – the indexes of soil water absorption in the young planting almost don't differ from the indexes of agro mastered lands. The increase of stands age on each 40-50 years predetermines the growth of forest soils moisture capacity in 2-3 times. The dependence of brown mountain-forest soils of Carpathians from height zonation, heterogeneities of meteorological and orographic conditions is investigated. The locality height growth is instrumental in a rev-up water absorption of soils on the different categories of lands. Infiltration properties of mountain soils, especially forest, are considerably higher than rains intensity on these territories. It provides valuable transformation of harmful superficial of water flow in underground and ground kinds. With the increase of stands age these processes increase considerably, arriving at a maximum in ripe stands. On the whole, agro landscapes of Carpathians are characterized by the low enough intensity of erosive processes on earths, which are promoted by the high wooded region, insignificant thrown of territory open and it small contour. The ways of agro landscapes optimization of the probed territories are offered.

**Keywords:** soil water permeability, agricultural landscape, forest earths, erosion, precipitations, Pre-Carpathians, Carpathians.

Рецензент: проф. Позняк С.П.

Надійшла 14.05.2014р.

УДК: 502.172:336.519

Микола ПРИХОДЬКО

### ПРИЧИНИ, НАСЛІДКИ І ШЛЯХИ ПРОТИДІЇ ЗМІНИ КЛІМАТУ

*У статті проаналізовані тенденції зміни клімату, причини і наслідки, а також галузі економіки, яких торкнуться кліматичні зміни. Зміна клімату розглядається як процес зміни метеорологічних елементів, відхилення їх параметрів від кліматичної норми. Викладені результати досліджень зміни температури повітря і атмосферних опадів на території України за період 1990-2013 роки, порівняно із стандартною кліматичною нормою. Обґрунтовані шляхи протидії, адаптації та попередження негативних наслідків зміни клімату.*

**Ключові слова:** клімат, температура повітря, атмосферні опади, парникові гази.

**Постановка проблеми.** Зміна клімату відноситься до екологічних ризиків, які визначають екологічну безпеку геосистемно диференційованого навколишнього середовища і розглядається як довготермінові зміни метеорологічних елементів (температура і вологість повітря, атмосферні опади, швидкість вітру, хмарність та ін.), відхилення їх параметрів від кліматичної норми для певної географічної широти [13, 14]. Цей процес супроводжується, в першу чергу, зміною температури повітря та атмосферних опадів.

Клімат на Землі змінювався й раніше, але з того часу, як клімат став "нелінійною" динамічною системою, навіть незначні зміни температури повітря можуть стати причиною "каскадних" негативних наслідків. За останні

100 років середня температура поверхні Землі зросла на 0,76°C, причому темпи її зростання поступово збільшуються. За прогнозами Міжурядової групи експертів зі зміни клімату, у найближчі 20 років зростання температури складе в середньому 0,2°C за десятиліття, а до кінця ХХІ століття температура Землі може підвищитися від 1,8 до 4,6°C [16]. Глобальне потепління є надзвичайно небезпечним процесом. Якщо не будуть вжиті заходи щодо вирішення цієї проблеми, людство опиниться на межі катастрофи.

Сучасний клімат змінюється такими темпами, що не реагувати на зміну клімату шляхом впровадження відповідних стратегій розвитку в усіх сферах господарської діяльності неможливо. Підвищення середньої річної температури

ри повітря у Північній півкулі в другій половині XX століття за швидкістю і величиною наростання виходить за межі природних флуктуацій, пов'язаних зі зміною сонячної активності та вулканічної діяльності [4]. Викиди в атмосферне повітря і збільшення в ньому концентрації парникових газів впливають на кліматичну систему Землі, викликаючи підвищення температури повітря, зміну кількості опадів та інших фізичних параметрів навколишнього середовища, зумовлюючи екстремальні погодні явища.

Внаслідок кліматичних змін втрати можуть скласти 5% світового валового внутрішнього продукту (при гіршому сценарії – 20%), а вартість заходів для зменшення викидів вуглекислого газу – всього біля 1%. Це свідчить про те, що прибутки від своєчасних дій щодо протидії зміні клімату будуть значно перевищувати витрати.

**Мета роботи** – аналіз тенденцій зміни клімату, її причин і наслідків, сфер діяльності, яких торкнуться кліматичні зміни, а також обґрунтування шляхів протидії, адаптації та пом'якшення (попередження) негативних наслідків зміни клімату.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Підписання Рамкової Конвенції ООН про зміну клімату представниками 175 країн свідчить про те, що зміна клімату є значною загрозою навколишньому середовищу та економічному розвитку людства. Головна мета Конвенції полягає у "стабілізації концентрації парникових газів в атмосфері" [12].

Зміна клімату негативно позначається на геосистемах, біорізноманітті, водних і біотичних ресурсах, а також здоров'ї людей. Усі складові цієї загальної комплексної проблеми зараз активно вивчаються. Основна увага приділяється оцінюванню змін фізичних параметрів атмосфери, океану, суходолу і кріосфери внаслідок антропогенного впливу на кліматичну систему та їх наслідків [1, 2, 4-19, 21-25].

Зміна клімату вже відбувається і цей процес буде посилюватися. Тому незалежно від того, чи причетна до цього людина чи ні, необхідно вживати заходи з протидії цим змінам, стримувати темпи зростання температури з тим, щоб уникнути небезпечних і незворотних наслідків для навколишнього середовища, економіки і суспільства в майбутньому. Треба намагатися пристосуватися (адаптуватися) і мінімізувати негативні впливи прогнозованих кліматичних змін, максимально ефективно використовувати вигоду від них там, де це мож-

ливо [12-15].

**Виклад основного матеріалу.** У літературі описано ряд гіпотез, в яких зроблено спроби дати наукове пояснення причин зміни клімату [7, 10, 15, 21, 22]. Існують певні чинники, які впливають на кліматичну систему, під дією яких може нагрітися чи охолодитися Земля.

**Природні чинники.** До природних причин, що спричиняють зміну клімату, відносяться тектонічні, астрономічні та радіаційні причини [10].

З тектонічними чинниками пов'язані найбільш тривалі і особливо суттєві зміни клімату в глобальному масштабі. Підняття або опускання літосфери, як і утворення та руйнування гір, впливають на основні напрями руху океанічних і повітряних течій. Зі зміною обрисів суші та океанів створюються нові умови для розподілу тепла і холоду на земній поверхні.

Кліматичні зміни зумовлюються також змінами *положення площини екватора відносно площини земної орбіти* (нахилу екліптики) від 21,5 до 24,5° за період в 40 700 років. При зменшенні кута нахилу тропіки переміщуються до екватора, а полярні кола – до полюсів. Від цього скорочуються жаркий і холодний пояси та розширюється помірний. Похолодання на Землі відповідають мінімальним кутам, а потепління (з більш теплим літом і холодною зимою) – максимальним.

Періодичні зміни клімату викликають *зміни припливоутворювальних сил і сонячної активності*. Перші з них впливають на клімат всієї планети, а дія сонячної активності у вигляді тих чи інших циклів обмежується певними територіями.

**Антропогенні чинники.** Якщо в минулому зміна клімату була природною за своєю суттю, то в останні 50 років вона більшою мірою зумовлена діяльністю людини. Антропогенні чинники сприяють кліматичним змінам, внаслідок зміни концентрації в атмосфері парникових газів і аерозолів. Із шести видів парникових газів, які визначені Кіотським протоколом, три із них – вуглекислий газ (CO<sub>2</sub>), метан (CH<sub>4</sub>) і закис азоту (N<sub>2</sub>O) – зустрічаються в атмосфері у природному стані, але їх концентрації в результаті діяльності людини значно підвищились. Три інші парникові гази (гексафторид сірки, гідрофторвуглеводні, перфторвуглеводні) є синтетичними хімічними речовинами. 1 кг цих газів в атмосфері еквівалентний 20 і більше тоннам вуглекислого газу. Парникові гази і аерозолі впливають на клімат шляхом зміни обсягу сонячного випромінювання,

що надходить, та інфрачервоного (теплого) випромінювання, що виходить.

З початку *індустріального періоду* (з 1750 року) наслідком діяльності людини щодо клімату стало його потепління. Вплив людини на клімат значно перевищує вплив у результаті змін природних процесів, таких як зміни на Сонці та виверження вулканів [4, 22]. Те, що збільшення температури поверхні Землі співпадає із зростанням в атмосфері концентрації вуглекислого газу та інших парникових газів протягом минулого століття, є одним з основних підтверджень впливу антропогенного чинника на зміну клімату.

Щорічні викиди в атмосферу вуглекислого газу ( $\text{CO}_2$ ) оцінюються зараз приблизно у 6-7 млрд тонн. Близько половини антропогенного  $\text{CO}_2$  поглинається Світовим океаном і витрачається для приросту наземної фітомаси рослинності. Друга половина залишається в атмосфері, що проявляється в посиленні парникового ефекту [23].

Глобальні викиди парникових газів за 2001-2010 роки порівняно з 1970-2000 роками збільшились у 2 рази і є побоювання (прогноз), що вони будуть і далі рости. Якщо будуть збережені темпи викидів парникових газів, то до кінця XXI століття середня температура повітря на Землі може підвищитись на 3-6°C. Це спричинить значні зміни у глобальній кліматичній системі – різку зміну температурних режимів, зміну рози вітрів, формування періодів сильної жари і посилення посух в одних регіонах й аномально високу кількість атмосферних опадів – в інших, танення льодовиків і арктичного льоду, підвищення рівня світового океану. Наслідки цих змін будуть різкими і незворотними. Особливо вразливими є полярні й високогірні біологічні угруповання і геосистеми [5, 8].

Україна підписала Рамкову конвенцію ООН про зміну клімату та Кіотський протокол і зобов'язалася не перевищувати викиди парникових газів рівня 1990 року – 950 млн.т  $\text{CO}_2$ -екв. За кількістю викидів парникових газів Україна займає 10-е місце у світі після США, Росії, Японії, Німеччини, Канади, Великобританії, Франції, Італії, Австралії. Рівень викидів парникових газів ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , фторовані гази) у 2009 році становив 400 млн. т  $\text{CO}_2$ -екв., а викиди  $\text{CO}_2$  – 185,2 млн. т. У 2010 році викиди  $\text{CO}_2$  становили 198,2 млн. т,  $\text{CH}_4$  – 0,85 млн. т [9].

Температура повітря має значний вплив на формування погодних умов і регіонального

клімату. За останні 100 років загальне підвищення температури повітря на планеті становить 0,76 (0,54-0,95)°C. Щоб уникнути загрозливих наслідків кліматичних змін, підвищення температури не повинно бути більшим 2°C. До 2100 року температура може зрости на 3°C, але не виключається також підвищення на 5,8°C [5]. Сценарії глобальної зміни клімату прогнозують також зростання кількості опадів, інтенсифікацію гідрологічного циклу (вологообігу). Згідно з концепцією природних циклів клімату передбачається формування тепло-сухої фази клімату, яка буде розвиватися на фоні багатовікової тенденції потепління в період з 2005-2007 до 2025-2028 років [7].

Термічні фактори суттєво впливають на життєдіяльність рослин, від теплових умов залежать географічне поширення рослин, видовий склад і продуктивність рослинного покриву, його сезонні зміни. За низьких температур повітря рослини пошкоджуються внаслідок утворення в їх тканинах льоду (вимерзання рослин). Підвищення температури понад певні параметри призводить до руйнування хлорофілу, опіків листя, відмирання кореневої системи та інших пошкоджень рослин, які при екстремально високих температурах повітря призводять до загибелі рослин. За дуже високих температур продуктивність рослин наближається до нуля.

Температура повітря, вища за 25°C, є небезпечним явищем, особливо за відсутності опадів і низької вологості повітря у період вегетації сільськогосподарських культур в агрогеосистемах, деревних і чагарникових порід у лісових геосистемах, оскільки призводить або до значного зниження продуктивності або до відмирання (загибелі) рослин, наприклад масового всихання ялиників у всіх типах лісорослинних умов Українських Карпат, на схилах усіх експозицій та деревостанах різного віку [14].

На території України за останні 100 років середня річна температура повітря підвищилася на 0,7°C і тенденція її збільшення зберігається [6]. Україні загрожують аномальні температурні умови, перетворення степів у пустелі, нестача питної води, повені і паводки, сильні вітри. Все це негативно впливає на економічний розвиток, екологічну і національну безпеку держави [9].

За останні 24 роки на території України були пережиті показники найвищої та найнижчої середньої місячної температури повітря за 100-річний період. Починаючи з 1856

року, найбільш теплі роки зафіксовані у 1998 – 2005 – 2002 – 2003 – 2001 – 1997 – 1995 – 1990 – 1999 – 1991 – 2000 роках.

Впродовж 1991-2010 рр. середня місячна температура повітря підвищилася порівняно із кліматологічною стандартною нормою (1961-1990 рр.) по всій території України як у зимові, так і в літні місяці. За рік середній максимум температури повітря найбільше підвищився (на 0,9°C) у західних районах, у центральних областях, на півночі і півдні – дещо менше (на 0,6°C). Середній мінімум температури повітря також підвищився: на заході – на 0,5-0,7°C, на сході – на 0,4 - 0,5°C [2, 3, 11, 13].

Одержані в результаті аналізу кліматичних спостережень на метеостанціях дані свідчать про наявність у *Карпатському регіоні* змін середньої місячної і середньої річної температури повітря за 1990-2013 роки, порівняно з кліматичною стандартною нормою. За останні 24 роки середня річна температура повітря в досліджуваному регіоні підвищилася на 0,4-1,0°C. Основним фактором, який визначає територіальні відмінності відхилення температури повітря від норми, є висота місцевості над рівнем моря. Найменші позитивні відхилення середньорічної температури повітря від норми (0,4-0,7°C) відносяться до гірських територій (метеостанції Плай, Нижній Студений, Турка, Пожежевська, Селятин).

Найбільше підвищення температури повітря (1,4-4,1°C) спостерігається в *зимові місяці* (січень, лютий), особливо у Львівській і Закарпатській областях. У *літні місяці* (липень, серпень) температура підвищилася на 0,7-1,9°C. У Закарпатській і Львівській областях середньомісячна температура повітря у березні, квітні і травні була нижче норми на 0,1-1,0°C.

Важливими є також зміни не тільки середньомісячних температур повітря, але й їх максимальних значень. Повторюваність аномально високих (максимальних) температур на території України у кінці ХХ ст. порівняно з початком століття зросла у 2-3 рази [4]. Середній максимум температури повітря у Карпатському регіоні становить 36,0 С, знижуючись у високогір'ї Карпат (метеостанції Пожежевська, Плай) до 26,0 С. У річному ході найвищий максимум температури повітря (35-40°C) відмічається у літні місяці (червень-серпень). Порівняно з нормою середній за рік максимум температури повітря за період 1991-2005 роки зріс на 0,5-0,6 С, а у червні-серпні – на 0,9-1,9°C [3].

Крім температурного режиму, на функціонування геосистем, у першу чергу їх біотичних компонентів (рослин і тварин), та умови життєдіяльності людини, значний вплив має зволоження території, яке визначається кількістю атмосферних опадів та їх розподілом у часі. Дефіцит або надлишок вологи у ґрунті, низька вологість повітря створюють несприятливі умови для розвитку і продуктивності рослинного покриву, визначають сезонні зміни видового складу рослинного покриву, а також стани (добові, сезонні) геосистем.

Очікується, що в деяких частинах світу кількість атмосферних опадів зменшиться, а в інших – значно збільшиться. Кількість опадів на певних територіях може залишитись без змін, але випадатимуть вони з великими інтервалами у вигляді сильних злив. Наслідками коливань атмосферних опадів можуть бути різноманітні аномалії (посухи, паводки, ерозія ґрунтів, зсуви, селі тощо.) [8].

У багаторічному циклі за 1990-2013 роки середньобагаторічна кількість атмосферних опадів у *Карпатському регіоні*, порівняно з нормою, зросла від 3 до 93 мм, крім метеостанцій Плай (-156 мм) і Хуст (-23 мм) у Закарпатській області, Кам'янка-Бузька (-7 мм) і Мостиська (-24 мм) – у Львівській області, Івано-Франківськ (-44 мм) – в Івано-Франківській області та Чернівці (-23 мм) і Новодністровськ (-55 мм) – у Чернівецькій області.

За останні 24 роки річна кількість атмосферних опадів була нижчою від норми у Закарпатській області впродовж 8-11 років (по метеостанціях Ужгород і Плай, відповідно 14 і 17 років), у Львівській області – 7-11 років (по метеостанції Мостиська – 15 років), в Івано-Франківській області – 9-12 років (по метеостанції Івано-Франківськ – 16 років), у Чернівецькій області – 9-13 років (по метеостанції Новодністровськ – 15 років). У найбільш "сухі" роки (1990, 1996, 2003, 2011) кількість опадів за рік була меншою від норми на 220-370 мм (по метеостанції Пожежевська у 2003 році – менша на 627 мм). У річному циклі найбільш "сухими" були місяці травень, червень, липень, листопад і грудень.

Кількість років з вищою від норми річною сумою атмосферних опадів за період 1990-2013 роки коливалася у межах 9-14 років. Найбільша кількість опадів випала у 1998, 2001, 2008, 2010 роках (перевищення від норми коливалось у межах 280-450 мм). Максимальні перевищення річної кількості опадів спостерігались на метеостанціях Міжгір'я – 706 мм

(1998 р.) та Пожежевська – 555 мм (2008 р.) і 694 мм (2010 р.). Саме у ці роки на річках формувалися катастрофічні паводки. Кількість опадів, яка перевищує норму, припадає у більшості випадків на місяці березень, червень-серпень і листопад. У "вологі" роки є також місяці з кількістю опадів значно меншою від норми (переважно це місяці квітень, травень і серпень).

**Наслідки зміни клімату.** Зміна клімату призводить до негативних **глобальних наслідків**, зокрема [8, 24, 25]:

**Зміна частоти та інтенсивності випадання опадів.** Клімат на планеті стане більш вологим, але кількість атмосферних опадів не буде по території Землі рівномірною. У регіонах, які й так на сьогоднішній день отримують достатню кількість опадів, їх випадання стане інтенсивнішим. У регіонах з недостатнім зволоженням частішають посушливі періоди.

**Підвищення рівня моря.** Протягом ХХ століття середній рівень моря підвищився на 0,1-0,2 м. За ХХІ століття підвищення рівня моря складе до 1 м. У цьому випадку найбільш уразливими виявляться прибережні території і невеликі острови. Такі держави як Нідерланди, Великобританія, а також малі острівні держави Океанії і Карибського басейну першими підпадуть під небезпеку затоплення.

**Загроза для екосистем і біорізноманіття.** Види та екосистеми вже почали реагувати на зміну клімату. Мігруючі види птахів стали раніше прилітати навесні і пізніше відлітати восени. Існують прогнози зникнення до 30-40% видів рослин і тварин, оскільки їх середовища проживання змінюватимуться швидше, ніж вони можуть пристосуватися до цих змін. При підвищенні температури на 1°C прогнозується зміна видового складу лісів, які є природним накопичувачем вуглецю (80% всього вуглецю в земній рослинності і близько 40% вуглецю – у ґрунті).

Підвищення температури повітря на 0,3°C через 25 років поставить під удар тропічні ліси на північному сході Австралії, в Китаї, а також екосистеми високогірних плато в Африці. Коли середньорічна температура підвищиться ще на 1,0°C, що очікується у 2050 роках, північні льодовики будуть танути швидше. Це призведе до значного скорочення популяцій білих ведмедів і моржів. У тропічному поясі почнуть вимирати мешканці коралових рифів. Підвищення температури води в річках Північної Америки призведе до вимирання форелі і лосося. При підвищенні температури на 3°C,

що прогнозується на початок ХХІІ століття, зникнуть тропічні ліси Амазонки, високогірна флора в Австралії, Новій Зеландії і Європі, вимруть коралові рифи [25].

**Танення льодовиків.** Танення льодовиків є найчутливішим індикатором глобальних змін клімату. Починаючи з 1960-х років відбулося зменшення площі снігового покриву приблизно на 10%. З 1950-х років, у Північній півкулі площа морського льоду скоротилася майже на 10-15%, а товщина зменшилася на 40%. Маса льоду в Північному льодовому океані щорічно зменшується на 8%. До 2100 року половина льодяної маси може розтанути, що призведе до значних негативних наслідків [24].

**Сільське господарство.** Вплив потепління на урожайність сільськогосподарських культур неоднозначний. У районах з помірним кліматом урожайність може збільшитися в разі незначного підвищення температури повітря, але знизиться в разі значних температурних змін, що створить загрозу продовольчій безпеці. У тропічних і субтропічних регіонах урожайність в цілому буде знижуватися [8]. Головним фактором, що обмежує урожайність є нестача води у вегетаційний період. При подальшому потеплінні клімату зниження урожайності може перевищити 20% і стати критичним для економіки цих регіонів. Родючі райони Північного Кавказу та Поволжя можуть перетворитися на сухі степи.

**Водоспоживання і водопостачання.** Одним із наслідків кліматичних змін може стати нестача питної води. У регіонах з посушливим кліматом (Центральна Азія, Середземномор'я, Південна Африка, Австралія) ситуація може ще більш погіршитися через зменшення кількості атмосферних опадів [8].

Недостатнє зволоження призведе до зниження забезпеченості водою населення (до 1000-1500 м<sup>3</sup> на рік на одну людину), що за міжнародною класифікацією розглядається як дуже низька або критично низька водозабезпеченість. Істотно знизиться стік найбільших водних артерій Азії (Брахмапутри, Гангу, Хуанхе, Інду, Меконгу, Салуена і Янцзи). Нестача прісної води торкнеться здоров'я людей і розвитку сільського господарства, підвищить ризик конфліктів за доступ до водних ресурсів.

**Інтенсифікація негативних процесів.** Зміна клімату позначиться на повторюваності та інтенсивності небезпечних явищ і процесів (посухи, паводки, повені, снігові лавини, зсуви, селі, сильні вітри тощо), збільшенні несприятливих різких змін погоди, які згубно

впливатимуть на такі ключові сектори економіки, як енергетика, річкове та морське судноплавство, житлово-комунальне господарство.

*Здоров'я людини.* Внаслідок зміни клімату виникнуть ризики для здоров'я людей. Скорочення виробництва продуктів харчування призведе до недоїдання і голоду, аномально високі температури – до загострення серцево-судинних, респіраторних та інших захворювань. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, смертність від теплових хвиль у серпні 2003 р. у Великобританії склала 2045, у Франції – 14 802, в Італії – 3134, у Португалії – 2099 чоловік.

З підвищенням температури ареали тварин і комах, які є переносниками захворювань (наприклад, енцефалітичних кліщів і малярійних комарів), розповсюджуватимуться північніше. Люди, що населяють ці території, не будуть мати імунітету до нових захворювань.

Територія України не належить до найбільш уразливих регіонів планети, проте кліматичні зміни будуть відчуватися на більшій частині країни. Зміна клімату *буде мати такі наслідки для України* [6, 12, 21]:

- зростання температури повітря і, як наслідок, імовірності посух;
- збільшення природних катаклізмів (повені, паводки, урагани);
- проблеми з водою, у т. ч. питною;
- зменшення тривалості зимового періоду і висоти снігового покриву, що негативно вплине на зимовий туризм, особливо гірськолижний;
- економічні негативи (зокрема, в сільському господарстві – проблеми з урожайністю культур; у лісовому господарстві – зниження продуктивності і стійкості лісів);
- соціальні негативи (зростання смертності, вразливі групи населення погано переноситимуть зміну клімату).

Наслідками зміни клімату *в Карпатському регіоні* є [13, 14, 17-19]:

- підвищення зимових температур повітря, що сприяє нестійкості снігового покриву і випаровуванню (сублімації) снігу, внаслідок чого зменшується поповнення ґрунтових вод і ґрунтова складова річкового стоку (знижується водність річок у період зимової межени);
- зменшення кількості атмосферних опадів і зростання температури повітря у теплий період року підвищує екологічний ризик нестабільності річкового стоку і значного зниження водності річок у періоди зимової, літньої та осінньої межени, що обумовлює необхідність

удосконалення управління водними ресурсами (зокрема врахування при прийнятті рішень щодо водопостачання, будівництва міні ГЕС, можливості видобування сланцевого газу методом гідророзриву, поглиблення очищення зворотних вод на очисних спорудах і перегляду нормативів гранично допустимих скидів у водні об'єкти);

– підвищення температури повітря (особливо у весняно-літній період) сприяє висушуванню ґрунтів, внаслідок чого вода, яка надходить у ґрунт з атмосферними опадами після посушливого періоду, поглинається ґрунтом і не надходить у підземні води, що призводить до зниження рівня підземних вод і, як наслідок, "висихання" колодязів, а також зменшення ґрунтової складової річкового стоку;

– збільшення частоти аномально великих атмосферних опадів за короткий проміжок часу призводить до формування паводків, зокрема і катастрофічних, а також розвитку процесів водної ерозії ґрунтів, зсувів, селів, руйнування берегів річок. Паводки – це тимчасова акумуляція на денній поверхні значної кількості водної маси з великою потенційною енергією, яка активно впливає на верхню зону геологічного середовища [20]. Басейни річок у Карпатському регіоні характеризуються найвищим в Україні ризиком виникнення паводків і пов'язаних з ними процесів (руйнування берегів річок, затоплення значних територій). Катастрофічні паводки у Закарпатті (басейни рік Тиси, Латориці, Ужа) відбувалися у 1926, 1947, 1957, 1970, 1988, 2000, 2002 роках, а на території Львівської, Івано-Франківської та Чернівецької областей (басейни рік Дністер, Прут) – у 1911, 1927, 1941, 1955, 1969, 1980, 1988, 2002, 2008 роках. Ризики формування паводків, які охоплюють тільки басейни окремих річок, виникають через 2-3 роки;

– зміна клімату спричиняє періодично повторюване формування екстремальних факторів середовища (стресорів), таких як дуже високі / низькі температури повітря, висушування або перезволоження ґрунтів (особливо у періоди інтенсивного росту рослин), які обумовлюють виникнення в біотичних компонентах геосистем (біоценозах) стресів, наслідками яких є зниження стійкості та продуктивності лісових, лучних і аграрних екосистем, всихання ялинових лісів, поширення шкідників і хвороб. Темпи зміни кліматичних факторів можуть випереджати можливості біологічних видів адаптуватися до змінених умов середовища, що негативно впливатиме на життєвість та збере-

женість видів і, як наслідок, може призвести до збіднення біорізноманіття [8, 13, 14, 17-19].

**Шляхи протидії зміні клімату.** Вирішення проблеми зміни клімату має декілька напрямів: 1) адаптація; 2) пом'якшення наслідків зміни клімату.

**Адаптація.** Передбачає здійснення заходів, які включають: 1) вирощування стійких до посухи рослин (культур); 2) впровадження енергозберігаючих технологій; 3) врахування ризиків, пов'язаних із зміною клімату при розробленні стратегій соціально-економічного розвитку територій (регіонів); 4) невиснажливе (збалансоване) використання природних ресурсів (земельних, водних, біотичних, мінерально-сировинних); 5) інформування населення і професійну підготовку спеціалістів з питань зміни клімату та її наслідків;

Сприяття адаптації до зміни клімату може метод управління кліматичними ризиками (CRM – climate risks management), який ґрунтується на використанні кліматичної інформації у плануванні та прийнятті рішень на всіх рівнях, від національних адаптаційних планів до побутових стратегій виживання. Основою CRM є застосування технологій, які зменшують чутливість до мінливості погодних умов в усіх залежних від клімату секторах, включаючи охорону здоров'я, водні ресурси, сільське господарство та продовольчу безпеку.

**Пом'якшення наслідків зміни клімату.** Охоплює дії, які здійснюються з метою: 1) зниження викидів в атмосферу парникових газів; 2) видалення вуглекислого газу із атмосфери.

Зниження викидів парникових газів досягається: 1) зменшенням використання викопного палива (вугілля, газу, нафти) для виробництва енергії; 2) використанням альтернативних джерел енергії (сонячної енергії, енергії вітру і води, біотичної енергії); 3) підвищенням ступеня очищення димових газів від стаціонарних і пересувних джерел.

Видалення вуглекислого газу із атмосфери. Лісова рослинність у процесі фотосинтезу поглинає з атмосфери вуглекислий газ і, як наслідок, зменшує його концентрацію в атмосферному повітрі. 1 га лісу за рік поглинає з атмосферного повітря 11 тонн вуглекислого газу. Тому збереження і збільшення площі лісів (підвищення лісистості території) має дуже велике значення для усунення причин зміни клімату, зокрема "парникового ефекту".

В Україні викиди вуглекислого газу в атмосферне повітря за рік перевищують 200 млн. тонн, у Карпатському регіоні – 12 млн.

тонн [14]. У I столітті н. е. ліси на території України займали 50-55%, у теперішній час – тільки 15,6%. Існуючі на території України ліси здатні поглинути не більше 50% вуглекислого газу, який надходить в атмосферу з викидами із стаціонарних і пересувних джерел. Виникає необхідність збільшення площі лісів в Україні на 8-10 млн. га.

Кліматичні зміни вплинуть на сільськогосподарські культури. Тому їх необхідно *приспосовувати до нових кліматичних умов*. Нові, адаптовані (посухостійкі) сорти рослин повинні розвиватися за допомогою різноманітних селекційних програм.

Іншим важливим завданням є *управління шкідниками і хворобами* сільськогосподарських культур і у тваринництві. Основою управління є передбачення розповсюдження шкідників і спалахів хвороб, комплексна боротьба з ними.

Для запобігання негативних наслідків зміни клімату необхідна *система інтегрованого управління водними ресурсами*. Мають впроваджуватися заходи для запобігання водної кризи (накопичення води у багатофункціональних водосховищах, підвищення водоакмуляційної ємності території, оптимізація структури геосистем у басейнах річок).

У зв'язку з викладеним, необхідно:

- забезпечити здійснення заходів з інтегрованого управління водними ресурсами за басейновим принципом;
- розробити Національну програму розвитку сільського господарства України, яка включає систему заходів, здійснення яких дозволить запобігти негативним наслідкам зміни клімату;
- розширити наукові дослідження, спрямовані на виведення стійких до зміни клімату сортів сільськогосподарських культур та порід тварин;
- впровадити заходи формування лісів із стійких порід, що забезпечують високу продуктивність в нових кліматичних умовах; збільшити площу лісів в Україні на 8-10 млн. га.

**Висновки.** Зміна клімату є найбільш важливою і складною проблемою у сфері природокористування і охорони навколишнього середовища. Кліматичним змінам сприяють як природні, так і антропогенні чинники. Загальним ефектом діяльності людини щодо зміни клімату є глобальне потепління, зміна моделей атмосферних опадів, виникнення екстремальних явищ (посухи, повені, урагани). Дослідження причин і наслідків кліматичних змін

дозволяє прогнозувати певні зміни в майбутньому, дає змогу до певної міри управляти клі-

матичною мінливістю і ризиками, пристосуватися (адаптуватися) до них.

## Література:

1. Адаменко О. М. Розвиток Землі та історія біосфери / О. М. Адаменко // Мій дім Україна. Роман життя, науки і кохання. Т. 2. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2006. – С. 125-177.
2. Бабіченко В. М. Зміни температури повітря на території України наприкінці ХХ та на початку ХХІ століття / В. М. Бабіченко, Н. В. Ніколаєва, Л. М. Гущина // Український географічний журнал. – К. : Академперіодика, 2007. – № 4 – С. 3-12.
3. Бабіченко В. М. Максимальна температура повітря на території України в умовах сучасного клімату / В. М. Бабіченко, Н. В. Ніколаєва, С. Ф. Рудішина, Л. М. Гущина // Український географічний журнал. – К. : Академперіодика, 2010. – № 3. – С. 6-15.
4. Єрємєєв В. Регіональні аспекти глобальної зміни клімату / В. Єрємєєв, В. Єфімов // Вісник НАН України. – 2003. – № 2. – С. 14-19.
5. Зміна клімату 2007 : фізична наукова база / [наук. ред. В. М. Ліпінський]. – К. : Державна гідрометеорологічна служба України, 2007. – 28 с.
6. Клімат України / [За ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченка]. – К. : Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.
7. Кривенко В. Г. Прогноз изменений климата Евразии с позиций концепции его циклической динамики / В. Г. Кривенко // Всемирная конференция по изменению климата : тезисы доклада. – М., 2003. – С. 514.
8. Можливі наслідки зміни клімату / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://climatechange.ru/node/119>.
9. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2010 році. – К. : Центр екологічної освіти та інформації, 2011. – 254 с.
10. Олійник Я. Б. Загальне землезнавство: підручник / Я. Б. Олійник, Р. П. Федоришак, П. Г. Шищенко. – К. : Знання-Прес, 2008. – 342 с.
11. Осадчий В. І. Температура повітря на території України в сучасних умовах клімату / В. І. Осадчий, В. М. Бабіченко // Український географічний журнал. – К. : Академперіодика, 2013. – № 4. – С. 32-39.
12. Перше національне повідомлення щодо питань зміни клімату / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://escosys.ru/2003\\_3/art32.htm](http://escosys.ru/2003_3/art32.htm).
13. Приходько М. М. Зміна клімату та її наслідки у Карпатському регіоні / М. М. Приходько // Фізична географія та геоморфологія. – К. : ВГЛ "Обрій", 2012. – Вип. 1 (65). – С. 178-186.
14. Приходько М. М. Екологічна безпека природних і антропогенно модифікованих геосистем : монографія / М. М. Приходько – К. : Центр екологічної освіти та інформації, 2013. – 201 с.
15. Причини зміни клімату / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://climatechange.ru/node/118>.
16. Спостережувані зміни / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://climatechange.ru/node/117>.
17. Стойко С. М. Потенційні екологічні наслідки глобального потепління клімату в лісових формаціях Українських Карпат / С. М. Стойко // Науковий вісник НЛТУ України. – Львів : НЛТУ України, 2009. – Вип. 19.15. – С. 214-224.
18. Стойко С. М. Екологічна безпека Українських Карпат в контексті сталого розвитку / С. М. Стойко // Сталий розвиток Карпат та інших гірських регіонів Європи : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (8-10 вересня, 2010 р., м. Ужгород). – Ужгород, 2010. – С. 163-168.
19. Стойко С. М. Вплив глобального потепління та зміни клімату на сукцесії лісових формацій Карпат / С. М. Стойко // Лісівнича академія наук України : бюлетень № 3. – Львів : НЛТУ України, 2011. – С. 76.
20. Яковлев С. О. Еколого-геологічні фактори впливу руйнівних повеней та паводків в Україні / С. О. Яковлев // Вплив руйнівних повеней, паводків, небезпечних геологічних процесів на функціонування інженерних мереж та безпеку життєдіяльності : матеріали П'ятої науково-практичної конференції (23-27 лютого 2009 р., м. Яремче). – К. : НПП «ЕКОЛОГІЯ НАУКА ТЕХНІКА», 2009. – С. 15-17.
21. Climate, agriculture and food security: A strategy for change. – Alliance of the CGIAR Centers, 2009. – 45 p.
22. IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., Qin, M., Manning, Z., Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. – Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA.
23. <http://www.rfbr.ru>
24. <http://news.battery.ru>
25. <http://www.obozrevatel.com>

## References:

1. Adamenko O. M. Rozvitok Zemli ta istoriâ biosferi / O. M. Adamenko // Mij dim Ukraïna. Roman žittâ, nauki i kohannâ. T. 2. – İvano-Frankivsk: Simfoniâ forte, 2006. – S. 125-177.
2. Babičenko V. M. Zmini temperaturi povitrâ na teritorii Ukraïni naprikinci HH ta na počatku HHl stolittâ / V. M. Babičenko, N. V. Nikolaeva, L. M. Gušina // Ukraïnskij geografičnij žurnal. – K. : Akademperiodika, 2007. – # 4 – S. 3-12.
3. Babičenko V. M. Maksimalna temperatura povitrâ na teritorii Ukraïni v umovah sučasnoho klimatu / V. M. Babičenko, N. V. Nikolaeva, S. F. Rudišina, L. M. Gušina // Ukraïnskij geografičnij žurnal. – K. : Akademperiodika, 2010. – # 3. – S. 6-15.
4. Èrëmëev V. Regionalni aspekti globalnoi zmini klimatu / V. Èrëmëev, V. Èfimov // Visnik NAN Ukraïni. – 2003. – # 2. – S. 14-19.
5. Zmina klimatu 2007 : fizična naukova baza / [nauk. red. V. M. Lipinskij]. – K. : Deržavna gidrometeorologična služba Ukraïni, 2007. – 28 s.
6. Klimat Ukraïni / [Za red. V. M. Lipinskogo, V. A. Dâčuka, V. M. Babičenkâ]. – K. : Vid-vo Raevskogo, 2003. – 343 s.
7. Krivenko V. G. Prognoz izmenenij klimata Evrazii s pozicij koncepcii ego ciklicheskoj dinamiki / V. G. Krivenko // Vsemirnaya konferenciya po izmeneniyu klimata: tezisy doklada. – M., 2003. – S. 514.
8. Možlivi naslidki zmini klimatu / [Elektronnij resurs]. – Režim dostupu: <http://climatechange.ru/node/119>.
9. Nacionalna dopovid pro stan navkolišnego prirodnoho seredoviša v Ukraïni u 2010 roci. – K. : Centr ekologičnoï osviti ta informacii, 2011. – 254 s.
10. Olijnik Â. B. Zagal'ne zemleznavstvo: pidručnik / Â. B. Olijnik, R. P. Fedorišak, P. G. Šišenko. – K. : Znnâ-Pres, 2008. – 342 s.
11. Osadčij V. I. Temperatura povitrâ na teritorii Ukraïni v sučasnih umovah klimatu / V. I. Osadčij, V. M. Babičenko // Ukraïnsk'ij geografičnij žurnal. – K. : Akademperiodika, 2013. – # 4. – S. 32-39.
12. Perše nacional'ne povidomlennâ šodo pitan' zmini klimatu / [Elektronnij resurs]. – Režim dostupu: [http://escosys.ru/2003\\_3/art32.htm](http://escosys.ru/2003_3/art32.htm).
13. Prihod'ko M. M. Zmina klimatu ta ii naslidki u Karpats'komu regionii / M. M. Prihod'ko // Fizična geografiâ ta geomorfologiâ. – K. : VGL "Obrii", 2012. – Vip. 1 (65). – S. 178-186.
14. Prihod'ko M. M. Ekologična bezpeka prirodni i antropogenno modifikovanih geosistem : monografiâ / M. M. Prihod'ko – K. : Centr ekologičnoï osviti ta informacii, 2013. – 201 s.
15. Pričini zmini klimatu / [Elektronnij resurs]. – Režim dostupu: <http://climatechange.ru/node/118>.
16. Sposterežuvani zmini / [Elektronnij resurs]. – Režim dostupu: <http://climatechange.ru/node/117>.
17. Stojko S. M. Potencijni ekologični naslidki global'nogo poteplinnâ klimatu v lisovih formaciâh Ukraïnsk'ih Karpat / S. M. Stojko // Naukovij visnik NLTU Ukraïni. – L'viv : NLTU Ukraïni, 2009. – Vip. 19.15. – S. 214-224.
18. Stojko S. M. Ekologična bezpeka Ukraïnsk'ih Karpat v konteksti stalogo rozvitku / S. M. Stojko // Stalij rozvitok Karpat ta inših girs'kih



- regioniv Ėvropi : materiali Miżnarodnoi naukovopraktičnoi konferencii (8-10 veresnâ, 2010 r., m. Użgorod). – Użgorod, 2010. – S. 163-168.
19. Stojko S. M. Vpliv global'nogo poteplinnâ ta zmini klimatu na sukcesii lisovih formacij Karpat / S. M. Stojko // Lisivniča akademiâ nauk Ukraïni : búleten' # 3. – L'viv : NLTU Ukraïni, 2011. – S. 76.
  20. Ākovlêv Ė. O. Ekologo-geologični faktori vplivu rujnivnih povenej ta pavodkiv v Ukraïni / Ė. O. Ākovlêv // Vpliv rujnivnih povenej, pavodkiv, nebezpečnih geologičnih procesiv na funkcionuvannâ inženernih merež ta bezpeku žittédial'nosti : materiali Pġatoï naukovopraktičnoi konferencii (23-27 lûtogo 2009 r., m. Āremče). – K. : NPC «EKOLOGIĀ NAUKA TEHNĪKA», 2009. – S. 15-17. Climate, agriculture and food security: A strategy for change. – Alliance of the CGIAR Centers, 2009. – 45 p.
  21. IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group 1 to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. – Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA.
  22. <http://www.rfbr.ru>
  23. <http://news.battery.ru>
  24. <http://www.obozrevatel.com>

**Резюме:**

*Николай Приходько.* ПРИЧИНЫ, ПОСЛЕДСТВИЯ И ПУТИ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА.

В статье проанализированы тенденции изменения климата, причины и следствия, а также отрасли экономики, которых коснутся климатические изменения. Изменение климата рассматривается как процесс изменения метеорологических элементов, отклонения их параметров от стандартной климатической нормы. Климатические изменения обусловлены как природными, так и антропогенными факторами. Общим эффектом деятельности человека относительно изменения климата является глобальное потепление как следствие увеличения концентрации парниковых газов в атмосфере.

За период 1991- 2010 гг. средние месячные температуры воздуха на территории Украины возросли по сравнению с климатической нормой (1961-1990 гг.) на 0,4-1,0°C. Среднегодовое количество осадков в Карпатском регионе увеличилось от 3 до 93 мм. При этом, из последних 24 лет (1990-2013 гг.) 8-16 лет количество атмосферных осадков было ниже нормы. Отрицательными последствиями изменения климата на территории Украины будут: повышение вероятности засух, формирование паводков и ураганов, дефицит воды. Исследование причин и последствий климатических изменений позволяют прогнозировать изменение климата, управлять обусловленными этими изменениями рисками и адаптироваться к ним. Обоснованы пути противодействия, адаптации и предупреждения негативных последствий изменения климата.

**Ключевые слова:** климат, температура воздуха, атмосферные осадки, парниковые газы.

**Summary:**

*Mykola Prykhodko.* CAUSES, EFFECTS AND WAYS TO COMBAT CLIMATE CHANGE.

The paper analyzes the trends of climate change, cause and effect, as well as sectors of the economy, which will affect climate change. Climate change is seen as a process of changes in meteorological elements, their deviation from the standard parameters of the norm. Climate change due to both natural and anthropogenic factors. The overall effect of human activity on climate change is global warming as a result of increasing concentrations of greenhouse gases in the atmosphere.

During the period 1991-2010 years. average monthly air temperature in Ukraine increased in comparison with the climate norm (1961-1990) at 0,4-1,0°C. Mean annual rainfall in the Carpathian region has increased from 3 to 93 mm. In this case, the last 24 years ( 1990-2013) 8-16 years rainfall has been below normal. Adverse effects of climate change on the territory of Ukraine are: to increase the probability of droughts, floods and hurricanes forming, water scarcity. Research into the causes and consequences of climate change can be predictive of climate change, manage risks arising from these changes and adapt to them. The ways of countering, adaptation and prevention of negative impacts of climate change.

**Keywords:** climate, air temperature, precipitation, greenhouse gases.

*Рецензент: проф. Сивий М.Я.*

*Надійшла 14.05.2014р.*

УДК 551.58.001.57;551.58.001.18+551.509.3

Віра БАЛАБУХ

## РЕГІОНАЛЬНІ ПРОЯВИ ГЛОБАЛЬНОЇ ЗМІНИ КЛІМАТУ В ТЕРНОПІЛЬСЬКІЙ ОБЛАСТІ ТА МОЖЛИВІ ЇХ ЗМІНИ ДО СЕРЕДИНИ ХХІ СТ.

*У статті висвітлено головні прояви регіональних кліматичних змін в Тернопільській області у сучасний період на тлі глобальних процесів зміни клімату. Встановлено регіональні особливості зміни термічного режиму, режиму зволоження та екстремальних явищ погоди у період з 1961 по 2010 рр., проведено їх аналіз, визначено значущість, достовірність та частку невизначеності виявлених змін. Побудовано проєкції зміни кліматичних характеристик та екстремальних погодних умов у Тернопільській області в 2021-2050 рр. відносно сучасного кліматичного періоду (1981-2010рр.) та проведено оцінку значимості та ймовірності очікуваних змін. Розрахунки здійснено для збалансованого сценарію розвитку суспільства SRES A1B.*

**Ключові слова:** регіональні зміни клімату; стихійні явища погоди; екстремальні умови погоди; проєкції