

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg201901-162>

Available at: <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/162>

УДК 631.92:631.5:631.51(477.4)

ГЛОБАЛЬНА ЗМІНА КЛІМАТУ: ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ТА НАСЛІДКИ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА ПІВДЕННОГО СТЕПУ

С.П. Голобородько¹, докт. с.-г. наук, О.М. Димов², канд. с.-г. наук

¹ Інститут зрошуваного землеробства НААН, Херсон, Україна;
<https://orcid.org/0000-0002-6968-985X>; e-mail: izz.ua@ukr.net

² Інститут зрошуваного землеробства НААН, Херсон, Україна;
<https://orcid.org/0000-0002-7839-0956>; e-mail: lksndrdymov@gmail.com

Анотація. Здійснено аналіз впливу глобальної та регіональної зміни клімату на збільшення випаровуваності, дефіциту вологозабезпеченості та зменшення кількості атмосферних опадів у підзоні південного Степу. Виявлено чотири моделі основ змін клімату на планеті. Згідно з першою моделлю підвищення температури пов'язано з антропогенними викидами в атмосферу вуглекислого газу, метану, оксиду азоту, гексафториду сірки, гідрофторвуглецю та перфторвуглецю. Другою моделлю причин зміни клімату вважаються періодичні четвертинні зледеніння, які повторюються на планеті кожні 100 тис. років. Третя модель передбачає зміну клімату через інтенсивне видобування нафти з надр нашої планети. Четвертою моделлю причин зміни клімату є діяльність гідротермальних джерел в океанах, які викидають в атмосферу вуглекислий газ і метан. Встановлена кількість атмосферних опадів, які випадали протягом 2011-2017 рр. у середньосухі та сухі за забезпеченістю опадами роки, яка, порівняно з середньою багаторічною за 1945-2010 рр. (232,7 мм), була істотно нижчою і становила 47,2-63,6 мм. Зменшення останніми роками кількості опадів навесні на 24-27% і восени на 62-65%, за одночасного підвищення температури та зниження відносної вологості повітря в зазначені пори року на 2,7-2,8 °С, призводило до збільшення випаровуваності на 30-31% і дефіциту вологозабезпеченості на 53-55%. У середньому за 65 років випаровуваність складала 722,0 мм, а дефіцит вологозабезпечення – 487,4 мм. У вологі за забезпеченістю опадами роки випаровуваність не перевищувала 608,6 мм, відповідно, дефіцит вологозабезпечення знижувався до 243,6 мм. У середньовологі та середні роки випаровуваність зростає до 645,7-746,3 мм, а дефіцит вологозабезпечення підвищується до 406,7-507,7 мм. У середньосухі та сухі за забезпеченістю опадами роки випаровуваність зростає до 769,8-934,5 мм, а дефіцит вологозабезпечення – до 580,9-791,0 мм. Обґрунтовано доцільність ефективного використання та подальшого розширення площ зрошуваних земель, що забезпечить отримання стабільно високих урожаїв сільськогосподарських культур і продовольчу безпеку населення України.

Ключові слова: клімат, повітря, температура, випаровуваність, атмосферні опади, вологозабезпеченість, зрошення

Постановка проблеми. Дослідженнями міждержавної групи експертів по зміні клімату (МГЕЗК) при ООН, підтвердженими національними академіями наук країн «Великої сімки», встановлено, що, порівняно з роком початку промислової революції (1850 р.), середня температура Землі підвищилася на 0,7 °С і становить у межах +15 °С, що й забезпечує існування життя сталих біогеоценозів на планеті [1]. Оцінкою кліматичних моделей МГЕЗК встановлено, що в XXI столітті середня температура Землі може підвищитись у межах 1,1-6,4 °С, через що протягом тисячоліть буде відбуватися потепління й підйом рівня води Світового океану. Підвищення глобальної температури на Землі призведе до зміни кількості й розподілу на материках атмосферних опадів і більш часті появи природних катаклізмів, таких як повені, посухи, урагани й ін., що призведе до зниження або повної заги-

белі врожаїв сільськогосподарських культур і зникнення багатьох біологічних видів рослин і тварин [2]. При цьому зміна клімату з великою ймовірністю буде збільшувати частоту й масштаб наведених природних явищ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Глобальну зміну клімату на Землі нині вивчають у багатьох країнах світу, проте у більшості випадків ці дослідження носять фрагментарний характер і часто суперечать одне одному, але багато в чому і співпадають. Причини змін клімату в часі вивчені ще недостатньо, проте, згідно з наявними науковими моделями, їх декілька: зміна орбіти Землі навколо Сонця (цикли Міланковича), вулканічні викиди, зміна сонячної активності й парниковий ефект [3].

Одна з основних причин глобальної зміни клімату пов'язана зі значними викидами в атмосферу діоксиду вуглецю (CO₂),

© С.П. Голобородько, О.М. Димов, 2019

метану (CH_4) і закису азоту (N_2O), а також гексафториду сірки (SF_6), гідрофторвуглецю (ГФУ) та перфторвуглецю (ПФУ), при поглинанні яких відбувається інфрачервоне випромінювання, що і викликає нагрівання як самої атмосфери, так і поверхні планети. Основними парниковими газами на Землі є: водяна пара (36-70%), двоокис вуглецю (9-26%), метан (4-9%) і тропосферний озон (3-7%). Усі відмічені гази, включаючи і фтор-хлорводні, в сукупності названі парниковими. Порівняно з початком промислової революції середини XIX ст. (1850 р.), з початку якої минуло більше 150 років, концентрація CO_2 в атмосфері Землі збільшилася на 31%, відповідно CH_4 – на 149% [4]. Окрім цього, усіма джерелами забруднення атмосферного простору, створеними людством: вугільні електростанції, викиди металургійних заводів, вихлопи автомобілів тощо, щорічно викидається до 22 млрд т парникових газів [5]. Водночас від спалювання вугілля, природного газу і нафти, застосування добрив, трансформації природних біоценозів в агрофітоценози і зміни агроландшафтів, у першу чергу вирубування лісу та розорювання природних кормових угідь, в атмосферу виділяється до 250 млн т метану в рік. Пояснюється це тим, що земна поверхня без рослинного покриву, порівняно з рослинністю, яка росте, нагрівається сильніше, що викликає підвищення рівня конденсації водяної пари атмосферних опадів і призводить до зниження випадання їх кількості та появи посух [6].

Друга причина істотного зростання вмісту парникових газів в атмосфері, яка пов'язана з четвертинним періодом покривних льодовиків Гренландії й Антарктиди, у даний час вивчена відносно добре. Четвертинний період відрізняється від інших геологічних періодів циклічними епохами заledenень і міжльодовикових періодів, у які зміни клімату чітко корельовані зі змінами вуглецевого циклу. Разом з тим, навіть у цьому, найбільш вивченому періоді, ще немає достатньо повного пояснення причини циклічних змін на Землі й зв'язку геохімічних змін із кліматичними. Установлено, що четвертинний період характеризувався чотирма заledenіннями, які з періодом до 100 тис. років проходили один за одним. При цьому атмосферний вміст діоксиду вуглецю і метану змінювався узгоджено з варіаціями температури й між собою, внаслідок чого концентрація метану в обох півкулях знижувалася й поступово вирівнювалася.

Третьою причиною, що викликала зміну геохімічного циклу в природі парникових

газів, насамперед діоксиду вуглецю і метану, є порушення закономірного процесу безперервного енергетичного обміну космічної системи Земля-Сонце, насамперед антропогенної діяльності людства, пов'язаної з видобутком нафти з надр планети [7]. Світове споживання нафти на початку XXI століття (2004-2005 рр.) досягло 30-31 млрд барелів у рік, а відкриті нові запаси за ці роки не перевищували 8 млрд барелів і перевищення видобутку над споживанням становило лише 2 млн барелів у день. Тому в XXI ст. розпочато пошук джерел енергії – заміників нафти, але, оскільки пошук альтернативних джерел енергії є складним, тривалим і до того ж недешевим, видобуток нафти з надр Землі увесь цей час триває. За даними наукових праць НАН України утворення нафти на планеті Земля має неорганічне походження і проходить унаслідок послідовних геокосмоплазмохімічних процесів, виконуючих донорсько-акцепторну функцію між рухом електронів з поверхні Землі до її ядра. На підставі фізико-хімічних властивостей вуглецю, 87% якого міститься в складі нафти, забезпечується процес протікання ядерного синтезу на поверхні ядра планети, а отже і геокосмоплазмохімічний процес утворення нової речовини. Тому в регіонах інтенсивного видобутку нафти руйнується стало існуюча ланка, внаслідок чого зростає електропровідність із іоносферою, що і призводить до збільшення утворення парникового ефекту і прискорення зміни клімату Землі, що викликає активізацію штормів, тайфунів, смерчів, інтенсивне танення льодовикового покриву, насамперед Арктики й Антарктиди. Тому зростання середньої температури на Землі протягом останніх 50 років виявлено вдвічі більшим, ніж за 100 попередніх років. При цьому в Арктиці теплішає удвічі швидше, ніж в інших кліматичних зонах, через що зона поширення льоду лише протягом останніх 30 років за кожне десятиліття зменшувалася на 2,7%. Механізм впливу парникових газів на глобальну зміну клімату полягає в тому, що частину інфрачервоного випромінювання, яке потрапляє на поверхню Землі, їх молекули поглинають і перевипромінюють, унаслідок чого відбувається нагрівання нижніх шарів атмосфери [8]. Антропогенна діяльність людства принесла і низку нових змін у цикл вуглецю на Землі, оскільки з початком індустриальної ери усе в більших обсягах стало зростати спалювання вугілля, нафти й газу, накопичених за мільйони років існування нашої планети [9; 10].

Згідно з прогнозними оцінками зміни клімату в Російській Федерації та Республіці Білорусь негативна дія людства в перші десятиріччя XXI-го століття є дуже високою, що підтверджується близькістю оцінок, отриманих у різних кліматичних моделях та різних сценаріях антропогенних емісій (рис. 1).

Також існують погляди, що зміна клімату відбувається в межах його природної мінливості і зумовлюється процесами, які повторюються в часі та відбуваються в системі Земля – Сонце – Космічний простір. Нині цикли зміни клімату виділяють у чотири групи: наддовгі – 150-300 млн років, довгі – 10-50 млн, короткі – сотні й тисячі років і ультракороткі, що пов'язані з активністю Сонця і вимірюються в межах 2400 років, 200, 90 і 11 років [12]. Існуючі моделі глобальної зміни клімату свідчать, що виявлені ритми Сонця також є причиною підвищення температури на Землі.

Однією з моделей цього явища могло бути різке збільшення вмісту діоксиду вуглецю в атмосфері, що досягає 2-3% (сучасне 0,038%) і, особливо, метану, збільшення концентрації якого в атмосфері домінувало в ранній історії Землі й могло викликати глобальне потепління. Тривалість природної вуглецевої аномалії і її повне зникнення відбувалося протягом 150 тис. років, після чого температурний режим планети Земля повертався до нормального стану.

Актуальність дослідження. Аналіз ситуації, яка склалася в сільськогосподарському виробництві різних країн світу, свідчить про те, що причина зміни клімату на Землі та її наслідки вивчені ще недостатньо. Якщо

парникові гази в XXI ст. поступатимуть в атмосферу в такому ж об'ємі, як і нині, то підвищення середньої температури на планеті досягне 2-4 °С, у зв'язку з чим до 20-30% видів тварин і рослин в існуючих біоценозах можуть повністю зникнути. Одночасно підніметься рівень води у світовому океані, який протягом XX ст. став вищим на 17 см, тобто більше, ніж за попередні 2000 років [13].

У той же час процес глобального потепління на Землі пов'язують як з антропогенною діяльністю людей, так і з внутрішніми процесами, що відбуваються усередині планети і обумовлені рухом континентів. Нині на дні океанів виявлені тисячі гідротермальних джерел, так званих «чорних курильщиків» заввишки до 120 м і до 200 м у діаметрі, які постійно викидають в атмосферу тонни парникових газів, таких як діоксид вуглецю, метан і сірководень (H_2S). При цьому лише з одного такого гідротермального джерела вуглекислого газу і метану викидається в атмосферу в 30 разів більше, ніж з усіх промислових виробництв на Землі, разом узятих. До того ж викинуті гази не утримуються в чистій морській воді, а потрапляють у природний кругообіг. Враховуючи, що на дні океанів гідротермальних джерел виявлено тисячі, то, навіть обмеживши викиди парникових газів на планеті, як це передбачено Кіотською угодою, або навіть зупинивши усе виробництво на Землі, процес глобального потепління клімату на планеті не припиниться [14].

У зв'язку з підвищенням середньомісячної температури повітря в умовах природного зволоження (без зрошення) підзони

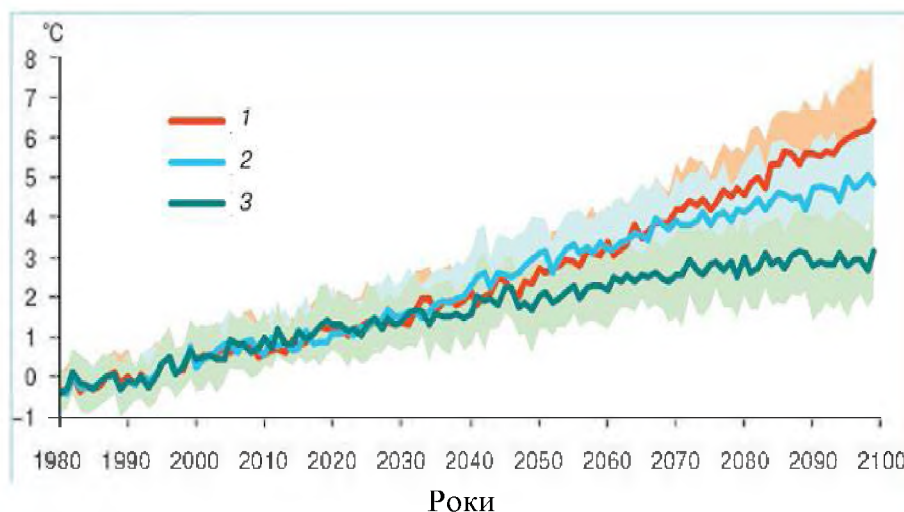


Рис. 1. Модель зміни середньорічної температури повітря (1, 2, 3) на території Російської Федерації та Білорусі, порівняно з середньою багаторічною за 1980-1999 рр.
Джерело: [11]

південного Степу України останніми роками виявлена недостатня кількість атмосферних опадів, особливо в липні, серпні і вересні, що за різними оцінками (гідротермічним коефіцієнтом Селянинова, індексом аридності Стенца, коефіцієнтом зволоження Іванова та ін.) характерно для напівпустелі та пустелі [15].

Як наслідок – збільшилася посушливість клімату і почастилася повторюваність посух, особливо в степовій і сухостеповій зонах. Якщо посухи протягом 400 років у XI-XIV ст. виникали лише 8 разів, у XVII-XVIII – 17, у XIX – 20, то в XX столітті їх кількість зросла до 30.

Мета дослідження – розкрити причини глобальної зміни клімату на планеті та її вплив на сільськогосподарське виробництво підзони південного Степу через збільшення коефіцієнта зволоження, випаровуваності й дефіциту вологозабезпеченості.

Матеріали і методи досліджень. Основним завданням наших досліджень стало вивчення науково-практичних аспектів сучасного стану та встановлення шляхів облаштування агроландшафтів південного регіону України. Дослідження в цьому напрямі проведено з використанням тривалих метеорологічних спостережень Херсонської метеорологічної станції. Наукові дослідження базувались на комплексному використанні статистичного, монографічного, абстрактно-логічного методів та системного аналізу.

Результати дослідження та їх обговорення. Проблема виробництва сільськогосподарської продукції в даний час суттєво загострюється у зв'язку з інтенсивними темпами глобальної й регіональної зміни клімату,

що проявляється через підвищення середньорічних температур повітря, інтенсивний прояв екстремальних погодних явищ, у тому числі посух, які охоплюють до 50-70% території України, до її загальної площі. Аналіз довготривалих спостережень за погодними умовами, проведених Херсонською метеорологічною станцією у південній частині зони Степу, дозволив встановити й абсолютні розміри величини гідротермічних показників у різні за забезпеченістю опадами роки. У середньому за 65 років спостережень (1945-2010 рр.) випаровуваність складала 722,0 мм, а дефіцит вологозабезпечення – відповідно 487,4 мм. У вологі (5%) за забезпеченістю опадами роки випаровуваність не перевищувала 608,6 мм, відповідно, дефіцит вологозабезпечення знижувався до 243,6 мм. У середньовологі (25%) та середні (50%) за забезпеченістю опадами роки випаровуваність зростає до 645,7-746,3 мм, а дефіцит вологозабезпечення підвищується до 406,7-507,7 мм. У середньосухі (75%) та сухі (95%) за забезпеченістю опадами роки випаровуваність зростає до 769,8-934,5 мм, а дефіцит вологозабезпечення – до 580,9-791,0 мм (рис. 2).

Коефіцієнт зволоження, як відношення суми атмосферних опадів до випаровуваності, істотно залежав від року забезпеченості опадами протягом усього вегетаційного періоду сільськогосподарських культур. У середньому за 65 років спостережень (1945-2010 рр.) коефіцієнт зволоження не перевищував 0,32, що свідчить про вкрай посушливий клімат підзони південного Степу. У вологі за забезпеченістю опадами

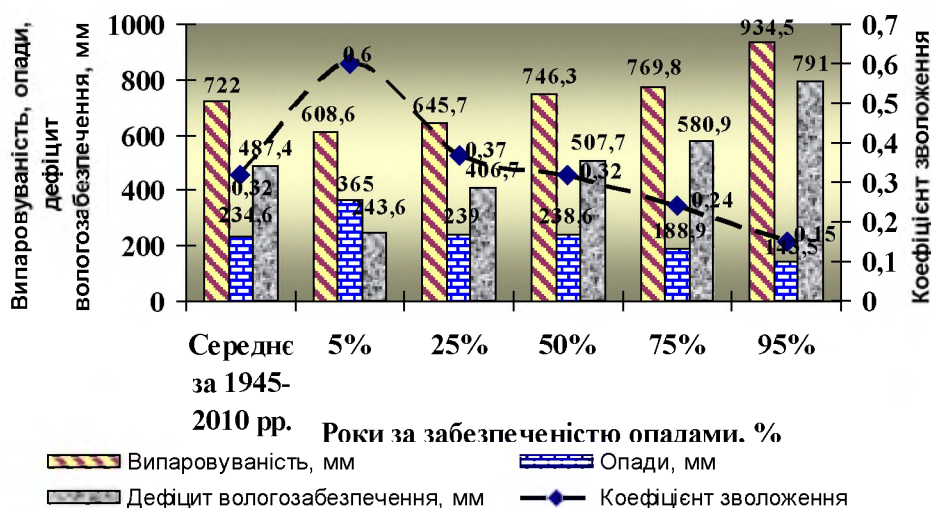


Рис. 2. Гідротермічні показники вегетаційного періоду багаторічних трав у різні за забезпеченістю опадами роки

Джерело: за даними Херсонської метеорологічної станції

роки вказаний показник складав 0,60; відповідно, середньовологі – 0,37; середні – 0,32; середньосухі – 0,24 і сухі за забезпеченістю опадами роки коефіцієнт зволоження в середньому за вегетаційний період (квітень–вересень) не перевищував 0,15.

Коефіцієнт зволоження, розрахований за показниками Херсонської та Асканійської метеорологічних станцій у середньому за 1945-2010 рр., складав 0,39-0,43; у травні – 0,39; червні – 0,37; липні – 0,26; серпні – 0,19-0,22 і вересні – 0,29-0,37. Найвищі показники коефіцієнта зволоження протягом вегетаційного періоду виявлено у квітні – 0,39-0,43 і вересні – 0,29-0,37, а найнижчі у липні – 0,26 та серпні 0,19-0,22 (рис. 3).

Протягом останніх років зниження коефіцієнта зволоження відбувалося одночасно з істотним зростанням середньомісячної

температури й зниженням відносної вологості повітря. Про істотну зміну теплового, повітряного і радіаційного режимів у підзоні південного Степу свідчить підвищення середньомісячної температури повітря протягом вегетаційного періоду сухого (95%) за забезпеченістю опадами 2017 р. (рис. 4).

Загалом дефіцит вологозабезпечення за вегетаційний період багаторічних трав складав 690,0 мм і, порівняно з середніми багаторічними показниками, був вищим на 81,2 мм, або на 16,0%. При цьому в травні він досягав 84,9 мм; червні – 144,8; липні – 128,9; серпні – 219,2 і вересні – 140,8 мм. Коефіцієнт зволоження у сухому (95%) за забезпеченістю опадами 2017 р. у середньому за вегетаційний період складав 0,20, у тому числі: в квітні – 1,48; травні – 0,23; червні – 0,07; липні – 0,24; серпні – 0,02 і вересні – 0,01 (рис. 5).

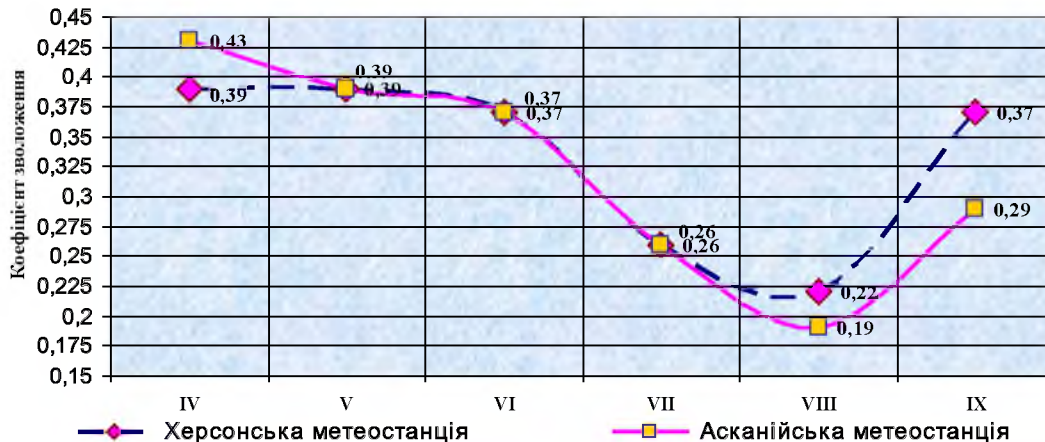


Рис. 3. Коефіцієнт зволоження протягом вегетаційного періоду багаторічних трав (квітень–вересень)

Джерело: за даними Херсонської і Асканійської метеорологічних станцій, у середньому за 1945-2010 рр.

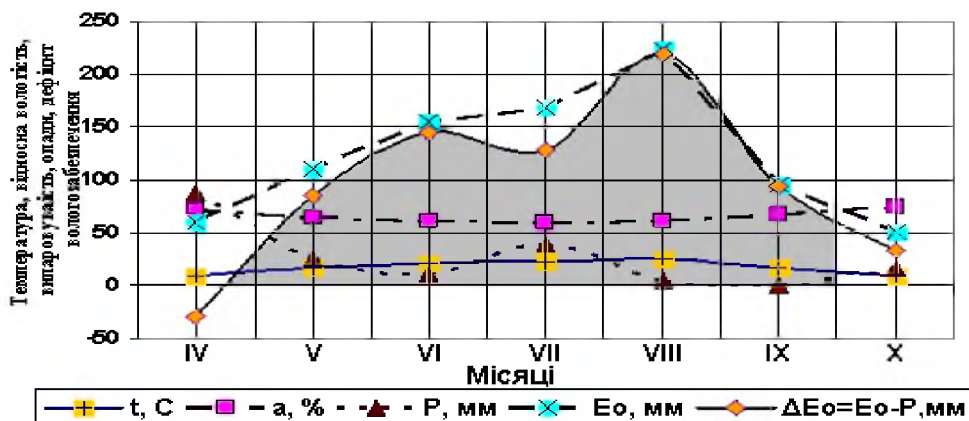


Рис. 4. Гідротермічні показники вегетаційного періоду багаторічних трав у сухому (95%) за забезпеченістю опадами 2017 р.

Примітка: сірим кольором зафарбована зона, площа якої дорівнює дефіциту вологозабезпечення

Джерело: за даними метеорологічної станції м. Херсон

Наведені показники свідчать про те, що, згідно [16], за коефіцієнтом зволоження територія південної частини зони Степу протягом травня-вересня у сухому за забезпеченістю опадами 2017 р. відносилася до напівпустелі та пустелі.

У середньому за 65 років спостережень (1945-2010 рр.) кількість атмосферних опадів у зимовий період (XII-II місяці) не перевищувала 93,0 мм, відповідно, у весняний (III-V) – 93,7; літній (VI-VIII) – 126,3 і осінній (IX-XI місяці) – 102,7 мм. Протягом вегетаційного періоду (квітень-вересень) кількість опадів у середньому за 1945-2010 рр. складала 232,7 мм, відповідно,

у 2011 р. – 185,5 мм; 2012 р. – 186,6; 2013 р. – 154,2; 2014 р. – 218,5; 2015 р. – 315,2; 2016 р. – 277,7 і у 2017 р. – 169,1 мм.

Кількість атмосферних опадів, які випадали протягом 2011-2017 рр. у середньосухі та сухі за забезпеченістю опадами роки, свідчить, що, порівняно з середньою багаторічною за 1945-2010 рр., вона була істотно нижчою і досягала 47,2-63,6 мм. Якщо в середньому за 1945-2010 рр. кількість опадів становила 232,7 мм, то в 2011 році їх кількість не перевищувала 185,5 мм, відповідно, в 2012 р. – 186,6; 2013 – 154,2; 2014 – 218,5; 2015 – 315,3; 2016 – 277,7 і у 2017 р. – 169,1 мм (рис. 6).

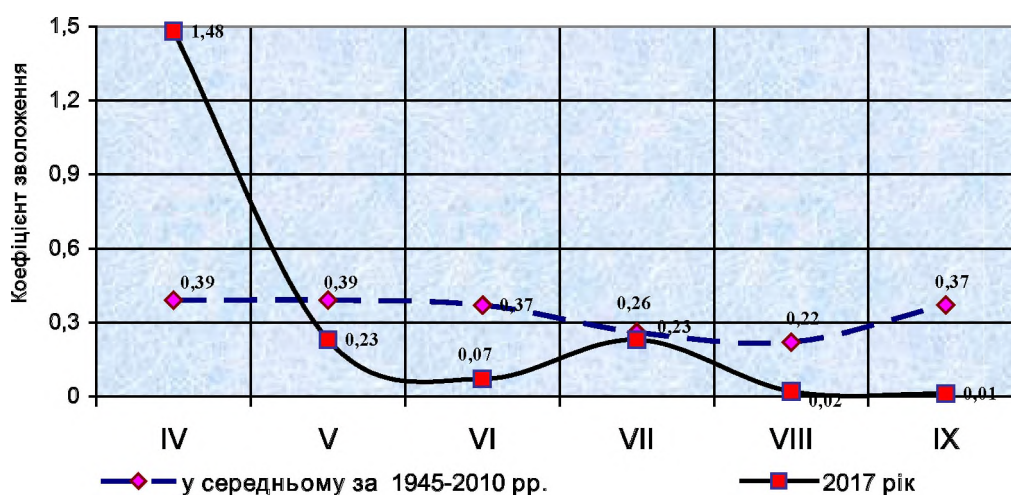


Рис. 5. Коефіцієнт зволоження протягом вегетаційного періоду багаторічних трав у сухому (95%) за забезпеченістю опадами 2017 р. та в середньому за 1945-2010 рр.

Джерело: за даними метеорологічної станції м. Херсон

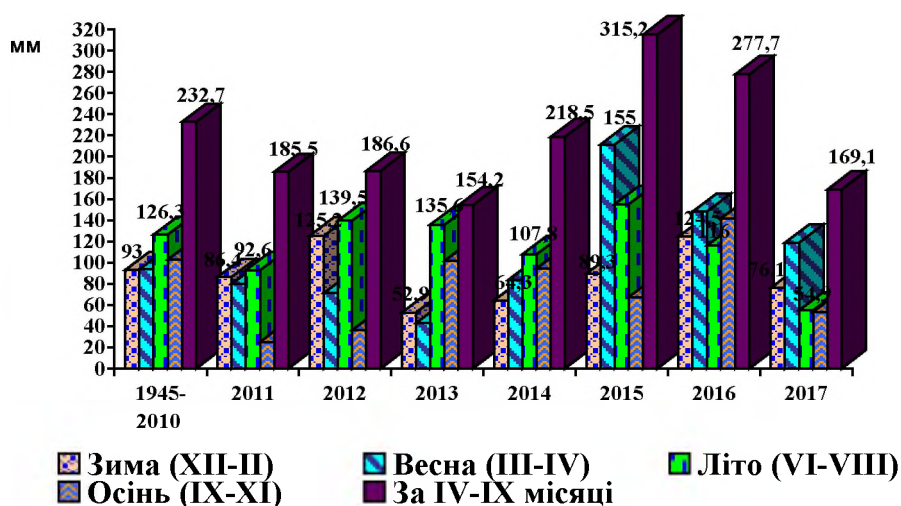


Рис. 6. Кількість атмосферних опадів у різні за забезпеченістю опадами роки протягом вегетаційного періоду багаторічних трав (квітень-вересень) та за сезонами років у південному Степу України

Джерело: за даними метеорологічної станції м. Херсон

Зменшення кількості опадів у весняний період у сухому за забезпеченістю опадами 2012 р., порівняно з 1945-2010 рр., на 22,6 мм (24,1%) і восени – на 66,4 мм (64,6%) за одночасного підвищення температури повітря у зазначені пори року на 2,7 °С і 2,8 °С в цілому за вегетаційний період (IV-IX місяці) призводило до збільшення випаровуваності на 217,5 мм (29,9%) і дефіциту вологозабезпеченості на 263,6 мм, або на 53,4%.

Випаровуваність і дефіцит вологозабезпечення протягом 2011-2017 рр. істотно змінювалися й залежали від середньомісячної температури й відносної вологості повітря та кількості атмосферних опадів (рис. 7).

Вкрай екстремальні гідротермічні умови спостерігалися у сухому (95%) за забезпеченістю опадами 2012 р., потенційне випаровування або випаровуваність у якому досягала 944,1 мм і перевищувала середні багаторічні показники на 30,8%, а дефіцит вологозабезпечення – на 55,4%, унаслідок чого пшениця озима формувала вкрай низькі урожаї (рис. 8).

Величина випаровуваності протягом вегетаційного періоду 2012 р. досліджень істотно змінювалася і залежала від кількості опадів, що випадали. При цьому дефіцит вологозабезпечення та коефіцієнт зволоження істотно залежали від погодних умов, які склалися



Рис. 7. Випаровуваність (Ео) і дефіцит вологозабезпечення (ΔЕо) протягом вегетаційного періоду (IV-IX місяці) багаторічних трав у підзоні південного Степу
Джерело: за даними метеорологічної станції м. Херсон



Рис. 8. Стан посівів пшениці озимої на неполивних землях ДП ДГ «Копані» Інституту зрошуваного землеробства НААН у сухому (95%) за забезпеченістю опадами 2012 р.

протягом вегетаційного періоду сільськогосподарських культур, що вирощувалися.

За таких погодних умов протягом 2011-2017 рр. у Херсонській області одночасно спостерігалось інтенсивне поширення найбільш шкідливого карантинного бур'яну – амброзії полинолистої [17], що призводило до істотного зниження урожаю сільськогосподарських культур. Поряд з істотним впливом регіональної зміни клімату на формування їх урожаю передумови кінця ХХ й початку ХХІ ст. також не сприяли інтенсивному розвитку сільського господарства у південній частині зони Степу, що пов'язано з надзвичайно високим рівнем розорювання сільськогосподарських угідь та їх деградацією [18].

Одним з основних чинників, які безпосередньо впливають на збільшення виробництва продукції рослинництва в умовах зростання інтенсивності кліматичних посух, є зрощення земель. Саме завдяки потенційним можливостям нарощування обсягів відновлення й модернізації інфраструктури зрошувальних систем, передусім на півдні України, й розширення площ фактично политих земель можна досягти більшої гарантованості стабільного отримання врожаїв сільськогосподарських культур та забезпечення продовольчої безпеки держави.

Висновки. Дослідження зміни клімату на Землі свідчать, що, порівняно з серединою ХІХ ст., середня температура її підвищилася на 0,7°C, що пов'язано з антропогенними викидами в атмосферу вуглекислого газу, метану, оксиду азоту, а також гексафториду сірки, гідрофторвуглецю та перфторвуглецю (перша модель).

Другою моделлю причин зміни клімату на Землі вважаються періодичні четвертинні зледеніння, які регулярно повторюються на планеті кожні 100 тис. років. Кожен льодовиковий період через масове вимирання морських організмів супроводжується зниженням концен-

трації вуглекислого газу і метану в міжльодовикові періоди, що пов'язано з відродженням живих організмів у світовому океані.

Зміна клімату на Землі, згідно з третьою моделлю, відбувається через порушення закономірного процесу безперервного обміну в космічній системі Земля – Сонце, що пов'язано з інтенсивним добуванням нафти з надр планети, внаслідок чого протягом ХХ століття порушено проходження течії термоядерного циклу ядра планети.

Четвертою моделлю причин зміни клімату є діяльність гідротермальних джерел в океанах, які викидають в атмосферу значно більше вуглекислого газу і метану, ніж антропогенна діяльність людства.

Зменшення кількості опадів, особливо у посушливі роки (2012, 2013, 2017), порівняно з середніми показниками за 1945-2010 рр., навесні на 24-27% і восени – на 62-65%, за одночасного підвищення температури повітря в зазначені пори року на 2,7-2,8 °C в цілому за вегетаційний період ярих сільськогосподарських культур, призводило до збільшення випаровуваності на 30-31% і дефіциту вологозабезпеченості на 53-55%.

Існуюча реальність, яка свідчить про суттєвий прояв у південній частині зони Степу глобальної й регіональної зміни клімату, – це зміна структури посівних площ сільськогосподарських культур після розпаювання земельних ресурсів та повернення до екстенсивних систем землеробства. Останнє стало причиною інтенсивного поширення в агроландшафтах найбільш шкідливих карантинних бур'янів і, насамперед, амброзії полинолистої.

Основним шляхом подолання негативного впливу глобальних змін клімату на сільськогосподарське виробництво підзони південного Степу є ефективне використання та подальше розширення площ фактичного зрошення, що забезпечуватиме отримання стабільно високих урожаїв та продовольчу безпеку держави.

Бібліографія

1. Исследования межгосударственной группы экспертов при ООН [Электронный ресурс] / Начало повышения температуры на планете // Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/>.
2. Палеонтологические исследования [Электронный ресурс] / Причины вымирания отдельных видов растений и животных // Режим доступа: <http://imm.org.ua/se/news/index.php?action=show&nid=4163>.
3. Влияние парниковых газов на глобальное изменение климата [Электронный ресурс] / Причины нагревания поверхности Земли // Режим доступа: <http://www.referatik.com.ua/subject/97/41350/?page=2>.
4. Концентрация углекислого газа в атмосфере [Электронный ресурс] / Изменение структуры агроландшафтов // Режим доступа: <http://enrin.grida.no/htmls/tadjik/ntalgraphics/rus/html/climate.htm>.
5. Источники загрязнения атмосферы [Электронный ресурс] / Ежегодные выбросы парниковых газов // Режим доступа: <http://www.ukragroconsult.com/contentview/46301/61/>.

6. Причины увеличения концентрации метана в атмосфере [Электронный ресурс] / Наличие градиента концентрации метана в межледниковые периоды // Режим доступа: <http://www/lib/ua-ru/net/inode/p-2/14290.html>.
7. Bentley R.W. Global exhaust of oil and gas: review / *Energy Policy*. 2002. V. 30. Pp. 189-205.
8. Мачерет Ю.П. Радиозондирование ледников. М.: Научный мир, 2006. 392 с.
9. Поглощение инфракрасной радиации [Электронный ресурс] / Причины увеличения концентрации парниковых газов // Режим доступа: www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda_21_ch12b.shtml.
10. Аномальное похолодание в Европе [Электронный ресурс] / Увеличение продолжительности зимнего периода // Режим доступа: http://www.grida.no/climate/ipcc_tor/vol14/russian/083.htm.
11. Моделі зміни клімату [Електронний ресурс] / Причини зростання температури повітря // Режим доступу: <http://www.%d0%94%d0%9e%d0%9a>.
12. Природная изменчивость процесса Солнце–Земля [Электронный ресурс] / Циклы изменения климата // Режим доступа: <http://www.ukrindustrial.com./news/index.php.?newsid=219087>.
13. Уменьшение площади ледников Арктики [Электронный ресурс] / Усиление эрозии морских берегов // Режим доступа: <http://www.zn.ua/3000/3320/63430/>.
14. Киотский протокол [Электронный ресурс] / Ограничение выбросов парниковых газов на планете // Режим доступа: <http://echo.msk.ru/news/511753-echo.html>.
15. Голобородько С.П., Димов О.М. Глобальні зміни клімату як передумови розвитку зрошення в Південному Степу // *Вісник аграрної науки*. 2014. № 14. С. 33-37.
16. Иванов Н.Н. Показатель биологической эффективности климата // *Известия Всесоюзного географического общества*. 1962. Т. 94. Вып. 1. С. 65-70.
17. Косолапов Н., Андерсон Р. Как обуздать амброзию / *Зерно*. 2008. № 7. С. 60-66.
18. Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Нестерчук В.В. Агробіологічні основи консервації деградованих земель у Південному Степу України. Херсон: Грінь Д.С., 2016. 262 с.

References

1. Issledovaniia mezhhosudarstvennoi hruppy ekspertov pri OON [Studies of the interstate group of experts at the UN]. The Beginning of temperature rise on the planet (n.d.). Retrieved from <http://ru.wikipedia.org/wiki/> [in Russian].
2. Paleontologicheskii issledovaniia [Paleontological studies]. Causes of extinction of certain species of plants and animals (n.d.). Retrieved from <http://imm.org.ua/se/news/index.php?action=show&nid=4163> [in Russian].
3. Vliianiie pamikovykh hazov na hlobalnoie izmeneniie klimata [The impact of greenhouse gases on global climate change]. Causes of warming of the Earth's surface (n.d.). Retrieved from <http://www.referatik.com.ua/subject/97/41350/?page=2> [in Russian].
4. Kotsentratsiia uhlekisloho haza v atmosfere [Concentration of carbon dioxide in the atmosphere]. Changes in the structure of agricultural landscapes (n.d.). Retrieved from <http://enrin.grida.no/htmls/tadjik/ntalgraphics/rus/html/climate.htm> [in Russian].
5. Istochniki zahriazneniia atmosfery [Sources of air pollution]. Annual greenhouse gas emissions (n.d.). Retrieved from <http://www.ukragroconsult.com/contentview/46301/61/> [in Russian].
6. Prichiny uvelicheniia kotsentratsyi metana v atmosfere [Causes of methane concentration increase in the atmosphere]. Presence of methane concentration gradient in interglacial periods (n.d.). Retrieved from <http://www/lib/ua-ru/net/inode/p-2/14290.html> [in Russian].
7. Bentley, R.W. Global exhaust of oil and gas: review / *Energy Policy*. 2002. V. 30. Pp. 189-205.
8. Macheret, Yu.P. (2006). Radiozondirovaniie lednikov [Sounding of glaciers]. M.: Scientific world [in Russian].
9. Pohloscheniie infrakrasnoi radiatsii [Absorption of infrared radiation]. Reasons for increasing the concentration of greenhouse gases (n.d.). Retrieved from www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda21_ch12b.shtml [in Ukrainian].
10. Anomalnoie pokholodaniie v Yevrope [Anomalous cooling in Europe]. Increase in the duration of the winter period (n.d.). Retrieved from http://www.grida.no/climate/ipcc_tor/vol14/russian/083.htm [in Russian].
11. Modeli zminy klimatu [Climate change models]. Causes of air temperature rise (n.d.). Retrieved from <http://www.%d0%94%d0%9e%d0%9a> [in Ukrainian].
12. Prirodnaia izmenchivost protsessa Solntse–Zemlia [Natural variability of the Sun–Earth process]. Climate change Cycles (n.d.). Retrieved from <http://www.ukrindustrial.com./news/index.php.?newsid=219087> [in Russian].

13. Umensheniie ploschadi lednikov Arktiki [Reducing the area of glaciers in the Arctic]. Increased erosion of sea shores (n.d.). Retrieved from <http://www.zn.ua/3000/3320/63430/> [in Russian].
14. Kiotskii protokol [Kyoto Protocol]. Limiting global greenhouse gas emissions (n.d.). Retrieved from <http://echo.msk.ru/news/511753-echo.html> [in Russian].
15. Holoborodko, S.P. & Dymov, O.M. (2014). Hlobalni zminy klimatu yak peredumovy rozvytku zroshennia v Pivdennomu Stepu [Global climate change as a prerequisite for the development of irrigation in the Southern Steppe]. *Visnyk ahrarynoi nauky – News of agrarian sciences*, 14, 33-37 [in Ukrainian].
16. Ivanov, N.N. (1962). Pokazatel biolohicheskoi effektivnosti klimata [Indicator of biological efficiency of climate]. *Izvestiia Vsesoiuznogo heohraficheskoho obschestva – News of All-Union geographic company*, V. 94, Is. 1, 65-70. [in Russian].
17. Kosolapov, N. & Anderson, R. (2008). Kak obuzdat ambroziuu [How to curb ambrosia]. *Zerno – Grain*, 7, 60-66 [in Russian].
18. Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P. & Nesterchuk, V.V. (2016). Ahrobiolohichni osnovy konservatsii dehradovanykh zemel u pivdennomu Stepu Ukrainy [Agrobiological bases of conservation of degraded lands in the southern Steppe of Ukraine]. Kherson: Hrin D.S. [in Ukrainian].

С.П. Голобородько, А.Н. Дымов

**Глобальное изменение климата: причины возникновения и последствия
для сельскохозяйственного производства южной Степи**

Аннотация. Осуществлен анализ влияния глобального и регионального изменения климата на увеличение испаряемости, дефицита влагообеспеченности и уменьшения количества атмосферных осадков в подзоне южной Степи. Выявлены четыре модели основ изменений климата на планете. Согласно первой модели повышение температуры связано с антропогенными выбросами в атмосферу углекислого газа, метана, оксида азота, гексафторида серы, гидрофторуглерода и перфторуглерода. Второй моделью причин изменения климата считаются периодические четвертичные оледенения, которые повторяются на планете каждые 100 тыс. лет. Третья модель предполагает изменение климата из-за интенсивной добычи нефти из недр нашей планеты. Четвертой моделью причин изменения климата является деятельность гидротермальных источников в океанах, которые выбрасывают в атмосферу углекислый газ и метан. Установлено количество атмосферных осадков, выпавших в течении 2011-2017 гг. в среднесухие и сухие по обеспеченности осадками годы, которые, по сравнению со средней многолетней за 1945-2010 гг. (232,7 мм), были существенно ниже и составляли 47,2-63,6 мм. Уменьшение в последние годы количества осадков весной на 24-27% и осенью на 62-65%, при одновременном повышении температуры и снижении относительной влажности воздуха в указанные времена года на 2,7-2,8 °С, приводило к увеличению испаряемости на 30-31% и дефицита влагообеспеченности на 53-55%. В среднем за 65 лет испаряемость составляла 722,0 мм, а дефицит влагообеспеченности – 487,4 мм. Во влажные по обеспеченности осадками годы испаряемость не превышала 608,6 мм, соответственно, дефицит влагообеспеченности снижался до 243,6 мм. В средневлажные и средние годы испаряемость возрастает до 645,7-746,3 мм, а дефицит влагообеспеченности повышается до 406,7-507,7 мм. В среднесухие и сухие по обеспеченности осадками годы испаряемость возрастает до 769,8-934,5 мм, а дефицит влагообеспеченности – до 580,9-791,0 мм. Обоснована целесообразность эффективного использования и расширения площадей орошаемых земель, что обеспечит получение стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур и продовольственной безопасности населения Украины.

Ключевые слова: климат, воздух, температура, испаряемость, атмосферные осадки, влагообеспеченность, орошение.

S.P. Goloborodko, O.M. Dymov

**Global climate change: causes of occurrence and consequences
for agricultural production in the Southern Steppe**

Abstract. The analysis of the influence of global and regional climate change on the increase of evaporation, water deficit and the amount of precipitation in the Southern Steppe subzone is realized. Four models of the basis for climate change on the planet are revealed. According to the first model of temperature rise associated with anthropogenic emissions into the atmosphere of carbon dioxide, methane, nitrogen oxide, sulfur hexafluoride, hydrofluorocarbon and perfluorocarbon. The second model of the causes of climate change are periodic quaternary glaciations that are repeated on the planet every 100 thousand years. The third model involves climate change through the intensive extraction of oil from the depths of our planet. The fourth model of the causes of climate change is the activity of hydrothermal sources in the oceans, which emit carbon dioxide and methane into the atmosphere. The established amount of precipitation that fell during the years 2011-2017 in the medium-dry and dry rainfall years, which was significantly lower than the average perennial for 1945-2010 (232,7 mm) and was 47,2-63,6 mm.

The decrease in the amount of precipitation by 24-27% in the spring and by 62-65% in the autumn, while simultaneously raising the temperature and decreasing the relative humidity of air in the specified seasons at 2,7-2,8 °C, led to an increase in evaporation by 30-31% and the lack of water supply by 53-55%. On average, for 65 years, the evaporation rate was 722,0 mm, and the moisture deficit was 487,4 mm. In the case of wet rainfall, years of evaporation did not exceed 608,6 mm, respectively, the deficit of moisture decreased to 243,6 mm. In the medieval and middle years, the evaporation rate increases to 645,7-746,3 mm, while the moisture deficit increases to 406,7-507,7 mm. In medium-dry and dry years, the evaporation rate increases to 769,8-934,5 mm, while the moisture deficit is reduced to 580,9-791,0 mm. The expediency of efficient use and further expansion of areas of irrigated land is grounded, which will ensure obtaining stable high yields of agricultural crops and food safety of the population of Ukraine.

Key words: *climate, air, temperature, evaporation, precipitation, water availability, irrigation.*