

Воровка Володимир

доктор географічних наук, доцент, завідувач кафедри екологічної безпеки та раціонального природокористування, Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького

ТЕНДЕНЦІЇ І НАСЛІКИ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА МЕЛІТОПОЛЬЩИНІ

Однією з найбільших глобальних проблем сучасності є потепління клімату. Це підтверджується очевидністю змін таких кліматичних показників як температура повітря (середньорічна, за сезонами року та ін.), сума активних температур, кількість атмосферних опадів та режим їх випадіння, частота прояву таких процесів як посуха, сильні зливи, урагани і т.п. Доказовість змін у вигляді трендового ходу цих показників сприяє активному обговоренню проблеми потепління у світових наукових колах, на регіональному рівні і має підвищений інтерес з боку громадськості та журналістів.

Потепління – це процес підвищення середньорічної температури повітря у світі чи в будь-якому його регіоні. Так, лише за 10 місяців 2015 року у світі середньорічна температура підвищилася на 1,02°C.

Потепління клімату спричинене підвищенням концентрації в атмосфері водяної пари і так званих парникових газів, головними серед яких є, вуглекислий газ (CO₂), метан (CH₄) та закис азоту (N₂O). Збільшення їх кількості в атмосфері супроводжується утримуванням інфрачервоного (фізичного) тепла, яке утворюється на земній поверхні від її нагрівання сонячними променями. При цьому проявляється парниковий ефект, або ефект ковдри (російською – «эффект одеяла»), яка не дає переохолонути вночі нашому тілу, зберігаючи її тепло. Тобто ковдра або зимовий одяг нас не гріють – вони просто утримують наше тепло. Так само парникові гази – чим більша їх концентрація в атмосфері, тим краще вони утримують земне тепло. Вченими виявлено, що 75% тепла утримується біля поверхні Землі водяною парою, а 25% - парниковими газами.

Вони утворюються як внаслідок природних процесів, так і в результаті антропогенної діяльності. Більша їх частка має природне походження – це переважно парникові гази і водяна пара, що містяться у вулканічних газах і надходять під час виверження вулканів. Вченими-геологами навіть сформульована гіпотеза, що перша вода на Землі і перша гідросфера сформована внаслідок

вулканічних вивержень (так звана ювенільна вода). Багато водяної пари утворюється в результаті випаровування вологи з поверхонь Світового океану і суші у теплих та жарких широтах.

Головними антропогенними джерелами емісії вуглекислого газу в атмосферу є спалювання органічного палива – нафти, газу, вугілля (65%) та вирубування лісів, що призвело до скорочення на 35% обсягів його засвоєння деревами під час фотосинтезу. Кількість емісії вуглекислого газу різними країнами світу наочно демонструє рис. 1, а лідером у цьому процесі є Китай. Значну частку метану дають болота, а також видобуток та спалювання викопного вугілля і торфу. Вченими висловлене припущення, що людство своєю діяльністю змінює клімат у 170 разів швидше за природні зміни.



Рис. 1. Викиди CO₂ країнами світу та їх спільнот [2].

Останні півстоліття відбувається глобальне потепління атмосфери – на теперішній час на 1,0-1,5°C. Особливо помітним цей процес став упродовж останніх 25 років. Однак потепління має свої регіональні особливості та часовий вимір. У північній півкулі найбільш помітно клімат потеплів у помірних широтах (де розташований і м. Мелітополь). Потепління супроводжується суттєвим скороченням холодного періоду і подовженням теплого. Зими стають дедалі м'якшими і вологішими, а літо – більш спекотнішим і сухим. У світі

внаслідок цього частішають посухи, смерчі, катастрофічні зливи та інші несприятливі природні процеси.

Здійснені на підставі багаторічного аналізу прогнози кліматологів [9] свідчать про те, що до 2050 року середньорічна температура повітря в Україні підніметься на 2°C. Зростання середньорічної температури прискорюється: якщо упродовж другої половини XX століття середньорічна температура піднялася на 0,8 °C, то з початку XXI століття ці темпи оцінюються у 1,95 °C за 100 років. Це підтверджується тим, що аномально холодні зими та жаркі місяці проявляються у 40% частіше порівняно з другою половиною XX століття.

У зв'язку з загальним потеплінням клімату зимовий період стане набагато коротшим і м'якшим, зросте (і тенденція прослідковується на теперішній час) інтенсивність та кількість екстремальних явищ погоди (екстремальні опади зимою, тривалі посухи літом). Разом з цим збільшиться частка екстремальних опадів при загальному зменшенні загальної їх кількості упродовж вегетаційного періоду. Зі зміною циркуляції атмосфери та підвищенням складової західного перенесення збільшиться (на 20%) частка опадів у зимовий та ранньовесняний, не пов'язаний з вегетацією період. Скоротиться тривалість весни та осені як перехідних періодів. Суттєво підніметься рівень Світового океану (до 2050 року- на 0,9-1,0 м) і відбудеться підтоплення значних площ низинних поверхонь узбережжя Чорного та Азовського морів.

Як результат вищеозначеного, відбудуться зміни у ландшафтах України – їх межі змістяться на північний захід за різними оцінками від 100-150 до 250-400 км: сухостепові – у межі степової зони, степові – у межі лісостепу, а лісостеп зміститься ще більше на північ.

Упродовж кількох останніх десятиліть умови вегетації північностепової підзони відповідали умовам південного степу, а в умовах сухого степу все чіткіше проявлялися ознаки спустелення. В умовах скорочення обсягів літніх опадів відбувається чітка тенденція до ксерофітизації рослинного покриву. Натепер степові ландшафти України за кліматичним режимом наближуються до умов сухих субтропіків. В таких умовах вирощувати традиційний набір сільськогосподарських культур через 30-50 років буде неможливо.

Усі охарактеризовані в цілому для України зміни властиві і для території Запорізької області, але за багатьма показниками ці зміни носять більш екстремальний характер. Ключовими тут є зміна температурних показників, режим випадіння опадів та їх характер, зміна умов ґрунтоутворення, зміна ландшафтних меж. Це в кінцевому

випадку спричинює суттєві зміни першочергово у сільськогосподарському природокористуванні регіону.

Аналіз динаміки середньорічних показників температури з 1951 по 2014 рр. (за даними метеостанції Мелітополь) показав досить інтенсивне зростання цього показника. Середня температура збільшилася з 9,8°C (1951-1970 рр.) до 10,3°C (1970-2014 рр.), а з 2005 по 2017 рр – до 11,5°C. При цьому основна частина приросту відбулася з 1990 року (рис. 2). Останнє десятиліття було найспекотнішим за всю історію спостережень. Починаючи з 1998 року середньорічні відмітки вже не переходили межі нижче ніж 9,9°C і лінія тренду має чіткий висхідний характер.

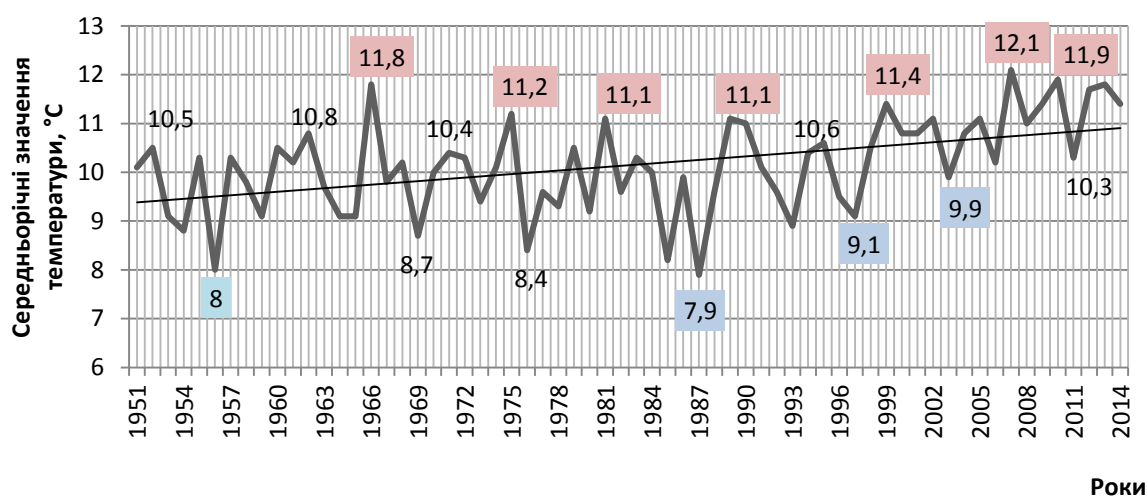


Рис. 2. Динаміка середньорічних показників температури повітря по метеостанції Мелітополь [12]

За умови збереження таких тенденцій зміни температур на період до 2050 року, прогнозоване підвищення середньорічної температури повітря сягне показника 12,3-12,5°C зі значними коливаннями максимальних та мінімальних температур по окремих роках. Останнє підтверджується динамікою середньорічних температур повітря у період з 2005 по 2017 роки (рис. 3).

Крім підвищення середньорічних температур, потепління клімату супроводжується ростом суми активних температур, мінімальних та максимальних температур приземного повітря, підвищенням кількості атмосферних опадів та їх перерозподілом за сезонами року, зниженням швидкості вітру та зміною характеру вітроциркуляційних процесів.

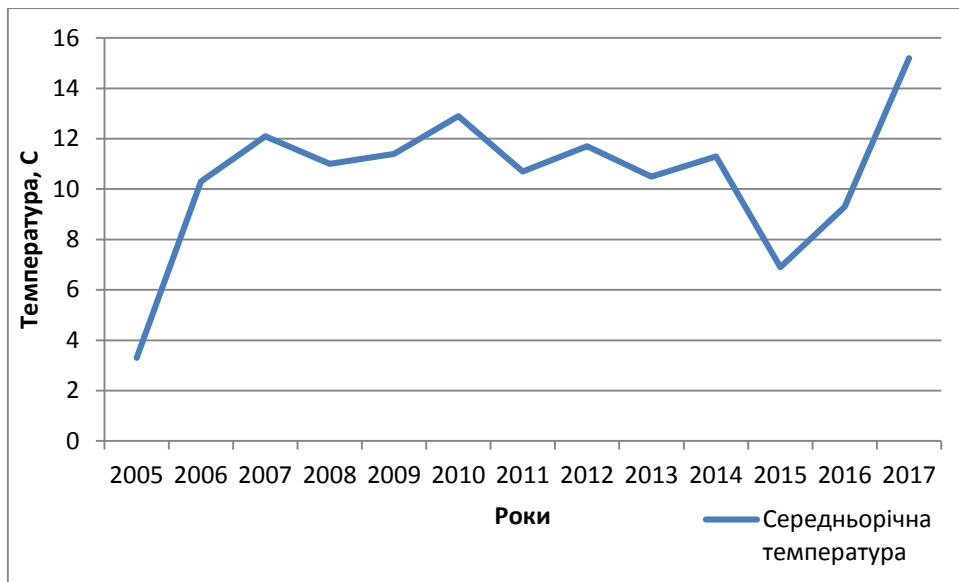


Рис. 3. Динаміка середньорічної температури повітря по метеостанції Мелітополь за період 2005-2017 рр. (розраховано за даними інтернет-ресурсу рп-5)

Характерним прикладом є зростання суми позитивних температур вище $+15^{\circ}\text{C}$. Аналіз цього показника по метеостанції Мелітополь за період з 1969 по 2012 рр. показав у середньому багаторічне зростання суми позитивних температур на $40^{\circ}\text{C}/\text{рік}$. Разом з тим, у період 2008-2012 рр. відмічене подвійне зростання даного показника – до $80^{\circ}\text{C}/\text{рік}$ (рис. 4).

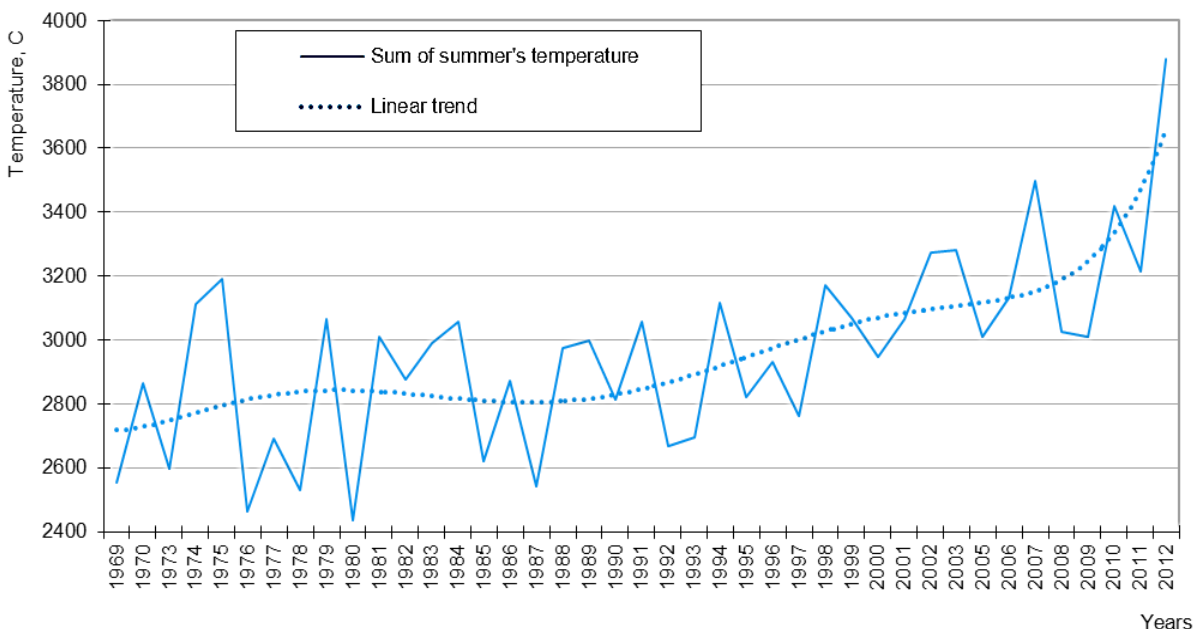


Рис. 4. Динаміка суми активних температур вище $+15^{\circ}\text{C}$ по метеостанції Мелітополь [1]

Це підтверджується загальними тенденціями змін кліматичних показників, зокрема температури повітря [13]. Порівняно з кліматологічною стандартною нормою (1961-1990 рр.), криві ходу температури по метеостанціях південної частини Запорізької області (Бердянськ, Ботієве, Генічеськ, Мелітополь) відображають те, що найбільш інтенсивні зміни припадають на період з 1991-2010-х років з відповідним трендом змін до 2021 року.

Потепління клімату підтверджується також ростом показників мінімальної та максимальної температур повітря. Так, упродовж 2005-2017 рр. по метеостанції Мелітополь зросли показники мінімальної та максимальної температур повітря порівняно з періодом до 2005 року: мінімальна з -33°C до $-26,3^{\circ}\text{C}$ (23.01.2006), а максимальна – з $+40^{\circ}\text{C}$ до $+41^{\circ}\text{C}$ (07.08.2010 р.).

Кількість опадів на перспективу буде збільшуватись, а їх перерозподіл за сезонами року буде на користь зимового сезону з суттєвим зниженням у літній період. Аномально теплі зими з великою кількістю опадів та відносно високими температурами свідчать про значний вплив помірному типу, що зумовлюється мінливістю у просторі та часі атмосферної циркуляції. Підтвердженням цього можуть служити численні спостереження за ходом зміни швидкості та напрямку вітру [7].

Численні прогнози про збільшення кількості опадів у південних областях України підтверджуються статистичною інформацією по метеостанції Мелітополь (рис. 5).

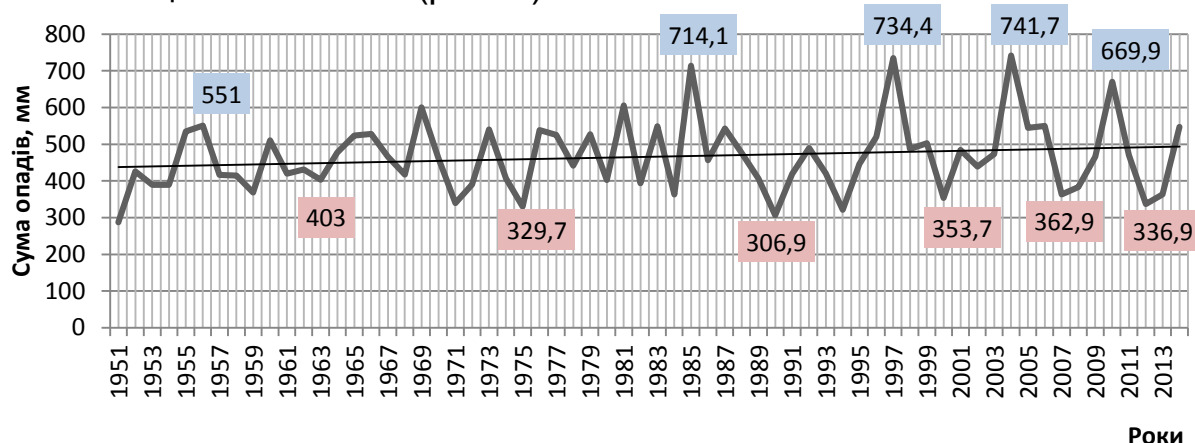


Рис. 5. Динаміка середньорічних значень опадів по метеостанції Мелітополь [12].

Проаналізована інформація свідчить про поступове підвищення кількості атмосферних опадів на фоні зростання екстремальності їх випадіння за роками. Наявний тренд кількості атмосферних опадів дає право прогнозувати кількість атмосферних опадів до 2050 року на

рівні 550-560 мм, що перевищує багаторічну кліматичну норму для м. Мелітополь (460 мм) на 100 мм. Однак опади будуть випадати переважно у холодний період року. Натомість у літній період ксерофітизація буде зростати не стільки від підвищення температури, як від зниження кількості літніх опадів.

Кардинальні зміни на перспективу стосуються і вітроциркуляційних процесів. Зображена на рис. 6 роза вітрів для метеостанції м. Мелітополь характерна для періоду до кінця ХХ ст. Вона свідчить про домінування упродовж року північно-східного переносу. За сезонами у холодний період року переважали північно-східні вітри, а в теплий період – східні зі значною долею північних. Однак вже починаючи з початку ХХІ століття ситуація суттєво змінилася (рис. 7). Зображена роза вітрів по метеостанції Мелітополь засвідчує зміну вітроциркуляційних особливостей над територією м. Мелітополь у бік західної і північної складових. Дослідження останніх десятиліть [6] вказують на тенденції збільшення впливу західної форми циркуляції атмосфери внаслідок наступання на схід на 30° Азорського антициклонну та Ісландського циклону з відступанням на ту ж величину Сибірського антициклонну [11]. В таких умовах переважатиме вплив теплих і сухих поповітряних мас Азорського максимуму з відповідним пом'якшенням кліматичних умов у зимовий період. Така тенденція зберігається і прогнозується кліматологами на перспективу до 2100 року. Саме у зв'язку зі зміною циркуляційних процесів у бік західної складової пов'язане зростання кількості атмосферних опадів у зимовий період – більшість опадів до нас приноситься саме з західними вітрами.

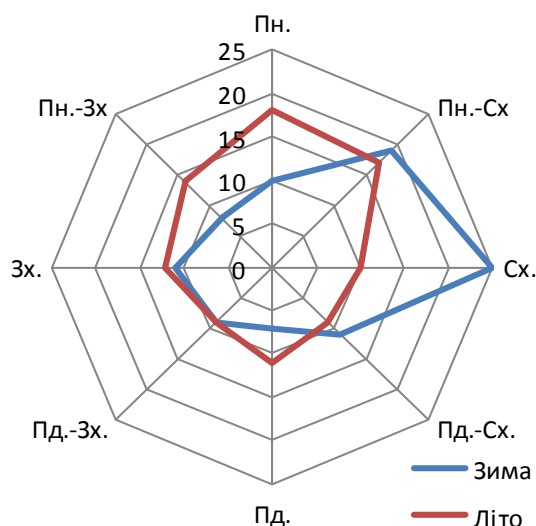


Рис. 6. Роза вітрів для метеостанції Мелітополь за 1951-2017 рр. [5]

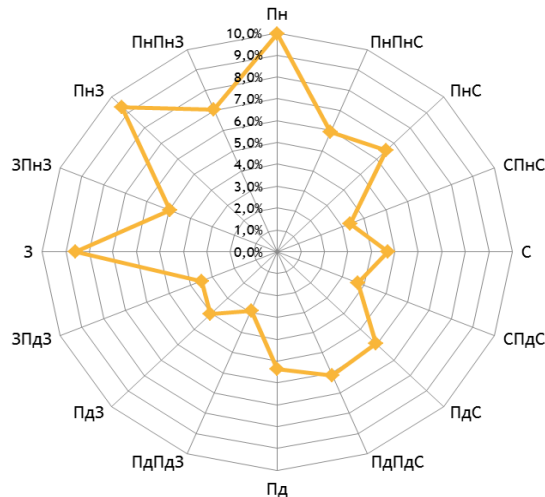


Рис. 7. Роза вітрів по метеостанції Мелітополь (2004-2014 рр.)
[За даними інтернет-ресурсу рп-5].

Так само упродовж останніх кількох десятиліть, як і в багаторічному ході середньої швидкості вітру (1966-2013 рр.), спостерігається характерне зниження швидкості вітру. Розраховані лінійні тренди цього показника виявили значимі тенденції ослаблення вітру у всі сезони року по станції Мелітополь (рис. 8). Останні роботи з дослідження вітрового режиму [10] свідчать про зменшення приземної швидкості вітру та вказують на подальшу перебудову атмосферної циркуляції.

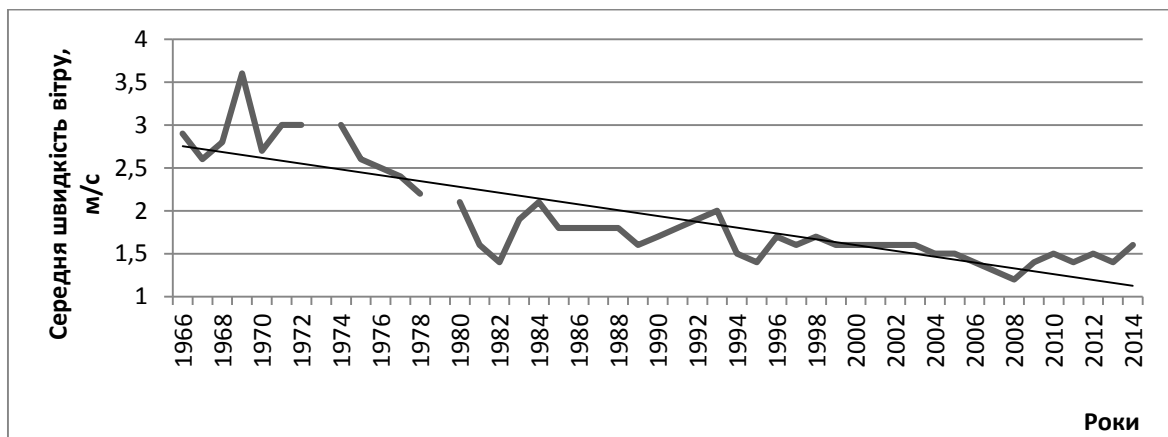


Рис. 8. Зміна швидкості вітру по метеостанції Мелітополь [12].

Зміни кліматичних показників супроводжуватимуться поступовими змінами у ґрунтовому профілі. В умовах зростання посушливості літнього сезону величина фітомаси буде невпинно скорочуватись, що спричинить зменшення потужності гумусового

горизонту і вміст у ньому гумусу. Вологий зимовий сезон збільшуватиме промивний режим ґрунтів з відповідним зменшенням в них частки гумусових речовин. Поступово ґрунт втрачатиме родючість.

Збільшення інтенсивності і кількості випадіння опадів у холодний період року на незахищених рослинністю полях супроводжуватиметься активізацією процесів площинного та лінійного змиву з фізичним винесенням частини гумусу з поверхні вододілів і привододільних схилів до їх підніжжя з відповідним зниженням родючості ґрунтів.

Важливим показником характеристик природного довкілля є інтенсивність їх змін. Природа і людина разом з її господарською діяльністю можуть адаптуватися до поступових змін, але в даному випадку мова йде про досить швидкі кліматичні зміни. А до них адаптуватися набагато складніше, особливо до змін температури і вологості, важливих для сільськогосподарського виробництва. Такі зміни вже супроводжуються скороченням вегетаційного періоду у рослин (в тому числі культивованих), зміною термінів посіву та збору врожаю, зміною асортименту вирощуваних культур, збільшенням обсягів використання води на зрошення і т.і.

За таких кліматичних змін найактуальнішими є питання максимального накопичення вологи в ґрунті і раціонального її використання у вегетаційний період. Досягти цього можна широким впровадженням безвідвальних систем обробітку ґрунту (плоскорізний, чизельний, поверхневий, нульовий) і дають можливість частково зберігати і накопичувати на поверхні ґрунту мульчу, знижують швидкість руху приземного шару повітря і сприяють кращому збереженню вологи, накопиченої протягом осінньо-зимового періоду.

Безвідвальний обробіток ґрунту має стати основою для уникнення стрімкого зниження родючості ґрунтів через втрату ними гумусу без вилучення рослинних решток після збору врожаю. Прискорена дегумуфікація вимагатиме внесення більшої кількості органічних добрив – з 6,5 т/га – до близько 8 т/га з метою компенсації втрат гумусу з вилученим врожаєм та внаслідок ерозії і посиленого його хімічного розпаду.

У перспективі у зв'язку з потеплінням клімату стане доцільним впровадження на виробництві культур з низькими транспіраційними коефіцієнтами і раціональним використанням запасів вологи у ґрунті. Це як традиційні для степової зони кукурудза, просо, сорго, так і перспективні середземноморські – нут культурний (*Cicer arietinum* L.) та арахіс культурний (*Arachis hipogaea* L.) [8]. Доцільним вже на

теперішній час є збільшення у структурі посівів частки площ озимих і ранніх ярих культур (ярий і озимий ячмінь, озима і яра пшениця), здатних закінчити проходження фаз органогенезу до настання літньої спеки і гострого дефіциту вологи.

Інтенсивне землекористування стане неможливим та економічно не вигідним на схилових територіях, де водно-ерозійні процеси набудуть більшої інтенсивності, а потенційна родючість падатиме з року в рік. Більшість інтенсивно оброблюваних земель буде приурочена до систем зрошення та до плоских і слабопохилих поверхонь вододілів. Схилі території підлягатимуть суцільному залуженню, а подекуди – залісенню. Інтенсивне землеробство поступово змінить свій характер з суцільного на осередковий.

Загальні зміни кліматичних умов знайдуть своє відображення і на частковій зміні ландшафтних характеристик, хоча стверджувати про повноцінне заміщення ландшафтних комплексів до 2050 року зарано. Це пов'язано з такою їх малозмінною складовою і визначальним чинником ландшафтоутворення як ґрунт, який до кінця прогнозного терміну, найвірогідніше, суттєво не зміниться. Найбільші зміни відбудуться у температурних умовах, тривалості вегетаційного періоду, кількості атмосферних опадів, рослинному покриві тощо.

Суттєве зниження кількості атмосферних опадів у вегетаційний період спричинить зміщення кліматичної межі сухостепових ландшафтів на північний схід, у межі південного степу. Вже тепер зміщення сухого степу на північ від Мелітополя на 25-30 км підтверджується візуальними спостереженнями: більшою тривалістю снігового покриву, більшою кількістю атмосферних опадів, кращим станом деревної, чагарникової і трав'яної рослинності, вищою врожайністю сільськогосподарських культур. На місці сухостепового типу ландшафтів почне формуватися субтропічний тип клімату з характерною м'якістю і підвищеною вологістю у холодний період та жаркими і сухими погодами – у теплий.

На більшості території нинішнього поширення відповідних північностеповим ландшафтам кліматичних умов за винятком Приазовської височини та північних регіонів області будуть поширюватися посушливі кліматичні умови, характерні для південностепових ландшафтів. Лише у межах підвищених ділянок Приазовської та Придніпровської височин залишаться кліматичні умови і рослинність, характерні для північного степу.

Внаслідок зростання температури повітря та зниження кількості опадів закономірно збільшується частота прояву посух, особливо у ранньовесняний та осінній періоди. На відміну від інших несприятливих природних процесів і явищ, посуха є поступовим

процесом із довгостроковими наслідками, який визначається тривалим дефіцитом або відсутністю опадів та підвищеними температурами повітря. Особливо сильні посухи в межах Запорізької області проявилися у 1891, 1901, 1906, 1911, 1921, 1922, 1938, 1939, 1946, 1957, 1959, 1963, 1965, 1968, 1972, 1975, 1979, 1983, 1992, 1996, 1999, 2003, 2007, 2009, 2012, 2015, 2017 роках зі збільшенням їх частоти упродовж останніх десятиліть. Упродовж 1956-2005 рр. зафіксовано 60 посух [3]. За дослідженнями співробітників відділу агрометеорології Гідрометцентру України [4], на півдні України вже через 15 років землеробство стане неможливим або нерентабельним через посуху. Це пов'язано з різким зростанням літніх температур та зменшенням кількості опадів з паралельним зниженням ефективності останніх.

Посухи призводять до підвищення температури повітря й ґрунту, зневоднення ґрунту і вегетуючих рослин, пригнічення й навіть загибелі сільгоспкультур на великих площах, масового скорочення кількості худоби через вигорання травостоїв і брак корму, вітрової ерозії, зниження рівня ґрунтових вод, висихання озер, водойм і боліт, до порушення роботи гідроелектростанцій та систем водопостачання, до степових і лісових пожеж. В окремих випадках від спеки погіршується стан здоров'я населення, і навіть бувають смертельні випадки. Посухами охоплена уся територія Запорізької області, але найбільший їх прояв спостерігається на півдні, у межах поширення посушливих сухостепових та південностепових ландшафтів.

Одним з наслідків глобального потепління клімату є підвищення рівня Світового океану внаслідок танення льодового покриву Антарктиди, Гренландії та крижаних полів Північного льодовитого океану. За прогнозами вчених, повне танення льоду та криги спричинить підйом рівня Світового океану на величину від 60 до 80-90 метрів. На період до 2050 року прогнозується підйом рівня Світового океану на величину 0,9-1,0 м. Відповідним чином, але ще більше (до 1,2-1,5 м) підніметься рівень Азовського та Чорного морів, рівень води в яких і тепер вищий за рівень Світового океану. Це спричинить затоплення усіх низинних поверхонь включно з пляжами, солончаками та низинними луками азовського узбережжя, більшістю поверхонь акумулятивних кіс та пересипів.

Таким чином, зміни кліматичних умов у бік потепління супроводжуватимуться певними змінами довкілля у бік пом'якшення його показників – підвищення середньорічної температури повітря, збільшення кількості опадів у зимовий період та зменшення у літній. Крім того, зростає інтенсивність прояву несприятливих природних

процесів та природних катаклізмів, до швидкості змін яких буде важко пристосуватися людині та її господарській діяльності.

Список використаних джерел:

1. Demchenko V., Vinokurova S., Chernichko J., Vorovka V. Hydrological regime of Molochnyi liman under anthropogenic and natural drivers as a basis for management decision-making. *Environmental Science & Policy*. -2015. V. 46. P. 37-47
2. *Global Carbon Atlas (Boden et al., 2016, UNFCCC, BP), EAA*
3. <http://propozitsiya.com/ua/posuha-v-ukrayini>
4. www.meteo.gov.ua
5. *Атлас Запорізької області. К.: ГУГКК, 1997. – 48 с.*
6. Гаргопа Ю.М. Крупномасштабные изменения гидрометеорологических условий формирования биопродуктивности Азовского моря: Дисс... д-ра геогр. Наук. – Мурманск, 2003. – 467 с.
7. *Гидрометеорологические условия морей Украины. Т. 1: Азовское море / [Ильин Ю.П., Фомин В.В., Дьяков Н.Н., Горбач С.Б.]. – Севастополь: НВЦ «ЕКОСІ-Гідрофізика», 2009. – 402 с.*
8. Іващенко О.О. Напрями адаптації аграрного виробництва до змін клімату / О.О. Іващенко, О.І. Рудник-Іващенко // *Вісник аграрної науки*. 2011. - №8. - С. 10-12
9. Косо́вце́в О.О., Пахалюк О.Є. *Спека-2015: причини та наслідки // Матеріали XII з'їзду Українського географічного товариства (17-21 травня 2016 року). – Вінниця, 2016. – С.*
10. Решетченко С.І. Дослідження вітрового режиму на території Харківської області на початку ХХІ століття / С.І. Решетченко // *Вісник Харківського національного університету. - 000. - № 1049. С. 160-164.*
11. Свердлик Т.А. Эволюция крупномасштабной атмосферной циркуляции воздуха Северного полушария во второй период современного глобального потепления климата / Т.А.Свердлик // *Тр. УкрНИГМИ. – 1999. – Вып. 247. – С. 63-75*
12. Черченко Х. Багаторічна характеристика основних гідрометеорологічних показників по метеостанції Мелітополь // *Алексєєвські краєзнавчі читання. Мелітополь, 2015. – С. 64-68.*
13. Черченко Х.В. Вплив природної та антропогенної трансформації на річкові екосистеми Північно-Західного Приазов'я / Х.В. Черченко // *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія біологія. – 2016. - №2 (66). – С. 62-70*