

2.5. Оцінка агрокліматичних умов в Лісостеповій зоні України при зміні клімату

*Польовий А.М., Божко Л.Ю., Кулінська Х.В.
Одеський державний екологічний університет*

Різноманітність і величезна кількість кліматоутворювальних факторів зумовлює стан клімату з дуже ускладненим спектром коливань, в яких детермінований характер мають гармоніки річного та добового ходу. Наприкінці минулого і початку поточного століття науковцями відзначаються значні зміни кліматичних умов на всій Земній кулі через потепління. Широком колом наукової спільноти було встановлено, що океани планети прогріваються значно швидше, ніж атмосфера. Тому вважається, що термін «потепління» доцільно використовувати до світового океану, а термін «зміна клімату» – до атмосфери. Особливо велику роль в зміні клімату відіграє зміна великомасштабної атмосферної циркуляції через те, що вона охоплює всі складові погодних умов.

Зміна клімату спричинила часові зрушення розвитку природних процесів, істотне підвищення температури повітря, збільшення частоти екстремальних природних явищ тощо. Підвищення приземної температури повітря в Північній півкулі спричинило різку міжрічну мінливість продуктивності сільського господарства через значну зміну агрокліматичних умов [109, 110].

Сільське господарство уявляє собою «цех під відкритим небом», характеризується значною інерційністю і через те є дуже вразливою галуззю до змін клімату.

Потреба в інформації про зміни клімату необхідна для того, щоб оцінити їх вплив на природні системи з метою розвитку відповідних засобів адаптації і стратегії пом'якшення негативного впливу кліматичних змін на навколишнє середовище.

При вивченні змін клімату, як критерії таких змін найчастіше використовуються глобальні кліматичні моделі. При цьому використовуються кліматичні моделі різних рівнів складності, від простих кліматичних до моделей перехідної складності, повних кліматичних моделей і моделей усієї Земної кліматичної системи. Моделі розраховують майбутні кліматичні режими на основі низки сценаріїв зміни антропогенних факторів. Групою міжнародних експертів зі змін клімату були розроблені чотири основних сюжетних лінії для послідовного виявлення зв'язків між факторами викидів газів у

¹⁰⁹ Тарко А.М. Антропогенные изменения глобальных биосферных процессов / А.М. Тарко. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 231 с.

¹¹⁰ Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України / за ред. С.М. Степаненко, А.М. Польового. – Одеса : Екологія, 2011. – 694 с.

атмосферу та їх розвитком. Кожна сюжетна лінія має декілька різних сценаріїв з використанням різних концепцій моделювання можливої зміни клімату. Ці сценарії уявляють собою прогнози можливого розвитку подій у майбутньому [109–111].

Так, сценарій *A2* – «жорсткий» представляється в регіональній кліматичній моделі *RCA3*. Сценарій *A2* передбачає дуже неоднорідний світ, в якому першорядною темою буде самозабезпечення та збереження місцевої самобутності. Сценарій зміни клімату *A1B* – «помірний» реалізується в регіональній кліматичній моделі *REMO*. Він передбачає рівновагу між усіма джерелами енергії.

Для нових кліматичних розрахунків, виконаних у рамках проекту *Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5)* Всесвітньої програми досліджень клімату (*World Climate Research Programme*), використовується новий набір сценаріїв, а саме Репрезентативні траєкторії концентрацій (*Representative Concentration Pathways – RCP*). Сценарії *RCP* ґрунтуються на комбінації комплексних оціночних моделей, простих кліматичних моделей та моделей атмосферної хімії і глобального вуглецевого циклу. В усіх сценаріях *RCP* атмосферна концентрація CO_2 є вищою за сьогоднішній рівень унаслідок зростання сукупних викидів CO_2 протягом XXI століття. Розроблено чотири сценарії *RCP*. Ці сценарії містять: один сценарій зменшення викидів, який передбачає низький рівень впливу (*RCP2.6*); два сценарії стабілізації (*RCP4.5* і *RCP6.0*) і сценарій з дуже високими рівнями викидів парникових газів (*RCP8.5*).

Основна задача дослідження полягала в оцінці середніх багаторічних показників вегетаційного періоду сільськогосподарських культур, та тих змін, які очікуватимуться до 2050 р. за різними сценаріями змін клімату. За основний вегетаційний період прийнято вважати період з температурою повітря 10 °С. Для досліджень використовувались дані гідрометеорологічних параметрів, що реалізовані в регіональній кліматичній моделі *RACMO2*, яка поєднує в собі фізичні схеми, розроблені Європейським центром середньострокових прогнозів погоди (*ECMWF*) [112], і динамічну основу від моделі *HIRLAM* [109, 113].

Аналіз тенденції зміни клімату виконувався шляхом порівняння середніх багаторічних характеристик метеорологічних та агрометеорологічних показників за два періоди: перший з 1986 по 2005 рр.

¹¹¹ Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем / под ред. С.М. Семенова. – М., 2012. – 511 с.

¹¹² Краковська С.В. Верифікація даних світового кліматичного центру (CRU) та регіональної моделі клімату (REMO) щодо прогнозу приземної температури повітря за контрольний період 1961-1990 рр. / С.В. Краковська, Л.В. Паламарчук, І.П. Шедеменко, Г.О. Дюкель, Н.В. Гнатюк // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2008. – № 257. – С. 42–60.

¹¹³ Jacob, D., B.J.J.M. Van den Hurk, U. Andre, G. Elgered, C. Fortelius, L.P. Graham, S.D. Jackson, U. Karstens, Chr. Kopken, R. Lindau, R. Podzun, B. Rockel, F. Rubel, B.H. Sass, R.N.B. Smith, X. Yang. A comprehensive model inter-comparison study investigating the water budget during the BALTEX-PIDCAP period. *Meteor. Atm.* 2001, no. 77, P. 61–73.

(базовий період), другий період – розрахунковий з 2021 по 2050 рр. Показники агрокліматичних умов на період до 2050 рр. розраховувались за кліматичними сценаріями *GFDL-30 %*, *A1B*, *A2*, *RCP4.5*, *RCP8.5*.

Вегетаційний період більшості сільськогосподарських культур співпадає з періодом з температурою повітря вище 10 °С. Розглянемо як за різними сценаріями можливих змін клімату змінюватиметься термічний режим та режим зволоження в Лісостеповій зоні України за період з температурами вище 10 °С в порівнянні з показниками базового періоду.

Температурний режим. Для оцінки температурного режиму вегетаційного періоду були розглянуті: дати стійкого переходу температури повітря через 10 °С навесні та восени; тривалість періоду з температурами повітря вище 10 °С; суми позитивних температур повітря за період з температурами вище 10 °С.

Як видно із табл. 1 середні багаторічні дати переходу температури повітря через 10 °С, (тобто в базовий період) навесні відзначались наприкінці другої декади квітня. Восени – на початку жовтня. Тривалість періоду з температурами вище 10 °С становила 168 днів. Сума температур за цей період становила 2817 °С.

1. Порівняльна характеристика середніх багаторічних показників термічного режиму з показниками, розрахованими за різними сценаріями змін клімату на території України

Сценарій змін клімату	Дати переходу температури повітря через 10 °С		Тривалість періоду з температурами повітря вище 10 °С	Суми температур за період з температурами вище
	весна	осінь		
Базовий період (1986–2005 рр.)				
	19.04	3.10	168	2817
Розрахунковий період (2021–2050 рр.)				
<i>GFDL 30%</i>	21.03	27.10	220	4073
<i>A1B</i>	14.04	18.10	187	3183
<i>A2</i>	19.04	7.10	171	2701
<i>RCP4,5</i>	29.04	1.10.	156	2415
<i>RCP8,5</i>	21.04	1.10	168	2584

Джерело: авторські розрахунки

За сценарієм *GFDL-30 %* перехід температури повітря через 10 °С у Лісостеповій зоні в розрахунковий період буде спостерігатись навесні на 28–30 днів раніше середніх багаторічних і восени на 26–30 днів пізніше. Це подовжить тривалість періоду з температурами вище 10 °С до 215–217 днів. Накопичена сума температур становитиме 4073 °С, що вище середніх багаторічних сум на майже на 1300 °С.

Аналіз розрахунків за сценарієм *A1B* показав, що дати переходу температури повітря через 10 °С в Лісостеповій зоні будуть майже співпадати с з середніми багаторічними. Восени вони наставатимуть у

більш пізні строки, що сприятиме збільшенню тривалості періоду до 184 днів. Суми температур вище 10 °С становитимуть біля 3180 °С.

Розрахунки за сценарієм *A2* показали, що в Лісостеповій зоні тенденції змін дат переходу відповідатимуть тенденціям змін, які спостерігатимуться за сценарієм *A1B*, але суми температур вище 10 °С становитимуть 2701 °С, тобто майже на 400 °С нижче, ніж за попереднім сценарієм.

Розрахунки дат настання переходу температури повітря через 10 °С за сценаріями *RCP4,5*; та *RCP8,5* показують, що навесні вони будуть наставати пізніше за сценарієм *RCP4,5* – на 10 днів, за сценарієм *RCP8,5* будуть однаковими із середніми багаторічними. Восени вони будуть співпадати із середніми багаторічними за обома сценаріями. Тривалість періоду з температурами повітря вище 10 °С буде коротшою ніж в базовий період на 7–18 днів. Суми температур за сценаріями в *RCP4,5* та *RCP8,5* становитимуть 2450–2550 °С, що нижче від середніх багаторічних майже на 200–250 °С

Режим зволоження. Оподи є основним джерелом зволоження земної поверхні і з цієї точки зору вони визначають стан багатьох природних ресурсів. Для характеристики умов зволоження аналізувались такі ж періоди як і для теплозабезпеченості: базовий – 1986–2005 рр. та розрахунковий за кліматичними сценаріями *GFDL-30%*, *A1B*, *A2*, *RCP4,5* *RCP8,5* період 2021–2050 рр. При цьому розглядались такі показники: сума опадів за періоди: зима, весна, літо, осінь, рік; сумарне випаровування, випаровуваність, дефіцит випаровування; гідротермічний коефіцієнт Г.Т. Селянинова (ГТК) за період травень – серпень.

Розрахунки показують, що в Лісостеповій зоні України по сезонах року за різними сценаріями змін клімату спостерігатимуться значні коливання очікуваної кількості опадів на період до 2050 р. (табл. 2).

2. Порівняльна характеристика середніх багаторічних показників зволоження з показниками, розрахованими за різними сценаріями зміни клімату в Лісостеповій зоні України

Сценарії	Сума опадів за періоди, мм					Сумарне випаровування, мм	Випаровуваність, мм	Дефіцит випаровування, мм	ГТК, відн. од.
	зима	весна	літо	осінь	рік				
Базовий період (1986–2005 рр.)									
	85	138	222	154	599	500	1351	851	1,3
За сценаріями (2021–2050 рр.)									
<i>GFDL-30%</i>	196	167	243	153	763	531	1662	1131	1,23
<i>A1B</i>	184	193	240	143	704	601	1166	565	1,31
<i>A2</i>	168	193	268	171	800	610	1082	472	1,5
<i>RCP4,5</i>	100	185	142	116	543	331	703	372	1,2
<i>RCP8,5</i>	117	174	146	119	556	357	727	370	1,25

Джерело: авторські розрахунки

В період з 2021 по 2050 рр. за двома сценаріями зміни клімату *CFDL-30 %* та *A1B* очікуватиметься річна сума опадів відповідно 763 та 704 мм, що становитиме 127–118 % від базового періоду. За сценарієм *A2* сума опадів буде вищою, ніж за першими двома сценаріями і становитиме 133 % від базової.

За обома сценаріями *RCP4,5* та *RCP8,5* на період 2021–2050 рр. очікується зменшення річних сум опадів. Причому зменшення очікується однакове за обома сценаріями і становитиме 91 % від сум опадів базового періоду.

Розподіл опадів по сезонах року різноманітний. Очікується збільшення опадів в період з 2021 по 2050 рр. за усіма сценаріями взимку та навесні. Незначне зростання сум опадів очікуватиметься за сценарієм *A1B*, *RCP4,5* та *RCP8,5* мм і становитиме відповідно 105 % та 108% від базової суми. Найбільше зростання сум опадів очікується за сценарієм *CFDL-30 %* – 232 мм, тобто 169 % від базової суми.

Навесні збільшення сум опадів буде відчутнішим і становитиме 131–132 % середньої багаторічної суми за цей період.

Влітку збільшення опадів прогнозується тільки за трьома сценаріями *CFDL-30 %*, *A1B* та *A2* і становитиме 109–120 % від середньої багаторічної. За сценаріями *RCP4,5*, *RCP8,5*, очікуватиметься різке зменшення сум опадів відповідно до 69 та 59 мм, що становитиме 45 та 39 % від сум опадів базового періоду.

Восени збільшення сум опадів в порівнянні з базовим періодом слід чекати тільки в разі реалізації сценарію *A2*. В разі реалізації сценарію *A1B* опади будуть очікуватись на рівні середніх багаторічних сум. За іншими сценаріями в цей період очікується зменшення сум опадів.

Зміна в режимі опадів спричинить зміну інших показників зволоження, а саме: випаровування, випаровуваності, дефіциту випаровування та коефіцієнту зволоження Г.Т. Селянинова (ГТК).

Як видно із табл. 2 сумарне випаровування збільшиться в разі реалізації сценаріїв *GFDL-30 %*, *A1B* та *A2*. За сценаріями *RCP4,5*, *RCP8,5* величини сумарного випаровування в Лісостеповій зоні відчутно зменшаться, особливо в разі реалізації сценарію *RCP4,5*. Аналогічний висновок можна також зробити, аналізуючи зміни випаровуваності та дефіциту випаровування.

Аналізуючи значення коефіцієнта зволоження в Лісостеповій зоні можна сказати, що тільки в разі реалізації сценарію *A2* ГТК зросте до 1,5 відн. од. За іншими сценаріями значення ГТК або залишиться без змін сценарій (*A1B*), або зменшиться (сценарії *RCP4,5*, *RCP8,5*).

В цілому, порівнюючи розраховані за сценаріями показники температурного режиму в Лісостеповій зоні України, можна відзначити, що протягом 2021–2050 рр. найвідчутніші зміни відбуватимуться впродовж вегетаційного періоду сільськогосподарських культур в разі

реалізацій сценаріїв *GFDL-30 %*, *A1B* та *A2*. За сценаріями *RCP4,5* та *RCP8,5* суттєві зміни в температурному режимі не прогнозуються. Підвищення сум температур впродовж вегетаційного періоду дозволить розширити північні межі вирощування теплолюбних культур.

Розрахунки за різними кліматичними сценаріями показників вологозабезпеченості з 2021 по 2050 рр. показали, що очікуються найбільш різкі зміни кліматичних показників зволоження в разі реалізації сценаріїв *GFDL-30 %*, *A1B* та *A2*. При цьому тренд на збільшення кількості опадів найбільш можливий у випадку розвитку сценарію викидів *GFDL-30 %*. В разі реалізацій сценаріїв змін клімату *RCP4,5*, *RCP8,5* очікується певне зменшення загальної кількості опадів за рік в цілому, та особливо за літні сезони, що погіршить умови вологозабезпеченості вегетаційного періоду сільськогосподарських культур.

2.6. Агроекологічні основи раціонального використання земельних ресурсів в умовах екологічно стабільних територій

Писаренко П.В., Руденко О.М.
Полтавська державна аграрна академія

Основні питання захисту природного довкілля лісостепових районів сфокусовані в охороні й використанні лісів, утилізації та захороненні комунальних і побутових відходів, безпечному водопостачанні та водовідведенні, збереженні біотичного й ландшафтного різноманіття, розвитку природно-заповідної мережі, протидії деструктивним геоморфологічним явищам та охороні атмосферного повітря, оптимізації рекреагенного навантаження на природне довкілля. Трансформаційні явища у лісостеповій місцевості, а також нинішній стан забруднення довкілля, недостатньо вивчені й не прогнозовані, тому становлять вагомий інтерес як у теоретичному, так і у практичному аспектах. Лише на науково обґрунтованих принципах екобезпечного розвитку можливий вихід регіону із кризи й задоволення життєвих потреб людей.

Метою роботи було з'ясувати сучасні наслідки природокористування й обґрунтувати способи збереження та екобезпечного використання особливостей природного довкілля регіону.

Для досягнення мети заплановано було виконати такі завдання:

- дослідити екологічну ситуацію та наслідки освоєння природних ресурсів регіону і лісостепу України;

- обґрунтувати екобезпеку і перспективність екологічних напрямів раціонального використання природних ресурсів регіону і Лісостепу України.

Об'єкт дослідження: природні умови й ресурси регіонів та лісостепової зони України.