

УДК 558.583

## ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА РЕЖИМ ЗВОЛОЖЕННЯ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ В УКРАЇНІ

А.М. Польовий, д.геогр.н.,проф., Л.Ю. Божко, к.г.н.,доц.

Одеський державний екологічний університет,  
ул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна, apolevoy@te.net.ua

Розглядається у порівнянні режим опадів, випаровування, випаровуваності, дефіциту випаровування, коефіцієнту зволоження Г.Т.Селянинова за періоди:1986 – 2005 рр(базовий період). та очікувані за трьома сценаріями зміни клімату їх значення на 2011- 2030 рр. та 2031 – 2050 рр. Відзначається очікуване загальне збільшення річної кількості опадів в усіх агрокліматичних зонах, окрім Південного Степу та збільшення нерівномірності їх випадіння за сезонами року. Зменшення кількості опадів у літній період в Степовій зоні України спричинить збільшення посушливості клімату.

**Ключові слова:** опади, режим зволоження, сценарії зміни клімату, посушливість, вологозабезпеченість.

### 1. ВСТУП

Волога є одним із основних факторів життя рослин. Важливими функціями води є її участь у фотосинтезі рослин, переносі елементів живлення, забезпеченні терморегуляції тощо.

На разі в агрометеорологічній практиці для характеристики вологозабезпеченості території використовується кількість опадів, що випадають за певний проміжок часу ( рік, сезон, вегетаційний період, між фазний період і ін.), відношення фактичного водоспоживання (сумарного випаровування) до вологопотребности рослин (випаровуваності) та різних індексів, які найчастіше спираються на критерії, що пов'язані з оцінкою аномальності кількості опадів впродовж будь-якого часу.

Опади є основним джерелом зволоження земної поверхні і з цієї точки зору вони визначають стан багатьох природних ресурсів. Тому поняття просторово-часової мінливості структури поля опадів сучасності та їхні майбутні зміни відіграють важливу роль в прогнозах кліматично-зумовлених природних ресурсів.

В кліматичних умовах України вологозабезпеченість є визначальною для отримання стабільних та високих врожаїв сільськогосподарських культур. У зв'язку з цим надзвичайно важливим є вивчення сучасної динаміки режиму опадів та її оцінки на найближчі 30-50 років.

### 2. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Найбільш часто для характеристики умов зволоження території використовується стандартизований індекс опадів SPI, значенням якого є аномалія стандартизованого нормального розподілу, що відповідає визначеній не перевищеній кількості опадів.

Для характеристики умов зволоження територій, на яких вирощуються зернові культури, А.В. Мещерською та В.Г. Блажевичем запропоновано індекс, що враховує сумісний аналіз аномалій місячних значень температури повітря, кількості опадів та

оцінку площі їх розповсюдження [10].

Однак, описані вище індекси мають статистичну природу, тобто є мірою відхилення поточних значень метеорологічних величин від їх розподілу на вибраному базовому інтервалі.

Оцінка вологозабезпеченості території тільки за сумою опадів буде не зовсім повною через те, що опади це лише одна із характеристик прибуткової частини водного балансу. Тому для більш надійної характеристики вологозабезпеченості потрібно також використовувати показники потреби рослин у воді та фактичного водоспоживання. Співвідношення цих двох величин може бути надійним показником вологозабезпеченості території [8].

Існує декілька груп методів оцінки вологозабезпеченості рослин: 1 – емпірична; 2 – теоретична; 3 – за умовними показниками зволоження; 4 – за запасами вологи в ґрунті; 5 – за значеннями водного балансу поля [7,8].

Емпіричні методи засновані на припущенні, що водоспоживання рослин визначається біологічними особливостями та погодними умовами. При цьому головними показниками потреби рослин у воді є сонячна радіація, температура повітря, дефіцит насичення повітря вологою та ін.

До емпіричних методів відносяться методи І.А. Шарова, Н.Н. Іванова, А.М. Алпатьєва [1,8].

Так, І.А. Шаров запропонував розраховувати оптимальне водоспоживання рослин за даними сум температур за вегетаційний період, коефіцієнтом водоспоживання та тривалістю вегетаційного періоду.

Н.Н. Іванов оптимальне водоспоживання запропонував розраховувати за значеннями середньої за місяць температури повітря, та середньої за місяць відносної вологості.

А.М. Алпатьєв в якості основного елементу клімату, який визначає величину оптимального водоспоживання, запропонував використовувати дефіцит насичення повітря вологою з показником біологічно-

го коефіцієнту випаровування, який враховує розвиток рослин, накопичення біомаси та особливості фітотемператури [8].

До теоретичних методів оцінки забезпечення вологою рослин відносяться: комплексний метод М.І. Будико та Л.І. Зубенко, метод

С.І. Харченко, метод А.Р. Костянтинова та ін. [7,8]. Ці методи, засновані на сумісному аналізі рівнянь теплового і водного балансу. В них розглядаються дві стадії випаровування з ґрунту: перша відповідає критичному або оптимальному зволоженню ґрунту, випаровування з якого дорівнює випаровуваності, а друга – недостатньо зволоженому ґрунту з вологістю нижче критичної.

В основу розробки тепловоднобалансового методу розрахунку сумарного випаровування сільськогосподарських полів С.І. Харченко покладені рівняння теплового і водного балансу з урахуванням елементів вертикального волого обміну в зоні аерації, а також біологічних особливостей розвитку рослин [8].

Досить поширений метод визначення місячного випаровування за температурою і вологістю повітря, запропонований О.Р. Константиновим.

О.Р. Костянтинов спробував зв'язати величини випаровування з метеорологічними елементами, які вимірюються на метеорологічних станціях [8].

Найбільш поширеним та широко використовуваним індексом зволоження є гідротермічний коефіцієнт Г.Т. Селянінова (*ГТК*), який уявляє собою відношення суми опадів (мм) ( $\Sigma P$ ) за будь-який інтервал календарного року до суми активних середньодобових температур, помножених на 0,1 за такий же період ( $0,1 \Sigma T$ ).

До основних недоліків індексу ГТК відноситься не врахування весняних запасів вологи в ґрунті, а також використання для характеристики випаровуваності показника, який залежить тільки від температури повітря [7].

П.І. Колосков запропонував показник звоженості, який визначається як відношення кількості опадів  $P$  до різниці тиску насичення за даної температури і фактичного тиску водяної пари.

Д.І. Шашко для оцінки умов зволоження запропонував показник, який розраховується як відношення суми опадів до суми середніх добових значень дефіциту тиску водяної пари.

У світовій практиці для тривалих часових інтервалів використовується індекс Палмера (*PDSI*). Цей показник розраховується за температурою повітря, сумою опадів та констант, які характеризують вологомісткість ґрунту. До недоліків *PDSI* найчастіше відноситься спрощена схема волого переносу і розрахунку потенційної евапотранспірації, чутливість до волого місткості ґрунту, не врахування впливу снігового покриву та ін.

Розроблені індекси оцінки посушливості території на основі супутникової інформації. Вони засновані на зв'язку стану рослинності з її спектральними відбивними здібностями. Розрахунок таких індексів засновується на двох найбільш стабільних факторах: червоної зони спектру (0,62 – 0,75 мкм), на яку приходить максимум поглинання сонячної радіації хлорофілом, та ближньої інфрачервоної зони (0,75 – 1,3 мкм), де спостерігається максимальний відбиток енергії клітинною структурою листка. Для оцінки умов посушливості найчастіше використовується *NDVI*, який розраховується як різниця вимірних значень інтенсивності відбивного випромінювання в червоному та ближньому інфрачервоному спектральних діапазонах, нормована до суми цих величин. Для зелених рослин індекс має значення від 0,2 до 0,8. Слід відзначити, що чим більше фітомаса, тим вище значення індексу *NDVI*.

Оцінка вологозабезпеченості рослин за запасами вологи в ґрунті заснована на співставленні запасів вологи в шарі розповсюдження коріння з вологопотребою рослин. Це співставлення дає змогу встановити кількісну оцінку водних ресурсів будь-якої території [8].

Запаси продуктивної вологи оцінюються відповідно найменшій вологомісткості. Навесні запаси продуктивної вологи метрового шару ґрунту оцінюються наступним чином: добрі – 180 – 160 мм; задовільні – 150 – 130 мм; недостатні 130 – 80 мм; погані і дуже погані 80 – 50 мм.

Метод оцінки вологи за значеннями водного балансу поля запропонований А.А. Роде полягає в тому, що використовується повне рівняння водного балансу. Встановлено, якщо витрати вологи перевищують її надходження, то рослини відчувають нестачу вологи. Навпаки, при перевищенні надходження вологи над витратами створюються умови для перезволоження ґрунту [7].

Для практичного використання найбільш доцільно використовувати декілька показників. В агрометеорологічних дослідженнях для оцінки умов зволоження найчастіше використовуються коефіцієнт Г.Т. Селянінова та Д.І. Шашко.

### 3. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для оцінки змін режиму опадів під дією можливих змін клімату в Україні було використано 3 сценарії: «м'який» - *GFDL-30 %* - це сценарій з альтернативним кількісним визначенням збільшення викидів  $CO_2$  в атмосферу на 30% [2], «помірний» - *A1B*, який передбачає рівновагу між усіма джерелами енергії, та «жорсткий» - *A2*, який передбачає невизначеності стосовно визначальних факторів і базується на використанні різних концепцій моделювання, які використовують аналогічні припущення стосовно визначальних факторів [2,3,5,6,9,11,12,13].

Одним із найпростіших методів відображення

можливих змін у кліматичному режимі будь-якої метеорологічної величини є порівняння з минулими даними, зокрема, середніми багаторічними за базовий період. В даному дослідженні за базовий береться період з 1986 по 2005 рр. у відповідності з агрокліматичним довідником України [1].

Коли розглядаються зміни клімату, то як критерії таких змін найчастіше використовуються тренди глобальних температур і опадів [2,5].

Характеристика умов зволоження аналізувалась за періоди: базовий - 1986 – 2005 рр. та розрахункові: перший період - 2011 – 2030 рр. другий період - 2031 – 2050 рр.

При цьому розглядалися такі показники: сума опадів за періоди: зима, весна, літо, осінь, рік; сума опадів за періоди з температурами повітря вище 0, 5, 10, 15 °С; сумарне випаровування, випаровуваність, дефіцит випаровування; коефіцієнт зволоження – гідротермічний коефіцієнт Г.Т. Селянинова (ГТК) за період травень – серпень.

#### 4. АНАЛІЗ І ОПИС РЕЗУЛЬТАТІВ

В цілому за рік на території України як у базовий період періоди так і в розрахункові прогностичні періоди 2011–2030 рр. та 2031 – 2050 рр. за різними сценаріями зміни клімату очікується зменшення кількості опадів у напрямку з північ - ного заходу на південний схід.

Проте, згідно проведених нами розрахунків, у кожній природно - кліматичній зоні, як і на всій території України в цілому, по сезонах року спостерігаються значні коливання очікуваної кількості опадів (табл.1).

У Поліссі за розрахунковий період 2011–2030 рр. два сценарії зміни клімату *CFDL-30 %* та *A1B* дають приблизно однакову очікувану кількість річних опадів – 708 мм ( 109 % від базового періоду ) та 732 мм (112 %) відповідно. За сценарієм зміни клімату *A2* можна очікувати збільшення кількості опадів на території Полісся до 120 %, що становитиме 785 мм.

Таблиця 1 - Порівняльна характеристика річних сум опадів по території України

Природно-кліматична зона	Базовий період	За сценаріями зміни клімату в період 2011–2030 рр.					
	1986–2005 рр.	<i>GFDL-30%</i>		<i>A1B</i>		<i>A2</i>	
	Сума опадів	Сума опадів	% від II базового періоду	Сума опадів	% від II базового періоду	Сума опадів	% від II базового періоду
Полісся	651	708	109	732	112	785	121
Лісостеп	600	705	118	665	111	723	121
Північний Степ	545	592	109	560	103	645	118
Південний Степ	464	525	113	525	113	510	110
За сценаріями зміни клімату в період 2031–2050 рр.							
Полісся	651	680	104	704	108	816	125
Лісостеп	600	646	108	724	121	799	133
Північний Степ	545	561	103	529	97	643	118
Південний Степ	464	525	113	414	89	376	81

В період з 2031 по 2050 рр. за двома сценаріями зміни клімату *CFDL-30 %* та *A1B* очікуватиметься приблизно однакова сума опадів, але вона буде на 5 % меншою, ніж в базовий період в Поліссі, Лісостепу та Північному Степу і становитиме відповідно 104, 108 та 103 %

В Південному Степу кількість опадів залишиться на рівні попереднього періоду і становитиме 525 мм за сценарієм *CFDL-30 %* мм, тобто 113 % від норми. За сценаріями *A1B* та *A2* сума опадів зменшиться до 414 мм та 376 мм і становитиме відповідно 89 % а 81 % від базової.

Кліматична норма річних опадів у Лісостепу становить 600 мм, для цієї території за усіма сценаріями очікуватиметься приблизно однакове збільшення кількості річних опадів на 10 – 18 % від базової норми.

Розрахунки в період 2031 – 2050 рр. (табл.1) по-

казують що в разі реалізації сценарію *GFDL-30 %* та *A1B* збільшення річної суми опадів в порівнянні з середньою багаторічно буде меншим, ніж в перший період на 10 %, тобто становитиме 108 %, або 646 мм. За сценаріями *A1B* та *A2* очікуватиметься значне збільшення суми опадів в Лісостепу до 121 - 130 % від базової відповідно.

В Степовій зоні України випадає найменша кількість опадів. У Північному Степу річна кліматична норма становить 550 мм. За розрахунками сценаріїв *GFDL-30 %* та *A1B* в обидва розрахункові періоди очікується незначне збільшення річної кількості опадів до 590 мм, що становитиме на 3-9 % більше ніж база. За сценарієм *A2* в обидва розрахункові періоди очікується збільшення кількості опадів до 645 мм, що становитиме 118 % від базової.

У Південному Степу згідно проведених розрахунків всі три сценарії зміни клімату показують, що в

період 2011 – 2030 рр. відбудеться незначне збільшення річної суми опадів, в середньому на 10 %. Річна кількість опадів становитиме 525 мм за сценаріями *GFDL-30 %* та *A1B* і 510 мм за сценарієм *A2*. В період 2031 – 2050 рр. в Південному Степу тенденція збільшення суми опадів буде спостерігатись тільки за сценарієм *GFDL-30 %*. За іншими сценаріями очікувані суми опадів зменшаться і становитимуть в середньому 85 % від базової суми.

Згідно проведених нами розрахунків у кожній природно - кліматичній зоні по сезонах року будуть спостерігатись значні коливання опадів.

**Полісся.** На території Полісся найменша кількість опадів в середньому багаторічному в базовий період припадає на зимовий період і становить у середньому багаторічному 104 мм. Як видно із табл. 2. за всіма сценаріями змін клімату на період до 2030 р. кількість зимових опадів буде збільшуватись в порівнянні з середньою багаторічною. Найвідчутніше збільшення показують розрахунки за сценаріями *A1B* і *A2* - до 161 та до 157 мм. За сценарієм *CFDL-30 %* сума опадів збільшиться на 16 %.

У весняний період середня багаторічна кількість опадів становила 145 мм. Для розрахункового періоду 2011–2030 рр. значне збільшення кількості опадів показує сценарій *A2* - до 196 мм, що становитиме 135 % від базового періоду. За сценарієм *CFDL-30 %* можна очікувати збільшення кількості опадів у весняний період до 157 мм, тобто на 8 % більше, ніж в базовий період. Сценарій зміни клімату *A1B*, навпаки, прогнозує зменшення кількості опадів навесні до 76 мм, що становитиме лише 52 % від кліматичної норми.

Для розрахункового періоду 2031 – 2050 рр. за всіма сценаріями в Поліссі очікується збільшення опадів навесні. Найменша сума опадів очікуватиметься за сценарієм *A1B* – 152 мм, тобто всього на 5 % вище від базової суми. Найвища сума опадів очікується за сценарієм *CFDL-30 %* - 232 мм, тобто на 69 % вище від середньої багаторічної.

Середня багаторічна кількість опадів влітку у Поліссі становить 249 мм. За розрахунками, за сценаріями *A1B* та *A2* кількість опадів влітку до 2050 року майже не зміниться, за сценарієм зміни клімату *CFDL-30 %* можна очікувати збільшення кількості опадів до 298 мм, тобто до 120 % від базової суми.

Слід зазначити, що можна очікувати і зміну такого важливого показника зволоження території як гідротермічний коефіцієнт Г.Т. Селянінова. Якщо в базовий період 1986–2005 рр. *ГТК* становив 1,5, то за розрахунками за сценаріями *CFDL-30 %* та *A1B* очікуватиметься незначне збільшення сухості території *ГТК* становитиме 1,38 – 1,4 відн. од. відповідно в обидва розрахункові періоди. А розрахунки за сценарієм зміни клімату *A2* вказують на підвищення *ГТК* до 1,7 відн. од. у зв'язку з підвищенням кількості опадів.

Восени, як видно з даних табл.2, середня багаторічна сума опадів за базовий період в Поліссі стано-

вить 153 мм. Розрахунки за сценаріями змін клімату показують, що в обидва розрахункові періоди тільки за сценаріями *CFDL-30 %* слід очікувати незначне зменшення кількості опадів до 132 мм (86 %). За сценарієм *A1B* сума опадів залишиться на рівні базової, а за сценарієм зміни клімату *A2* очікується ріст суми опадів до 175 мм (114 % від базової).

**Лісостеп.** На території Лісостепу за середніми багаторічними даними кількість опадів взимку становить 101 мм (табл.2). Всі сценарії зміни клімату вказують на підвищення кількості зимових опадів. Сценарії *A1B* та *A2* дають майже однакові результати. Згідно розрахунків кількості очікуваних зимових опадів в період 2011 – 2030 рр. становитиме 145 і 147 мм відповідно, що долівнює 145 % від кліматичної норми. Сценарій *CFDL-30 %* також вказує на підвищення кількості опадів, але не таке значне – до 158 мм (на 17 % більше від базової суми). В другий розрахунковий період за усіма сценаріями взимку в Лісостепу відбудеться значне збільшення суми опадів від 196 мм за сценарієм *CFDL-30 %* до 184 мм за сценарієм *A1B*.

Навесні також зберігається тенденція збільшення кількості опадів за всіма сценаріями від 158 мм за сценарієм *CFDL-30 %* до 175 мм за сценарієм *A2*, при кліматичній нормі 135 мм.

У літній період на території Лісостепу за середніми багаторічними даними випадає 222 мм опадів. За сценаріями зміни клімату *CFDL-30 %* та *A2* буде очікуватись збільшення кількості опадів до 296 та 240 мм відповідно, і лише сценарієм *A1B* не прогнозується зміна кількості літніх опадів в період до 2030 р.

**ГТК** за двома сценаріями *CFDL-30 %* та *A1B* становитиме 1,2 відн. од., за сценарієм *A2* *ГТК* - до 1,5.

В другий розрахунковий період суми опадів влітку за трьома сценаріями будуть перевищувати середню багаторічну суму і становитимуть біля 240 мм за сценаріями *CFDL-30 %* та *A1B*, за сценарієм *A2* – біля 268 мм, тобто перевищуватимуть базову суму на 20 %.

Коефіцієнт Г.Т. Селянінова за двома сценаріями зменшиться до 1,1 відн. од., а за сценарієм *A2* – до 1,3 відн. од. Це говорить про те, що посушливість території Лісостепу буде поступово збільшуватись.

Восени за середніми багаторічними даними в Лісостепу випадало до 142 мм. Для території Лісостепу розрахунки за сценаріями *CFDL-30 %* та *A1B* вказують на зменшення кількості опадів до 121 мм (85 %) та 129 мм (91 %) відповідно в період 2011 – 2030 рр. За сценарієм *A2* очікуватиметься незначне збільшення кількості опадів до 161 мм (тобто на 5 % вище від норми). Що стосується другого розрахункового періоду, то восени за усіма сценаріями опади очікуватимуться на рівні середніх багаторічних.

**Степ.** Ця природна зона займає майже 40 % території України, поділяється на Північний та Південний Степ і дуже нерівномірна за умовами зволоження.

На території *Північного Степу* найменша кількість опадів випадає взимку і за середніми багаторіч-

ними даними становить 95 мм (табл.2). За розрахунками за усіма сценаріями на період до 2030 р. очікуватиметься збільшення сум опадів. Найвідчутніше збільшення опадів очікується за сценарієм *A1B* та *A2* - до 145 та 153 мм відповідно. За сценарієм *CFDL-30* збільшення сум опадів становитиме 107 % від базової суми. .

В період з 2031 по 2050 рр. взимку теж очікується збільшення сум опадів за усіма сценаріями змін клімату. За сценарієм *CFDL-30* сума опадів становитиме 130 мм (тобто на 37 % вище норми). За сценаріями *A1B* та *A2* збільшення сум опадів буде майже однаковим і становитиме 145 мм, що становитиме 1 більше 150 % від базової суми. (табл.2).

Навесні також очікуватиметься збільшення кількості опадів в період до 2030 року за усіма сценаріями зміни клімату.

В другий розрахунковий період з 2031 по 2050 рр. відчутне збільшення опадів навесні очікується тільки за сценарієм *A2* - до 163 мм. За сценарієм *A1B* сума опадів очікується майже на рівні середньої багаторічної, за сценарієм *CFDL-30* % очікується зменшення суми опадів до 98 мм, що становитиме тільки 83 % від суми опадів базового періоду.

Влітку кліматична норма в Північному Степу досягає 195 мм. Як видно з табл.2 за сценарієм зміни клімату *GFDL-30* % на період до 2030 року очікуватиметься незначне підвищення суми опадів - до 208 мм, що становитиме 107 % від базової суми. За сценаріями зміни клімату *A1B* та *A2* в цей період суми опадів значно зменшаться і становитимуть біля

170 мм, що складатиме 87 % від середньої багаторічної. Очікується зменшення *ГТК* за сценарієм *GFDL-30* % до 0,9. За іншими сценаріями *ГТК* залишиться на рівні середнього багаторічного значення..

В другий розрахунковий період за усіма сценаріями зміни клімату сума опадів очікуватиметься влітку в Північному Степу в межах середньої багаторічної. *ГТК* за сценаріями *GFDL-30* % та *A1B* зменшиться відповідно до 0,96 та 0,89 в порівнянні з середніми багаторічними даними, а за сценарієм *A2* залишиться без зміни.

Восени середня багаторічна кількість опадів в осінній період становить 137 мм. За сценаріями *CFDL-30* % та *A1B* в період до 2030 року кількість опадів буде меншою, всього 93 та 87 % від середньої багаторічної. За сценарієм *A2* кількість опадів восени дещо підвищиться – до 157 мм, тобто становитиме 115 % середньої багаторічної.

В період з 2031 по 2050 рр. за сценаріями зміни клімату *GFDL-30* % та *A1B* очікуватиметься зменшення суми опадів до 94 та 86 % відповідно від середньої багаторічної суми. За сценарієм *A2* сума опадів очікуватиметься на рівні середньої багаторічної.

*Південний Степ.* Територія Південного Степу отримує ще менше вологи, ніж Північний Степ. Найменша кількість опадів теж випадає взимку. Кліматична норма цього сезону становить 91 мм (табл.2).

Таблиця 2 - Порівняльна характеристика режиму зволоження за сезонами року на території України

За сценаріями зміни клімату в період 2011–2030 рр.											
Сезон	I-й період (1986 -2005рр.)		<i>GFDL-30</i> %			<i>A1B</i>			<i>A2</i>		
	Сума опадів в, мм	ГТК	Сума опадів, мм	%від базового періоду	ГТК	Сума опадів в, мм	%від базового періоду	ГТК	Сума опадів в, мм	% від базового періоду	ГТК
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Полісся</b>											
Зима	104		121	116		161	155		157	151	
Весна	145		157	108		76	52		196	135	
Літо	249	1,5	298	120	1,3	246	99	1,4	257	103	1,6
Осінь	153		132	86		149	97		175	114	
Рік	651		708	109		732	112		785	121	
<b>Лісостеп</b>											
Зима	101		129	128		145	144		147	146	
Весна	135		158	117		169	125		175	130	
Літо	222	1,3	296	133	1,3	222	100	1,3	240	108	1,4
Осінь	142		121	85		129	91		161	105	
Рік	600		705	118		665	111		723	121	
<b>Північний Степ</b>											
Зима	95		130	137		145	153		153	161	
Весна	118		126	107		128	108		163	138	
Літо	195	1,0	208	107	0,9	169	87	1,0	172	88	1,1
Осінь	137		128	93		118	86		157	115	
Рік	545		592	109		560	103		645	118	

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Південний Степ											
Зима	91		113	124		176	193		143	157	
Весна	102		113	111		97	95		122	120	
Літо	155	0,9	183	118	0,7	97	63	0,6	115	74	0,7
Осінь	116		116	100		155	134		130	112	
Рік	464		525	113		525	113		510	110	
Період 2031 – 2050 рр.											
Полісся											
Зима	104		117	113		157	151		161	154	
Весна	145		232	169		152	105		202	139	
Літо	249	1,5	264	106	1,4	242	98	1,38	276	111	1,7
Осінь	153		135	88		155	101		176	115	
Рік	651		748	115		732	112		800	123	
Продовження табл.2											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Лісостеп											
Зима			196	194		184	149		168	166	
Весна	135		167	124		156	115		193	143	
Літо	222	1,3	243	109	1,23	240	108	1,31	268	121	1,6
Осінь	142		153	107		143	100		171	120	
Рік	600		763	127		704	117		800	133	
Північний Степ											
Зима	95		130	137		145	152		149	153	
Весна	118		98	83		128	108		161	136	
Літо	195	1,0	199	102	0,96	169	101	0,89	192	99	1,0
Осінь	137		129	94		118	86		142	102	
Рік	545		556	102		560	102		643	118	
Південний Степ											
Зима	91		185	203		122	134		117	128	
Весна	102		101	115		117	115		87	85	
Літо	155	0,9	177	114	0,63	91	59	0,52	69	44	0,48
Осінь	116		51	44		98	84		102	88	
Рік	464		514	111		428	92		376	81	

Розрахунки за трьома сценаріями зміни клімату до 2030 року вказують на підвищення кількості опадів в зимовий період. Причому саме для території Південного Степу слід очікувати найсуттєвіший ріст кількості зимових опадів. Найбільше зростання сум опадів взимку очікуватиметься за сценарієм *A1B* – майже вдвічі до 176 мм (193 %). Трохи менше зростання відзначатиметься за сценарієм *A2* – до 143 мм (157 %), за сценарієм *CFDL-30 %* сума опадів зросте до 113 мм (124 %).

В другий розрахунковий період з 2031 по 2050 рр. тенденція збільшення опадів в зимовий період буде зберігатись.

Навесні, при кліматичній нормі опадів 102 мм в період до 2030 року за сценаріями *CFDL-30 %* та *A2* можливе незначне підвищення кількості опадів до 113 мм (111 %), 122 мм (120 %) відповідно. Сценарій *A1B* вказує на те, що очікуватиметься незначне зменшення кількості опадів до 97 мм (95 %). Тобто, можна сказати, що режим зволоження Південного Степу весною суттєво не зміниться.

В період з 2031 по 2050 рр. за сценаріями зміни

клімату *GFDL-30 %* та *A1B* сума опадів очікується трохи вищою середньої багаторічної – 115 %. За сценарієм *A2* сума опадів значно зменшиться і становитиме 87 мм, тобто 85 % від норми.

За середніми багаторічними даними за літній період у Південному Степу випадає 155 мм опадів. За аналізом отриманих результатів розрахунків в період до 2030 року за сценаріями *A1B* та *A2* очікуватиметься зменшення кількості літніх опадів. Найбільш суттєве зниження відзначається за сценаріями *A1B* та *A2*- до 97 мм та 115 мм відповідно, що становитиме всього 63 % та 74 % від кліматичної норми. І лише сценарій зміни клімату *CFDL-30 %* вказує на можливе підвищення кількості опадів до 183 мм.

Розрахунки за сценаріями зміни клімату в період з 2031 по 2050 рр. показують, що за сценарієм *CFDL-30 %* очікуватиметься зростання суми опадів за літо до 177 мм, що становитиме 114 % від середньої багаторічної. За сценаріями *A1B* та *A2* очікуватиметься різке зменшення опадів влітку до 91 та 69 мм відповідно, що становитиме тільки 59

та 44 % від середньої багаторічної суми опадів. За трьома сценаріями зміни клімату в Південному Степу зросте рівень посушливості, ГТК становитиме 0,63, 0,52 та 0,48 відн. од. відповідно.

Восени період на території Південного Степу за середніми багаторічними даними випадало 116 мм опадів. За сценарієм *CFDL-30 %* в період до 2030 року їх кількість не зміниться, за сценаріями *A1B* та очікуватиметься збільшення до 155 мм та 130 мм відповідно, що становитиме 134% та 112 % від кліматичної норми.

В період з 2031 по 2050 рр. розрахунки за трьома сценаріями зміни клімату показали що очікуватиметься різке зменшення суми опадів восени Найменша сума опадів очікуватиметься за сценарієм *CFDL-30 %* – 51 мм, тобто тільки 44 % від базової суми опадів. За сценаріями *A1B* та *A2* очікуватиметься майже однакова сума опадів біля 100 мм, тобто 86 % від кліматичної норми.

Для сільськогосподарських культур велике значення має вологозабезпеченість вегетаційного періоду більшості сільськогосподарських культур,

тобто періоду з температурами повітря вище 5 та 10 °С. Тому доцільно також розглянути розподіл сум опадів в періоди з температурами повітря вище 5 та 10 °С, а також такі показники зволоження як сумарне випаровування, випаровуваність та дефіцит випаровування.

*Полісся.* Як видно із табл. 3 середня багаторічна сума опадів в Поліссі за період з температурою повітря вище 5 °С становила 421 мм.

Розрахунки за трьома сценаріями показали, що і в першій і в другий розрахункові періоди сума опадів підвищуватиметься у порівнянні з середньою багаторічною, при чому збільшення опадів по періодах майже однакове за двома сценаріями *CFDL-30 %* та *A2* – до 595 мм, що вище середньої багаторічної суми більше як на 170 мм. За сценарієм *A1B* збільшення суми опадів очікується в меншій мірі, але все ж таки перевищуватиме базову суму майже на 60 мм і становитиме близько 480 мм.

**Таблиця 3** - Режим зволоження в Поліссі і Лісостепу за різними сценаріями зміни клімату в періоди з температурою повітря вище 5-ти та 10-ти °С

Сценарії	Сума опадів (мм) за періоди, за періоди з температурою повітря вище		Сумарне випаровування, мм	Випаровуваність, мм	Дефіцит випаровування, Мм	ГТК
	5 °С	10 °С				
1986-2005 р.	421	368	506	1310	805	1,4
Полісся. Період 2011 – 2030 рр.						
<i>GFDL-30 %</i> ;	592	505	580	1738	1159	1,3
Різниця	171	137	74	428	354	0,1
<i>A1B</i>	481	401	591	1119	528	1,4
Різниця	60	33	85	-191	-451	0
<i>A2</i>	537	444	614	1065	451	1,7
Різниця	116	76	108	-245	-354	0,3
Період 2031 – 2050 рр.						
<i>GFDL-30 %</i> ;	596	511	582	1741	1159	1,3
Різниця	175	143	76	431	354	0,1
<i>A1B</i>	476	416	587	1158	571	1,3
Різниця	55	48	81	-152	-234	-0,1
<i>A2</i>	586	467	636	1096	460	1,7
Різниця	165	99	130	-214	-345	0,3
Лісостеп						
1986 – 2005р.	391	327	493	1305	812	1,2
2011 – 2030 рр.						
<i>GFDL-30 %</i> ;	505	424	519	1692	1152	1,1
Різниця	114	97	26	367	340	-0,1
<i>A1B</i>	412	353	446	1285	839	1,2
Різниця	21	26	-47	-20	27	0
<i>A2</i>	479	414	467	1233	766	1,5
Різниця	88	87	-26	-72	-46	0,3
2031 – 2050 рр.						
<i>GFDL-30 %</i> ;	523	460	531	1662	1131	1,1
Різниця	132	133	38	357	319	-0,1
<i>A1B</i>	459	383	581	1166	585	1,3
Різниця	68	56	39	139	-227	0,2
<i>A2</i>	514	440	610	1082	472	1,3
Різниця	123	113	117	-223	-340	0,2

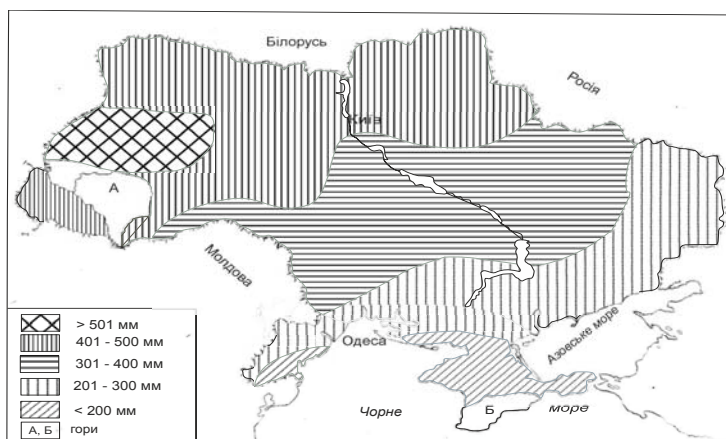


Рис. 1 - Сума опадів за період з температурами повітря вище 10 °С за кліматичним сценарієм А1В на період 2031 – 2050 рр.

Відчутно зростуть також суми опадів розрахованих за сценаріями змін клімату і за період з температурами вище 10 °С.

Сумарне випаровування за середніми багаторічними даними в Поліссі становить 506 мм. Як видно із табл.3 при розрахунках за сценаріями зміни клімату в обидва періоди (2011-2030 рр та 2031-2050 рр.) воно значно зростає пояснюючись як підвищенням температури повітря, так і збільшенням суми опадів. При цьому за двома сценаріями GFDL-30 % та А1В сумарне випаровування буде майже однаковим і становитиме 580 – 590 мм. За сценарієм А2 воно очікуватиметься значно вище і становитиме в перший розрахунковий період 614 мм, в другий – 636 мм, що перевищуватиме середні багаторічні величини сумарного випаровування відповідно на 108 та 130 мм.

Середня багаторічна випаровуваність в Поліссі становила 1310 мм. За даними розрахунків за сценаріями змін клімату випаровуваність зростає в порівнянні з середньою багаторічною в обидва розрахункові періоди тільки за сценарієм GFDL-30 % на 430 мм і становитиме біля 1740 мм.

За двома іншими сценаріями випаровуваність зменшиться в порівнянні з середньою багаторічною в обидва розрахункові періоди в середньому на 165 мм і становитиме біля 1130 мм. Дефіцит випаровування в Поліссі в середньому багаторічному становив біля 800 мм. За сценарієм GFDL-30 % дефіцит випаровування зростає до 1159 мм і перевищуватиме середню багаторічну величину на 354 мм. За сценаріями А1В та А2 дефіцит випаровування очікуватиметься значно нижчий від середнього багаторічного і становитиме відповідно 530 та 350 мм.

Середнє багаторічне значення коефіцієнта зволоження ГТК становило 1,4 відн. од. Розрахунки за сценаріями змін клімату показують, що значення ГТК суттєво зростає в Поліссі тільки за реалізації сценарію А2 і становитиме 1,7 відн. од., що перевищує середні багаторічні значення на 0,3 відн. од.

**Лісостеп.** В Лісостеповій зоні середня багаторічна сума опадів вище 5 °С становить 391 мм (табл.3).

Як видно із табл.3 за трьома сценаріями зміни клімату очікуватиметься зростання суми опадів за період з температурами вище 5 °С в порівнянні з середніми багаторічними сумами опадів на 88 - 120 мм, і становитиме 470 – 520 мм.

Сума опадів за період з температурами вище 10 °С як середня багаторічна, так і розрахована за різними сценаріями зміни клімату представлена в табл. 3, на рис. 1 та рис. 2.

Як видно із табл.3 тенденція зростання сум температур вище 10 °С подібна тенденції сум температур вище 5 °С, навіть різниця в кількісних показниках майже співпадає як по періодах розрахунку, так і за окремими сценаріями.

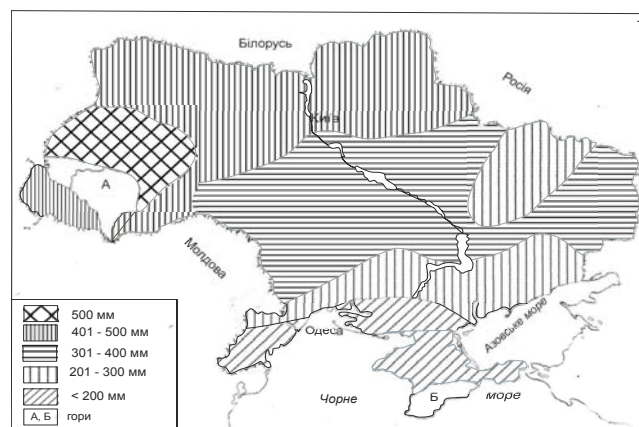


Рис. 2 - Сума опадів за період з температурами повітря вище 10 °С за кліматичним сценарієм А2 на період 2031 – 2050 р

Зростання сум опадів сприятиме зростанню величин сумарного випаровування. В Лісостеповій зоні середнє багаторічне випаровування становить 493 мм. Розраховані за сценаріями значення випаровуваності не співпадають з розрахованою динамікою опадів. Так, збільшення випаровування в період до 2030 року очікуватиметься тільки за сценарієм GFDL-30 %. Воно становитиме 519 мм.

Розраховані значення випаровуваності за сценаріями в період до 2030 року показують, що очікується



зростання випаровуваності тільки за сценарієм *GFDL-30 %* до 1690 мм, тобто буде вище середньої багаторічної величини на майже на 370 мм. Інші два сценарії прогнозують зменшення випаровуваності до 1280 мм.

Дефіцит випаровування в середньому багаторічному по Лісостеповій зоні становить 812 мм. У відповідності із зростанням випаровуваності за сценарієм *GFDL-30 %*, зросте і дефіцит випаровування до 1150 мм в обидва розрахункові періоди. В разі реалізації сценарію *A1B* в перший розрахунковий період дефіцит випаровування матиме значення на рівні середнього багаторічного в період до 2030 року і менше його в другий розрахунковий період на 230 мм. За сценарієм *A2* в обидва розрахункові періоди дефіцит випаровування буде меншим середнього багаторічного значення на 50 мм в перший розрахунковий період та на 340 мм – в другий.

Значення *ГТК* в середньому багаторічному становить 1,2 відн. од. За сценарієм *GFDL-30 %* зменшиться до 1.1 відн. од., за сценарієм *A1B* залишиться на рівні середнього багаторічного, за сценарієм *A2* зросте до 1,3 відн. од.

*Північний Степ.* В степових районах України найбільші площі під сільськогосподарськими культурами, а, особливо, зерновими. Тому характеристика вологозабезпеченості має дуже велике значення.

В середньому багаторічному сума опадів в Північному Степу за період з температурами вище 5 °С становила 387 мм, за період з температурами вище 10 °С – 325 мм. За даними розрахунків за сценаріями змін клімату в Північному Степу очікується збільшення сум опадів і за період з температурами вище 5 °С і за період з температурами вище 10 °С за сценаріями *GFDL-30 %* та *A2*. Перевищення над середньою багаторічною становитиме 70 – 100 мм. В разі реалізації сценарію *A1B* слід очікувати незначне зменшення опадів не більше 30 мм у порівнянні з середньою багаторічною сумою опадів (табл. 4).

Сумарне випаровування в Північному Степу за усіма сценаріями перевищуватиме в обидва розрахункові періоди середнє багаторічне сумарне випаровування, яке становить 432 мм. Це перевищення в обидва розрахункові періоди за усіма сценаріями зміни клімату становитиме 75 – 80 мм.

Випаровуваність у Північному Степу за сценарієм *GFDL-30 %* буде вищою за середнє багаторічне її значення на 480 мм і становитиме 1882 мм в обидва розрахункові періоди. За іншими двома сценаріями *A1B* та *в сер2* випаровування зменшуватиметься в обидва розрахункові періоди і становитиме відповідно 1220 та 1168 мм. У відповідності зі зміною випаровуваності зміниться і дефіцит випаровування, середнє багаторічне значення якого становить 902 мм. За сценарієм *GFDL-30 %* дефіцит випаровування зросте до 1316 мм в перший розрахунковий період та до 1220 мм – в другий.

За сценаріями зміни клімату *A1B* та *A2* дефіцит випаровування зменшиться на 180 – 200 мм і становитиме 600 – 750 мм.

В Північному Степу середнє багаторічне значення *ГТК* становить 1.1. За двома сценаріями *GFDL-30 %* та *A1B* очікуватиметься зменшення *ГТК* до 0,9 – 0,8 відн.од. Тільки за сценарієм *A2* значення *ГТК* залишиться на рівні середнього багаторічного.

*Південний Степ.* Це найбільш посушлива зона України. Середня багаторічна кількість опадів за період з температурою повітря вище 5 °С становить 340 мм, за період з температурою 10 °С – 284 мм. Розрахунки величин зволоження як середніх багаторічних, так і розрахованих за сценаріями змін клімату наводяться в (табл.4).

Із табл. 4 видно, що в середньому багаторічному сума опадів за період з температурою повітря вище 5 °С була найнижчою ніж в усіх природно – кліматичних зонах і становила 340 мм. Подібне спостерігається із сумами опадів за період з температурою повітря вище 10 °С, де вона становить 284 мм.

Як показали розрахунки за сценаріями змін клімату в період з 2011 – 2030 рр. тільки за сценарієм *GFDL-30 %* суми опадів за періоди з температурами вище 5 °С та вище 10 °С зростуть до 480 та 400 мм відповідно. За сценаріями змін клімату *A1B* та *A2* відзначатиметься зменшення сум опадів в порівнянні з середньою багаторічною сумою в обидва розрахункові періоди на 30 – 50 мм.

Сумарне випаровування в Південному Степу в середньому багаторічному теж нижче, ніж в інших природно – кліматичних зонах України і становить 394 мм. За розрахунками за усіма сценаріями змін клімату воно буде зростати обидва розрахункові періоди.

Особливо відчутне зростання сумарного випаровування відбудеться в період 2011 – 2030 рр. за сценарієм *A2* і становитиме 536 мм, тобто на 140 мм перевищуватиме середню багаторічну величину.

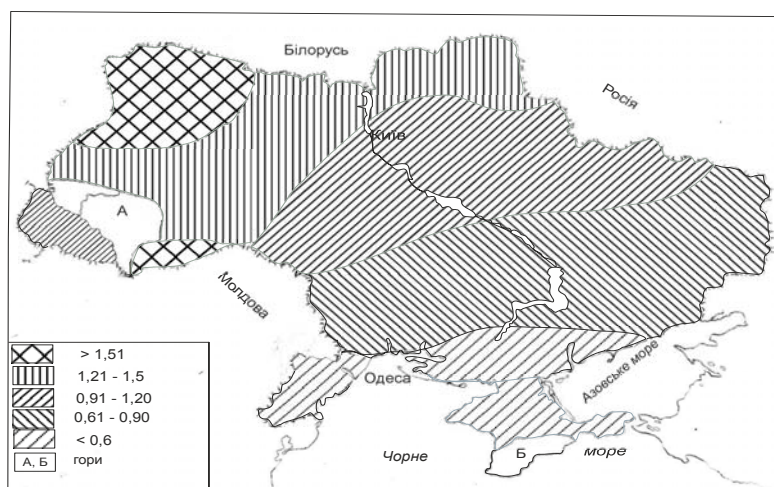
Середня багаторічна випаровуваність в Південному Степу становить 1427 мм. Розрахунки показали, що за сценарієм *GFDL-30 %* випаровуваність зросте майже до 1840 мм в обидва розрахункові періоди, за сценарієм *A1B* випаровуваність зросте тільки в період 2031 – 2050 рр. За сценарієм *A2* очікуватиметься різке зменшення випаровуваності на 290 мм в період 2011 – 2030 рр., в період 2031 – 2050 рр. – на 90 мм.

Відповідно із змінами сумарного випаровування та випаровуваності змінюватиметься і дефіцит випаровування. У Південному Степу його значення найвище по території України і в середньому багаторічному становить 1033 мм..

За сценаріями змін клімату дефіцит випаровування зросте тільки за умови реалізації сценарію *GFDL-30 %* в обидва розрахункові періоди і становитиме 1350 та 1270 мм відповідно.

Таблиця 4 - Режим зволоження Степової зони за різними сценаріями змін клімату

Сценарії	Сума опадів за періоди, мм		Сумарне випаровування, мм	Випаровуваність, мм	Дефіцит випаровування, мм	ГТК
	З температурою повітря вище					
	5 °C	10 °C				
1986-2005 р.	387	325	432	1334	902	1,1
Північний Степ 2011 – 2030 рр.						
<i>GFDL-30 %;</i>	490	412	500	1822	1316	0,9
Різниця	103	87	75	488	414	-0,2
<i>A1B</i>	369	310	507	1229	722	0,85
Різниця	-18	-15	82	-105	-180	-0,25
<i>A2</i>	401	337	536	1138	602	1,1
Різниця	14	-12	104	-196	-300	0
2031 – 2050 рр.						
<i>GFDL-30 %;</i>	457	391	512	1807	1221	0,9
Різниця	70	66	80	473	319	-0,1
<i>A1B</i>	351	295	511	1270	759	0,8
Різниця	-36	-30	79	-64	-143	0,2
<i>A2</i>	460	340	550	1168	618	1,1
Різниця	3	15	118	-168	-284	0
Південний Степ						
1986 - 2005р.	340	284	394	1427	1033	0,8
2011 – 2030 рр.						
<i>GFDL-30 %;</i>	486	407	492	1845	1353	0,8
Різниця	146	123	98	418	322	0
<i>A1B</i>	306	233	459	1390	931	0,55
Різниця	-34	-51	65	-37	-102	-
						0,25
<i>A2</i>	302	193	536	1138	602	0,48
Різниця	-38	-91	142	-289	-431	-
						0,32
2031 – 2050 рр.						
<i>GFDL-30 %;</i>	424	375	469	1834	1265	0,7
Різниця	84	91	75	407	232	-0,1
<i>A1B</i>	322	232	450	1452	1002	0,5
Різниця	-18	-52	56	15	-31	-0,3
<i>A2</i>	302	193	420	1339	969	0,55
Різниця	-122	-91	26	-88	-64	-
						0,15

Рис. 3 - Розподіл очікуваних значень ГТК за сценарієм *A1B* за період до 2050 року

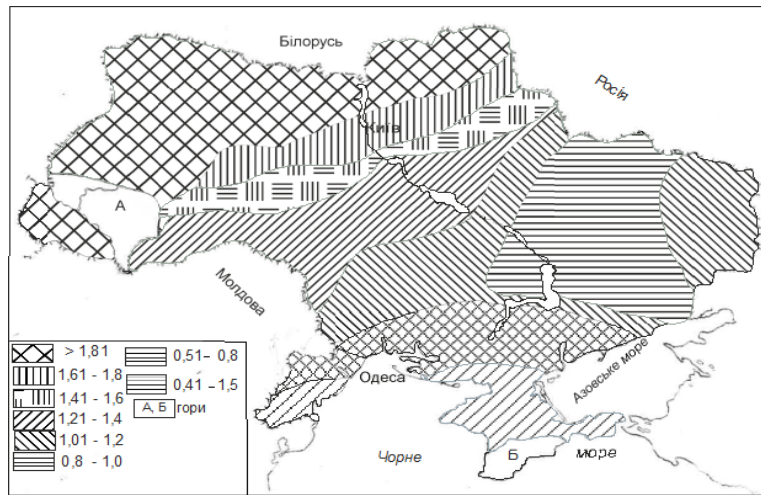


Рис. 4 - Розподіл значень ГТК за сценарієм А2 за період до 2050 року.

Зміни ГТК в природно – кліматичних зонах за різними сценаріями змін клімату в період до 2030 року будуть неоднозначними. Так, ГТК за сценарієм зміни клімату GFDL-30 % буде нижче середніх багаторічних значень в усіх природно – кліматичних зонах України і змінюватиметься від 1,26 відн. од. в Поліссі до 0,8 відн. од. в Південному Степу.

В разі реалізації сценарію А1В в Поліссі очікуватиметься незначне зменшення ГТК до 1,4 відн. од. В Лісостеповій зоні і в Північному Степу ГТК очікуватиметься на рівні середніх багаторічних значень. В Південному Степу зменшення ГТК очікуватиметься суттєвим і становитиме 0,5 відн. од.

За сценарієм зміни клімату А2 в Поліссі, Лісостепу і Північному Степу відзначатиметься перевищення очікуваних значень ГТК над середнім багаторічним його значенням на 0,2 відн.од. В Південному Степу навпаки, буде спостерігатись зменшення ГТК в порівнянні з середнім багаторічним на 0,2 відн.од.

Розрахунки ГТК за сценаріями кліматичних змін в період 2031 – 2050 рр. показали дещо іншу його динаміку. Так, в Поліссі, Лісостепу і Північному Степу за сценаріями GFDL-30 % та А1В значення ГТК очікуватиметься в межах середніх багаторічним величин з відхиленням в сторону зменшення не більше 0,1 відн. од. (рис. 3) За сценарієм А2 в цих зонах України значення ГТК зросте в Поліссі до 1,68 відн. од., в Лісостеповій зоні – до 1,59 відн. од. , в Північному Степу – до 1,12 відн. од. В Південному Степу , навпаки, відзначатиметься зменшення ГТК до 0,63 відн. од., 0,52 та 0,48 відн. од. відповідно.

На рис. 3 та рис.4 наводиться розподіл ГТК по території України , розрахований за різними сценаріями змін клімату на період до 2050 року. У розрахунковий період до 2050 року в Південному Степу в серед-

ньому багаторічному значення ГТК було 0,8 відн. од.

За сценарієм зміни клімату А1В і А2 значення ГТК зменшиться до 0,5 відн. од.( рис.3, та рис.4).

Тобто, за розрахунками ГТК видно, що в очікуваний період за сценаріями змін клімату А1В та А2 можливе зростання сухості клімату.

## 5. ВИСНОВКИ

На основі аналізу результатів розрахунків за різними кліматичними сценаріями показників вологозабезпеченості по природно – кліматичних зонах України в періоди з 2011 по 2030 рр.та з 2031 по 2050 рр. можна сказати, що за різними сценаріями очікуються різні зміни кліматичних показників зволоження в різних природно – кліматичних зонах. Але є одна риса впливу змін клімату на величину кліматичних показників зволоження , яка характерна для усіх сценаріїв, це зростання екстремальності в літній та осінній період, особливо, в Степовій зоні і східних районах Лісостепу України.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Агрокліматичний довідник по території України. /За ред. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбіді, А.Л. Прокопенко. – Кам'янець-Подільськ, 2011. – 107 с.
2. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України. /За ред. С.М. Степаненко, А.М. Польового. – Одеса: Екологія, 2011. – 694 с.
3. Израэль Ю.А. Последствия изменения климата для России // Состояние и комплексный мониторинг природной среды и климата. Пределы изменений./[Ю.А. Израэль, Ю.А.Антохин и др.] – М.: Наука, 2001. – С. 40-64.
4. Краковська С.В. Паламарчук Л.В., Шедененко І.П., Дюкель Г.О., Гнатюк Н.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.
5. Логинов В.Ф. Причины и следствия климатических изменений. / В.Ф. Логинов – Минск: Наука і тэхніка, 1992. – 320 с.
  6. Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем. / Под ред. С.М. Семенова.-М., 2012. -511 с.
  7. Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур /А.Н. Полевой – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 175 с.
  8. Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія. / Польовий А.М. –Одеса:»ТЕС», 2012.- 635 с.
  9. Тарко А.М. Антропогенные изменения глобальных биосферных процессов /А.М. Тарко . – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 231 с.
  10. Україна та глобальний парниковий ефект. Книга 2. Вразливість і адаптація екологічних та економічних систем до зміни клімату /За ред. В.В. Васильченка, М.В. Ращуна, І.В. Трохимової. – К: Агентство з раціонального використання енергії та екології, 1998.- 208 с.
  11. Christensen J.H., B. Hewitson, A. Busuioc, A. Chen, X. Gao, I. Held, R. Jones, R.K. Kolli, W.-T. Kwon, R. Laprise, V. Magaña Rueda, L. Mearns, C.G. Menéndez, J. Räisänen, A. Rinke, A. Sarr, P. Whetton. *Regional Climate Projections. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of WG I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2007. 94 p.* (Eds: Solomon S.D., Qin M., Manning Z., Chen M., Marquis K.B. Averyt M. Tignor and H.L. Miller ).
  12. 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, pp. 61-73.
  13. Roeckner E., K. Arpe, L. Bengtsson, M. Cristoph, M. Claussen, L. Dumenil, M. Esch, U. Schlese, U. Schulzweida. The atmospheric general circulation model ECHAM4: Model description and simulation of present-day climate. *Max-Planck-Institute fur Meteorologie, Report* , 1996, no. 218.
- logija, 2011. 694 p.
3. Israhel Ya, Antokhin Ya. etc. *Sostojanie I kompleksnyi monitoring prirodnoi sredy I klimata. Predely izmerenie.* [The State and complex monitoring of natural environment and climate. Limits of changes]. Moscow: Science, 2001, pp. 40-64.
  4. Krakov's'ka S.V., Palamarchuk L.V., Shedemenko I.P., Djukel' G.O., Gnatjuk N.V. *Nauk. praci UkrNDGMI* –Proc. of USRHMI, 2008, no. 257. pp. 42-60.
  5. Lohynov V.D. *Prichiny i sledstviia klimaticheskikh izmenenii.* [Causes and effects of climatic changes]. Minsk: Navuka tshnika, 1992. 230 p.
  6. Semenov S.M. (Ed.). *Metody otsenki posledstviy izmeneniya klimata dlia fizicheskikh I biologicheskikh sistem* [Methods of estimation of consequences of change of climate for physical and biological systems]. Moscow, 2012. 511 p.
  7. Polevoy A.N. *Teoriya i raschet produktivnosti selskohoziaystvennyh kultur* [Theory and calculation of the productivity of agricultural cultures ]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1983. 175 p.
  8. Pol'ovyy A.M. *Sil's'kogospodars'ka meteorologija* [Agricultural meteorology]. Odessa.:TES, 2012. 635 p.
  9. Tarko A.M. *Antropogennye izmeneniia globalnyh biosfernyh processov* [Anthropogenic changes of global biosphere processes]. Moscow: FYZMATLYT, 2005. 231 p.
  10. Vasy'l'chenko V., Rashhun M.V., Trohymova I.V.. *Ukrai'na ta global'nyj parnykovyj efekt. Knyga 2. Vraz-lyvist' i adaptacija ekologichnyh ta ekonomichnyh system do zminy klimatu* [Ukraine and global hotbed effect. Book 2. Impressionability and adaptation of the ecological and economic systems to the change of climate]. Kiiv: Agency for rational energy use and ecology, 1998. 208 p.
  11. Christensen J.H., B. Hewitson, A. Busuioc, A. Chen, X. Gao, I. Held, R. Jones, R.K. Kolli, W.-T. Kwon, R. Laprise, V. Magaña Rueda, L. Mearns, C.G. Menéndez, J. Räisänen, A. Rinke, A. Sarr, P. Whetton. *Regional Climate Projections. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of WG I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2007. 94 p.* (Eds: Solomon S.D., Qin M., Manning Z., Chen M., Marquis K.B. Averyt M. Tignor and H.L. Miller ).
  12. 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, pp. 61-73.
  13. Roeckner E., K. Arpe, L. Bengtsson, M. Cristoph, M. Claussen, L. Dumenil, M. Esch, U. Schlese, U. Schulzweida. The atmospheric general circulation model ECHAM4: Model description and simulation of present-day climate. *Max-Planck-Institute fur Meteorologie, Report* , 1996, no. 218.

## REFERENCES

## ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА РЕЖИМ УВЛАЖНЕНИЯ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА В УКРАИНЕ

Полевой А.Н., д.геогр.н.,проф.,  
Л.Е. Божко, к.г.н.,доц.

Одесский государственный экологический университет,  
ул. Львовская,15 , 65016, Одесса, Украина, [apolevoy@te.net.ua](mailto:apolevoy@te.net.ua)

Рассматривается в сравнении режим осадков, испарения, испараемости, дефицита испарения, коэффициента увлажнения Г.Т. Селянинова за периоды: 1986 -2005 гг (базовый период) и ожидаемые за

тремя сценариями изменений климата их значений в период с 2011 по 2030 и с 2031 по 2050 годы. Отмечается ожидаемое общее увеличение годового количества осадков и увеличение неравномерности их распределения по сезонам года во всех почвенно-климатических зонах Украины, кроме Южной Степи. Уменьшение количества осадков в Южной Степи, особенно в весенне-летний период вызовет увеличение засушливости климата.

**Ключевые слова:** осадки, режим увлажнения, сценарии изменения климата, влагообеспеченность, засушливость.

## INFLUENCE OF CLIMATIC CHANGES ON MODE OF MOISTENING OF VEGETATION PERIOD IN UKRAINE

**Pol'ovyy A.M.**, Dr Sci. (Geogr.), Prof.,  
**Bozhko L.Y.**, Cand. Sci. (Geogr.), Assoc. Prof.

*Odessa State Environmental University,  
15 Lvivska str., 65016, Odessa, Ukraine, apolevoy@te.net.ua*

Climatic terms of Ukraine of material well-being by moisture is qualify cater for thereceipt of stable and high harvests of agricultural cultures. In this connection extraordinarily important is a study of modern dynamics of the mode of precipitations and its estimation on the 30-50 nearest years. The mode of fallouts, evaporation, is evaporated, deficit of evaporation, a coefficient moistening of G.T Selyaninov is examined in comparison for periods: 1986 -2005 years (base period) and expected after three scenarios of changes of climate of their values in a period from 2011 to 2030 and from 2031 to 2050 years. The expected common increase of annual amount of fallouts and increase of unevenness of their distribution are marked on the seasons of year in all soil-climatic zones of Ukraine, except South Steppe. Reduction of amount of fallouts is in South Steppe, especially in a spring-summer period, will cause the increase of droughtyness of climate.

**Keywords:** fallouts, mode of moistening, scenarios of change of climate, material well-being by moisture.

*Дата першого подання.: 06.07.2015*

*Дата надходження остаточної версії :22.07.2015*

*Дата публікації статті :26.11.2015*