

УДК 551.577.61

А.М. Польовий, д.геогр.н., Л.Ю.Божко, к.г.н., О.О.Дронова, к.г.н.
Одеський державний екологічний університет

АГРОКЛІМАТИЧНА ОЦІНКА ЗМІН РЕЖИМУ ЗВОЛОЖЕННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Наводиться порівняльна характеристика річного та сезонних режимів опадів на території України на період до 2030 р. Відзначається очікуване загальне збільшення річної кількості опадів та нерівномірність їх випадіння за сезонами року. Очікується зменшення кількості опадів у літній період в Степовій зоні України.

Ключові слова: кількість опадів, режим зволоження, сценарії зміни клімату, посушливість, вологозабезпеченість.

Важливою ланкою проблеми глобальної зміни клімату, наявність якої вже не викликає сумнівів, є оцінка агрокліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур та вплив цих змін на їхню продуктивність. Сільське господарство є найбільш вразливою галуззю економіки України до коливань та змін клімату. Враховуючи інерційний характер сільськогосподарського виробництва та залежність його ефективності від погодних умов, вже зараз виникає необхідність вивчення зміни агрокліматичних умов та прийняття своєчасних і адекватних рішень щодо складних проблем, зумовлених змінами клімату.

В кліматичних умовах України вологозабезпеченість є визначальною для одержання стабільних та високих врожаїв сільськогосподарських культур. У зв'язку з цим надзвичайно важливим є вивчення сучасної динаміки режиму опадів та її оцінки на найближчі 10 – 20 років.

Матеріали і методи досліджень. З метою дослідження режиму опадів був проведений його аналіз за періоди 1961 – 1990 рр. (перший період, прийнятий Всесвітньою Метеорологічною Організацією за базовий) та 1986 – 2005 рр. (другий період) за матеріалами, узагальненими в [1].

Виконана робота є продовженням досліджень з оцінки впливу кліматичних змін на галузі економіки України, результати яких узагальнені в роботі [2].

Для оцінки змін режиму опадів при можливих змінах клімату було використано три сценарії зміни клімату: «м'який» *GFDL-30%* [3], «помірний» - *A1B*, «жорсткий» - *A2* [4,5].

Для характеристики умов зволоження проаналізовані суми опадів за рік та за сезонами в кожній природно – кліматичній зоні, гідротермічний коефіцієнт (ГТК) Г.Т.Селянінова.

Слід зауважити, що період 1960 – 1990 рр. відстоїть досить далеко від сучасного періоду, тому можливі зміни режиму опадів за сценаріями зміни клімату розглядалися у порівнянні з другим періодом – 1986 – 2005 рр.

Результати дослідження. В цілому за рік на території України, як у базовий період, так і в розрахунковий прогностичний період 2011–2030 рр., за різними сценаріями зміни клімату очікується зменшення кількості опадів у напрямку з північного заходу на південний схід. Але на всій території України по сезонах року спостерігаються значні коливання очікуваної кількості опадів (табл. 1, рис.1).

У Поліссі за розрахунковий період 2011–2030 рр. два сценарії зміни клімату *CFDL-30%* та *A1B* дають приблизно однакову очікувану кількість річних опадів – 708мм (109% від II базового періоду 1986–2005 рр.) та 732 мм (112%) відповідно. За сценарієм зміни клімату *A2* можна очікувати збільшення кількості опадів на території Полісся до 120%, що становитиме 785 мм (рис. 1).

Кліматична норма річних опадів у Лісостепу становить 600 мм, для цієї території за сценаріями *GFDL-30%* та *A2* очікується приблизно однакова кількість річних опадів у період від 2011 до 2030 рр. – 705 і 723 мм відповідно, тобто збільшення становитиме 120%. За сценарієм *A1B* також очікується збільшення опадів, але в дещо меншій кількості - до 665 мм (110%).

В Степовій зоні України випадає найменша кількість опадів. У Північному Степу річна кліматична норма становить 550 мм. За розрахунками сценаріїв *GFDL-30%* та *A1B* очікується незначне збільшення річної кількості опадів для цієї території до 560мм, що становитиме 105% (табл.1, рис.1). За сценарієм *A2* очікується збільшення кількості опадів до 645 мм.

У Південному Степу, згідно проведених розрахунків, всі три сценарії зміни клімату показують, що відбудеться незначне збільшення річної суми опадів, в середньому на 110%. Річна кількість опадів становитиме 525 мм за сценаріями *GFDL-30%* та *A1B* і 510 мм за сценарієм *A2*.

Таким чином, в розрізі цілого року спостерігається загальна тенденція збільшення річної кількості опадів для всіх природно-кліматичних зон України, при цьому для території Полісся, Лісостепу та Північного Степу сценарії *CFDL-30%* та *A1B* показують приблизно однакові результати розрахунків річної кількості опадів, за сценарієм *A2* слід очікувати приблизно на 10–15% більшу кількість опадів, ніж за двома попередніми сценаріями. Для території Південного Степу всі три сценарії показують приблизно однакові результати розрахунків.

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.

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. розрахована за всіма сценаріями зміни клімату кількість зимових опадів буде збільшуватись. Найбільше збільшення показують сценарії *A1B* і *A2*, до 161 мм та до 157 мм (155%та 151%) відповідно. Дещо менше збільшення кількості опадів прогнозує сценарій *CFDL-30%* – до 121 мм (116%) (табл.2., рис.2).

У весняний період середня багаторічна кількість опадів становить 145 мм. Для розрахункового періоду 2011–2030 рр. найбільше 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 (108%). Сценарій зміни клімату *A1B*, навпаки, прогнозує зменшення кількості опадів навесні до 76 мм, що становитиме лише 52% від кліматичної норми.

Середня багаторічна кількість опадів влітку у Поліссі становить 249 мм. Згідно розрахунків, за сценарієм зміни клімату *A1B* кількість опадів влітку до 2030 року не зміниться, за сценаріями зміни клімату *CFDL-30%* та *A2* можна очікувати збільшення кількості опадів до 298 і 257 мм відповідно.

Слід зазначити, що можна очікувати і зміну такого важливого показника зволоження території як гідротермічний коефіцієнт Г.Т.Селянинова. Якщо в базовий період 1986–2005 рр. ГТК становить 1.5, то за розрахунками за сценарієм зміни клімату *CFDL-30%* та *A1B* очікуватиметься незначне збільшення сухості території - при ГТК=1,3–1,4 відповідно. А розрахунки за сценарієм зміни клімату *A2* вказують на підвищення ГТК до 1,6.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика річних сум опадів по території України

Природно-кліматична зона	Базовий період			За сценаріями зміни клімату в період 2011–2030 рр.					
	I-й 1961–1990рр.	II-й 1986–2005 рр.		<i>GFDL-30%</i>		<i>A1B</i>		<i>A2</i>	
	Сума опадів	Сума опадів	% від I базового періоду	Сума опадів	% від II базового періоду	Сума опадів	% від II базового періоду	Сума опадів	% від II базового періоду
Полісся	636	651	102	708	109	732	112	785	121
Лісостеп	611	600	98	705	118	665	111	723	121
Північний Степ	534	545	102	592	109	560	103	645	118
Південний Степ	450	464	103	525	113	525	113	510	110

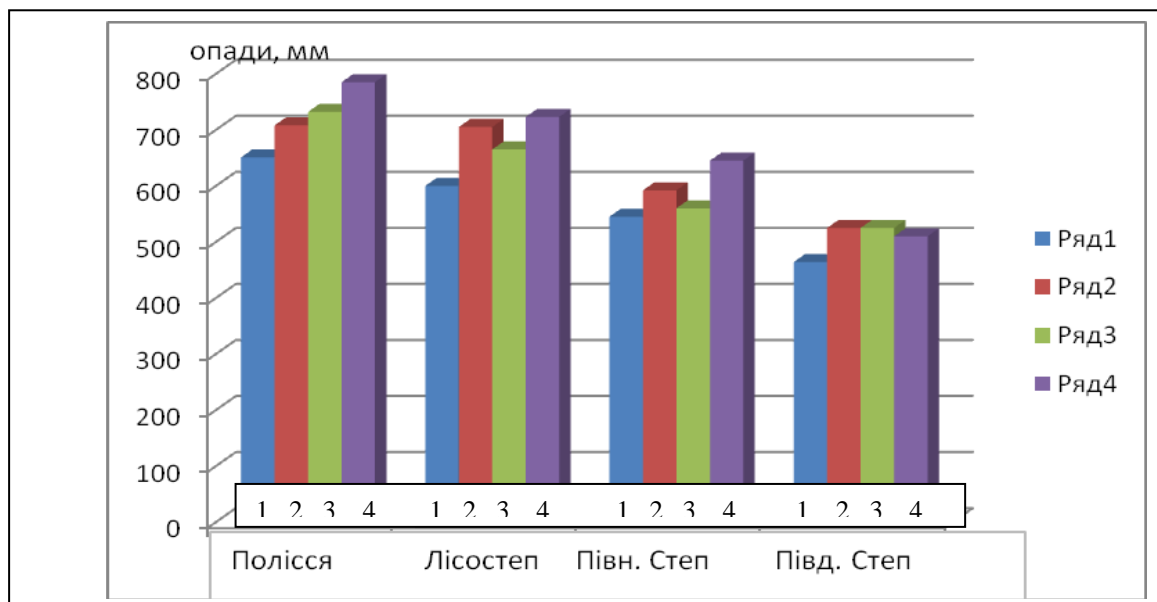


Рис. 1 – Порівняльна характеристика річних сум опадів на території України: 1 – базовий період 1986–2005 рр.; 2 – сценарій зміни клімату *GFDL-30%*; 3 – сценарій зміни клімату *A1B*; 4 – сценарій зміни клімату *A2*

Восени, як видно з даних табл.2, рис.2, за сценаріями *CFDL-30%* та *A1B* слід очікувати незначне зменшення кількості опадів до 132 мм та 149 мм відповідно, при кліматичній нормі 153 мм. Сценарій зміни клімату *A2* вказує на підвищення кількості осінніх опадів до 175 мм.

Лісостеп. На території Лісостепу за середніми багаторічними даними кількість опадів взимку становить 101 мм (табл. 2, рис.3). Всі сценарії зміни клімату вказують на підвищення кількості зимових опадів. Сценарії *A1B* та *A2* дають майже однакові

Таблиця 2 – Порівняльна характеристика режиму зволоження на території Полісся та Лісостепу України

Пора року	Базовий період					За сценаріями зміни клімату період 2011–2030 рр.								
	I-й 1961-1990		II-й 1986-2005			GFDL-30 %			A1B			A2		
	Сума опадів	ГТК	Сума опадів	% від I базового періоду	ГТК	Сума опадів	% від II базового періоду	ГТК	Сума опадів	% від II базового періоду	ГТК	Сума опадів	% від II базового періоду	ГТК
Полісся														
Зима	133		104	78		121	116		161	155		157	151	
Весна	131		145	111		157	108		76	52		196	135	
Літо	235	1,4	249	106	1,5	298	120	1,3	246	99	1,4	257	103	1,6
Осінь	137		153	112		132	86		149	97		175	114	
Рік	636		651	102		708	109		732	112		785	121	
Лісостеп														
Зима	121		101	83		129	128		145	144		147	146	
Весна	134		135	101		158	117		169	125		175	130	
Літо	232	1,3	222	96	1,3	296	133	1,2	222	100	1,3	240	108	1,4
Осінь	123		142	115		121	85		129	91		161	105	
Рік	611		600	98		705	118		665	111		723	121	

результати. Згідно розрахунків кількість очікуваних зимових опадів становитиме 145 і 147 мм відповідно, що становить у середньому приблизно 145% від кліматичної норми. Сценарій *CFDL-30%* також вказує на підвищення кількості опадів, але не таке значне – до 158 мм (117%)

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.

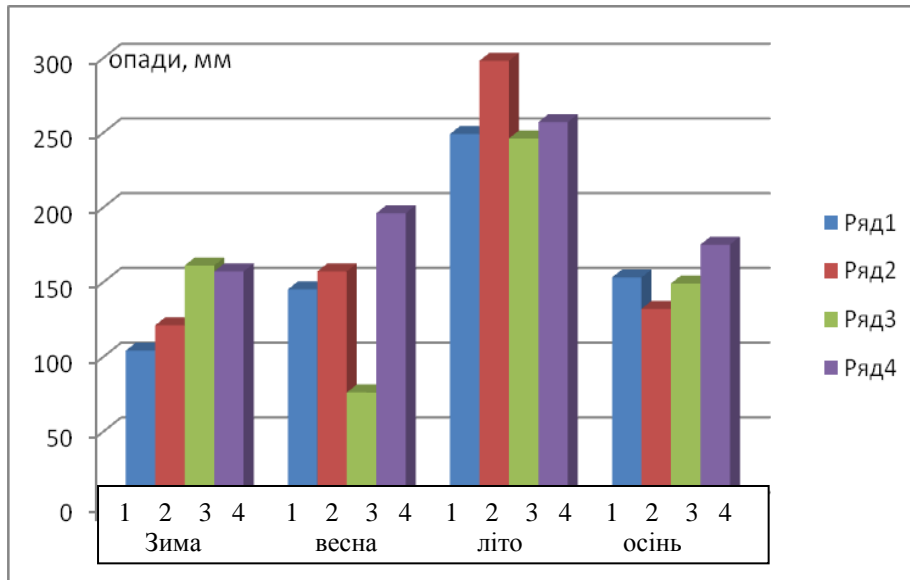


Рис. 2– Порівняльна характеристика сум опадів на території Полісся:
 1 – базовий період 1986–2005 рр.; 2 – сценарій зміни клімату *GFDL-30%*;
 3 – сценарій зміни клімату *A1B*; 4 – сценарій зміни клімату *A2*

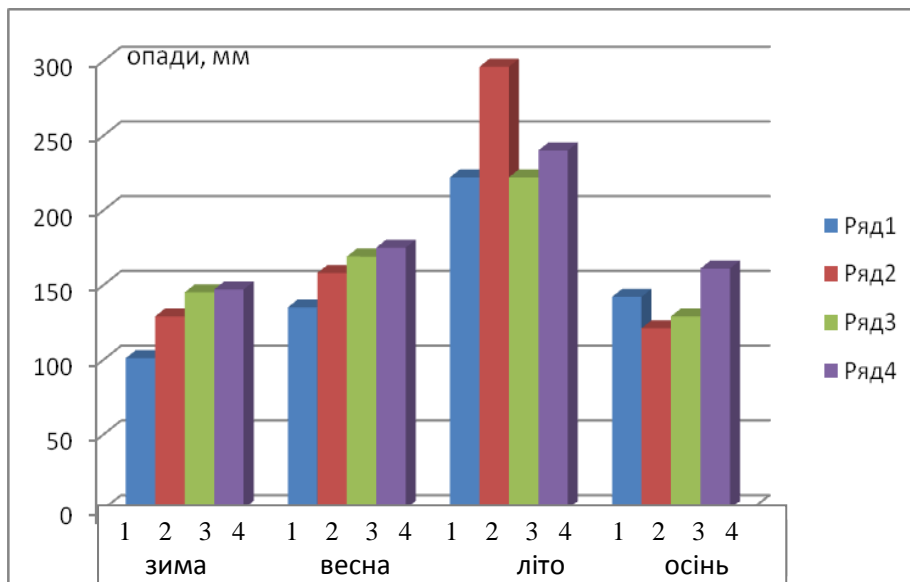


Рис. 3 - Порівняльна характеристика сум опадів на території Лісостепу:
 1 – базовий період 1986–2005 рр.; 2 – сценарій зміни клімату *GFDL-30%*;
 3 – сценарій зміни клімату *A1B*; 4 – сценарій зміни клімату *A2*.

У літній період на території Лісостепу за середніми багаторічними даними випадає 222 мм опадів. За сценаріями зміни клімату *CFDL-30%* та *A2* має очікуватись збільшення кількості опадів до 296 та 240 мм відповідно, і лише сценарій *A1B* не прогнозує зміни кількості опадів влітку. ГТК за сценарієм зміни клімату *CFDL-30%* зменшиться до 1,2, а за сценаріями *A1B* і *A2* збільшиться до 1,3 і 1,4 відповідно.

Восени, навпаки, для території Лісостепу сценарій *CFDL-30%* та *A1B* вказують на зменшення кількості опадів до 121 мм (85%) та 129 мм (91%) відповідно, при кліматичній нормі 142 мм. І лише за сценарієм *A2* слід очікувати незначне збільшення кількості опадів до 161 мм.

Степ. Ця природна зона займає майже 40% території України і нерівномірна за умовами зволоження. Характеристика умов зволоження Степу наведена у табл. 3, рис 4.

На території *Північного Степу* найменша кількість опадів випадає взимку і за середніми багаторічними даними становить 95мм. За розрахунками за усіма сценаріями на період до 2030р. очікуватиметься збільшення опадів. За сценарієм *CFDL-30%* очікувана кількість опадів може становити 130 мм, за сценарієм *A1B* – 145 мм, а за сценарієм *A2* – 153 мм .

Навесні також можна очікувати збільшення кількості опадів до 126 мм за сценарієм зміни клімату *CFDL-30%*, а за сценарієм *A2* – до 163 мм. При цьому середня багаторічна кількість опадів у весняний період на території Північного Степу становить 118 мм.

Влітку кліматична норма досягає 195 мм. Як видно з даних табл. 3 за сценарієм *CFDL-30%* можна сподіватися на незначне підвищення кількості опадів до 208 мм, а за сценаріями *A1B* та *A2* слід очікувати зменшення кількості опадів за цей сезон на території Північного Степу до 169 та 172 мм відповідно.

Восени кількість опадів у Північному Степу за сценаріями *CFDL-30%* та *A1B* дещо знизиться до 128 і 118 мм відповідно. При цьому середня багаторічна кількість опадів в осінній період становить 137 мм. За сценарієм *A2* кількість опадів восени дещо підвищиться – до 157 мм.

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.3, рис 5).

Всі три розрахункові сценарії зміни клімату 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 відзначається за сценарієм *A2* – до 143 мм (157%), за сценарієм *CFDL-30%* сума опадів зростає до 113 мм (124%).

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

За середніми багаторічними даними влітку у Південному Степу випадає 155 мм опадів. За аналізом одержаних результатів розрахунків за трьома сценаріями очікуватиметься зменшення кількості опадів.

Найбільш суттєве зниження відзначається за сценарієм *A1B* до 97 мм, що становитиме всього 63% від кліматичної норми. За сценарієм *A2* також слід очікувати зменшення опадів влітку до 115 мм (74%). І лише сценарій *CFDL-30%* вказує на підвищення кількості опадів до 183 мм (118%).

Таблиця 3 – Порівняльна характеристика режиму зволоження на території Степу

Зона	Період													
	Базові періоди					За сценаріями зміни клімату період 2011-2030 роки.								
	I період		II період			GFDL -30%			A1B			A2		
	1961-1990		1986-2005											
	Сума опадів	ГТК _{≥10С}	Сума опадів	ГТК _{≥10С}	% від базового 1961-1990	Сума опадів	% від базового	ГТК _{≥10С}	Сума опадів	% від базового 1986-2005	ГТК _{≥10С}	Сума опадів	% від базового 1986-2005	ГТК _{≥10С}
Північний Степ														
зима	132		95		72	130	137		145	153		153	161	
весна	121		118		98	126	107		128	108		163	138	
літо	170	0.9	195	1.0	115	208	107	0.9	169	87	1.0	172	88	1.1
осінь	111		137		123	128	93		118	86		157	115	
рік	534		545		102	592	109		560	103		645	118	
Південний Степ														
зима	106		91		86	113	124		176	193		143	157	
весна	105		102		97	113	111		97	95		122	120	
літо	143	0.8	155	0.9	108	183	118	0.7	97	63	0.6	115	74	0.7
осінь	97		116		120	116	100		155	134		130	112	
рік	450		464		103	525	113		525	113		510	110	

За значеннями ГТК ступінь вологозабезпеченості території знизиться за всіма сценаріям зміни клімату до 0,7–0,6.

В осінній період на території Південного Степу за середніми багаторічними даними випадає 116 мм опадів. За сценарієм *CFDL-30%* їх кількість не зміниться, за сценаріями *A1B* очікуватиметься збільшення до 155 мм (134%), а за сценарієм *A2* очікуватиметься підвищення кількості опадів до 130 мм (112%).

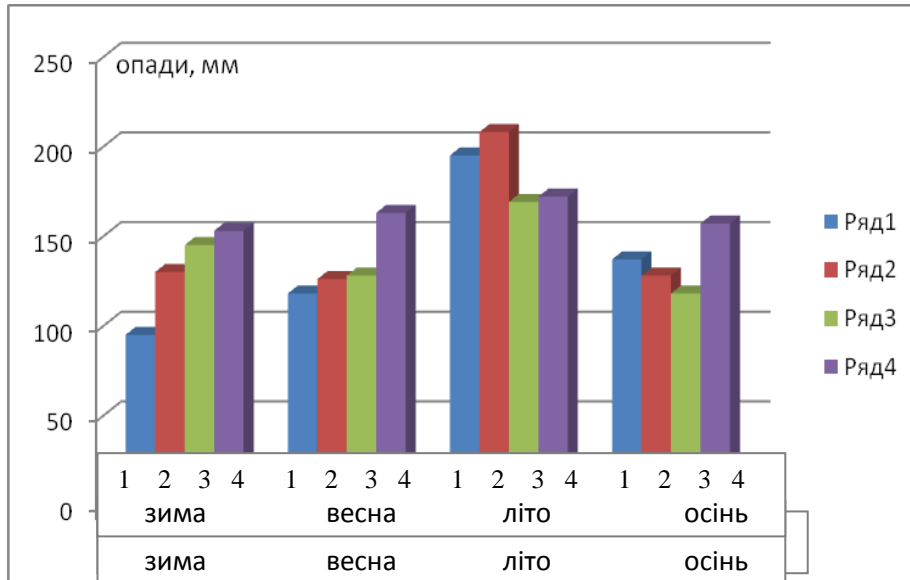


Рис. 4 – Порівняльна характеристика сум опадів на території Північного Степу: 1 – базовий період 1986–2005 рр.; 2 – сценарій зміни клімату *GFDL-30%*; 3 – сценарій зміни клімату *A1B*; 4 – сценарій зміни клімату *A2*.

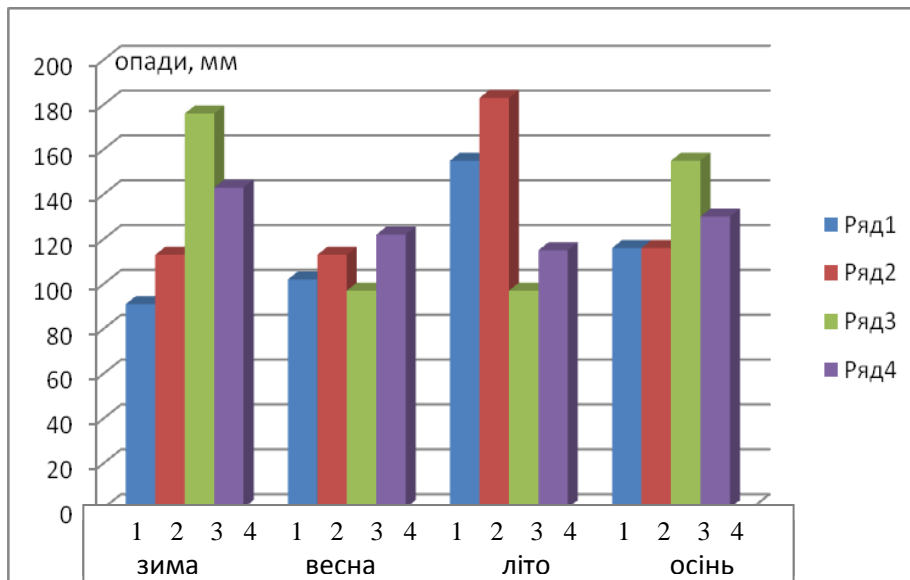


Рис. 5 – Порівняльна характеристика сум опадів на території Південного Степу: 1 – базовий період 1986–2005 рр.; 2 – сценарій зміни клімату *GFDL-30%*; 3 – сценарій зміни клімату *A1B*; 4 – сценарій зміни клімату *A2*.

Таким чином, для території Північного та Південного Степу, яка є найбільш важливою для вирощування зернових культур, зокрема озимої пшениці та ярого ячменю, найбільш вірогідне зниження літньої кількості опадів, тобто погіршення умов вологозабезпеченості культур. Для території Північного Степу з великою мірою вірогідності також очікується погіршення умов вологозабезпеченості осіннього періоду вегетації озимих культур.

Висновки. Річна кількість опадів за оцінкою як «м'якого» сценарію зміни клімату, так і «жорсткого» збільшується на всій території країни. При цьому для території Полісся, Лісостепу та Північного Степу найзначніше збільшення кількості опадів до 134, 123 і 100 мм відповідно показує сценарій А2. Для території Південного Степу найбільшого підвищення кількості річних опадів до 61 мм слід очікувати, якщо зміни клімату будуть відбуватися за сценаріями GFDL-30% та A1B. Слід зауважити, що збільшення кількості опадів буде нерівномірним по сезонах року, а в літній період опади загалом будуть мати зливовий характер, в Степу їхня кількість зменшиться. Ефективність опадів буде значно меншою, та все це буде відбуватись на тлі підвищення температури повітря, що призведе до збільшення випаровування і погіршення умов вологозабезпеченості.

Отже для південної частини України слід очікувати зниження вкладу атмосферних опадів у формування врожаїв сільськогосподарських культур. Підвищення посушливості клімату, погіршення агрокліматичних умов росту та розвитку культур в основні періоди вегетації неминуче призведуть до необхідності застосування адаптаційних заходів щодо пом'якшення негативного впливу змін клімату на продуктивність сільськогосподарських культур.

Список літератури

1. *Агрокліматичний довідник по території України.* /За ред. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбиди, А.Л. Прокопенко. – Кам'янець-Подільський: ПП Галагодза Р.С., 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. *Україна та глобальний парниковий ефект. Книга 2. Вразливість і адаптація екологічних та економічних систем до зміни клімату* /За ред. В.В. Васильченка, М.В. Рапцуна, І.В. Трофимової – Київ: Агентство з раціонального використання енергії та екології, 1998 — 206с.
4. *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.
5. *Roeckner, E., K. Arpe, L. Bengtsson, M. Christoph, 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.

Агроклиматическая оценка режима увлажнения территории Украины

Полевой А.Н., Божко Л.Е., Дронова Е.А

Приводится сравнительная характеристика годового и сезонных режимов осадков на территории Украины на период до 2030 г. Отмечается ожидаемое общее увеличение годового количества осадков и неравномерность их выпадения по сезонам года. Ожидается уменьшение количества осадков в летний период в степной зоне Украины.

Ключевые слова: количество осадков, режим увлажнения, сценарии изменения климата, засушливость, влагообеспеченность.

Agroclimatic assessment of moistening the territory of Ukraine

Polevoy A., Bozko L., Dronova E

Comparative characteristics of the annual and seasonal rainfall regimes on the territory of Ukraine for the period up to 2030. Noted the expected overall increase in annual precipitation and the unevenness of their loss by seasons. Expected decline in rainfall in the summer in the steppe zone of Ukraine.

Keywords: rainfall, moisture regime, climate change scenarios, dryness, moisture content.