

УДК 551.583 : 633

Багаторічна динаміка деяких метеорологічних та агрометеорологічних показників за даними метеорологічної станції Луганськ

М.М. Полулях, В.О. Белоліпський

Національний науковий центр "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського",
Харків, Україна

ІНФОРМАЦІЯ	АНОТАЦІЯ
Отримано 20.09.2021 Отримано після доопрацювання 04.12.2021 Затверджено до видання 10.12.2021 Доступно онлайн 20.12.2021	Висвітлено результати аналізу динаміки середньомісячних значень гідротермічних кліматичних показників на території Луганської області (Північний Степ України) в умовах довгострокових кліматичних змін — кількості опадів (1882–2020 рр.) та температури повітря (1837–2020 рр.). Розроблено статистичні моделі — рівняння регресії для визначення тенденцій часових змін досліджуваних показників. Проведено статистичний аналіз і виявлено закономірності динаміки параметрів гідротермічних показників у межах таких етапів: рік, вегетаційний період; періоди сівби ярих культур (квітень); формування врожаю (травень–червень); післязбиральний (липень–серпень); сівби озимих зернових (вересень–жовтень); холодний період (листопад–березень). Виявлено загальну тенденцію до збільшення середньорічної кількості опадів, та високу варіабельність ($C_v > 25\%$) середньомісячних значень в окремі етапи вегетаційного періоду. Імовірнісним аналізом багаторічних даних, за методом побудови емпіричних та теоретичних (аналітичних) кривих забезпеченості, виявлено, що середньомісячна температура у періоди сівби ранніх ярих та озимих 11–14 °C відповідає 10 % рівню ймовірності, а 8,0–11,5 °C — 50 %. У цьому ж періоді кількість опадів 58–60 мм відповідає 10 % рівню ймовірності, а 30–40 мм — 50 %. Шляхом аналізування кутів нахилу ліній тренду досліджено динаміку середньомісячних значень кількості опадів і температури повітря на досліджуваній території й отримано розподіл швидкості збільшення або зменшення опадів та зміни температур. Узагальнення показало, що кут нахилу ліній тренду асоціюється з етапом вегетаційного періоду. Коливання середньомісячних температур відповідають коливанням середньомісячної кількості опадів і найбільш помітні у періодах сівби ранніх ярих, формування врожаю та післязбиральному. Середньорічна температура протягом 1845–1935 рр. на території області утримується на рівні 8 °C, а з 1935 року до нашого часу відбувається її стійке підвищення до 10 °C. Виявлені особливості змін кількості опадів у часі можуть бути використані для подальших досліджень нерівномірності атмосферного зволоження ґрунту, прогнозування паводків, змін ерозійної активності тощо.
Ключові слова: Клімат; вологозабезпеченість; опаді; температура; ймовірність; коливання	
E-mail: nick_pol2015@ukr.net	
Форма цитування: Полулях М.М., Белоліпський В.О. Багаторічна динаміка деяких метеорологічних та агрометеорологічних показників за даними метеорологічної станції Луганськ. <i>Агрохімія і ґрунтознавство</i> . Міжвід. тем. наук. збірник. 2021. Вип. 92. Харків: ННЦ "ІГГ ім. О.Н. Соколовського". С. 32–40. https://doi.org/10.31073/acss92-04	

1. Вступ

В умовах змін клімату на передній план виходить водна безпека країн. Світове співтовариство трактує її як такий розподіл води і водомісткої продукції, за якого не виникає загрози міжнародній стабільності, водних війн, водного тероризму тощо [1].

Серед 20 європейських країн Україна, за показником забезпеченості водними ресурсами, посідає 17 місце та 124 місце серед 181 країни світу, за даними 2014 р. [2].

Ця проблема знайшла відгук на державному рівні. В Указі Президента України від 14 вересня 2020 року № 392/2020 щодо затвердження Стратегії національної безпеки України, підкреслюється, що в умовах зміни клімату та зростання техногенного навантаження на навколишнє природне середовище збільшується кількість та масштаби надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру, до яких належать, зокрема метеорологічні й гідрологічні посухи. Наслідком посух є катастрофічне зниження водного стоку річок, а також обмеження доступності води для економіки, соціальної сфери та екосистем [3].

У степовій зоні України впродовж останніх 111 років (з 1900 до 2011) середньорічна температура повітря підвищилася на 0,3–0,7 °C. За даними Гідрометцентру, посухи стали більш частими — з 1960 до 2010 було 25 посушливих років [4].

Ситуація зі змінами погодно-кліматичних умов у Степу України висвітлена у працях вітчизняних дослідників у 2005–2010 рр.: показано багаторічну динаміку опадів у Донбасі [5], проаналізовано кліматичні зміни та їх прогнозування [6], розглянуто ризики ведення рослинництва в регіональних умовах відносно змін клімату [7]. Для Північного Заходу України визначено тенденції зміни кількості опадів [8].

Всі ці дослідження показують, що напрямок тренду кількості опадів у часі є важливою характеристикою, що дозволяє прогнозувати розвиток несприятливих

гідрометеорологічних явищ (повені, посухи, інтенсивна ерозія ґрунту, тощо) та використовувати результати розрахунків у проектуванні різних дренажних і ґрунтозахисних споруд тощо.

Але це питання, на наш погляд, вимагає залучення додаткових погоднокліматичних даних за багаторічний період, їх аналізу за ключовими періодами вологозабезпеченості, визначеними попередніми дослідженнями [9]. Методом кластерного аналізу виявлено перспективність заходів, спрямованих на поліпшення вологозабезпеченості, в організаційній структурі водозбору. Аналіз дендрографів за періодами вегетації сільськогосподарських культур показав, що найсильніше впливають на накопичення вологи ($F_{\text{заг}}$) в ґрунті такі асоціації факторів [9]:

- травень-червень $F_{\text{заг}} = [(змитість * щільність) * (K_{\text{змитості}} * K_{\text{зах. дії лісосмуг}}) * (агрофон * ГТК)]$,
- липень-серпень $F_{\text{заг}} = [(гумус * K_{\text{зах. дії лісосмуг}}) * (K_{\text{змитості}} * щільність) * Н]$,
- вересень-жовтень $F_{\text{заг}} = [(гумус * K_{\text{зах. дії лісосмуг}}) * (K_{\text{змитості}} * щільність) * ГТК * Н]$.

Тому, введення в дослідження методу просторово-часового аналізу динаміки гідротермічних показників (опадів і температури у багаторічному розрізі) за періодами органогенезу сільськогосподарських культур є новим підходом, що розширює практичну та економічну значущість роботи.

У статті висвітлено результати аналізу динаміки середньомісячних значень кількості опадів та температури на території Луганської області (Північний Степ України) в умовах довгострокових (140–200 років) кліматичних змін. Метою було розробити статистичні моделі як рівняння регресії для визначення часових змін досліджуваних показників.

Завдання досліджень: провести статистичний аналіз і виявити закономірності динаміки середньомісячних значень гідротермічних показників — кількості опадів і температури повітря у межах таких етапів: рік, вегетаційний період, періоди сівби ярих культур (квітень), формування врожаю (травень-червень), післязбиральний (липень-серпень), сівби озимих зернових (вересень-жовтень) та холодний період (листопад-березень).

2. Матеріали та методи досліджень

Методологічною основою досліджень є математико-статистичний аналіз. Методи теоретичного аналізу, математичної статистики та моделювання широко використовуються для оцінки агрометеорологічних умов вегетації с.-г. культур, дозволяють обробляти масові матеріали спостережень і отримувати різноманітні взаємозв'язки між погодними умовами та розвитком рослин [10, 11, 12].

Статистичний аналіз гідротермічних факторів регіону досліджень виконано за середньомісячними даними Луганської метеорологічної станції — опади (135 років спостережень) за період від 1882 до 2020 [13], та температура (184 роки спостереження) за період від 1837 до 2020 рр. [14].

Розрахунки проведено в межах значущих періодів, впродовж кожного сільськогосподарського року, стосовно вологозабезпеченості сільськогосподарських культур: сівба ранніх ярих (квітень); формування врожаю (травень-червень); післязбиральний (липень-серпень); сівба озимих (вересень-жовтень); холодний осінньо-зимовий період (листопад-березень). Провідні періоди вологозабезпеченості визначено за методикою В.О. Белопіпського, 2015 [9]. Також в аналіз було включено середньомісячні дані за весь календарний рік та за вегетаційний період (квітень-жовтень).

Аналіз виконано засобами MS Exel «Аналіз даних» та програми Statistica 6.0. Для зручності аналізу для кожного гідротермічного показника було визначено (за методом І.Д. Соколова [6]) рівняння зв'язку $Y = AX + B$ (пряма лінія), де A — кутовий коефіцієнт лінії, який дорівнює тангенсу кута між прямим і позитивним напрямком осі X .

Розрахунки ймовірності прояву значень гідротермічних показників проведено побудовою кривих розподілу Пірсона III типу та обчисленням статистичних показників:

коефіцієнта варіації — $C_v = \frac{S}{\bar{X}} 100, \%$; середнього — $\bar{X} = \frac{\sum X_n}{n}$; мінімуму — $X_{\min}$; максимуму — $X_{\max}$; числа спостережень — n ;

3. Результати досліджень

3.1. Статистичний аналіз

Проведено статистичний аналіз середньомісячних значень гідротермічних показників за означеними періодами. Для кожного варіаційного ряду враховано такі статистичні показники: число спостережень n , значення середнє $\bar{X}$, мінімальне $X_{\min}$,

максимальне $X_{\max}$, та коефіцієнт варіації C_v . Число спостережень за кожним із гідротермічних показників є достатнім ($n > 30$).

Виявлено, що за такими групами гідротермічних факторів — опади за вегетацію, у періоди сівби ярих, формування врожаю, післязбиральний, сівби озимих та холодний; та температура за холодний період та період сівби ярих існує високий ступінь варіабельності значень — коефіцієнт варіації $C_v > 25\%$ (Табл. 1).

Найбільші коливання значень кількості опадів спостерігаються у періоди післязбиральний та сівби ранніх ярих культур, а коливання температури — в період сівби ранніх ярих та холодний період.

Таблиця 1

Загальний статистичний аналіз середньомісячних значень гідротермічних показників за тривалий час спостережень

№	Статистичні показники	Період у межах року						
		рік	веге- тація	сівба ранніх ярих	форму- вання врожаю	після- збираль- ний	сівба озимих	холод- ний
Опади (1882–2020 рр.)								
1	Кількість років спостережень, n	135						
2	Середнє значення, $\bar{X} = \frac{\sum X_n}{n}$, мм	38,32	43,96	36,56	51,45	47,96	36,17	30,84
3	Мінімум, $X_{\min}$, мм	24,00	18,70	0	4,00	6,00	6,50	11,60
4	Максимум, $X_{\max}$, мм	66,60	89,30	119,00	112,50	135,00	90,00	67,40
5	Коефіцієнт варіації $C_v = \frac{S}{\bar{X}} 100, \%$	21,90	27,90	60,10	39,70	50,90	49,70	32,90
Температура повітря (1837–2020 рр.)								
1	Кількість років спостережень, n	184						
2	Середнє значення, $\bar{X} = \frac{\sum X_n}{n}$, °C	8,16	15,95	8,91	17,93	21,73	11,75	-2,77
3	Мінімум, $X_{\min}$, °C	5,80	13,70	3,20	14,25	18,90	8,30	-8,20
4	Максимум, $X_{\max}$ °C	10,70	19,10	15,00	22,05	26,30	15,40	1,70
5	Коефіцієнт варіації $C_v = \frac{S}{\bar{X}} 100, \%$	13,20	6,20	26,20	8,20	6,40	12,60	-70,70

Дослідженнями (за методикою І.Д. Соколова та ін. [6]) для встановлення загальних тенденцій змін (тренду) клімату виявлено можливість та доцільність використання прямолінійної функції $Y = AX + B$ (поліном першого ступеня). В таблиці 2 подано результати регресійного аналізу за періодами. Виявлено, що кут нахилу лінії тренду залежить від періоду вегетації сільськогосподарських культур.

Таблиця 2

Результати регресійного аналізу гідротермічних показників

№	Період у межах року	Показник	Рівняння регресії	Коефіцієнт R
1	Рік	опади	$Y = 0,0437 X - 46,924$	0,2069
		температура	$Y = 0,0101 X - 11,294$	0,4994
2	Веgetація	опади	$Y = 0,0017 X + 40,655$	0,0055
		температура	$Y = 0,0042 X + 7,7682$	0,2283
3	Сівба ранніх ярих	опади	$Y = -0,00003 X + 36,613$	0,00004
		температура	$Y = 0,0157 X - 21,359$	0,3589
4	Формування врожаю	опади	$Y = 0,0238 X + 5,046$	0,0458
		температура	$Y = 0,0056 X + 7,1313$	0,2030
5	Післязбиральний	опади	$Y = -0,0484 X + 142,39$	0,0787
		температура	$Y = 0,0008 X + 20,253$	0,0283
6	Сівба озимих	опади	$Y = 0,0307 X - 23,861$	0,0678
		температура	$Y = 0,0006 X + 10,484$	0,0224
7	Холодний період	опади	$Y = 0,1028 X - 170,44$	0,4079
		температура	$Y = 0,0183 X - 38,013$	0,4987

Примітка. Коефіцієнт R — корінь квадратний із коефіцієнта детермінації.

Результати досліджень показали, що у всі періоди у межах року напрямок тренду кількості опадів є позитивним, тобто спостерігається збільшення кількості опадів у часі (Рис. 1). Однак ця тенденція до збільшення кількості опадів не однакова для різних фаз

вегетаційного періоду і середньомісячних характеристик року. Шляхом аналізу кутів нахилу ліній тренду (Рис. 1) отримано розподіл швидкості збільшення або зменшення кількості опадів та швидкості збільшення значень температури повітря (Рис. 2).

Згідно з рівняннями регресії (Табл. 2) відзначено такі тенденції до зміни середньомісячних значень гідротермічних показників у межах критичних внутрішньорічних періодів розвитку сільськогосподарських культур упродовж тривалого часу спостережень:

- сівба ранніх ярих — незначне зменшення кількості опадів за значного підвищення температури;
- формування врожаю — незначне збільшення кількості опадів та значне підвищення температури;
- післязбиральний період — незначне зменшення кількості опадів і підвищення температури;
- сівба озимих — незначне збільшення кількості опадів разом з підвищенням температури.

Найбільш помітних змін зазнав клімат у холодний період року, коли відбувається значне підвищення температури та збільшення кількості опадів.

Таким чином, констатовано загальне підвищення температури у всі критичні періоди в межах року, але підвищення кількості опадів помітне лише у холодний період. У зв'язку з цим доцільним є більш ранній посів ранніх ярих культур, оскільки виникають проблеми з вологозабезпеченням у період формування врожаю та посівами проміжних культур; оптимальний термін посіву озимих культур переміщується на більш пізні строки.

3.2. Особливості динаміки середньомісячної кількості опадів

Для виявлення характеру прояву у часі гідротермічних показників засобами MS EXCEL побудовано їх графіки — поліном шостого та першого ступенів за відповідні внутрішньорічні періоди. Особливо виражені коливання кількості опадів у періодах сівби ранніх ярих, формування врожаю та післязбиральному. На рисунку 1 подано значення середньомісячних опадів за внутрішньорічними періодами, їх коливання, графіки регресії (поліном шостого ступеня, поліном першого ступеня, його рівняння та коефіцієнт кореляції R).

Так, у періоді сівби ранніх ярих (середнє значення середньомісячної кількості опадів — 36,6 мм, коливання 0–119 мм) спостерігаються такі напрямки трендів: збільшення опадів з 48 до 66 мм протягом 31 року (1882–1913) потім зменшення до 41 мм протягом наступних 40 років (1913–1953), збільшення до 66 мм протягом 45 років (1953–1998) і зменшення до 48 мм зі стабілізацією упродовж 22 років (1998–2020). Таким чином, весь час поділяється на такі послідовні відрізки: збільшення опадів — 31 рік, зменшення — 40, збільшення — 45 і зменшення (зі стабілізацією) 22 роки. Перспектива на наступний час (30–35 років) — середньомісячна кількість опадів у період сівби ранніх ярих утримається на середньобогаторічному мінімумі.

У періоді формування врожаю (середнє значення — 51,5, коливання 4–112,5 мм) відмічається збільшення опадів від 45 до 56 мм упродовж 30 років (1882–1912), зменшення до 46 мм протягом 45 років (1912–1957), збільшення до 56 мм упродовж 35 років (1957–1992), зменшення до 51 мм протягом 23 років (1992–2015). В наш час, з 2015 р. спостерігається збільшення опадів до 53 мм зі збереженням тенденції. Як видно, за весь оцінюваний час, періоди підвищення кількості опадів на етапі формування врожаю чергувалися з періодами зниження у такій послідовності: збільшення — 30 років, зменшення — 45, збільшення — 35, зменшення — 23 роки.

У післязбиральному періоді (середнє значення — 48, коливання 6–135 мм), навпаки, спочатку відбулося зменшення опадів з 47 до 41 мм протягом 8 років (1882–1890) потім збільшення до 60 мм протягом 25 років (1890–1915), зменшення до 39 протягом 40 років (1915–1955), збільшення протягом 35 років до 55 мм (1955–1990 рр.), зменшення до 37 мм протягом 25 років (1990–2015) і до теперішнього часу — збільшення до 39 мм зі збереженням тенденції. Перспектива — зростання кількості опадів. За період спостережень: збільшення — 25, зменшення — 40, збільшення — 35, зменшення — 25 років з подальшою тенденцією до збільшення кількості опадів.

У період сівби озимих (середнє — 36,2, коливання 6,5–90 мм) збільшення опадів з 34 до 39 мм тривало 10 років (1882–1892), зменшення до 36 мм — 20 років (1892–1912), стабілізація 25 років на рівні 36 мм (1912–1937), зменшення до 29 мм упродовж 35 років (1937–1972), збільшення до 49 мм за 35 років (1972–2007). В останні роки, від 2007 року спостерігається різке зменшення опадів до 24 мм зі збереженням тенденції. За період спостережень: збільшення — 10, зменшення — 20, стабілізація — 25, зменшення — 35 і різке зменшення 13 років.

Показовим є аналіз надходження опадів за холодний період (середнє значення — 30,8, коливання 11,6–67,4 мм). У 1882–1897 рр. — збільшення з 22 до 33 мм за 15 років, з 1897 до 1930 (33 роки) — зменшення до 23 мм, а з 1930 року до нашого часу (91 рік) — збільшення до 39 мм з подальшим зростанням. Період спостережень характеризується лише одним мінімумом (1930 рік). Перспектива — зростання кількості опадів.

Середньомісячні опади за рік (середнє — 38,3, коливання 24,0–66,6 мм). З початку спостережень протягом 23 років відбувалося збільшення з 33 до 41 мм (1882–1905), зменшення за 40 років до 34 мм (1905–1945), збільшення до 43 мм за 50 років (1945–1995) та зменшення до 39 мм за 25 років (1995–2020). За період спостережень: зростання — 23, зменшення — 40, зростання — 50, зменшення — 25 років до нашого часу і в перспективі — зменшення.

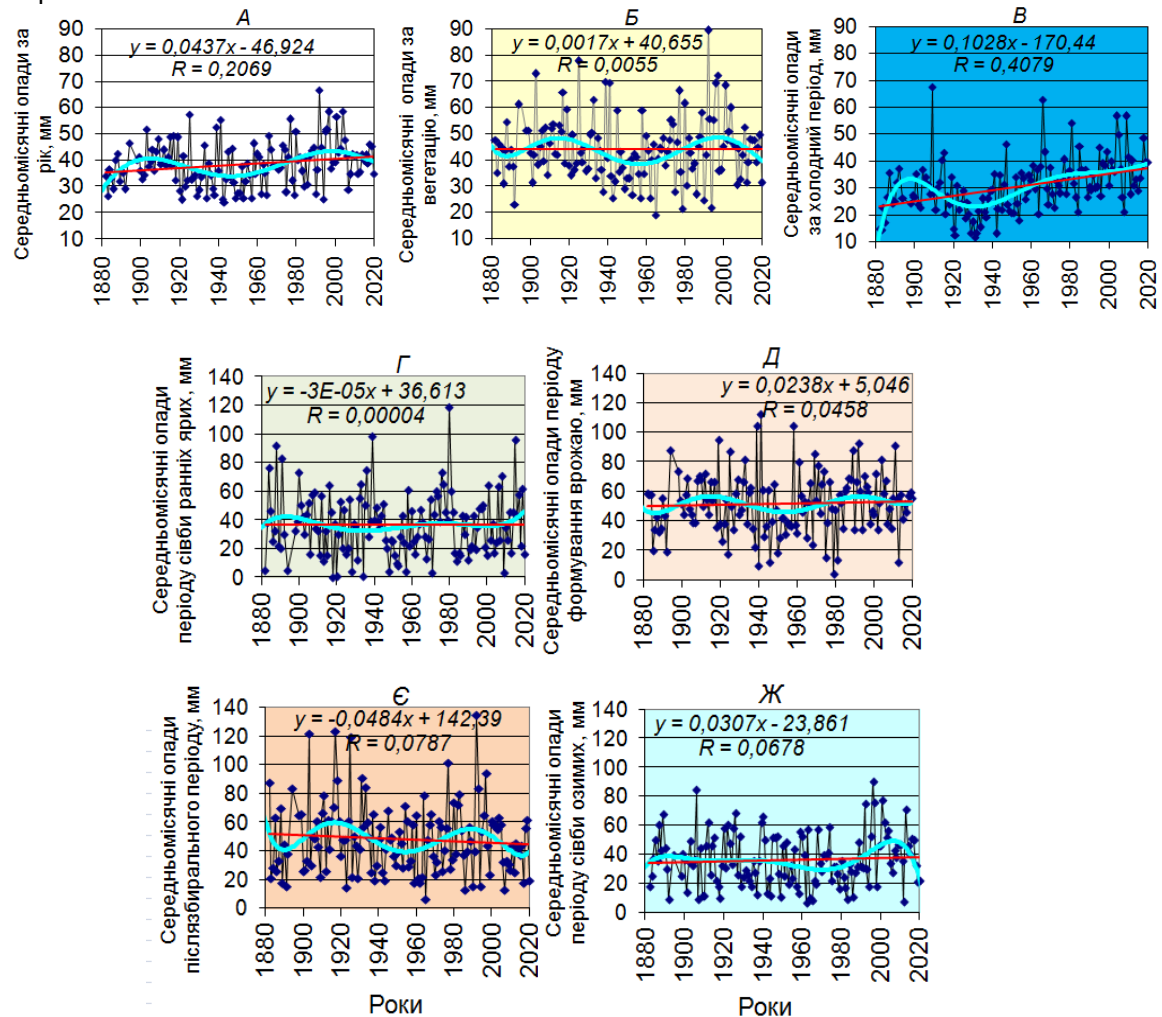


Рис. 1. Середньомісячна кількість опадів (мм)

— поліном першого ступеня, — поліном шостого ступеня.

Для узагальнення надходження опадів вибрано середньомісячну кількість опадів за вегетаційний період (середнє значення — 44, коливання 18,7-89,3 мм). Протягом перших 33 років (1882–1915) спостерігалось збільшення від 42 до 49 мм, далі — зменшення до 38 мм, яке тривало 40 років (1915–1955), збільшення до 49 мм за 40 років (1955–1995) та зменшення до 40 мм за 25 років (1995–2020). За період спостережень: збільшення — 33, зменшення — 40, збільшення — 40 і зменшення — 25 років до теперішнього часу.

3.3. Особливості динаміки середньомісячної температури повітря

Коливання температурних умов в цілому відповідають дослідженим вище тенденціям зволоження та також найбільше виявляються у періодах сівби ранніх ярих, післязбиральному та періоді формування врожаю. Значення середньомісячних температур за внутрішньорічними періодами, їх коливання, графіки регресії (поліном

шостого ступеня, поліном першого ступеня, його рівняння та коефіцієнт кореляції R) подано на рисунку 2.

У періоді сівби ранніх ярих (середнє — 8,9, коливання 3,2–15,0 °C): підвищення температури з 22,5 до 23 °C — 18 років (1837–1855), зниження до 21,8 °C — 40 років (1855–1895), підвищення до 22,3 °C — 40 років (1895–1935), зниження до 21,8 °C — 40 років (1935–1975), підвищення до 23,2 °C — 40 років (1975–2015) та з 2015 року до нашого часу — зниження до 23,1 з утриманням тенденції. За період спостережень: збільшення — 18, зниження — 40, збільшення — 40, зниження — 40, збільшення — 40 років, поточний час — зниження.

Післязбиральний період (середнє — 21,7, коливання 18,9–26,3 °C) відповідає попередній тенденції. 18 років — підвищення температури з 22 до 22,5 °C (1837–1855), 40 років — зниження до 21,2 °C (1855–1895), 40 років — підвищення до 21,7 °C (1895–1935), 40 років — зниження до 21,3 °C (1935–1975), 40 років — підвищення до 22,7 °C (1975–2015), поточний час (2015–2020) — зниження до 22,6 °C зі збереженням тенденції. За період спостережень: підвищення — 18, зниження — 40, підвищення — 40, зниження — 40, підвищення — 40 років, поточний час — зниження.

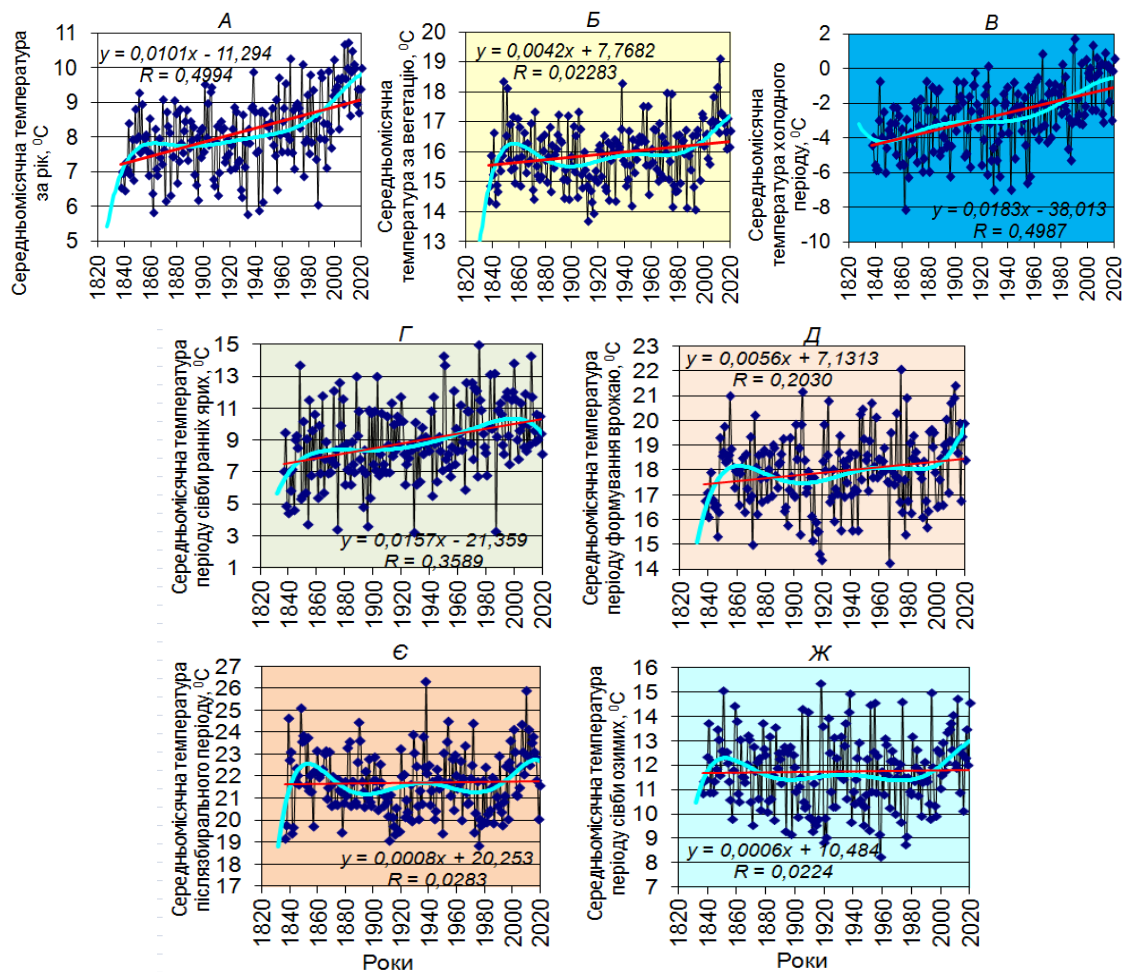


Рис. 2. Середньомісячна температура (°C)

— поліном першого ступеня, — поліном шостого ступеня.

В інші внутрішньорічні періоди коливання параметрів температури повітря менш виражені, з'являються проміжки з вирівняними значеннями. Період формування врожаю (середня температура — 17,9, коливання 14,3–22,1 °C), 23 роки (1837–1860) — підвищення температури з 17,5 до 18,2 °C, 45 років (1860–1905) — зниження до 17,5 °C, 50 років (1905–1955) — підвищення до 18 °C, 40 років (1955–1995) — стабілізація на рівні 18 °C, 25 років (1995–2020) — підвищення до 19,8 °C зі збереженням тенденції в наш час. Особливість цього періоду — наявність проміжку часу з вирівняними температурами. За період спостережень: підвищення — 23, зниження — 45, підвищення — 50, стабілізація — 40, підвищення — 25 років і в поточному часі.

Період сівби озимих (середня температура — 11,8, коливання 8,3–15,4 °C). Підвищення температури з 12 до 12,3 °C протягом 18 років (1837–1855), 40 років (1855–

1895) — зниження до 11,5 °С, 90 років (1895–1985) — стабілізація на рівні 11,5 °С, 35 років і в поточний час (1985–2020) — підвищення до 13 °С. Повні спостереження: підвищення — 23, зниження — 45, підвищення — 50, стабілізація — 40, підвищення — 25 років, і в поточному часі — підвищення.

Холодний період (середнє — -2,8, коливання від -8,2 до +1,7 °С). Характеризується загальним трендом на підвищення температури. Так, за 68 років вона підвищилася з -4,2 до -3 °С (1837–1905 рр.), 40 років (1905–1945) — утримувалася на рівні -3 °С, за останні 75 років (1945–2020) — підвищилася до -0,5 °С зі збереженням тенденції.

За вегетацію (середнє значення — 16, коливання 13,7–19,1 °С). Підвищення температури з 15,8 до 16,3 °С за 18 років (1837–1855), 40 років (1855–1895) — зниження до 15,5 °С, 50 років — підвищення до 15,9 °С (1895–1945), 40 років (1945–1985) — стабілізація на рівні 15,9 °С, 35 років — підвищення до 17,1 °С (1985 р — наш час) зі збереженням тенденції.

Температура за рік (середнє — 8,2, коливання 5,8–10,7 °С). Характеризує загальні тенденції сучасних змін температурних умов. Протягом 18 років (1837–1855) відбулося підвищення температури з 7,5 до 7,7 °С, 60 років (1855–1915) — стабілізація на рівні 7,7 °С, за 60 років (1915–1975) — підвищення до 8,7 °С та ще за 45 років — підвищення до 9,7 °С зі збереженням тенденції в наш час.

3.4. Ймовірнісна оцінка гідротермічних показників

В основу ймовірнісного аналізу покладено побудову емпіричних і теоретичних (аналітичних) кривих забезпеченості. Теоретичні криві забезпеченості гідротермічних показників (Рис. 3) побудовано за табличними даними ординат А. Фостера–С.І. Рибкіна від середнього значення C_v : *опад* (середньомісячні) за рік — 0,218, за вегетацію — 0,279, за періоди сівби ярих (квітень) — 0,601, формування врожаю (травень–червень) — 0,397, післязбиральний (липень–серпень) — 0,509, сівби озимих (вересень–жовтень) — 0,497, холодний період — 0,329; *температура* (середньомісячна) за рік — 0,123; за вегетацію — 0,062; за періоди сівби ранніх ярих (квітень) — 0,261, формування врожаю (травень–червень) — 0,082, післязбиральний (липень–серпень) — 0,064, сівби озимих (вересень–жовтень) — 0,125, ймовірність (P) 1–99 %.

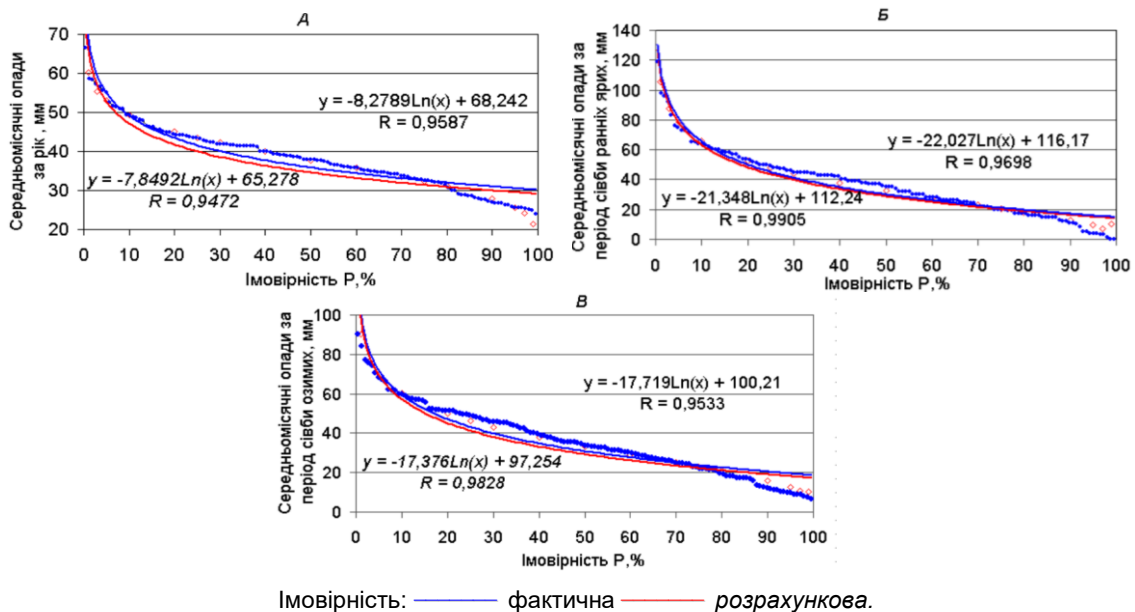


Рис. 3. Криві забезпеченості опадів за періодами: А — за рік, Б — період сівби ранніх ярих (квітень), В — період сівби озимих (вересень–жовтень).

Для визначення параметрів кривих забезпеченості проаналізовано ряди спостережень: *опад* — 135 років спостережень (1882–2020), *температура* — 184 роки спостережень (1837–2020). Рівні коефіцієнта регресії (R) для фактичних значень опадів становлять 0,9533–0,9698, для розрахункових — 0,9472–0,9905; для фактичних та розрахункових значень температури, відповідно — 0,9136–0,9220 та 0,9105–0,9239, що свідчить про високий рівень достовірності розрахунків.

Аналіз даних кількості опадів за весь вегетаційний період, а також за періоди сівби ранніх ярих та озимих свідчить про відповідність 10 % рівню ймовірності 58–60 мм, 50 %

— 30–40 (Рис. 3); для опадів за рік 10 % рівню ймовірності відповідають 48–50, 50 % — 35–38 мм; для опадів за холодний період відповідно 41–43 та 26–28 мм.

Ймовірність середньомісячної температури за рік: 10 % рівню ймовірності відповідають 9–9,5 °C, 50 % — 7,5–8 °C; для сівби ранніх ярих та озимих 10 % рівень ймовірності 11–14 °C, 50 % — 8–11,5 °C (Рис. 4); в цілому за вегетацію відповідно 15–17 та 14–14,5 °C.

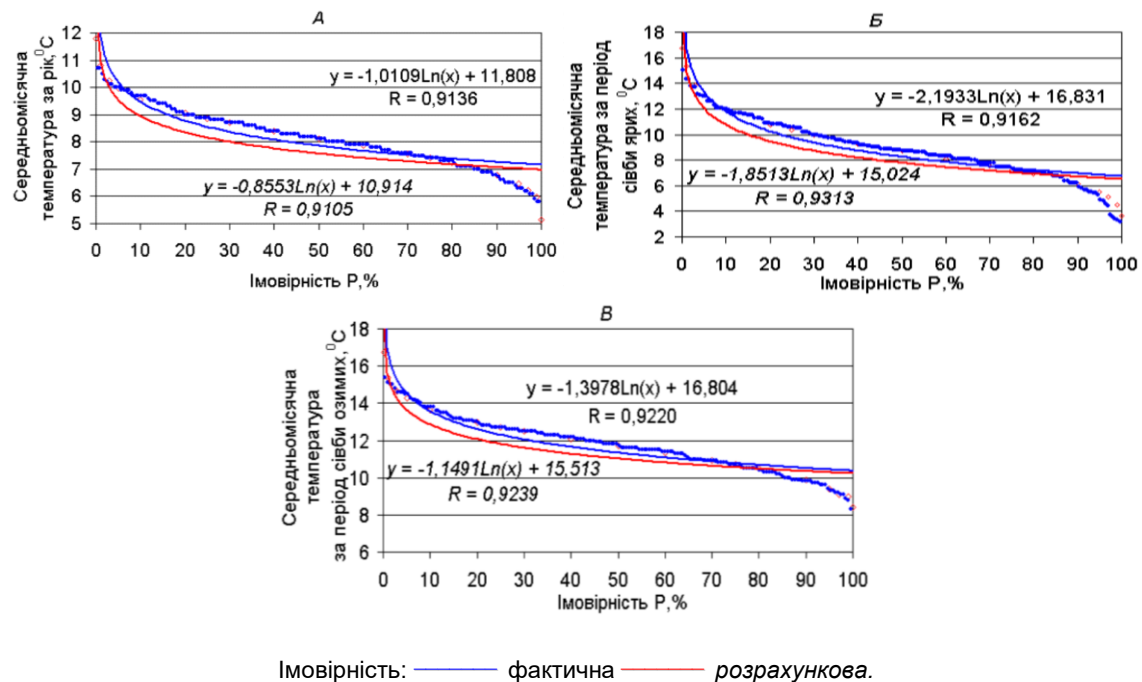


Рис. 4. Криві забезпеченості температури за періодами: А — за рік, Б — період сівби ранніх ярих (квітень), В — період сівби озимих (вересень-жовтень).

4. Висновки

1. На території Північного Степу України спостерігається загальна тенденція до збільшення опадів протягом року. Але ця тенденція не однакова для різних етапів вегетаційного періоду та середньомісячних характеристик року. Шляхом аналізування кутів нахилу ліній тренду отримано розподіл швидкості збільшення або зменшення опадів на досліджуваній території. Виявлено, що кут нахилу лінії тренду залежить від етапу вегетаційного періоду.

2. Коливання середньомісячних температур відповідають коливанням середньомісячної кількості опадів і найбільш помітні у періодах сівби ранніх ярих, формування врожаю та післязбиральному. Середньорічна температура протягом 1845–1935 рр. утримується на рівні 8 °C, а з 1935 року до нашого часу відбувається її стійке підвищення до 10 °C.

3. Ймовірнісним аналізом багаторічних даних, за методом побудови емпіричних та теоретичних (аналітичних) кривих забезпеченості, виявлено:

– середньомісячна температура за рік 9–9,5 °C відповідає 10 % рівню ймовірності, а 7,5–8,0 — 50 %; у періоди сівби ранніх ярих та озимих 11–14 °C відповідає 10 %, а 8,0–11,5 °C — 50 %; в цілому за вегетацію, відповідно, 15–17 та 14,0–14,5 °C.

– середньомісячні опади в періоди сівби ранніх ярих та озимих 58–60 мм відповідають 10 % рівню ймовірності, а 30–40 мм — 50 %; середньомісячні опади за рік 48–50 мм відповідають 10 % рівню ймовірності, а 35–38 — 50 %; опади за холодний період, відповідно — 41–43 та 26–28 мм.

4. Виявлені особливості змін кількості опадів у просторі та часі можуть бути використані для подальших досліджень нерівномірності атмосферного зволоження, прогнозування паводків, змін ерозійної активності тощо.

Список цитованих джерел

1. Сніжко С., Шевченко О., Дідовець Ю. Аналіз впливу кліматичних змін на водні ресурси України (повний звіт за результатами проекту). Центр екологічних ініціатив "Екодія", 2021. 68 с. URL: <https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2021/06/analiz-vplyvu-vodni-resursy-full.pdf>.

2. United Nations, The United Nations World Water Development Report 2021: *Valuing Water*. UNESCO, Paris. Retrieved from: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375724>
3. Указ Президента України №392/2020 Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 14 вересня 2020 року "Про Стратегію національної безпеки України". URL: <https://www.president.gov.ua/documents/3922020-35037> (дата звертання 01.03.2021).
4. Урожайность. Когда засуха уже не случайность / А. Черенков, С. Крамарев, С. Красненков [и др.] // *Зерно: всеукраинский журнал современного агропромышленника*. 2011. N 11. С. 38-45. URL: <https://www.zerno-ua.com/journals/2011/noyabr-2011-god/urozhaynost-kogda-zasuha-uzhe-ne-sluchaynosti/>
5. Соколов И.Д., Долгих Е.Д., Соколова Е.И. Многолетняя динамика осадков в Донбассе. *Збірник наукових праць Луганського НАУ*. 2005. 40(52). С. 98–104.
6. Соколов И.Д., Долгих Е.Д., Соколова Е.И. Изменение климата востока Украины и его прогнозирование. Оптимистическое руководство. Луганск: ИПЦ "Элтон-2", 2010. 133 с.
7. Хромьяк В.М., Наливайко В.В. Ризики ведення рослинництва в умовах Північного Степу в зв'язку зі зміною клімату. *Вісник аграрної науки*. 2016. 9. С. 17–24. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201609-03>
8. Budnik S.V. Spatio-temporal change of atmospheric precipitation on territory of North-West of Ukraine. *Journal of Atmospheric Science Research* 2(4). 2020. <https://doi.org/10.30564/jasr.v2i4.1564>
9. Белоліпський В.О., Полулях М.М. Оцінка функціонування агроландшафту за показниками вологозабезпеченості та параметри його оптимізації (методичні рекомендації). За ред. В.О. Белоліпського. Харків: Смуґаста типографія, 2015. 74 с.
10. Ткаченко Т.Г. Агрометеорологія: навчальний посібник. Харків: ХНАУ, 2015. 268 с.
11. Божко Л.Ю., Барсукова О.А. Конспект лекцій з дисципліни «Агрометеорологічні прогнози». Одеса: ТЕС, 2010. 228 с.
12. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Вольвач О.В. Основи агрометеорології: підручник. Одеський ДЕУ. Одеса: ТЕС, 2012. 250 с.
13. Месячные и годовые суммы выпавших осадков в Луганске. Справочно-информационный портал. "Погода и климат" URL: http://www.pogodaiklimat.ru/history/34523_2.htm (дата звертання 01.03.2021).
14. Средние месячные и годовые температуры воздуха в Луганске. Справочно-информационный портал "Погода и климат". URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/history/34523.htm> (дата звертання 01.03.2021).

UDC 551.583: 633

Long term dynamics of some meteorological and agrometeorological indicators according to the Luhansk meteorological station

Mykola Polulyakh*, Valerii Belolipsky

National Scientific Center "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky", Kharkiv, Ukraine

*E-mail: nick_pol2015@ukr.net

The results of the analysis of the dynamics of the average monthly values of hydrothermal climatic indicators on the territory of the Luhansk region (Northern Steppe of Ukraine) in the conditions of long-term climatic changes in precipitation (1882–2020) and air temperature (1837–2020) are presented. Statistical models — regression equations for determining temporary changes in the studied indicators are developed. Statistical analysis was carried out and patterns of dynamics of parameters of hydrothermal indicators were revealed within the framework of such stages: year, growing season; sowing periods of spring crops (April); harvest formation (May–June); post-harvest (July–August); sowing of winter cereals (September–October); cold period (November–March). A general trend towards an increase in the average annual precipitation and a high variability (CV > 25%) of the average monthly values in certain stages of the growing season were revealed. Probabilistic analysis of long-term data, using the method of constructing empirical and theoretical (analytical) security curves, revealed that the average monthly temperature during the sowing periods of early spring and winter crops 11–14 °C corresponds to 10% probability level, and 8.0–11.5 °C — 50 %. In the same period, precipitation of 58–60 mm corresponds to a 10 % probability level, and 30–40 mm corresponds to 50 %. By analyzing the angles of inclination of trend lines, the dynamics of the average monthly values of precipitation and air temperature in the study area was studied and the distribution of the rate of increase or decrease in precipitation and temperature change was obtained. The generalization showed that the angle of inclination of trend lines is associated with the stage of the growing season. Fluctuations in average monthly temperatures correspond to fluctuations in the average monthly precipitation and are most noticeable in the periods of early spring sowing, crop formation and post-harvest. The average annual temperature in 1845–1935 on the territory of the region it is kept at the level of 8 °C, and after 1935 to nowadays time it has been steadily increasing to 10 °C. The revealed features of changes in the amount of precipitation over time can be used for further studies of the unevenness of atmospheric soil moisture, flood forecasting, changes in erosion activity, and the like.

Keywords: climate; moisture availability; precipitation; temperature; probability; fluctuations.

Citing: Polulyakh, M.M. & Belolipskiy, V.O. (2021). Long term dynamics of some meteorological and agrometeorological indicators according to the Luhansk meteorological station. *AgroChemistry and Soil Science*. 92, 32-40. [doi:10.31073/acss92-04](https://doi.org/10.31073/acss92-04). [in Ukrainian].