

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЧАСТОТИ ПОСУШЛИВИХ ЯВИЩ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ ЗА ПОКАЗНИКАМИ SPI ТА ГТК

Майданович Н., канд. геогр. наук,
poljuljach@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-0361-8215>

УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого
Сайдак Р., канд. с.-г. наук,
<https://orcid.org/0000-0002-0213-0496>

Книш В.,
<https://orcid.org/0000-0002-3220-9883>
Інститут водних проблем і меліорації

Анотація

Метою роботи є оцінка частоти посух впродовж 1961-2020 рр. в умовах півдня України стандартизованим індексом опадів (SPI) і порівнянням отриманих результатів із частотою посух за гідротермічним коефіцієнтом Селянинова (ГТК).

Методи. Дані SPI розраховані на основі місячних сум атмосферних опадів впродовж 1961-2020 рр. для м. Одеса. Проведено розрахунок щомісячних (SPI-1), річних (SPI-12) і піврічних (SPI-6) значень індексу. Розрахунок ГТК проведено за даними середньодобових температур і сум опадів впродовж квітня-вересня за 1961-2020 рр.

Результати. Розрахунки частоти випадків сильних та екстремальних посух за даними SPI-1 для періодів двох кліматичних норм (1961-1990 рр. та 1991-2020 рр.) у річній динаміці засвідчили (за останні 30 років) зменшення їхньої повторюваності у січні-березні та червні та збільшення – у решті місяців. Оцінка умов зволоження за даними SPI-1 вказує на зниження випадків із екстремально вологими умовами на 63 % і збільшення у 3 рази випадків із екстремальною посухою впродовж останніх тридцяти років. За річними значеннями SPI-12 встановлено, що за 1991-2020 рр. сильні та екстремальні посухи відмічались у п'яти випадках, а впродовж 1961-1990 рр. не відмічались.

Досліджено, що SPI-6 та ГТК (за квітень-вересень) суттєво різняться у значеннях, що впливає на оцінку частоти й інтенсивності посух. SPI і ГТК є однаково чутливими до екстремальних посух, але по різному реагують на сильні та помірні посухи. З 36 % сильних і 41 % середніх (помірних) посух за індикатором ГТК індексом SPI-6 ідентифікується лише 3 % і 6 % випадків посух відповідно.

Висновки. Установлено загальне зростання кількості посух у м. Одеса протягом 1991-2020 рр. порівняно з 1961-1990 рр. За даними SPI-1 відмічене збільшення утричі випадків із екстремальною посухою впродовж останніх 30 років. У розрізі року спостерігається зменшення частоти сильних та екстремальних посух у січні-березні та червні і збільшення – в решті місяців. За даними SPI-12 встановлено 5 випадків сильних та екстремальних посух, які припадали на 1991-2020 рр. Відмічено, що SPI та ГТК є однаково чутливими до екстремальних посух, але по різному реагують на сильні та помірні посухи, тому у вегетаційний період ГТК є ефективнішим предиктором посухи ніж SPI.

Ключові слова: посушливі явища, кліматична норма, стандартизований індекс опадів, атмосферні опади, гідротермічний коефіцієнт, сильні та екстремальні посухи.

Вступ. У результаті кліматичних змін, які спостерігаються і відчуваються в останні десятиліття значно зростає імовірність і кількість метеорологічних екстремумів, зокрема посух [IPCC, 2022]. Їхні наслідки можуть призводити до значного пошкодження сільськогосподарських культур і втрат урожаю, тому одним із завдань агромоніторингу є актуальним застосування кількісних показників інтенсивності посухи – індексів посушливості. Індекси посушливості широко використо-

вуються в різних галузях природокористування і можуть бути визначені кількісно із застосуванням різних співвідношень середньорічних агрометеорологічних величин і середньо багаторічних даних [Сердюченко Н., Сердюченко А., 2017].

За рекомендацією Всесвітньої Метеорологічної Організації, ключовим індикатором посухи визначено індекс SPI (Standardized Precipitation Index), який можна оперативнo розрахувати на основі метеоданих [SPI User Guide, 2012; Li et al., 2021]. Індекс SPI може застосовуватися для моніторингу умов посушливості на будь-яких тимчасових інтервалах (від місяця до року і більше). Застосування індексів SPI для агромоніторингу поширене у ряді сучасних наукових досліджень [Caloiero et al., 2018; Azimi et al., 2020; Bhunia et al., 2020; Danandeh Mehr et al., 2020; Fung et al., 2020; Yerdelen et al., 2021; Zarei et al., 2021].

В Україні для моніторингу посушливих явищ у вегетаційний період найчастіше використовується комплексний гідротермічний коефіцієнт Селянинова (ГТК), однак його розрахунок є складнішим, оскільки потребує більшої кількості вхідних параметрів [Польовий та ін., 2021]. Порівняння чутливості індексів SPI та ГТК для тривалих часових періодів в умовах України не проводилося, проте, на думку авторів, це становить науковий інтерес з погляду ефективності застосування SPI впродовж вегетаційного періоду для агромоніторингу.

Постановка завдань. Метою цієї роботи є висвітлення результатів моніторингу частоти посушливих явищ упродовж 1961-2020 рр. в умовах півдня України (на прикладі метеостанції м. Одеса) індексом SPI та порівняння отриманих результатів за вегетаційний період із частотою посух за ГТК.

Методи і матеріали. Дані SPI розраховані на основі місячних сум атмосферних опадів упродовж 1961-2020 років для станції м. Одеса. Авторами проведено розрахунок щомісячних (SPI-1), річних (SPI-12) і піврічних (SPI-6) значень ін-

дексу. Інтерпретацію значень SPI для характеристики умов посушливості наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Інтерпретація значень SPI. Джерело: [SPI User Guide, 2012]

2,0 +	екстремально волого
1,5 - 1,99	дуже волого
1,0 - 1,49	помірно волого
-0,99 - 0,99	близько до норми
-1,0 - -1,49	помірно сухо
-1,5 - -1,99	дуже сухо
-2 і менше	екстремально сухо

Як видно з таблиці 1, позитивні значення SPI вказують на обсяг опадів вище середнього рівня, а негативні – нижче. SPI нормалізується, тому і вологіші, і сухіші клімати можуть бути представлені однаково.

Розрахунок ГТК проведено за даними середньодобових температур і сум опадів упродовж квітня-вересня (період активної вегетації) для м. Одеса за 1961-2020 рр. Відомо, що ГТК є інтегральним показником гідротермічного режиму, який враховує тепло й вологу і становить відношення суми опадів (за період із температурами повітря вище 10°C) до суми температур повітря вище 10°C, зменшеної в 10 разів [Польовий та ін., 2021].

Оцінка рівня прояву посушливості за показником ГТК виконувалася за такими градаціями: дуже сильна (екстремальна) посуха (ГТК $\leq 0,40$); сильна посуха (ГТК = 0,41–0,7); середня посуха (ГТК = 0,71–1); слабка посуха (ГТК = 1,01–1,2); достатнє зволоження (ГТК = 1,21–1,8); вологість (ГТК $\geq 1,81$) [Польовий та ін., 2021].

Результати розрахунків частоти випадків сильних та екстремальних посух за даними SPI-1 для періодів двох кліматичних норм (1961-1990 рр. та 1991-2020 рр.) наведено у таблиці 2.

Як видно з таблиці 2, за останні тридцять років відмічене незначне зменшення повторюваності сильної та екстремальної посухи в січні-березні та червні і збільшення в решті місяців, особливо у квітні та липні.

Таблиця 2 – Частота випадків сильної та екстремальної посухи (SPI-1 = -1,99 ÷ -1,50 та ≤ -2,00) за 1961-1990 та 1991-2020 рр. (м. Одеса)

Період аналізу	Номер місяця											
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1991-2020	4	3	4	1	2	2	5	3	1	6	2	3
1961-1990	2	2	2	2	3	3	0	3	2	0	1	2

Джерело: авторські дослідження

За річними значеннями SPI-12, розрахованими упродовж гідрологічного року (жовтень-вересень) за період з 1961 по 2020 рр., встановлено, що протягом перших тридцяти років сильні й екстремальні посухи не фіксувалися, водночас за останні три десятиліття вони відмічалися у п'яти випадках (рис. 1).

Оцінка умов зволоження за даними SPI-1 для м. Одеса в періоди двох кліматичних норм упродовж 1961-2020 рр. представлена у таблиці 3. Як видно з таблиці 3, за останні тридцять років відмічене зниження випадків із екстремально вологими умовами (на 63%) і збільшення втричі випадків із екстремальною посухою (табл. 3).

Однак значення SPI-1 не повністю характеризують умови зволоження території. Наприклад, сильна посуха (SPI менше 1,5) розпочинається в травні і липні за суми опадів 10 мм і менше, а в червні

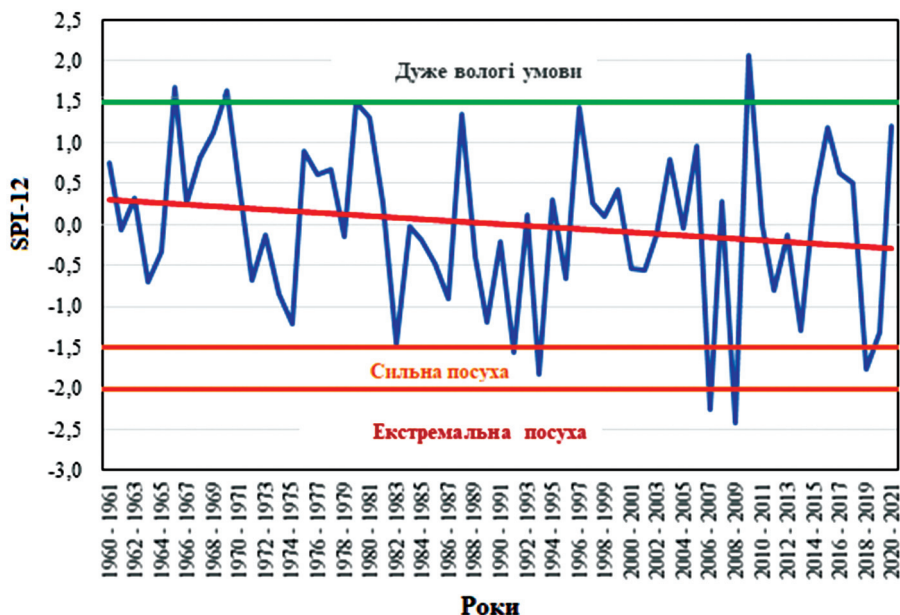


Рисунок 1 – Динаміка значень SPI-12 для м. Одеса (за 1961-2020 гідрологічні роки).

Джерело: авторські дослідження

– 20 мм і менше (рис. 2). За таких умов середньомісячні температури травня, червня і липня для м. Одеса становлять 16,5 °С, 20,6 °С та 22,8 °С відповідно. Звідси випливає, що в травні та липні за різниці середньомісячних температур повітря понад 6 °С сильна посуха розпочинається за однозначної суми опадів менше 10 мм, що не відповідає реальним умовам вологозабезпечення у зв'язку зі зростан-

Таблиця 3 – Оцінка умов зволоження (кількість випадків) впродовж 1961-1990 та 1991-2020 рр. за SPI-1 для м. Одеса

Роки	Умови зволоження			
	екстремально вологі	дуже вологі	сильна посуха	екстремальна посуха
1991-2020	3	19	24	12
1961-1990	8	20	18	4

Джерело: авторські дослідження

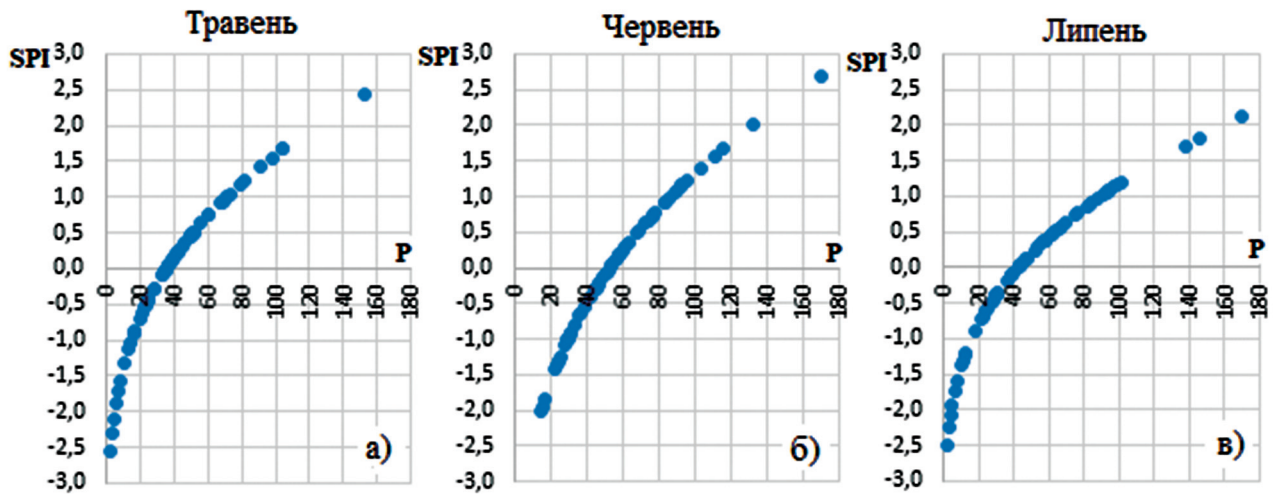


Рисунок 2 – Залежність значень SPI від сум опадів (P) в травні (а), червні (б) та липні (в) для м. Одеса (1961-2020 рр.). Джерело: авторські дослідження

ням рівня евапотранспірації (сумарного випаровування). Тому для більш об'єктивної оцінки умов зволоження впродовж вегетаційного періоду, окрім опадів, доцільно враховувати і температурний режим.

Як відмічалось раніше, в Україні (у сфері сільськогосподарської метеорології та агрономії) для аналізу посушливості вегетаційного періоду найчастіше застосовують показник ГТК. Дослідженнями встановлено, що попри тісну взаємозалежність величин SPI та ГТК впродовж квітня-вересня, їхні значення можуть суттєво різнитися (рис. 3), що врешті-решт буде впливати на оцінку частоти й інтенсивності посух.

У таблиці 4 наведено частоту посух різних категорій інтенсивності, розрахованих за ГТК та SPI-6 протягом вегета-

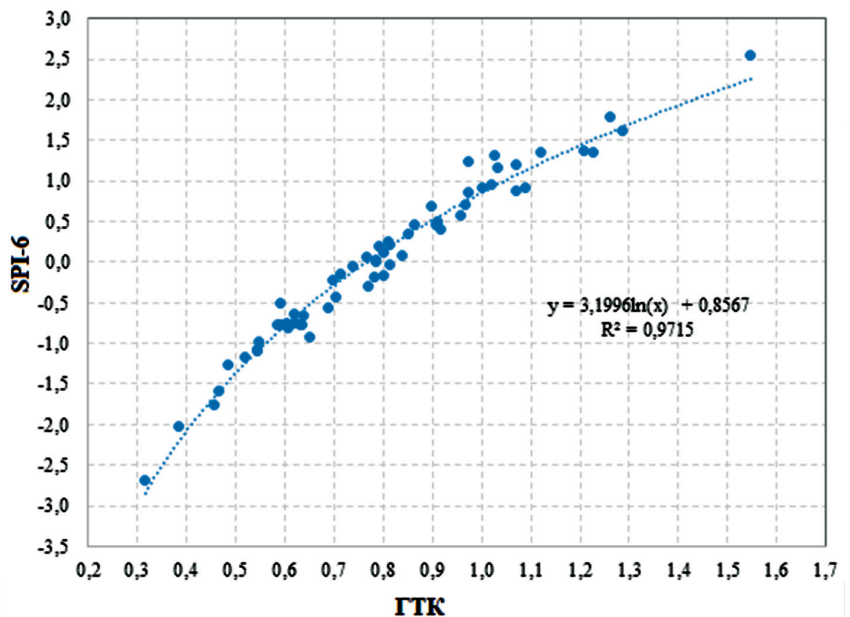


Рисунок 3 – Залежність SPI-6 від ГТК за квітень-вересень для м. Одеса (період аналізу 1961-2020 рр.)

ційного періоду (квітень-вересень) для 1961-2020 рр.

Таблиця 4 показує, що обидва коефіцієнти (SPI та ГТК) є однаково чутливіми до екстремальних посух, але по-різно-

Таблиця 4 – Кількість випадків посух (% від загальної кількості) впродовж квітня-вересня 1961-2020 рр.

Індекс	Категорії посух за інтенсивністю				
	Дуже сильна/екстремальна	Сильна	Середня/помірна	Слабка/м'яка	Посуха відсутня
ГТК	2 (3%)	22 (36%)	25 (41%)	7 (11%)	5 (9%)
SPI-6	2 (3%)	2 (3%)	4 (6%)	22 (37%)	31 (51%)

му реагують на сильні та помірні посухи. Із 36 % сильних і 41 % середніх (помірних) посух за індикатором ГТК індексом SPI-6 ідентифікується лише 3 % і 6 % відповідно. Оскільки в цьому випадку впродовж вегетаційного періоду значну роль відіграє потенціал випаровування, що залежить від температури, тому ГТК реагує чутливіше.

Обговорення. На основі аналізу значень індексу SPI впродовж 60 поточних років встановлено, що протягом останніх десятиліть є чітка тенденція до збільшення числа посушливих явищ, що підтверджено рядом інших наукових досліджень у сфері кліматичних змін [Forzieri et al., 2014; Spinoni et al., 2017; IPCC, 2022].

Недоліком індексу SPI є відсутність компонентів водного балансу ґрунту і, відповідно, неможливість розрахунку співвідношення фактичної та потенційної евапотранспірації. Тому для вивчення часових змін посушливості під впливом зміни клімату частіше рекомендовано застосовувати похідний варіант SPI, зокрема *стандартизований індекс евапотранспірації і опадів* SPEI (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index), що враховує температурну складову і дає змогу оцінити потенційне сумарне випаровування вологи [Tirivarombo et al., 2018; Pei et al., 2020; Liu et al., 2020; Li et al., 2020].

Нами встановлено, що ГТК визначає більшу кількість сильних і помірних посух, ніж SPI. Обидва індекси однаково фіксують кількість випадків екстремальних посух, але посухи, виявлені за ГТК, загалом є більш серйозними, оскільки припадають на період вегетації. Отримані результати є аналогічними роботі [Li et al., 2020], з огляду на ефективність застосування SPI та SPEI, що враховує температуру приземного повітря (як і ГТК).

Висновки. Авторами встановлено, що в останні десятиліття простежується чітка тенденція до збільшення кількості посушливих явищ у південних областях України. У м. Одеса протягом останніх тридцяти років за значеннями SPI-1 відмічене зниження випадків із екстремаль-

но вологими умовами (на 63 %) і збільшення втричі випадків сильної посухи. У річній динаміці SPI-1 за останні тридцять років констатується незначне зменшення повторюваності сильної та екстремальної засухи в січні-березні і червні та збільшення в решті місяців, особливо в квітні й липні. За річними значеннями SPI-12 за період з 1961 по 2021 рр., встановлено, що впродовж перших тридцяти років не зафіксовано сильних та екстремальних посух, водночас останні три десятиліття вони відмічались у п'яти випадках.

Підкреслимо, що SPI та ГТК однаково чутливі до екстремальних посух, але по-різному реагують на сильні та помірні посухи, оскільки протягом вегетаційного періоду значну роль відіграє потенціал випаровування, що залежить від температури, що абсолютно не враховується у ході обчислення SPI. Тому з агрометеорологічної точки зору ГТК є ефективнішим предиктором посухи.

Перелік посилань

Польовий А. М., Овчарук В. А., Вольвач О. В., Куценко Л. В., & Толмачова А. В. (2021). Агрокліматична оцінка посушливості вегетаційного періоду в Причорноморській зоні надзвичайно низької водності. *Екологічні Науки*, 6, 158-165. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.6-39.27>

Сердюченко Н., & Сердюченко А. (2017). Використання комплексних показників посушливості з метою агоромоніторингу. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України, (21), 238-246.

Azimi S., & Azhdary Moghaddam M. (2020). Modeling short term rainfall forecast using neural networks, and Gaussian process classification based on the SPI drought index. *Water Resources Management*, 34(4), 1369-1405. <https://doi.org/10.1007/s11269-020-02507-6>

Bhunia P., Das P. & Maiti R. Meteorological Drought Study Through SPI in Three Drought Prone Districts of West Bengal, India. *Earth Syst Environ* 4, 43–55 (2020). <https://doi.org/10.1007/s41748-019-00137-6>

Caloiero T., Veltri S., Caloiero P., Frustaci F. (2018) Drought Analysis in Europe and in the Mediterranean Basin Using the Standardized Precipitation Index. *Water*, Vol. 10, p. 1043; doi:10.3390/w10081043

Danandeh Mehr A., Sorman A. U., Kahya E., & Hesami Afshar M. (2020). Climate change impacts on meteorological drought using SPI and SPEI: case study of Ankara, Turkey. *Hydrological Sciences Journal*, 65(2), 254-268. DOI: 10.1080/02626667.2019.1691218

Forzieri G., Feyen L., Rojas R., Flürke M., Wimmer F., & Bianchi A. (2014). Ensemble projections of future streamflow droughts in Europe. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18(1), 85-108. DOI:10.5194/hess-18-85-2014

Fung K. F., Huang Y. F. & Koo C. H. (2020). Assessing drought conditions through temporal pattern, spatial characteristic and operational accuracy indicated by SPI and SPEI: case analysis for Peninsular Malaysia. *Nat Hazards* 103, 2071-2101. <https://doi.org/10.1007/s11069-020-04072-y>

IPCC (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegrna, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lutschke, V. Müller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844

Li L., She D., Zheng H., Lin P., & Yang Z. L. (2020). Elucidating diverse drought characteristics from two meteorological drought indices (SPI and SPEI) in China. *Journal of Hydrometeorology*, 21(7), 1513-1530. <https://doi.org/10.1175/JHM-D-19-0290.1>

Li W., Duan L., Wang W. et al. (2021). Spatiotemporal characteristics of drought in a semi-arid grassland over the past 56 years based on the Standardized Precipitation Index. *Meteorol Atmos Phys* 133, 41-54. <https://doi.org/10.1007/s00703-020-00727-4>

Liu C., Yang C., Yang Q., & Wang J. (2020). Spatiotemporal drought analysis by the standardized precipitation index (SPI) and

standardized precipitation evapotranspiration index (SPEI) in Sichuan Province, China. *Scientific Reports*, 11(1), 1-14. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-80527-3>

Pei Z., Fang S., Wang L., & Yang W. (2020). Comparative analysis of drought indicated by the SPI and SPEI at various timescales in inner Mongolia, China. *Water*, 12(7), 1925. <https://doi.org/10.3390/w12071925>

Spinoni J., Naumann G., & Vogt J. V. (2017). Pan-European seasonal trends and recent changes of drought frequency and severity. *Global and Planetary Change*, 148, 113-130. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2016.11.013>

Standardized Precipitation Index User Guide. World Meteorological Organization, 2012 // Retrieved from: http://www.wamis.org/agm/pubs/SPI/WMO_1090_EN.pdf

Tirivarombo, S., Osupile, D., & Eliasson, P. (2018). Drought monitoring and analysis: standardised precipitation evapotranspiration index (SPEI) and standardised precipitation index (SPI). *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 106, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2018.07.001>

Yerdelen C., Abdelkader M., & Eris, E. (2021). Assessment of drought in SPI series using continuous wavelet analysis for Gediz Basin, Turkey. *Atmospheric Research*, 260, 105687. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2021.105687>

Zarei A. R., Shabani A. & Moghimi M. M. (2021). Accuracy Assessment of the SPEI, RDI and SPI Drought Indices in Regions of Iran with Different Climate Conditions. *Pure Appl. Geophys.* 178, 1387-1403. <https://doi.org/10.1007/s00024-021-02704-3>

References

Azimi S., & Azhdary Moghaddam M. (2020). Modeling short term rainfall forecast using neural networks, and Gaussian process classification based on the SPI drought index. *Water Resources Management*, 34(4), 1369-1405. <https://doi.org/10.1007/s11269-020-02507-6>

Bhunja P., Das P. & Maiti R. Meteorological Drought Study Through SPI in Three Drought Prone Districts of West Bengal, India. *Earth Syst Environ* 4, 43-55 (2020). <https://doi.org/10.1007/s41748-019-00137-6>

Caloiero T., Veltri S., Caloiero P., Frusta-

- ci F. (2018) Drought Analysis in Europe and in the Mediterranean Basin Using the Standardized Precipitation Index. *Water*, Vol. 10, p. 1043; doi:10.3390/w10081043
- Danandeh Mehr A., Sorman A. U., Kahya E., & Hesami Afshar M. (2020). Climate change impacts on meteorological drought using SPI and SPEI: case study of Ankara, Turkey. *Hydrological Sciences Journal*, 65(2), 254-268. DOI: 10.1080/02626667.2019.1691218
- Forzieri G., Feyen L., Rojas R., Flürke M., Wimmer F., & Bianchi A. (2014). Ensemble projections of future streamflow droughts in Europe. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18(1), 85-108. doi:10.5194/hess-18-85-2014
- Fung K. F., Huang Y. F. & Koo C. H. (2020). Assessing drought conditions through temporal pattern, spatial characteristic and operational accuracy indicated by SPI and SPEI: case analysis for Peninsular Malaysia. *Nat Hazards* 103, 2071-2101. <https://doi.org/10.1007/s11069-020-04072-y>
- IPCC (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H. O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegrna, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lüscke, V. Müller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844
- Li L., She D., Zheng H., Lin P., & Yang Z. L. (2020). Elucidating diverse drought characteristics from two meteorological drought indices (SPI and SPEI) in China. *Journal of Hydrometeorology*, 21(7), 1513-1530. <https://doi.org/10.1175/JHM-D-19-0290.1>
- Li W., Duan L., Wang W. et al. (2021). Spatiotemporal characteristics of drought in a semi-arid grassland over the past 56 years based on the Standardized Precipitation Index. *Meteorol Atmos Phys* 133, 41-54. <https://doi.org/10.1007/s00703-020-00727-4>
- Liu C., Yang C., Yang Q., & Wang J. (2020). Spatiotemporal drought analysis by the standardized precipitation index (SPI) and standardized precipitation evapotranspiration index (SPEI) in Sichuan Province, China. *Scientific Reports*, 11(1), 1-14. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-80527-3>
- Pei Z., Fang S., Wang L., & Yang W. (2020). Comparative analysis of drought indicated by the SPI and SPEI at various timescales in inner Mongolia, China. *Water*, 12(7), 1925. <https://doi.org/10.3390/w12071925>
- Polevoy A., Ovcharuk V., Volvach O., Kushchenko L., Tolmachova A. (2021). Agroclimate assessment of vegetation drought period in the extremely insufficient low water content in the Black sea zone. *Environmental Sciences*, 6, 158-165. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.6-39.27>
- Serdyuchenko N., & Serdyuchenko A. (2017). The use of complex aridity indicators for agromonitoring. Technical and technological aspects of the development and testing of new equipment and technologies for agriculture in Ukraine (21), 238-246.
- Spinoni J., Naumann G., & Vogt J. V. (2017). Pan-European seasonal trends and recent changes of drought frequency and severity. *Global and Planetary Change*, 148, 113-130. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2016.11.013>
- Standardized Precipitation Index User Guide. World Meteorological Organization, 2012 // Retrieved from: http://www.wamis.org/agm/pubs/SPI/WMO_1090_EN.pdf
- Tirivarombo S., Osupile D., & Eliasson P. (2018). Drought monitoring and analysis: standardised precipitation evapotranspiration index (SPEI) and standardised precipitation index (SPI). *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 106, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2018.07.001>
- Yerdelen C., Abdelkader M., & Eris E. (2021). Assessment of drought in SPI series using continuous wavelet analysis for Gediz Basin, Turkey. *Atmospheric Research*, 260, 105687. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2021.105687>
- Zarei A. R., Shabani A. & Moghimi M. M. (2021). Accuracy Assessment of the SPEI, RDI and SPI Drought Indices in Regions of Iran with Different Climate Conditions. *Pure Appl. Geophys.* 178, 1387-1403 <https://doi.org/10.1007/s00024-021-02704-3>

UDC 633:551.556

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE DROUGHT EVENTS FREQUENCY IN SOUTHERN UKRAINE ACCORDING TO SPI AND HTC INDICATORS

Maidanovych N., PhD in Geography,
e-mail: poljuljach@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-0361-8215>
L. Pogorilyy UkrNDIPVT
Saydak R., PhD in Agriculture,
<https://orcid.org/0000-0002-0213-0496>
Knysh V.,
<https://orcid.org/0000-0002-3220-9883>
Institute of Water Problems and Reclamation

Summary

The aim of the work is to estimate the frequency of droughts during 1961-2020 in the conditions of southern Ukraine using the standardized precipitation index (SPI) and to compare the obtained results with the frequency of droughts according to Selyaninov's hydrothermal coefficient (HTC).

Methods. The SPI data are calculated on the basis of monthly amounts of atmospheric precipitation during 1961-2020 for the city of Odesa. Monthly (SPI-1), annual (SPI-12) and half-yearly (SPI-6) values of the index were calculated. The calculation of HTC was carried out based on the data of average daily temperatures and amounts of precipitation during April-September for 1961-2020.

Results. Calculations of the frequency of cases of severe and extreme droughts according to SPI-1 data for the periods of two climate norms (1961-1990 and 1991-2020) in the annual dynamics showed a decrease in their frequency in January-March and June in the last 30 years and an increase - in the remaining months. Evaluation of humid conditions using SPI-1 data showed a decrease in extreme wet conditions by 63% and a 3-fold increase in extreme dry conditions over the past thirty years. According to annual values of SPI-12, it was established that during 1991-2020 severe and extreme droughts were noted in five cases, and during 1961-1990 - none were noted.

It was investigated that SPI-6 and HTC (for April-September) significantly differ in their values, which affects the assessment of the frequency and intensity of droughts. SPI and HTC are equally sensitive to extreme droughts, but respond differently to severe and moderate droughts. Thus, out of 36% of severe and 41% of medium (moderate) droughts according to the HTC indicator, the SPI-6 index identifies only 3% and 6% of drought cases, respectively.

Conclusions. A general increase in the number of droughts in the city of Odesa in the period 1991-2020 compared to 1961-1990 was established. According to SPI-1 data, a 3-fold increase in cases of extreme drought was noted over the past 30 years. Throughout the year, there is a decrease in the frequency of severe and extreme droughts in January-March and June, and an increase in the remaining months. According to the data of SPI-12, 5 cases of severe and extreme droughts were established, which occurred in 1991-2020. It was noted that SPI and HTC are equally sensitive to extreme droughts, but react differently to severe and moderate droughts, therefore, during the growing season, HTC is more effective predictor of drought than SPI.

Key words: drought phenomena, climatic norm, standardized precipitation index, atmospheric precipitation, hydrothermal coefficient, severe and extreme droughts.