

досягнення успішних результатів у різних проектах та дослідженнях. Розробка та калібрування електронних геодезичних приладів для спеціалізованих застосувань є ключовими аспектами сучасної геодезії та картографії. Вони допомагають досягати високої точності та надійності вимірювань у різних галузях, що важливо для забезпечення безпеки та розвитку інфраструктури. Розуміння та вдосконалення цих процесів є важливим завданням для сучасних інженерів та науковців у галузі геодезії.

### Список використаних джерел:

1. Євдокімов А. А.; Електронні геодезичні прилади URL: [http://kizman-tehn.com.ua/wp-content/uploads/2018/04/2014\\_Ел\\_геод\\_прил\\_кл\\_14Л\\_Евдокимов\\_АА.pdf](http://kizman-tehn.com.ua/wp-content/uploads/2018/04/2014_Ел_геод_прил_кл_14Л_Евдокимов_АА.pdf)
2. Про затвердження Порядку проведення повірки законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації, та оформлення її результатів URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0278-16#Text>

**Кисельова А. Є.**

*магістрантка*

**Корнус А. О.**

*к. геогр. наук, доц.*

*Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка*

*м. Суми, Україна*

## КАРТОГРАФУВАННЯ УМОВ ЗВОЛОЖЕНОСТІ ТЕРИТОРІЇ ЗА ІНДЕКСОМ TWS

Для картографування посушливості території, зокрема метеорологічної та гідрологічної посух традиційно використовувалися різноманітні розрахункові коефіцієнти, обчислення яких потребує тривалих часових та просторових рядів

метеорологічних спостережень. Однак сьогодні існує низка web-ресурсів, які не тільки дають оперативні значення метеокліматичних показників, а й відкривають можливості створювати інтернет-кари з роздільною здатністю, достатньою для багатьох наукових завдань. Одним з таких ресурсів є Європейська обсерваторія посух – European Drought Observatory (EDO). Сторінки EDO містять інформацію, що стосується не тільки посух, а й велику кількість інших індикаторів, отриманих з різних джерел, включаючи як дані з метеостанцій і гідрологічних постів, так і супутникові вимірювання та результати різноманітних моделювань.

Одним з таких індикаторів є загальний запас води – Total Water Storage (TWS), – сума всіх надземних і підземних запасів води, включаючи воду в річок і озер, а також у рослинному покриві, ґрунтову вологу і підземні води. Він являє собою синтетичну оцінку динаміки гідрологічних величин, що повільно реагують на зміну клімату. Індикатор аномалії загального запасу води (аномалія TWS) використовується для визначення настання довготривалих гідрологічних посушливих умов, які індикуються, коли TWS досягає значень, нижчих за звичайні. Цю величину часто використовується як опосередкований показник ґрунтової посухи.

Індикатор аномалії TWS у EDO розраховується як аномалії поточних значень TWS до середніх значень запасів вологи за базовий кліматичний період 2002-2022 рр., отриманих за методикою GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment), що надаються Центром космічних досліджень (CSR) Техаського університету в Остіні та масштабуються Лабораторією реактивного руху НАСА (NASA JPL) [4]. Зрештою, дані аномалій TWS зрештою подаються й картографуються не як абсолютні значення, а як відхилення від довгострокового середнього значення TWS за базовий кліматичний період.

Його значення розраховується щомісяця наступним чином:

$$TWS_{\text{аномалія } t} = \frac{TWSt - \bar{X}}{\delta},$$

де  $TWSt$  – значення TWS для місяця  $t$  поточного року,  $\bar{X}$  – середнє довгострокове значення TWS та  $\delta$  – стандартне відхилення (обидва розраховані для того ж місяця  $t$  з використанням наявних часових рядів).

Інструмент EDO MapViewer дозволяє візуалізувати останню доступну карту аномалій TWS, а також архів минулих років. Ці карти надають інформацію про просторовий розподіл аномалій кількості опадів і довготривалих гідрологічних посух або ж умов з перезволоженням та їхню еволюцію з часом.

Попередні дослідження [1, 2] свідчать про те, що аномалія TWS може бути використана як опосередкований індикатор довготривалої гідрологічної посухи, наприклад, зниження рівня підземних вод. Карти аномалій TWS також можуть бути використані як «проксі» для визначення наявності потенційних умов довготривалої гідрологічної посухи.

Разом з тим, індикатор аномалії TWS має певні недоліки, які яскраво розкриваються при його картографуванні. Зокрема він розраховується за даними з супутники GRACE та GRACE-FO, які хоча і є унікальним джерелом даних для моніторингу довготривалої посухи, але в глобальному масштабі, що робить можливим лише дрібномасштабне картографування [3].

Крім того, запізнення оновлення даних, яке надає NASA JPL, становить 45 днів, що є неоптимальним для картографуванні в режимі, близькому до реального часу. Просторова роздільна здатність продукту TWS – 1 кутовий градус, часто є занадто грубою, особливо для особливо для аналізу на рівні країн/регіонів, а зв'язок між аномалією TWS та посухою підземних вод за деяких обставин може бути слабким. Це потребує використання інших індикаторів, зокрема індикатора аномалій вологості ґрунту – SMA [1] та інших, які надає EDO.

### **Список використаних джерел:**

1. Кисельова А. Є. Картографування вмісту вологи у ґрунті з використанням індикатора аномалій вологості ґрунту – SMA // Здобутки молодих учених у

геодезії та землеустрої : матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції молодих учених (11 листопада 2022 р.). Умань : УНУС, 2022. С. 30-33.

2. Корнус А.О., Кисельова А.Є., Пономарьов О.М. Оцінка посушливості території України у 2022 році за комбінацією індексів SPI та TWS. Восьмі Сумські наукові географічні читання : збірник матеріалів Всеукраїнської наукової конференції (Суми, 13-14 жовтня 2023 р.) [Електронний ресурс] / СумДПУ імені А. С. Макаренка, Сумський відділ Українського географічного товариства; [упорядник Корнус А. О.]. Елект. текст. дані. Суми. 2023. С. 120-126.

3. Cammalleri C., Barbosa P., Vogt J.V. Analysing the Relationship between MultipleTimescale SPI and GRACE Terrestrial Water Storage in the Framework of Drought Monitoring. *Water*, 11(8), 1672. doi: <https://doi.org/10.3390/w11081672>

4. Monthly gridded Global Land Data Assimilation System (GLDAS) from Noah-v3.3 land hydrology model for GRACE and GRACE-FO over nominal months. URL: [https://podaac.jpl.nasa.gov/dataset/TELLUS\\_GLDAS-NOAH-3.3\\_TWS-ANOMALY\\_MONTHLY](https://podaac.jpl.nasa.gov/dataset/TELLUS_GLDAS-NOAH-3.3_TWS-ANOMALY_MONTHLY)

**Радов Ю.С.**

магістрант

*Національний університет «Одеська політехніка», Україна*

**Ротте С.В.**

магістрант

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

кандидат техн. наук, доцент

*Черкаський державний технологічний університет, Україна*

**Радов С.Г.**

кандидат техн. наук, доцент

*Черкаський державний технологічний університет, Україна*