

терства охорони України від 14 липня 1997 р. № 208 / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0208282-97#Text>.

8. Про критичну інфраструктуру: Закон України від 16 листопада 2021 р. № 1882-IX / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1882-20#Text>.

**Вадим СОЛОВЕЙ, Олена ТРОЦЕНКО**  
(Харків, Україна)

## **ВИВЧЕННЯ ТЕРМІЧНИХ РЕЖИМІВ ТЕМНО-СІРИХ ОПІДЗОЛЕНИХ ҐРУНТІВ ХАРКІВСЬКОГО ЛІСОСТЕПУ: МІЖДИСЦИПЛІНАРНИЙ ПІДХІД ТА ОСВІТНІ ПЕРСПЕКТИВИ**

Сучасний освітній процес перебуває в періоді стрімких технологічних та наукових змін, які вимагають від освітньої системи своєчасної реакції та певного рівня адаптації. Сійке майбутнє починається з якісної освіти, оскільки вона є фундаментом для успішного розвитку суспільства, яка буде спроможна підготувати бажаючих до вирішення певних суспільних завдань, антропогенних/природних викликів. Одним з ключових аспектів сучасної освіти є інтеграція нових технічних можливостей, які стануть корисним інструментом для модернізації освіти, і будуть здатні підтримати та полегшати навчання, але, безумовно, не замінять сам процес освіти.

Тема вивчення термічних режимів темно-сірих опідзолених ґрунтів на плакорних і схилених місцезонах у Лісостеповій частині Харківської області є актуальною тому, що особливості ксероморфізму (посушливості) ґрунтів різних експозицій мало вивчені, є актуальною у контексті екологічного стану регіону і є необхідним елементом для отримання поточних даних для наукових досліджень. Розробка та апробація сучасного інструментарію для вимірювання температур ґрунту (який може бути розміщений на різних ґрунтах, на будь якій території з GSM зв'язком) дозволяє не тільки отримати важливі наукові дані, але й пропонує нові можливості для освітнього процесу. Наприклад, через польові практичні роботи: «Моніторинг температури ґрунту та його вплив на зростання культурних рослин». В цій польовій роботі буде досліджений вплив температури ґрунту на час/період зростання різних культурних рослин на обраному полі. Група студентів повинна бути обрати місце дослідження, підготувати прилади (за допомогою яких буде вимірюватися температура ґрунту), обрати культуру(и), провести сівбу. Впродовж вегетаційного періоду проводити моніторингові спостереження за температурою ґрунту, за всіма етапами розвитку (фаза всходу, формування вегетативних частин, формування генеративних частин (квітів), цвітіння тощо). Отримані дані, студентами, аналізуються, інтерпретуються; за результатами готується звіт, який включає опис методів, зібрані дані, аналіз результатів та висновки.

Сучасні технічні можливості (використання ГІС-технологій; даних аерокосмічного зондування; мікроелектроніка, яка дозволяє складати системи будь-якої складності, для досягнення поставлених завдань) відкривають широкі перспективи для поглиблення знань у галузі природничих наук та екології, а також стимулюють розвиток

міждисциплінарного підходу в наукових дослідженнях. Побудований авторами прилад здатний збагатити наукові дослідження та освітній процес, пропонуючи оперативні дані для аналізу та моніторингу температури ґрунту та ґрунтового покриву, оскільки відповідає наступним вимогам:

- варіативність конструкції дозволяє вимірювати температуру ґрунту на глибині до 120 см. 12 датчиків температури DS18D20 [1] розміщені з інтервалом в 10 см по вертикалі приладу, та один датчик на поверхні ґрунту (на гнучкому дроті) дозволяють отримувати актуальні температурні параметри ґрунту на глибинах які цікаві;
- автоматизований процес управління, для чого були використані мікроконтролери Arduino Nano, дозволяє налаштувати періодичність вимірювань (інтервал яких може коливатися від декількох хвилин до декількох годин), ми проводимо вимірювання з інтервалом кожні 30 хвилин;
- он-лайн зберігання даних, відбувається на розробленому веб-сервері з базою даних, що забезпечує надійне та довгострокове зберігання даних, а також їх аналіз та доступ для дослідників, фахівців, студентів.

Використання розробленого інструментарію може служити додатковою базою для практичного навчання студентів, аспірантів, формуванню у них навичок вирішення наукових та практичних завдань. Дана технічна можливість спроможна об'єднати наукові дослідження та освітній процес у єдиному контексті, демонструючи, як вивчення локальних термодинамічних умов ґрунту, може покращити якість та ефективність сучасної освіти, реалізуючи наступні кроки:

- реалізація міждисциплінарного підходу до освітнього процесу, що пропонує інтеграцію методів, знань з різних наукових напрямків. В даному випадку є можливість поєднати ґрунтознавство, екологію, кліматологію, географію, біологію, мікробіологію тощо. Наприклад: «Вплив змін клімату на біорізноманітність в екосистемах лісів». Міждисциплінарна команда буде об'єднувати ґрунтознавців та географів (які досліджують властивості ґрунту, просторове поширення ґрунтів різного ступеню ксероморфності); екологів (біорізноманіття, видовий склад, взаємозв'язки у лісових екосистемах); кліматологів (варіативність погодних умов впродовж певного часу (робота з архівними даними), дослідження метеорологічних умов; біологів (фізіологія рослин, їхні адаптації до змін клімату); мікробіологів (здоров'я ґрунту та розвиток мікробіоценозів). Механізм поєднання буде реалізовано через спільний аналіз досліджень, як кліматичні зміни вплинуть на біорізноманіття лісу та екосистему в цілому;
- реалізацію роботи в команді та формуванню студентського/аспірантського наукового партнерства, оскільки моніторингові спостереження можуть проводитися у групах, що сприяє навикам командної роботи, колективного вирішення поставлених завдань, формуванню «кіл за інтересами», обміну знаннями в цій області. Робота з сучасними технологіями та програмним забезпеченням формує технологічну грамотність молодих вчених, що досить важливо в сучасному світі;
- реалізація практичного досвіду, адже введення нових технічних можливостей/методів у навчальний процес, дозволить студентам/аспірантам отримати реальний досвід роботи з обладнанням, збором даних та їх інтерпретацією. Наприклад,

через польові екскурсії; або через лабораторні роботи, в яких будуть використовуватися зібрані дані і отриманий досвід буде використаний для подальших проектів та наукової діяльності;

- отримання фундаментальних знань. Наприклад, як температура ґрунту впливає на ґрунтові процеси та екосистеми в цілому, на особливості режиму карбонатів кальцію у ґрунтах різних експозицій;

- отримання прикладних знань для точного землеробства, як одного з актуальних напрямків агропромислового комплексу. Ці дані дозволять майбутнім агрономам навчитися раціонально використовувати ресурси (добрива, воду, електроенергію), що буде сприяти конкурентоспроможності агропідприємств, на яких вони будуть працювати [2];

- стимулювання дослідницької діяльності студентів, оскільки опит роботи у полі допоможе краще зрозуміти специфіку майбутньої професії, дати поштовх на проведення особистих досліджень та стимулювати проведення особистих науково-дослідних проектів, що є необхідною складовою їх професійного росту.

Отже, сучасний підхід до вимірювання температури ґрунту демонструє, як певні технічні можливості можуть збагатити наукові дослідження та освітній процес і як комбінація наукових досліджень та освітньої практики може покращити якість та ефективність сучасного освіти.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Zaszewski D., Gruszczynski T. Low-cost automatic system for long-term observations of soil temperature. *GEOMATICS AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING*. 2023. Vol. 17(1). <https://doi.org/10.7494/geom.2023.17.1.75> (дата звернення 18.08.2023 р.).

2. Троценко О.О. Термічні режими ґрунтів: роль у підвищенні родючості ґрунтів і якості сільськогосподарської продукції. *Ґрунтово-агрохімічні дослідження як імператив для розвитку аграрного виробництва та розбудови України: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф.*, м. Харків, 24 травня 2023 р. Харків, 2023. С. 106–109.

**Василь ТИЩЕНКО, Андрій ПРУСЬКИЙ,  
Олена БИКОВА, Ігор ВАСИЛЬЄВ**  
(Київ, Україна)

#### ПОНЯТІЙНО-КАТЕГОРІЙНИЙ АПАРАТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Для України питання екологічної безпеки набувають пріоритетного значення, оскільки саме екологія визначає і визначатиме у найближчому майбутньому норми і стиль життя суспільства. В січні 1997 року Верховною Радою України був прийнятий доопрацьований проект Концепції національної безпеки України [1], де розглянуті всі аспекти національної безпеки, зокрема екологічний. З ухваленням Верховною Радою України «Основних напрямків державної політики України в галузі охорони навколишнього природного середовища, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки», а також після доопрацювання «Закону про екологічну природно-техногенну безпеку» [2] можна вважати фактично завершеною розробку правових засад екологічної безпеки держави.