

УДК 631.674:631.41:004.9

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ З ВИЗНАЧЕННЯ ВОДНО-ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ АЛГОРИТМУ ОПЕРАТИВНОГО КЕРУВАННЯ ЗРОШЕННЯМ

Ковальчук В.П., Коломієць С.С., Нечай О.М., Сардак А.С., Демчук Д.О.
Інститут водних проблем і меліорації НААН України

У сучасних умовах змін клімату та підвищення дефіциту водних ресурсів проблема ефективного управління зрошенням набуває особливої актуальності. Раціональне використання води можливе лише за умови наявності достовірних даних щодо водно-фізичних властивостей ґрунту. Оцінювання цих властивостей є ключовим для побудови алгоритмів оперативного керування зрошенням на основі інструментально-розрахункових методів.

У межах виконання досліджень було обґрунтовано два підходи до визначення водно-фізичних властивостей ґрунту: 1) комплексні гідрофізичні випробування [1]; 2) оцінювання за гранулометричним складом із використанням програмного забезпечення “ROSETTA” [2] і моделі Ван-Генухтена [3]. Це дозволяє створити достовірну функціональну залежність між об’ємною вологістю та водно-каркасним потенціалом, що є основою для управління процесами зрошення та інфільтрації.

Перший метод «Комплексні гідрофізичні випробування» полягає у відбиранні на полі з різних глибин зразків ґрунту непорушеної структури у поліпропіленові кільця та проведенні у лабораторії випробувань ІВПІМ НААН, складаються з 2 циклів сорбції і 2 циклів десорбції води у зразках. Випробування проводяться згідно методології, що була опублікована Ромащенко М.І. та ін. (2019) [1] та захищена двома патентами на корисну модель «Спосіб визначення структури порового простору ґрунтів (дисперсних середовищ)» (Пат. 45287) [4] і «Спосіб лабораторного визначення найменшої вологомісткості ґрунтів» (Пат. 149414) [5].

Комплексні гідрофізичні випробування ґрунтів ділянки №1, поля №4 у ДПДГ «Андріївське» ІКОСГ НААН, проведені к.с.-г.н. Коломійцем С.С. та PhD Сардак А.С. в гідрофізичній лабораторії ІВПіМ. Отримано криву

водоутримувальної здатності ґрунтового профілю 0-50 см (інтервал 0,10-0,25 м на рис. 1а; для інтервалу 0,30-0,45 м – рис. 1б).

Другий метод визначення водно-фізичних властивостей ґрунтів за їхнім гранулометричним складом передбачають такі етапи виконання:

- Відбір зразків з різних глибин ґрунту, з поля [6]: з орного шару (0...30 см); підорного шару (30...50 см); відбір зразків для визначення щільності ґрунту.

- Сьогодні лабораторний аналіз для визначення гранулометричного складу ґрунту відібраних у полі зразків проводиться в основному згідно класифікації за Качинським [7].

- Для визначення водно-фізичних властивостей ґрунту розподіл фракцій гранулометричного складу приводиться до міжнародної класифікації використовуючи напрацювання Ковальчука В.П., 2021 [8] за міжнародною трикутною діаграмою Фере (рис. 2).

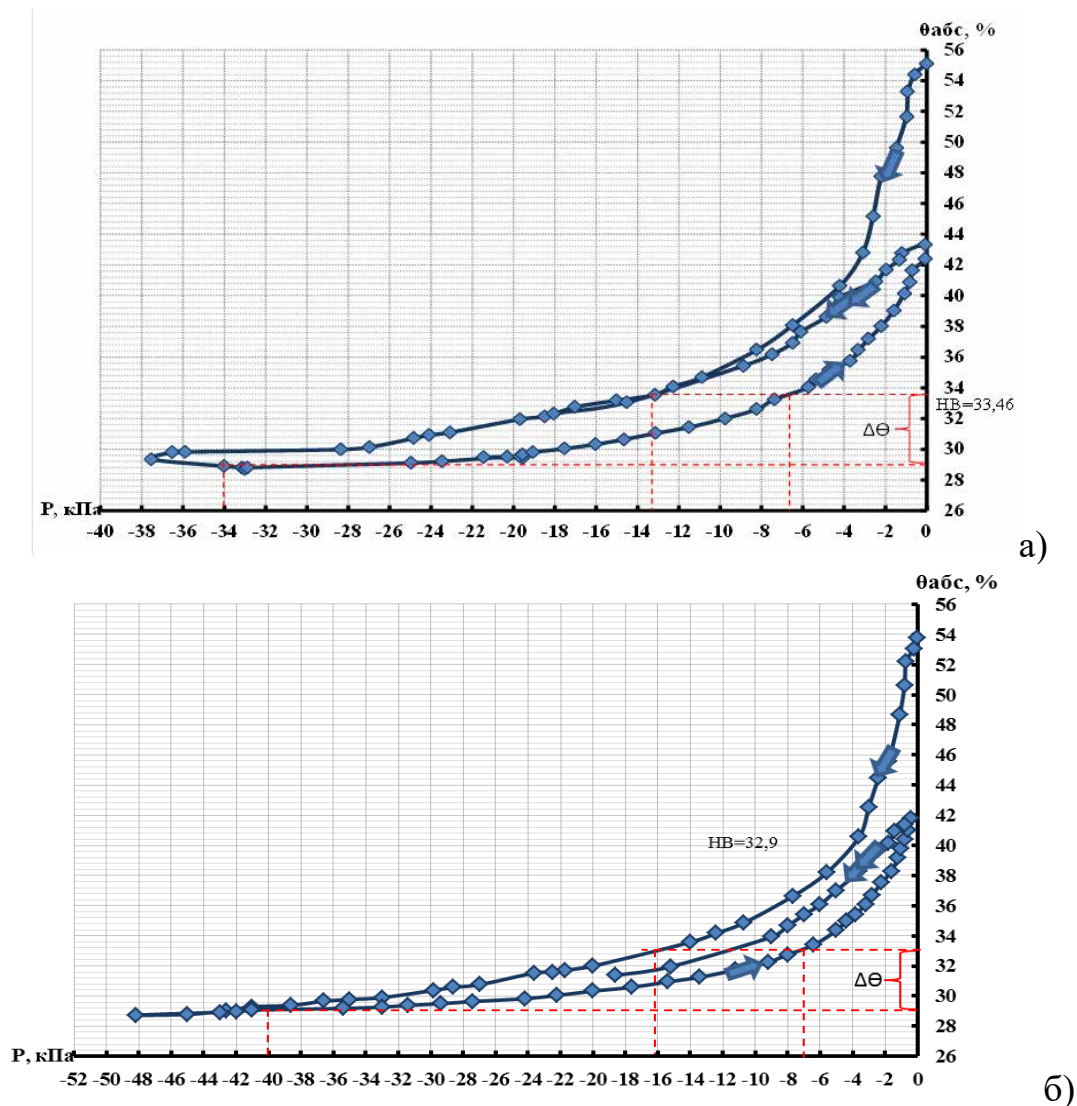
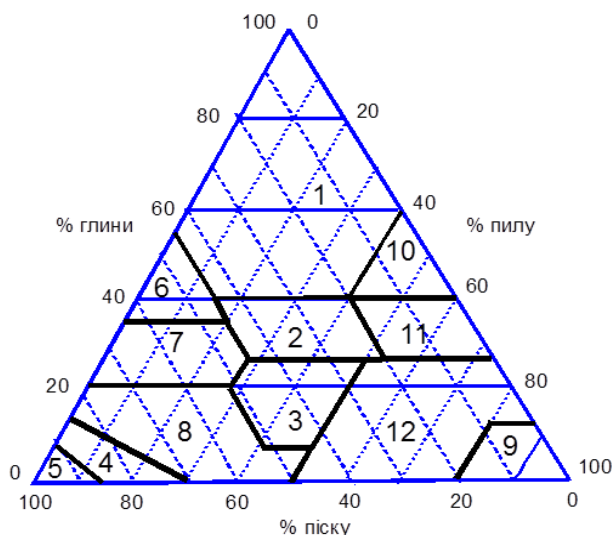


Рисунок 1 – Крива водоутримувальної здатності чорнозему (поле №4/1), $\theta=f(P)$, а) інтервал 0,10-0,25 м; б) інтервал 0,30-0,45 м, зразок № 35 (поле №4/1)



Англійською (USDA)		Позначення	Кирилицею (за Глобусом ЛМ.)
1	Clay	C	Глина
2	Clay Loam	cL	Важкий суглинок
3	Loam	L	Суглинок
4	Loamy Sand	ls	Супісок
5	Sand	S	Пісок
6	Sandy Clay	sC	Опісчана глина
7	Sandy Clay Loam	scL	Опісчаний важкий суглинок
8	Sandy Loam	sL	Легкий суглинок
9	Silt	Si	Пилуватий (мулистий) ґрунт
10	Silty Clay	siC	Пилувата глина (лучний ґрунт)
11	Silty Clay Loam	siCL	Пилуватий важкий суглинок
12	Silty Loam	siL	Пилуватий суглинок

Рисунок 2 – Міжнародна трикутна діаграма Фере.

• Використовуючи відкрите програмне забезпечення “ROSETTA” [2], яке функціонально пов’язує дані гранулометричного складу та щільності ґрунту з її водно-фізичними властивостями, отримуємо коефіцієнти моделі Ван-Генухтена [3], яка описує водоутримувальну здатність ґрунту, $\theta = f(\psi)$:

$$\frac{\theta - \theta_0}{\theta_{ПВ} - \theta_0} = \left(\frac{1}{1 + (\alpha \psi)^{1 - \frac{1}{n}}} \right)^n \quad \text{або} \quad \psi = \left(\left(\frac{\theta - \theta_0}{\theta_{ПВ} - \theta_0} \right)^{-\frac{1}{1 - \frac{1}{n}}} - 1 \right)^{\frac{1}{n}} \quad (1)$$

де θ , $\theta_{ПВ}$, θ_0 – об’ємна вологість ґрунту, повна вологоємність, мінімально можлива вологість; ψ – водно-каркасний потенціал, $\psi = |P|$; n , α , – коефіцієнти.

Отже, обидва методи дозволяють чітко встановити залежність між вимірюваним потенціалом ґрунтової вологи і об’ємною вологістю ґрунту для побудови алгоритмів оперативного керування зрошенням сільськогосподарських культур на основі інструментально-розрахункових методів [9].

Висновки. Розроблені та апробовані методи визначення водно-фізичних властивостей ґрунтів дозволяють точно оцінювати здатність ґрунтів утримувати вологу та передавати її у профілі, що є критично важливим для адаптивного управління поливами.

1. Комплексні гідрофізичні випробування відібраних зразків ґрунту, проведені в лабораторії ІВПіМ, забезпечують глибоке розуміння структури порового простору та динаміки сорбції/десорбції води в ґрунтах.

2. Альтернативний підхід, заснований на аналізі гранулометричного складу та математичному моделюванні за допомогою програмного забезпечення “ROSETTA”, дає можливість ефективно визначати параметри моделі Ван-Генухтена, що значно спрощує процес отримання вихідних даних для алгоритмів зрошення.

3. Обидва методи є взаємодоповнюючими та забезпечують надійне інформаційне підґрунтя для удосконалення інструментально-розрахункових алгоритмів управління водними ресурсами в агросистемах.

Список використаних джерел

1. Ромащенко М.І., Коломієць С.С., Білоброва А.С. Система лабораторного діагностування водно-фізичних властивостей ґрунтів. Меліорація і водне господарство. 2019. №2. С. 199-208. <https://doi.org/10.31073/mivg201902-193>
2. Marcel G. Schaap, Feike J. Leij, Martinus Th. van Genuchten, Rosetta: a computer program for estimating soil hydraulic parameters with hierarchical pedotransfer functions, Journal of Hydrology, Volume 251, Issues 3–4, 2001, Pages 163-176, [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(01\)00466-8](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(01)00466-8).
3. Van Genuchten, M. Th. (1980). A Closed-form Equation for Predicting the Hydraulic Conductivity of Unsaturated Soils. Soil Science Society of America Journal, 44(5), 892-898.
4. Спосіб визначення структури порового простору ґрунтів (дисперсних середовищ) : Пат. 45287 Україна: МПК G01N15/08; заявл. 04.12.2008: опубл. 10.11.2009, Бюл. №21. 4 с.
5. Спосіб лабораторного визначення найменшої вологомісткості ґрунтів : Пат. 149414 Україна, МПК G01N33/24; заявл. 14.05.2021: опубл. 7.11.2021, Бюл. №46. 4 с.
6. Якість ґрунту. Відбирання проб: ДСТУ 4287 : 2007. – [Чинний від 2004–30–04]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 9 с. – (Національний стандарт України)
7. ДСТУ 4730:2007 Якість ґрунту. Визначання гранулометричного складу методом піпетки в модифікації Н.А. Качинського
8. Ковальчук В.П. (2021). Метод отримання водно-фізичних властивостей ґрунтів за фракціями їхнього гранулометричного складу. Рослинництво і землеробство, Vol. 12, №4, 115-125. <https://doi.org/10.31548/agr2021.04.115>
9. Voitovich, O., & Kovalchuk, V. (2019). Розвиток моніторингових досліджень вологості ґрунту для забезпечення керування зрошенням експериментально-розрахунковим методом. Меліорація і водне господарство, (2), 113 - 120. <https://doi.org/10.31073/mivg201902-179>



Національний університет біоресурсів і природокористування України
Національна академія аграрних наук України
Інститут сільського господарства Полісся НААН України
Інститут продовольчих ресурсів НААН України
Інститут садівництва НААН України
Актюбінський регіональний державний університет ім. К.Жубанова
RAGT Semences
Lulea University of Technology
Університет прикладних наук Вайєнштефан-Тріздорф
International Academy of Applied Sciences in Lomza

**Матеріали МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ
«ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА, ЛОГІСТИКИ ТА
ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА»**

*присвяченої 110-річчю від дня народження видатного вченого,
основоположника кафедри технології зберігання, переробки та
стандартизації продукції рослинництва,
завідувача кафедри з 1968 по 1987 рр.,
доктора сільськогосподарських наук, професора
ЛЕСИКА БОРИСА ВАСИЛЬОВИЧА
2-3 червня 2025 року*

Київ - 2025

Матеріали доповідей міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології виробництва, логістики та переробки продукції рослинництва» присвяченої 110-річчю від дня народження видатного вченого, основоположника кафедри технології зберігання, переробки та стандартизації продукції рослинництва, завідувача кафедри з 1968 по 1987 рр., доктора сільськогосподарських наук, професора Лесика Бориса Васильовича, 2-3 червня 2025р./ Редкол.: Подпрятів Г.І. (відп. ред.) та ін. Київ, 2025. 260 с.

Матеріали доповідей подані в авторській редакції учасників конференції

Відповідальний редактор: Г.І. Подпрятів

Технічне редагування, комп'ютерна верстка: В.І.Войцехівський

Адреса установи:

Національний університет біоресурсів і природокористування України
(НУБіП України)

вул. Героїв оборони, 15, м. Київ

03041, Україна

<https://nubip.edu.ua>

Агробіологічний факультет: <https://nubip.edu.ua/structure/abf>

Кафедра технології зберігання, переробки та стандартизації продукції
рослинництва ім. проф. Б.В. Лесика:

<https://nubip.edu.ua/node/1106>

<https://nubip.edu.ua/node/25814>