

## ВЛАСТИВОСТІ Й РЕЖИМИ ҐРУНТІВ SOIL PROPERTIES and MODES

УДК 631.4

### Конструктивні та функціональні особливості провідних світових баз ґрунтових даних. Аналітичний огляд

Т.М. Лактіонова\*, О.М. Бігун, С.Г. Накісько, К.Ю. Уваренко

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

ІНФОРМАЦІЯ	АНОТАЦІЯ
Отримано 04.01.2020 Отримано після доопрацювання 08.02.2020 Затверджено до друку 16.03.2020 Доступно онлайн 01.06.2020	Розробка концепції конструктивних і функціональних основ Ґрунтової інформаційної системи України має базуватися на аналізі відомостей про існуючі у світі ґрунтові інформаційні центри та бази даних. Для цього виконано аналітичний огляд сучасних світових публікацій у наукових журналах та інших інформаційних виданнях. Загальний перелік опрацьованих публікацій включає більше 90 наукових статей, презентацій, інструкцій, посібників, веб-сторінок тощо. В оглядовій статті представлено основні результати аналітичного дослідження і висновки щодо можливості впровадження в Україні різних аспектів позитивного досвіду світового ґрунтознавства у створенні баз ґрунтових даних. Роботу проведено трьома етапами. Перший – експертний огляд опублікованих матеріалів з відповідної тематики у зарубіжних виданнях з метою визначення основних світових міжнародних центрів ґрунтової інформації і провідних баз даних, найбільш використовуваних у світовому товаристві ґрунтознавців. В результаті представлено перелік провідних міжнародних інформаційних центрів з вказівками на місце їх локалізації і джерела інформації. Другий етап – детальне вивчення конструктивних характеристик, принципів функціонування і методів перетворення інформації у трьох найбільш відомих міжнародних базах ґрунтових даних: SOTER: Soil and Terrain database – База даних ґрунтів і земель; GSM: Global Soil Map – Карта ґрунтів Світу; WoSIS: World Soil Information Service – Світова ґрунтова інформаційна служба. Узагальнено інформацію про перелік атрибутів у кожній базі даних, способи їх кодування, спільні підходи до конструкції таблиць, нормування параметрів, формування набору метаданих тощо. І на третьому етапі було визначено перелік найбільш інноваційних особливостей конструкції національних баз даних у різних країнах Європи і світу, прийнятних для застосування в Україні.
<b>Ключові слова:</b> атрибути; база даних; ґрунт; конструкція; метадані	

\* E-mail: tnlaktionova@ukr.net

**Форма цитування:** Лактіонова Т.М., Бігун О.М., Накісько С.Г., Уваренко К.Ю. Конструктивні та функціональні особливості провідних світових баз ґрунтових даних. Аналітичний огляд. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Міжвід. тем. наук. збірник. Вип. 89. Харків: ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського». 2020. С. 4-17. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss89-01>

### 1. Провідні міжнародні ґрунтові інформаційні центри та бази даних

Для успішного менеджменту ґрунтових ресурсів у локальному та регіональному масштабах важливим є використання всіх засобів для забезпечення інформаційної основи щодо стану ґрунтів та еволюції їхніх функцій у сучасному режимі використання.

На сьогодні актуальним для України є вирішення проблеми збереження і доступності ґрунтових і супутніх даних (до цього часу акумульованих переважно у паперових архівних матеріалах і картах), які є основою для розповсюдження об'єктивної інформації про стан ґрунтів та їх якість шляхом створення інформаційних продуктів, а також для прийняття обґрунтованих рішень щодо використання та збереження ґрунтів на різних рівнях, в тому числі, державному. В міжнародній практиці ці питання вирішено шляхом створення національних баз ґрунтових даних та інформаційних систем у різних країнах світу та формування і підтримки великих міжнародних баз даних, які є комплексом інтегрованих інформаційних ресурсів для накопичення й опрацювання відомостей про якість та стан ґрунтів світу.

Необхідним кроком у розробці концепції конструктивних і функціональних основ Ґрунтової інформаційної системи України є аналіз відомостей з літературних та інших інформаційних джерел про ті ґрунтові інформаційні центри та бази даних, що вже існують у світі. Роботу проведено трьома етапами. Перший – експертний огляд великої кількості опублікованих у зарубіжних виданнях матеріалів з відповідної тематики з метою визначення переліку основних інформаційних центрів з найбільш використовуваними у світовому товаристві ґрунтознавців базами даних і найбільш цитованими публікаціями і авторів. Другий – детальне вивчення характерних конструктивних особливостей, принципів функціонування і методів перетворення інформації у трьох обраних

міжнародних базах даних: SOTER: Soil and Terrain database – База даних ґрунтів і земель; GSM: Global Soil Map – Карта ґрунтів Світу; WoSIS: World Soil Information Service – Світова ґрунтова інформаційна служба. І на третьому етапі було досліджено особливості створення і функціонування національних баз ґрунтових даних у різних країнах світу і сформульовано перелік найбільш інноваційних підходів і конструктивних рішень щодо створення баз ґрунтових даних, прийнятних для впровадження в Україні.

Загальний перелік опрацьованих публікацій включає більше 90 наукових статей, презентацій, інструкцій, посібників, веб-сторінок тощо. В результаті експертного аналізу публікацій на першому етапі виявлено і сформульовано перелік основних світових міжнародних центрів ґрунтової інформації і провідних баз даних (Табл. 1.).

**Таблиця 1**

*Провідні міжнародні ґрунтові інформаційні центри та бази даних*

Інформаційний центр	База даних, джерело інформації
ISRIC: World Soil Information – Міжнародний ґрунтовий довідково-інформаційний центр. Вагенінген, Нідерланди	ISIS (1990): ISRIC Soil Information Service – Ґрунтовий Інформаційний сервіс ISRIC [1,2];
	SOTER (1986): Soil and Terrain database – База даних ґрунтів і земель [3];
	WISE: World Inventory of Soil Emission Potentials – Світова інвентаризація потенціалів ґрунтової емісії [4,5];
	WoSIS: World Soil Information Service – Світова ґрунтова інформаційна служба [6,7];
JRC: Joint Research Centre – European Commission – Спільний дослідницький центр Європейської Комісії. Іспра, Італія	AfSP: Africa Soil Profile Database – База профільних ґрунтових даних Африки [8]
	LUCAS: Land Use/Cover Area frame Statistical Survey – База даних моніторингу земель Європейського Союзу [9,10];
	GSM: Global Soil Map – Карта ґрунтів Світу [11];
ESDAC: European Soil Data Centre. Іспра, Італія	EU HYDI: European HYdropedological Data Inventory – Інвентаризація європейських ґрунто-гідрологічних даних [12]
	ESDB: European Soil Database – Європейська ґрунтова База даних [13]
FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Рим, Італія	HWSD: Harmonized World Soil Database – Гармонізована світова база даних [14,15];
	EuSIS: European Soil Information System – Європейська ґрунтова інформаційна система [16]

Із переліку вибрали три найбільших міжнародних бази ґрунтових даних для дослідження можливості використання їхніх методичних і конструктивних особливостей з метою впровадження у Ґрунтовій інформаційній системі України і бази профільних ґрунтових даних. Детальний аналіз конструкцій та порядку використання трьох обраних міжнародних баз даних виконано з опрацювання сучасних публікацій авторів і розробників цих баз даних у провідних виданнях і інтернет-ресурсах. Результати аналізу і висновки представлено у наступних розділах.

## **2. База даних Global Soil and Terrain Database (SOTER)**

SOTER – Глобальна цифрова база даних ґрунтів і земель (Global Soil and Terrain Database), створена Міжнародним ґрунтовим довідково-інформаційним центром (ISRIC) за підтримки Продовольчої та сільськогосподарської організації Об'єднаних Націй (FAO), Програми ООН з навколишнього середовища (UNEP) та міжнародного союзу ґрунтознавців (IUSS) [17, 18, 19]. Метою проекту SOTER є використання інформаційних технологій для створення Світової бази даних ґрунтів та земель (World Soils and Terrain Database), що вміщує оцифровані одиниці карт та їх атрибутивні дані. Основна функція цієї бази даних – забезпечити необхідні дані для картографування та моніторингу змін світових ґрунтових ресурсів.

Вперше ідею створення Глобальної цифрової бази даних ґрунтів, запропонував у своїй дискусійній статті W.G. Sombroek [18]. У 1986 році Міжнародним товариством ґрунтознавців було організовано семінар міжнародних експертів, щоб розробити та обговорити структуру цифрової бази даних. За результатами семінару було написано



властивостей ґрунту (включає тільки два об'єкти – профіль і генетичний горизонт, поза увагою при цьому залишаються окремі шари ґрунту у межах горизонту; відсутність інформації про спосіб добування даних (оригінальні експериментальні дані чи розрахункові); вказано методи лише для частини показників, що ускладнює гармонізацію та обумовлює неоднозначність інтерпретації значень показників; використано додаткове (проміжне) шифрування, яке ускладнює розуміння даних.

### 3. База даних Global Soil Map

Global Soil Map (GSM) – Карта ґрунтів світу (або Глобальна карта ґрунтів) – глобальний консорціум, який був створений з координаційними інститутами та центрами на кожному континенті. Проект Global Soil Map є ініціативою Робочої групи з цифрової картографії ґрунтів IUSS. Глобальним координатором цієї ініціативи є ISRIC. Ідея проекту була започаткована Робочою групою IUSS ще у 2006 році на 2-му Всесвітньому семінарі з цифрового картографування ґрунтів у Ріо-де-Жанейро, а 2009 року в Нью-Йорку (США) було підписано консорціум щодо створення проекту GSM, загальна координація якого здійснюється відомими вченими: Alfred E. Hartemink (від ISRIC); Alex McBratney (University of Sydney); Pedro Sanchez (Columbia University). За час роботи проекту було опубліковано понад 30 статей та написано 5 книг [11].

Мета проекту – створити нову цифрову карту ґрунтів світу, яка базуватиметься на використанні сучасних технологій картографування і методів прогнозування стану ґрунтів. Завдання: забезпечити підтримку прийняття рішень для розв'язання глобальних питань у масштабах від фермерського господарства до окремих континентів, таких як виробництво продуктів харчування, викорінення голоду, зміна клімату, деградація довкілля тощо [26, 27]. Кінцевою метою проекту є створення вільно завантажуваного набору даних високої роздільної здатності щодо основних властивостей ґрунту. Цей набір даних включатиме 504 млрд даних.

Отримання нових первинних даних про ґрунти шляхом відбирання проб ґрунту та нових обстежень потребувало б астрономічних витрат, тому проект GSM максимально використовує ті дані, що вже існують. Кожен постачальник даних несе відповідальність за повне документування внесених даних та процедур, які використовуються для генерації продуктів. Ця документація буде вказана як метадані, додані до кожного продукту [28].

Для глобального зіставлення та представлення узгоджених стандартизованих даних було розроблено методологію глобального цифрового картографування [29] та специфікації продукту GlobalSoilMap [29]. Для доступності даних широкому колу користувачів створено веб-сайти, де зібрано набори даних про ґрунти.

Згідно зі специфікацією проекту [29], GlobalSoilMap буде представляти приблизні значення (і міру невизначеності) для узгодженого набору властивостей ґрунту, що представляє два глобально визначених просторових об'єкта: первинний просторовий об'єкт рівня 1 – точне місце з визначеними координатами X, Y та вторинний просторовий об'єкт рівня 2 – 4-об'ємна комірка сітки (воксель), яка представляє площу 100 на 100 м у горизонтальних розмірах, центрованих у точках, визначених первинним просторовим об'єктом. У вертикальному напрямі передбачено опис для кожного просторового об'єкта дванадцяти властивостей ґрунтів на шести стандартних глибинах: 0-5, 5-15, 15-30, 30-60, 60-100 та 100-200 см (Табл. 2). Кожна властивість ґрунту буде мати оцінку невизначеності, пов'язаної з прогнозом для кожної глибини для кожного розташування сітки. Невизначеність визначається як інтервал прогнозування 95 % (PI), який є діапазоном значень, в межах якого очікується, що істинне значення в будь-якому місці прогнозування буде знайдено 19 разів з 20. До кожної з властивостей ґрунту необхідно вказати дату відбирання проб.

Стосовно застосування конструктивних особливостей БД GlobalSoilMap у розробці структури і функцій профільної БД ґрунтів України слід констатувати, що всі 12 показників, які входять в атрибутивну частину, мають певні аналоги у застосовуваних в Україні дослідженнях. Однак, для більш повної гармонізації, до ґрунтової БД України слід додати декілька атрибутів (Табл. 2). Це №№ 5-8 – дані щодо гранулометричних фракцій, які, згідно з українською класифікацією гранулометричного складу, вимірюються іншими розмірами, але можуть бути перераховані з використанням спеціальних методів і атрибут №11 – дані щільності будови окремо дрібнозему, вимірювання, які не є типовими для обстежень ґрунтів в Україні.



описів. Ця робота виконується також на підтримку компонента 5 «Гармонізація» Глобального ґрунтового партнерства [32].

Основні принципи діяльності БД WoSIS такі: будь-хто може вкласти дані у БД WoSIS і передати їх різними способами [7]; перед тим, як передати дані, провайдер має у письмовій формі погодитися з умовами політики даних в ISRIC [2]. Визначене угодою право доступу і походження даних будуть визначати статус загальної доступності даних пізніше, після їх розміщення в БД; отримані від провайдера дані мають бути поступово стандартизовані і гармонізовані згідно з прийнятою схемою опрацювання даних. Відносини між WoSIS і провайдерами даних характеризуються як режим взаємозв'язку.

Використовуватися у БД можуть лише авторизовані, гармонізовані і стандартизовані дані з відомим, детально задокументованим їх походженням. Призначенням БД WoSIS є обслуговування у межах ISRIC (разом з іншими базами даних) узгоджених, гармонізованих даних, отриманих від широкого кола провайдерів, перш за все успадкованих (*legacy data*), із результатів колишніх обстежень і досліджень ґрунту. До БД від провайдерів надходять різноманітні майже неспівставні набори ґрунтових профільних даних. Такі набори даних у незмінному вигляді імпортуються до бази даних PostgreSQL зі збереженням оригінальних назв та умов кодування, аббревіатур, доменів, походження даних та ліцензій; тобто, таким чином копії первинних матеріалів зберігаються в ISRIC.

Провайдери даних самостійно регламентують спосіб використання, розподілу (поширення) даних у майбутньому, як, наприклад: «лише збереження копій національних профільних ґрунтових даних»; «дозвіл на використання інформаційних продуктів, виведених із даних, але не самих профільних даних»; «повний відкритий доступ до даних і продуктів». Умови використання зберігаються разом з повною інформацією про походження даних як визнання і констатація приналежності даних (авторського права). З провайдерами також узгоджуються результати стандартизації і гармонізації даних.

Після імпортування наборів даних у БД WoSIS у незмінному вигляді («як є»), дані мають бути приведені до формату єдиної моделі. Процедурою гармонізування і стандартизування охоплюється не лише значення (параметри) властивостей ґрунту, але й перелік всіх тих умов, які необхідні, щоб зробити дані доступними для запитів. Особлива увага приділяється стандартизуванню описів аналітичних методів.

Гармонізація, за визначенням Глобального ґрунтового Партнерства [34], включає «забезпечення механізмів для порівняння, аналізу й обміну співставними глобальними ґрунтовими даними та інформацією». Сфера гармонізації включає такі пов'язані аспекти: а) опис ґрунту, класифікація, картографування; б) ґрунтові аналізи; в) обмін цифровими ґрунтовими даними; г) інтерпретація. І, зважаючи на масштабність задачі, фокус у WoSIS зроблено на стандартизації визначень (дефініцій) показників властивостей ґрунту, описів аналітичних методів і значень властивостей ґрунту саме для тих властивостей, які включено у легенду (2013 р.) [7, 35] Глобальної карти ґрунтів світу. Стандартизація розглядається як передумова для створення і тестування ґрунтової інформаційної моделі, що буде фундаментом (базою) і гарантією для широкої взаємодії і сумісності глобальних ґрунтових даних [36]. За результатами стандартизації і гармонізації дані з оціненою якістю набувають властивості порівнянності так, як би вони були отримані одним методом. Кінцевою метою є повна доступність гармонізованих даних у вбудованих веб-сервісах.

Процедури перетворення даних у WoSIS, за твердженням директора ISRIC Н. Van den Bosch [6], узгоджені з нині діючими міжнародними ґрунтовими програмами, такими, як Global Soil Partnership, Global Soil Map, Open Geospatial Consortium.

На наступних стадіях розвитку БД WoSIS важливим кроком вважається гармонізація класифікацій ґрунтів і описів ґрунтових профілів, щоб дані з різних куточків світу можна було б порівнювати. Ця робота, безумовно, потребуватиме великої кропіткої співпраці міжнародних експертів [6, 7].

База даних WoSIS містить 46 пов'язаних таблиць, утворюючи стандартну реляційну модель, імплементовану в PostgreSQL – потужну, відкриту об'єкт-орієнтовану систему баз даних [37]. Важливим удосконаленням у версії 2 (2015) [6] моделі бази даних було зменшення загального числа таблиць (від 76 до 45) та схем (від 15 до 1) з метою посилення надійності та зручності користування базою. У версії структури БД 2018 р. [7] кількість таблиць збільшено до 46 за рахунок реконструкції блоку метаданих.

Таблиці у БД систематизовано і поєднано, згідно з їх функціями, у такі групи [7]:

Растрові дані / Raster data (1 таблиця);	Профільні дані / Profile data (6 т.);
Класифікація ґрунтів/ Soil classification (11 т.);	Метадані /Metadata (8 т.);
Визначення атрибутів/ Attribute definition (10 т.);	Посилання /References (5).
Дані картографічних одиниць /Map unit data (5 т.);	



- принципний підхід до вимог щодо стандартизування вхідної інформації (стандартні назва показника, опис методу аналізування, одиниці вимірювання тощо);
- дані від різних провайдерів мають бути повністю забезпечені необхідними (стандартизованими) метаданими, що гарантує недвозначність як у розумінні походження, типу і якості даних, так і в ідентифікації їх авторів;
- досвід WoSIS з упередження можливості дублювання профілів, набутий у процесі злиття чотирьох баз даних, цілком може бути застосованим для формування Української БД, де передбачається об'єднання декількох баз і наборів даних, які накопичені в лабораторіях ННЦ ІГА і в організаціях-співвиконавцях наукових програм, що, безумовно, може призвести до повторів;
- стандартизовані атрибути БД WoSIS (22 показника властивостей ґрунту), представлені у табл. 3, можуть бути застосовані для розширення Реєстру атрибутів, а також для використання назв і опису показників в українській базі даних з метою гармонізації.

## 5. Національні бази даних ґрунтів і підходи до організації інформаційних систем

Прогрес у розвитку окремих національних баз даних ґрунтів зафіксовано у сучасних публікаціях. Одна з найновіших – оглядова стаття великої групи авторів, очолюваної D. Arrouays [11]. Автори констатують, що до цього часу у національних базах даних концентровано близько 800 тисяч описаних профілів ґрунтів. Перелік відомих національних баз даних у різних країнах світу, представлено у табл. 4.

### Таблиця 4

Бази даних у деяких країнах світу (за [11])

Країна	Назва бази даних
Австралія	National soil site data collation (NSSDC)
Бельгія	Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV)
Китай	China Soil Database
Бразилія	Sistema de Informacao de Solos Brasileiros& ESALQ Brazilian Soil Profile Database
Канада	Canadian Soil Information Service; Canadian Digital Soil Data Consortium
Франція	DoneSol
Данія	Danish Soil Profile Database
Росія	Unique State Register of Soil Resources of Russia
Індонезія	SIMADAS (SistemInformasiManajemen Data SumberdayaLahan)
Португалія	INFOSOLO
США	NCSS Microsoft Access Soil Characterization Database
Південна Корея	Korean Soil Database
Нідерланди	BIS Nederland
Угорщина	Digital Kreybig Soil Information System (DKSIS); Hungarian Detailed Soil Physikal and Hydrological Database
Індія	Bhoomi
Англія та Уельс	LandIS – Land Information System (for England and Wales)
Румунія	PROFISOL; MoniSol-RO
Україна	Ukraine Soil Properties Database
Латвія	Digital Land and Soil Database of Latvia

Прогрес є у тому, що протягом останніх десятиліть майже всі країни світу намагаються збільшити кількість накопичуваної у базах даних інформації. Так, практично удвічі збільшилось число ґрунтових даних у США за час з 2000 до 2016 р. В основному нові дані отримано з університетів, які брали участь у польових обстеженнях і аналізуванні зразків у межах договорів з національною службою ґрунтових обстежень [38]. Загалом до 2016 р. в арсеналі бази даних USDA накопичено 60962 обстежених профілів. У США опубліковано на веб-ресурсах Цифрову колекцію різних інформаційних продуктів, а також велику кількість сканованих рукописних описів ґрунтових профілів та інших документів, зроблених за часи обстежень [39].

На 69 % збільшено число ґрунтових профілів у базі даних Франції з 2009 до 2015 р. [40] і загальна їх кількість, разом з описаними результатами досліджень ґрунтів за допомогою ручного буріння свердловин, становить 160103. У 2014 р. було проведено інвентаризацію наявних у країні картографічних матеріалів, придатних для ефективного використання у створенні GlobalSoilMap. З кінця 2015 р. каталог, що включає 5854 карти є доступним на веб-ресурсі. Близько половини цієї колекції карт є дигіталізованими, а 407 –





широкої мережі ґрунтових служб, дослідницьких проєктів і академічних досліджень, проведених Португальськими та іншими європейськими інститутами. Із загальної кількості профілів у 570 розрізах досліджено лише верхній шар, а 2895 профілів вже класифіковані за принципами WRB [48].

Ми можемо заключити, що за деякими показниками БД INFOSOLO також має багато спільного з українською БД «Властивості ґрунтів України». Наприклад, ступінь рівномірності розміщення профілів на території країни нічим не регулюється, адже інформацію отримано у різні часи з різних організацій, що працювали за неузгодженими планами з різними цілями.

Бельгія. Описуючи процедуру формування легенди карти ґрунтів Бельгії і порядок вибору репрезентативних профілів для окремих картографічних одиниць Van Orshoven з співавторами [49] наводять як приклад базу даних, відомості про яку були опубліковані ще 1988 року [50] і яка містила 8962 профілі, у межах яких описано 48311 горизонтів. Саме цю БД використано для підтримки карти масштабу 1:20 тис., яка була свого часу генералізована з великомасштабних карт (1:5 тис.). БД має свою систему кодування описуваних ґрунтових одиниць і властивостей горизонтів; код включає символи, якими характеризуються клас гранскладу, клас дренажності, клас потужності профілю тощо з використанням класифікації FAO та USDA. Набір показників не дуже широкий: вміст 4-х гранулометричних фракцій; CaCO<sub>3</sub>; потужність і глибина залягання генетичних горизонтів; вміст органічного вуглецю.

Кенія. Працюючи над проєктом зі створення ґрунтової географічної бази даних для ґрунтової інформаційної системи заради поліпшення менеджменту даних ґрунтових і земельних ресурсів, пов'язаних з територією навколо озера Naivasha в Кенії Т.В. Bezu [51] детально описав процес створення бази ґрунтових даних, який він назвав надзвичайно важливим для впровадження інформаційної системи, оскільки відомо, що ця робота є коштовною і трудомісткою. Недоліки й помилки під час запуску та перевищення часу на етапі створення бази даних можуть призвести до зниження якості менеджменту. У процесі створення БД ґрунтів важливими є такі аспекти: технологія (сканування, оцифрування тощо), якість (точність, документація, перевірка тощо), штатний розклад (внутрішні підрядники, зовнішні установи тощо) і планування (забезпечення того, щоб деякі ключові продукти могли бути розроблені з частково заповненої бази даних) [52]. Вимоги до розробки бази даних називають такі: в БД мають бути включені всі дані, необхідні для задоволення вимог користувачів, але збережено принцип мінімізації надмірності; користувачам має бути зрозумілою організація даних; мають бути сформульовані і жорстко підтримувані правила обробки даних. У процесі проєктування БД має бути враховано, що під час роботи на більш пізніх етапах до рішень, прийнятих на ранній стадії, можуть бути необхідними або затребуваними деякі зміни [53].

Україна. З кінця 90-х років минулого століття співробітниками лабораторії геоєкофізики ґрунтів ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» розпочато роботи з формування бази даних «Властивості ґрунтів України». За цей час сформовано структуровану атрибутивну базу даних, яка включає повну характеристику умов ґрунтоутворення, класифікаційні характеристики ґрунту та параметри основних його властивостей (всього 112 показників) для 2050 ґрунтових профілів у межах України [54]. Джерелами інформації БД «Властивості ґрунтів України» є матеріали великомасштабного ґрунтового обстеження 1957-1961 рр., наукові звіти лабораторії геоєкофізики ґрунтів, дисертаційні роботи виконані в ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського», особисті архіви дослідників-ґрунтознавців з різних наукових установ. Загальні відомості про базу даних властивостей ґрунтів, а також про інші багаторічні напрацювання лабораторії геоєкофізики у сфері систематизування інформації і створення баз даних описано в оглядовій статті [55].

## **6. Висновки з результатів аналізування сучасних міжнародних та національних баз ґрунтових даних**

В результаті дослідження структурних і функціональних особливостей вибраних міжнародних баз ґрунтових даних (SOTER, GSM і WoSIS) було виокремлено найбільш прогресивні аспекти, які рекомендовано для використання у розробці конструкції сучасної єдиної профільної бази ґрунтових даних в Україні. Короткий огляд перспективних характеристик відомих баз даних продемонстровано в табл. 5.



Отже, зважаючи на всі розглянуті й вивчені особливості баз ґрунтових даних у світі, можна вважати, що Україна цілком забезпечена прикладами інструктивних матеріалів для створення структури власної бази даних ґрунтів.

### Список використаних джерел

1. Batjes N.H. Overview of procedures and standards in use at ISRIC WDC-Soils. Wageningen : ISRIC World Soil Information, 2017. 28 p.
2. ISRIC Soil Information System (ISIS) [Electronic resource] : Wageningen : ISRIC World Soil Information, 2012-2018. URL: <http://isis.isric.org> (viewed on November 2, 2018).
3. Global and National Soils and Terrain Digital Databases (SOTER) / V.W.P. Van Engelen, J.A. Dijkshoorn [et al.]. Wageningen : ISRIC World Soil Information, 2013. 198 p. URL: [https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public\\_path/shared\\_folder/SOTER/isis\\_report\\_2013\\_04.pdf](https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/SOTER/isis_report_2013_04.pdf)
4. Batjes N.H. Harmonized soil profile data for applications at global and continental scales: updates to the WISE database. *Soil Use Management*. Vol. 25. 2009. P. 124-127. DOI: 10.1111/j.1475-2743.2009.00202.x
5. Batjes N.H. World Inventory of Soil Emission Potentials: WISE 2.1 – Profile database user manual and coding protocols. Wageningen : ISRIC Technical Paper 26, 1995. 56 p.
6. Towards the standardization and harmonization of world soil data: Procedures manual ISRIC World Soil Information Service (WoSIS version 2.0) / E.Ribeiro, N.H. Batjes, J.G.B. Leenaars [et al.]. Wageningen : ISRIC – World Soil Information. 2015. 100 p. URL: [https://www.isric.org/sites/default/files/isis\\_report\\_2015\\_03.pdf](https://www.isric.org/sites/default/files/isis_report_2015_03.pdf)
7. Ribeiro E., Batjes N.H., Oostrum A.J.M. World Soil Information Service (WoSIS)-Towards the standardization and harmonization of world soil data. Wageningen : ISRIC World Soil Information, 2018. 166 p. URL: [https://www.isric.org/sites/default/files/isis\\_report\\_2018\\_01.pdf](https://www.isric.org/sites/default/files/isis_report_2018_01.pdf)
8. Leenaars J.G.B. Africa Soil Profiles Database: a compilation of georeferenced and standardised legacy soil profile data for Sub Saharan Africa (version 1.2). Wageningen : ISRIC World Soil Information, 2014. 160 p. DOI: 10.13140/RG.2.2.10667.75040
9. Tóth G., Jones A., Montanarella L. The Lucas topsoil database and derived information on the regional variability of cropland topsoil properties in the European Union. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2013. Vol. 185. P. 7409-7425. DOI: 10.1007/s10661-013-3109-3
10. LUCAS: Land Use/Cover Area frame Statistical Survey [Electronic resource] Ispra : ESDAC, 2018. URL: <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/projects/lucas>. (viewed on November 2, 2018).
11. Soil legacy data rescue via GlobalSoilMap and other international and national initiatives / D. Arrouays, J.G.B. Leenaars, A.C. Richer-de-Forges [et al.]. *GeoResJ*. 2017. Vol. 14. P. 1–19. DOI: 10.1016/j.grj.2017.06.001 2214-2428
12. Soil data from Ukraine / T. Laktionova, V. Medvedev O. Bigun [et al.]. In: European Hydropedological Data Inventory (EU-HYDI) / Publications Office of the European Union. Luxembourg : 2013. P. 106-110. URL: <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/european-hydropedological-data-inventory-eu-hydi>
13. Panagos P., Liedekerke M., Montanarella L. European Soil Portal. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities, 2006. 77 p.
14. World Reference Base for soil resources. World Soil Resources Report No 84. Rome : FAO, 1998. 88 p.
15. FAO/IIASA/ISRIC/ISS-CAS/JRC. Harmonized World Soil Database. Rome : FAO, 2012. 50 p. URL: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/soil-maps-and-databases/harmonized-world-soil-database-v12/ru/>
16. The European Soil Information System / L. Lahmar, V. Vanengelen [et al.]. Rome : FAO, 2000. 163 p.
17. Soil and Terrain (SOTER) database [Electronic resource]. Wageningen : ISRIC World Soil Information, 2012-2018. URL: <http://www.isric.org/projects/soil-and-terrain-soter-database-programme> (viewed on November 2, 2018).
18. Global and National Soils and Terrain Databases (SOTER). Procedures Manual. Version 2.0 / ed. V.W.P. van Engelen, J.A. Dijkshoorn. Wageningen : ISRIC World Soil Information, 2013. 198 p. URL: [https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public\\_path/shared\\_folder/SOTER/isis\\_report\\_2013\\_04.pdf](https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/SOTER/isis_report_2013_04.pdf)
19. Development of soil databases for global modelling / N.H. Batjes, V.W.P. van Engelen, H. Kauffman, L.R. Oldeman. *Transactions: 15th World Congress of Soil Science : conference abstracts (Mexico, Acapulco, 10-16 July 1994) / International Society of Soil Science, Mexican Society of Soil Science. Acapulco : ISSS; MSSS, 1994. Vol. 6a. P. 40-57.*
20. SOTER Databases [Electronic resource]. Wageningen : ISRIC World Soil Information, 2012-2018. URL: <http://www.isric.org/explore/soter> (viewed on November 2, 2018).
21. World reference base for soil resources 2006 / IUSS Working Group WRB. Rome : FAO, 2006. 145 p. URL: <http://www.fao.org/3/a-a0510e.pdf>
22. FAO/UNESCO soil map of the world: revised legend / FAO, International Soil Reference and Information Centre. Rome : FAO, 1988. 119 p.
23. Guidelines for Soil Description / FAO. Rome : FAO, 2006. 110 p. URL: <http://www.fao.org/3/a-a0541e.pdf>
24. ISRIC Soil Data Hub [Electronic resource]. Wageningen : ISRIC World Soil Information, 2012-2018. URL: <https://www.isric.online/explore/isis-soil-data-hub> (viewed on November 2, 2018).
25. Data and Software Policy [Electronic resource]. Wageningen : ISRIC World Soil Information, 2012-2018. URL: <https://www.isric.org/about/data-policy> (viewed on November 2, 2018).
26. GLOBALSOILMAP.NET [Electronic resource]. Wageningen : ISRIC World Soil Information, 2008-2018. URL: <http://www.globalsoilmap.net> (viewed on November 2, 2018).
27. CSIRO contributes to Global Soil Map [Electronic resource]. Canberra : CSIRO, 2010-2018. URL: <https://data.csiro.au/dap/landingpage?pid=csiro%3A11413> (viewed on November 2, 2018).
28. Minasny B., McBratney A. Methodologies for Global Soil Mapping. In: *Digital Soil Mapping: Bridging Research, Environmental Application and Operation – 2010*. P. 429-436. DOI: 10.1007/978-90-481-8863-5\_34
29. GLOBALSOILMAP.NET [Electronic resource]. Wageningen : ISRIC World Soil Information, 2008-2018. URL: <http://www.globalsoilmap.net> (viewed November 2, 2018).
30. Soil survey manual / C. Ditzler, K. Scheffe, and H.C. Monger [et al.]. Washington : U.S. Department of Agriculture Handbook, 1993. 639 p.



presentations, instructions, manuals, web pages etc. The review article presents the main results of analytical research and conclusions on the possibility of introducing in Ukraine various aspects of the positive experience of world soil science in the creation of soil databases. The work was carried out in three stages. The first was an expert review of published materials on relevant topics in foreign publications in order to identify the world's major international centers of soil information and leading databases most used in the World Society of Soil Scientists. As a result, a list of leading international information centers was provided, with an indication of their location and source of information. The second stage was a detailed study of the design characteristics, principles of operation and methods of information transformation in the three most famous international soil databases: SOTER: Soil and Terrain database; GSM: Global Soil Map; WoSIS: World Soil Information Service. The information about the list of attributes in each database, methods of their coding, common approaches to the construction of tables, normalization of parameters, formation of a set of metadata, etc. was summarized. And at the third stage the list of the most innovative features of national database designs in different countries over the World, acceptable for use in Ukraine, was determined.

**Keywords:** attributes; database; construction; metadata; soil.

*Citing:* Laktionova T.M., Bigun O.M., Nakisko S.G., Uvarenko K.Yu. 2020. Design and functional features of the world's leading soil databases. Analytical review. *Agrochemistry and Soil Science*. Collected papers. No. 89. Kharkiv: NSC ISSAR, P. 5-17. (Ukr.). DOI: <https://doi.org/10.31073/acss89-01>.