



Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.47

© 2019

СТРУКТУРА БАЗИ ДАНИХ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЦИФРОВОЇ КАРТИ ЗАПАСІВ ОРГАНІЧНОГО ВУГЛЕЦЮ У ҐРУНТАХ УКРАЇНИ

С.А. Балюк¹, О.М. Бігун²

¹доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН

²кандидат сільськогосподарських наук

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

вул. Чайковська, 4, м. Харків, 61024, Україна

e-mail: ¹pochva@meta.ua, ²oksana_bigun@ukr.net

Надійшла 12.02.2019

Мета. Розробити структуру бази даних (БД) для оцінювання запасів органічного вуглецю в ґрунтах України згідно зі специфікаціями Глобального ґрунтового партнерства Продовольчої та сільськогосподарської Організації Об'єднаних Націй (ФАО – ГПП). **Методи.** Наукового аналізу, узагальнення та математичної статистики. **Результати.** Розроблено атрибутивну БД, яка містить необхідні показники для створення національної цифрової карти запасів органічного вуглецю в ґрунтах України за допомогою технологій цифрового картографування та моделювання ґрунтів (ЦКМГ). Атрибутивна частина БД складається з 6-ти блоків інформації і містить перелік показників для опису місця закладання ґрунтового розрізу, методів визначення властивостей ґрунту та обрахунку запасів органічного вуглецю в ґрунтах із різним типом землекористувань згідно зі специфікаціями Міжурядової групи експертів із питань змін клімату (МГЕЗК). Розроблена структура БД дає можливість отримати репрезентативний масив даних для узагальнення та інтегрування до національної БД «Властивості ґрунтів України» ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського». Сформована БД охоплює період польових обстежень ґрунтового покриву України з 1959 до 2016 р. Уміст бази даних інтегровано до Глобальної цифрової карти запасів ґрунтового органічного вуглецю ФАО. **Висновки.** Запропонована структура БД може бути використана для розроблення подібних спеціалізованих реляційних БД з метою їх застосування у ЦКМГ. Створення центру обробки ґрунтових даних з єдиною гармонізованою інформаційною системою зберігання інформації про стан ґрунтового покриву забезпечить можливість її використання для різноманітних наукових досліджень та формування ґрунтоохоронної політики держави.

Ключові слова: ґрунти, база даних, органічний вуглець, запаси вуглецю, цифрова карта органічного вуглецю.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201904-01>

Органічний вуглець — один із компонентів ґрунту, який впливає на більшість ґрунтових процесів і визначає його родючість. Здатність ґрунту накопичувати органічний вуглець сприяє зменшенню викидів парникових газів в атмосферу, пом'якшенню наслідків кліматичних змін і досягненню Цілей сталого розвитку [1, 2]. У програмах Продовольчої та сільськогосподарської організацій ООН (ФАО) щодо досягнення нейтрального рівня деградації величина запасів органічного вуглецю в ґрунті та їх зміна внаслідок господарської діяльності є одним з основних індикаторів оцінювання та контролю поширення площ деградованих земель [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Більшість глобальних і національних оцінок запасів ґрунтового органічного вуглецю виконано за допомогою технологій цифрового картографування та моделювання ґрунтів (ЦКМГ), яке передбачає створення прогнозних карт за допомогою комп'ютерного аналізування інформації польових обстежень ґрунтів і просторових характеристик чинників ґрунтоутворення [4, 5]. За даними А.В. McBratney, для побудови цифрової прогнозної карти за допомогою технологій ЦКМГ потрібні 3 основні складові: 1 — інформація про параметри ґрунтів, 2 — інформація про параметри екологічних коваріат, 3 — компоненти аналізування просторової інформації [6]. За допомогою цих технологій є можливість створювати карти для оцінювання прояву та поширення деградації ґрунтів, зміни їх властивостей унаслідок впливу клімату, господарської діяльності та ін.

Секретаріатом Науково-політичного інтерфейсу Конвенції Організації Об'єднаних Націй по боротьбі з опустелюванням (КБООН) разом із Глобальним ґрунтовим партнерством ФАО (ФАО–ГГП) було ініційовано створення Глобальної цифрової карти, базованої на національних просторових оцінках запасів ґрунтового органічного вуглецю, виконаних із застосуванням технологій ЦКМГ.

Нами представлено один із етапів робіт, які виконано під час підготовки 1-ї редакції національної цифрової карти запасів ґрунтового органічного вуглецю у межах угоди між ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського»

та ФАО, як добровільний внесок України в Глобальну карту ФАО (GSOSmap) [7, 8].

Згідно з принципами побудови цифрової карти за технологіями ЦКМГ одним із етапів створення карти є розроблення атрибутивної частини бази даних (БД) та наповнення вмісту БД.

Мета досліджень — розробити структуру БД національної цифрової карти, яка містить необхідні компоненти для моніторингу запасів органічного вуглецю в ґрунтовому покриві України та інтеграції до Глобальної карти ФАО.

Методика досліджень. Прототипом для створення атрибутивної структури БД цифрової карти обрано національну БД «Властивості ґрунтів України» ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» [9]. Уміст атрибутивної частини цієї БД адаптований до національних вимог щодо опису ґрунтового профілю та типу землекористування на ділянці ґрунту [10] і має високу кореляцію з міжнародними БД [11]. Для визначення переліку атрибутивних показників розроблюваної БД опрацьовано керівництво ФАО–ГГП щодо спільного використання національних даних для складання Глобальної карти запасів ґрунтового органічного вуглецю [12].

Результати досліджень. Одне із ключових завдань під час розроблення структури бази даних властивостей ґрунтів — визначити набір атрибутів, за допомогою яких забезпечується різнобічний опис інформації для опрацювання, сумісність із наявними ґрунтовими БД і можливість інтеграції до національних або глобальних БД.

У керівництві ФАО–ГГП викладено основні вимоги до атрибутивних даних для побудови національної цифрової карти [12]. Зокрема, обрахунок запасів ґрунтового органічного вуглецю має здійснюватися відповідно до рекомендацій Міжурядової групи експертів з питань змін клімату [13]. На основі цих рекомендацій сформовано перелік атрибутів БД (таблиця).

Основним компонентом БД є електронна таблиця записів у табличному процесорі Excel. Кожний запис містить інформацію про окремий досліджуваний об'єкт (скажімо, ґрунтовий розріз) за обраним набором атрибутивних показників, які є полями електронної таблиці.

Перелік атрибутів БД

01 Опис місця відбирання проби ґрунту
№ розрізу, зразка ґрунту Адміністративна область Адміністративний район Населений пункт Географічна широта Географічна довгота
02 Характеристика ґрунту та земельної ділянки
Назва ґрунту Тип землекористування на ділянці Тип лісорослинних умов*
03 Опис профілю ґрунту
Індекс генетичного горизонту Верхня межа генетичного горизонту, см Нижня межа генетичного горизонту, см Верхня межа шару відбирання зразка, см Нижня межа шару відбирання зразка, см Потужність торфового шару, см**
04 Показники для обрахунку запасів органічного вуглецю
Уміст вуглецю органічного (С), % Уміст органічного вуглецю в лісовій підстилці, %* Суха вага відібраного шару лісової підстилки, кг/м ² * Уміст гранулометричних часточок розміром >1 мм, % Уміст фізичної глини (гранулометричних часточок розміром <0,01 мм), % Уміст мулу (гранулометричних часточок розміром <0,001 мм), % Щільність будови ґрунту, г/см ³ Кам'янистість, %
05 Строки відбирання проб і методи визначення властивостей ґрунтів
Дата відбирання проби ґрунту Метод визначення вмісту органічного вуглецю в ґрунті Метод визначення щільності будови ґрунту Метод визначення кам'янистості
06 Джерело інформації та контактні дані
Джерело інформації Автор даних Контакти (електронна адреса, моб. тел.)
* Додаткові атрибути для ґрунтів під лісом, ** додаткові атрибути для торфовищ.

Атрибутивну частину БД було розділено на 6 основних тематичних блоків інформації, перелік атрибутів кожного з яких узгоджується з частинами БД «Властивості ґрунтів України» та наявною моделлю організації даних, чим забезпечується простий імпорт умісту розроблюваної БД до національної БД. Крім того, запропонований спосіб структурування атрибутивних даних в одній електронній таблиці є доступнішим для розуміння користувачів, що дає змогу оперативно зібрати значні масиви даних і за потреби легко трансформувати в реляційну БД.

Оскільки розрахунок запасів органічного вуглецю виконується за різними формулами на ґрунтах різного типу землекористування, було підготовлено 3 окремих форми електронних таблиць із відповідним набором атрибутів. Зокрема, крім базового набору атрибутів первинної електронної форми для сільськогосподарських земель (мінеральних ґрунтів), електронну таблицю для обстежених ґрунтів під лісами доповнено атрибутивними показниками лісорослинних умов, умісту органічного вуглецю в лісовій підстилці та сухої ваги відібраного шару лісової підстилки. Електронну форму для торфовищ доповнено атрибутом потужності торфового шару.

Первинні форми електронних таблиць було направлено до постачальників даних та організовано збір інформації щодо польових обстежень органічного вуглецю в різних регіонах України. Після отримання заповнених файлів проведено конвертацію поданих показників до форматів ФАО–ГПП та сформовано зведену атрибутивну таблицю, уміст якої використано для створення національної карти запасів ґрунтового органічного вуглецю та інтегровано до Глобальної карти ФАО [8].

База даних містить інформацію про вміст органічного вуглецю в понад 3000 обстежених ґрунтових відмін по всій території України та АР Крим. З усього обсягу наявних у БД даних близько 45,7% профілів ґрунтів репрезентують чорноземи, 13,4 — опідзолені ґрунти (рис. 1). Найменше у сформованій БД представлено солонців і солончаків. Уміст основного масиву даних у БД відповідає структурі ґрунтового покриву та є репрезентативним для території України.

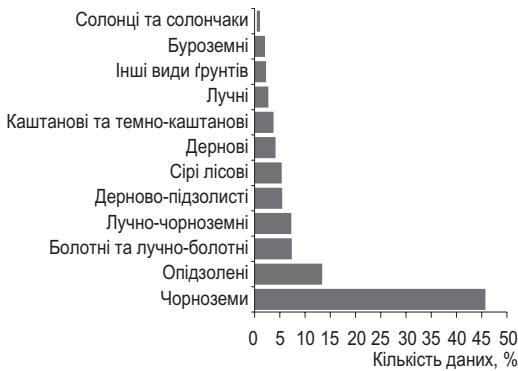


Рис. 1. Розподіл обстежених ґрунтових відмін за типами ґрунтів

Отриманий набір даних містить результати різноманітних польових ґрунтових обстежень, проведених у 1959–2016 рр. (рис. 2). Причому близько 16,8% наявних даних у сформованій основній вибірці з БД — це результати обстежень ґрунтового покриття країни, проведені до 1990 р., близько 28,1 — у 1990–2010 рр. та 55,1% — після 2010 р.

Створення національної цифрової карти запасів органічного вуглецю стало можливим завдяки тісній співпраці науковців Національної академії аграрних наук України, Національної академії наук України та вищих навчальних закладів, не байдужих до проблем деградації ґрунтів.

Нині інформація про сучасний стан ґрунтового покриття країни розподілена в різних державних відомствах та агентствах, залучених до моніторингу ґрунтів і земель. Крім того, її обсяг, періоди та об'єкти обстежень, методологія та набір індикаторних

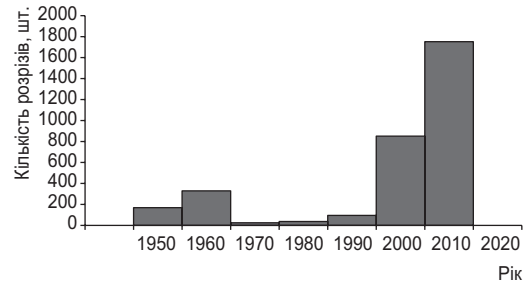


Рис. 2. Гістограма розподілу вмісту БД за роками

показників є різними. Для зведення та аналізування різноформатних даних, складання періодичних національних звітів щодо вуглецевих кадастрів, інформування суспільства про стан ґрунтів і можливі екологічні ризики потрібна єдина гармонізована інформаційна система з відкритим доступом до всієї ґрунтової та супутньої інформації. Наявність такої системи дасть змогу науковим установам і державним відомствам користуватися даними для наукових досліджень та для впровадження ґрунтоохоронної політики держави, як це реалізовано в Європейському Співтоваристві (ЄС) за допомогою єдиної гармонізованої БД LUCAS (Land Use and Coverage Area frame Survey), розробку та адміністрування якою доручено європейському дослідницькому центру з питань ґрунтів [14]. Результати опрацювання БД LUCAS враховано при впровадженні Спільної аграрної політики ЄС через запровадження цільової підтримки спеціальних заходів агроєкологічного спрямування — заліснення, консервації сільськогосподарських земель тощо.

Висновки

Створена атрибутивна БД являє собою впорядкований набір даних (атрибутив) для картографування та моніторингу вмісту і запасів ґрунтового органічного вуглецю згідно з методичними рекомендаціями ФАО–ГГП. Запропонована структура БД може бути використана для розроблення подібних спеціалізованих реляційних БД з метою їх застосування у ЦКМГ. Систематичне доповнення

вмісту БД новими масивами даних дасть можливість розвинути напрям цифрового картографування в Україні, а в перспективі створювати карти високої роздільної здатності різного масштабу. Уміст БД потребує інтеграції з іншими даними про стан ґрунтового покриття для оцінювання прояву та поширення деградації ґрунтів і земель.

Балюк С.А.¹, Бигун О.Н.²

ННЦ «Інститут почвознавства і агрохімії імені А.Н. Соколовського», ул. Чайковська, 4, г. Харків, 61024, Україна; e-mail: ¹rochva@meta.ua, ²oksana_bigun@ukr.net

Структура бази даних національної цифрової карти запасів органічного вуглецю в ґрунтах України

Цель. Разработать структуру базы данных (БД) для оценки запасов органического углерода в почвах Украины согласно спецификациям Глобального почвенного партнерства Продовольственной и сельскохозяйственной Организации Объединенных Наций (ФАО – ГПП). **Методы.** Научного анализа, обобщения и математической статистики. **Результаты.** Разработана атрибутивная база данных (БД), которая содержит необходимые показатели для создания национальной цифровой карты запасов органического углерода в почвах Украины с помощью технологий цифрового картографирования и моделирования почв (ЦКМП). Атрибутивная часть БД состоит из 6-ти блоков информации и содержит перечень показателей для описания места закладки почвенного разреза, методов определения почвенных свойств и расчета запасов органического углерода в почвах различного типа землепользования в соответствии со спецификациями Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК). Разработанная структура БД обеспечивает возможность получения репрезентативного массива данных для обобщения и интегрирования с национальной БД «Свойства почв Украины» ННЦ «ИПА имени А.Н. Соколовського». Созданная БД охватывает период полевых обследований почвенного покрова с 1959 по 2016 г. Содержимое базы данных интегрировано в Глобальную цифровую карту запасов почвенного органического углерода ФАО. **Выводы.** Предложенная структура БД может быть использована для разработки подобных специализированных реляционных БД с целью их применения в ЦКМП. Создание центра обработки почвенных данных с единой гармонизированной информационной системой хранения информации о состоянии почвенного покрова обеспечит возможность ее использования для различных научных исследований и формирования почвоохранной политики страны.

Ключевые слова: почвы, база данных, органический углерод, запасы углерода, цифровая карта органического углерода.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201904-01>

Baliuk S.¹, Bihun O.²

NSC «A.N. Sokolovsky Institute of soil science and agrochemistry», Chaikovska Str., 4, Kharkiv, 61024, Ukraine; e-mail: ¹rochva@meta.ua, ²oksana_bigun@ukr.net

Structure of a database of national digital map of stores of organic carbon in soils of Ukraine

The purpose. To develop structure of database for assessment of stores of organic carbon in soils of Ukraine according to specifications of Global soil partnership of Food and agricultural organization of United Nations (FAO-GSP). **Methods.** Scientific analysis, generalization and mathematical statistics. **Results.** Attributive database which contains necessary indexes for creation of national digital map of stores of organic carbon in soils of Ukraine by means of digital mapping and simulation of soils is developed. Attributive part of the database consists of 6 messages and contains the list of indexes describing places of soil profile, methods of determination of soils' properties and calculation of stores of organic carbon in soils of different type of land-use in conformity with specifications of Intergovernmental commission of experts on climate fluctuation. The designed database structure ensures the opportunity to derive representative data file for generalization and integrations with national database «Properties of soils of Ukraine» of NSC «A.N. Sokolovsky Institute of soil science and agrochemistry». The framed database includes the period of field investigations of soil covering beginning from 1959 up to 2016. Content of database is integrated into Global digital map of stores of soil organic carbon of FAO. **Conclusions.** The offered structure of database may be used for development of similar specialized relational databases with the purpose of their application in digital mapping and simulation of soils. Creation of the specialized processing center with the uniform harmonized system of storage of information on the state of soil covering will ensure an opportunity of its use for scientific researches and formation of soil-protecting policy of the state.

Key words: soils, database, organic carbon, stores of carbon, digital map of organic carbon.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201904-01>

Бібліографія

1. Lal R. Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security, *Science*.

2004. V. 304, Is. 5677. P. 1623–1627. doi: 10.1126/science.1097396

2. *Saskia D. Keesstra, Johan Bouma et al.* The significance of soils and soil science towards realization of the United Nations Sustainable Development Goals. *Soil*. 2016. V. 2, Is. 2. P. 111–128. doi: 10.5194/soil-2-111-2016

3. *Land Degradation Neutrality: implications and opportunities for conservation.* Technical Brief 2nd Edition. Nairobi: IUCN, 2015. 19 p.

4. *Hiederer R., Köchy M.* Global Soil Organic Carbon Estimates and the Harmonized World Soil Database. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011. 79 p. doi:10.2788/13267

5. *Budiman Minasny, Alex B. McBratney, Brendan P. Malone, Ichsani Wheeler.* Digital mapping of soil carbon. *Advances in Agronomy*. 2013. V. 118. P. 1–47. doi: org/10.1016/B978-0-12-405942-9.00001-3

6. *McBratne, A.B., Mendonça Santos M.L., Minasny B.* On digital soil mapping. *Geoderma*. 2003. V. 117, Is. 1–2. P. 3–52. doi: org/10.1016/S0016-7061(03)00223-4

7. *Global Soil Organic Carbon Map (GSOCmap)* Technical Report. Rome: FAO and ITPS, 2018. 162 p.

8. *GLOSIS — GSOCmap.* FAO, 2018. URL:

<http://54.229.242.119/GSOCmap>

9. *Лактионова Т.Н., Медведєв В.В., Савченко К.В.* и др. База даних «Свойства почв Украины» (структура и порядок использования). Харьков: Апостроф, 2012. 150 с.

10. *Полевой определитель почв;* под ред. Н.И. Полупана, Б.С. Носко, В.П. Кузьмичева. Киев: Урожай, 1981. 320 с.

11. *Laktionova T.N., Medvedev V.V., Savchenko K.V.* et al. Ukrainian soil properties database and its application. *Agricultural Science and Practice*. 2015. V. 2 (3). P. 3–8. doi: org/10.15407/agrisp2.03.003

12. *GSP Guidelines for sharing national data/information to compile a Global Soil Organic Carbon map (GSOC17).* Rome: FAO, 2017. 25 p.

13. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories;* ed. by H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe. Japan: IGES, 2006. 500 p.

14. *Orgiazzi A., Ballabio C., Panagos P.* et al. LUCAS Soil, the largest expandable soil dataset for Europe: A review. *European Journal of Soil Science*. 2018. V. 69(1). P. 140–153. doi: 10.1111/ejss.12499