Digital mapping of soil organic carbon stocks in Ukraine

K.V. Viatkin¹, Y.V. Zalavskiy², V.V. Lebed^{2*}, O.I. Sherstyuk², O.M. Bihun²,
I.V. Plisko², S.G. Nakisko²

¹Global Soil Partnership Secretariat, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy

²NSC "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky", Kharkiv, Ukraine

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Received 02.07.2019 Received in revised form 22.07.2019 Accepted 19.08.2019 Available online 01.09.2019</p> <hr/> <p>Keywords: <i>digital soil mapping; Global Soil Organic Carbon Map; GSOCmap; organic carbon; soil cover of Ukraine</i></p>	<p>Aim. Create a digital map of organic carbon stocks in the soils of Ukraine using digital soil mapping technologies. Methods. To create a digital map, spatial prediction methods were applied using R programming language. Results. Based on information on the organic carbon content in soil of Ukraine, legacy soil maps, remote sensing materials and additional topographic and climatic characteristics using the digital mapping technology, a national digital map of soil organic carbon stocks in a 0-30 cm layer with a resolution of 1x1 km was created. Modelling of the spatial distribution of organic carbon stocks in mineral soils was performed using the Random Forest algorithm, in peat lands – using the kriging method. The most significant predictors for spatial distribution of soil organic carbon stocks in the country's soil cover were soil type, climate variables, spectral reflectance of bare soil in the near infrared range of the spectrum. Conclusions. The digital map of organic carbon stocks in Ukraine's soils was developed in accordance with the specifications of the Global Soil Partnership of the United Nation Food and Agriculture Organization (FAO) and integrated into the FAO Global Soil Organic Carbon Map (GSOCmap). The created national digital map of carbon stocks in the soils of Ukraine can be used as a basis for further monitoring of organic carbon stocks, however, this task can be achieved only if a unified national soil information system is created, in which information on field surveys is accumulated and updated.</p>

*Corresponding author e-mail: swdiscover@gmail.com

Citing: Viatkin K.V., Zalavskiy Y.V., Lebed V.V., Sherstyuk O.I., Bihun O.M., Plisko I.V., Nakisko S.G. 2019. Digital mapping of soil organic carbon stocks in Ukraine. *Agrochemistry and Soil Science*. Collected papers. No. 88. Kharkiv: NSC ISSAR, P. 5-11. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss88-01>

References

1. Lal R. 2016. Soil health and carbon management. *Food and Energy Security*. 5(4):212–222.
2. Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report. Rome, FAO and ITPS. 2015; 650 p.
3. Hiederer R., Köchy M. 2011. Global Soil Organic Carbon Estimates and the Harmonized World Soil Database. Luxembourg, Publications Office of the European Union. 79 p.
4. GSP Guidelines for sharing national data/information to compile a Global Soil Organic Carbon (GSOC) map. Rome, FAO. 2016. 25 p.
5. Soil Organic Carbon Mapping Cookbook. 2nd edition. Ed Yigini Y., Olmedo G.F., Reiter S., Baritz R., Viatkin K., Vargas R. Rome, FAO. 2018. 220 p.
6. Medvedev V.V., Plisko I.V., Bihun O.M. 2015. Experience of pedotransfer modelling in the soil physics researches. *Bulletin of Agricultural Science*. 1:17–24. (Ukr.).
7. Medvedev V.V., Laktionova T.M., Plisko I.V., Bihun O.M., Sheiko S.M., Nakisko S.G. 2012. Agronomy-oriented arable lands' zoning-division per soil properties (substantiation, methods and examples). Kharkiv: City printing house. 100 p. (Ukr.).
8. Truskavetsky R.S. 2010. Peat soils and peat lands of Ukraine. Kharkiv: Miskdruk. 277 p. (Ukr.).
9. McBratney A.B., Mendonça Santos M.L., Minasny B. 2003. On digital soil mapping. *Geoderma*. 117(1-2):3–52.
10. Conrad O., Bechtel B., Bock M., Dietrich H., Fischer E., Gerlitz L., Wehberg J., Wichmann V., Boehner J. 2015. System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) v. 2.1.4. *Geoscientific Model Development*. 8(7):1991–2007.
11. Guisan A., Weiss S.B., Weiss A.D. 1999. GLM versus CCA spatial modeling of plant species distribution. *Plant Ecology*. 143(1):107–122.
12. Truskavetsky S.R. 2003. Modern approaches to mapping of soil cover of Ukrainian Polissya. *Bulletin of Kharkiv national agrarian university named after V.V. Dokuchayev*. 1:120–124. (Ukr.).
13. Polupan M.I., Solovey V.B., Velichko V.A. Classification of Ukrainian soils. Kyiv: Agrarian Science. 2005. 298 p. (Ukr.).
14. Hijmans R.J., Cameron S.E., Parra J.L., Jones P.G., Jarvis A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. 25(15):1965–1978.
15. Malone B.P., Minasny B., McBratney A.B. 2017. Using R for Digital Soil Mapping. Switzerland, Springer. 262 p.
16. Breiman L. Bagging predictors. 1996. *Machine Learning*. 24(2):123–140.
17. Global Soil Organic Carbon Map (GSOCmap). Technical Report. Rome, FAO and ITPS. 2018. 162 p.

¹Секретаріат Глобального ґрунтового партнерства, Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН, Рим, Італія

²ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», Харків, Україна

ІНФОРМАЦІЯ	АНОТАЦІЯ
Отримано 02.07.2019 Отримано після доопрацювання 22.07.2019 Затверджено до друку 19.08.2019 Доступно онлайн 01.09.2019	Метою роботи було створення цифрової карти запасів органічного вуглецю в ґрунтах України із застосуванням технологій цифрового картографування ґрунтів. Для створення цифрової карти були застосовані методи просторового прогнозування із використанням мови програмування R. Результати. На основі інформації про вміст у ґрунтах України органічного вуглецю, архівних ґрунтових карт, матеріалів дистанційного зондування та додаткових топографічних і кліматичних характеристик із використанням технологій цифрового картографування була створена національна цифрова карта запасів ґрунтового органічного вуглецю у шарі 0-30 см із роздільною здатністю 1х1 км. Моделювання просторового розподілу запасів органічного вуглецю в мінеральних ґрунтах було виконано з використанням алгоритму Random Forest, торфовищах – методом крігінга. Найбільш вагомими предикторами для прогнозування просторового розподілу запасів органічного вуглецю у ґрунтового покриві країни є тип ґрунту, кліматичні зміни, спектральний коефіцієнт відбиття відкритого ґрунту у ближньому інфрачервоному діапазоні спектра. Висновки. Цифрова карта запасів органічного вуглецю в ґрунтах України була розроблена відповідно до специфікацій Глобального ґрунтового партнерства Продовольчої і сільськогосподарської Організації Об'єднаних Націй (ФАО) і інтегрована в Глобальну карту ґрунтового органічного вуглецю ФАО (GSOCmap). Створена національна цифрова карта запасів вуглецю у ґрунтах України може бути використана, як базова для подальшого моніторингу запасів органічного вуглецю, однак реалізація цього завдання, можлива лише за умови створення єдиної національної ґрунтової інформаційної системи, у якій буде акумулюватись та оновлюватись інформація щодо польових обстежень ґрунтів.
Ключові слова:	
Глобальна карта запасів ґрунтового органічного вуглецю; GSOCmap; ґрунтовий покрив України; органічний вуглець; цифрове картографування ґрунтів.	

* E-mail: swdiscover@gmail.com

Форма цитування: Digital mapping of soil organic carbon stocks in Ukraine / K.V. Viatkin, Yu.V. Zalavskiy, V.V. Lebed [et. al] *Agrochemistry and Soil Science*. Collected papers. 2019. No. 88. Kharkiv: NSC ISSAR, P. 5-11. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss88-01>

Список використаних джерел

1. Lal R. Soil health and carbon management. *Food and Energy Security*. 2016. 5(4):212–222.
2. Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report. Rome, FAO and ITPS. 2015; 650 p.
3. 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.
4. GSP Guidelines for sharing national data/information to compile a Global Soil Organic Carbon (GSOC) map. Rome, FAO. 2016. 25 p.
5. Soil Organic Carbon Mapping Cookbook. 2nd edition. Ed Yigini Y., Olmedo G.F., Reiter S., Baritz R., Viatkin K., Vargas R. Rome, FAO. 2018. 220 p.
6. Медведєв В.В., Пліско І.В., Бігун О.М. Досвід педотрансферного моделювання у дослідженнях фізики ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2015. № 1. С. 17-24.
7. Агрономічно орієнтоване районування земель за властивостями ґрунтів (обґрунтування, методи, приклади) / В.В.Медведєв, Т.М. Лактіонова, І.В. Пліско, [та ін.]. Харків: Міська друкарня, 2012. 100 с.
8. Трускавецький П.С. Торфові ґрунти і торфовища України. Харків: Міська друкарня, 2010. 278 с.
9. McBratney A.B., Mendonça Santos M.L., Minasny B. On digital soil mapping. *Geoderma*. 2003. 117(1-2):3–52.
10. Conrad O., Bechtel B., Bock M., Dietrich H., Fischer E., Gerlitz L., Wehberg J., Wichmann V., Boehner J. 2015. System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) v. 2.1.4. *Geoscientific Model Development*. 8(7):1991-2007.
11. Guisan A., Weiss S.B., Weiss A.D. GLM versus CCA spatial modeling of plant species distribution. *Plant Ecology*. 1999. 143(1):107-122.
12. Трускавецький С.П. Сучасні підходи до картографування ґрунтового покриву Полісся. *Вісник ХНАУ*. 2003. № 1. С. 120-124.
13. Полупан М.І., Соловей В.Б., Величко В.А. Класифікація ґрунтів України. Київ: Аграрна наука, 2005. 298 с.
14. Hijmans R.J., Cameron S.E., Parra J.L., Jones P.G., Jarvis A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. 2005. 25(15):1965-1978.
15. Malone B.P., Minasny B., McBratney A.B. Using R for Digital Soil Mapping. Switzerland, Springer. 2017. 262 p.
16. Breiman L. Bagging predictors. 1996. *Machine Learning*. 24(2):123–140.
17. Global Soil Organic Carbon Map (GSOCmap). Technical Report. Rome, FAO and ITPS. 2018. 162 p.

УДК 004.9:631.4(477)

Цифровое картографирование запасов органического углерода в почвах Украины

К.В. Вяткин¹, Ю.В. Залавский², В.В. Лебедь^{2*}, О.И. Шерстюк², О.Н. Бигун², И.В. Плиско², С.Г. Накисько²

¹Секретариат Глобального почвенного партнерства, Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН, Рим, Италия

²Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского», Харьков, Украина

*E-mail: swdiscover@gmail.com

Цель. Создать цифровую карту запасов органического углерода в почвах Украины с применением технологий цифрового картографирования почв. Методы. Для создания цифровой карты были применены методы пространственного прогнозирования с использованием языка программирования R. Результаты. На основе информации о содержании в почве Украины органического углерода, архивных почвенных карт, материалов дистанционного зондирования и дополнительных топографических и климатических характеристик с использованием технологий цифрового картографирования была создана национальная цифровая карта запасов почвенного органического углерода в слое 0-30 см с разрешением 1x1 км. Моделирование пространственного распределения запасов органического углерода в минеральных почвах было выполнено с использованием алгоритма Random Forest, торфяниках – методом кригинга. Наиболее весомыми предикторами для прогнозирования пространственного распределения запасов органического углерода в почвенном покрове страны стали тип почвы, климатические переменные, спектральный коэффициент отражения открытого грунта в ближнем инфракрасном диапазоне спектра. Выводы. Цифровая карта запасов органического углерода в почвах Украины была разработана в соответствии со спецификациями Глобального почвенного партнерства Продовольственной и сельскохозяйственной Организации Объединенных Наций (ФАО) и интегрированная в Глобальную карту почвенного органического углерода ФАО (GSOCmap). Созданная национальная цифровая карта запасов углерода в почвах Украины может быть использована, как базовая для дальнейшего мониторинга запасов органического углерода, однако реализация этой задачи возможна только при условии создания единой национальной почвенной информационной системы, в которой будет аккумулироваться и обновляться информация о полевых обследованиях почв.

Ключевые слова: цифровое картографирование почв; органический углерод; почвенный покров Украины; Глобальная карта запасов почвенного органического углерода; GSOCmap.