

## Hydrus's-1D capability for assessment of soils water regime

Y. Dmytruk, V. Zakharovskyi

Yu. Fed'kovych Chernivtsi national university, Chernivtsi, Ukraine

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received 02.03.2020 Received in revised form 12.03.2020 Accepted 16.03.2020 Available online 01.06.2020	Many areas of the world already have water shortages, and climate change could make this problem worse. Water regime is one of the components of soil system and it is very important for agriculture during nowadays climate change. Due to soil moisture nutrients become available for plants, chemical elements can migrate as radial, as lateral directions. Different soils have immanent features in the movement of water, so and movement of all dissolved in water elements. The aim of this research is comparative assessment of water dynamic between different two soils types located in similar climate conditions. These soils are characterized own texture because of features their genesis, first parent materials. For the simulation of water regime, we used well-known program Hydrus-1D. For it, we were compared next parameters: pressure head, water content, hydraulic conductivity and hydraulic capacity between Haplic Luvisol and Luvic Chernozem. On base of soil texture, we calculated some parameters becoming from modelling. These soil parameters assessed in fifth times: 0th, 15th, 30th, 45th, and 60th days. Thus, during of observation time these parameters were showing significant differences between Haplic Luvisol and Luvic Chernozem, despite the similar soil forming factors. The main difference is, first, their profile distribution, and then their quantitative values of parameters. Considering the location of the studied soils on Agroecosystems, the obtained data are important for the practical use of agro-technologies. Using of Hydrus-1D, we can also predict the soils contamination. Soil leaching processes is significantly relationship with vertical transport of water. This poses a risk both the loss of the nutrients from the soil and the contamination of the groundwater [1]. Therefore, the quality of the last is closely linked to the ability of soils to infiltrate water. Significant results of our researching indicate achieved in the simulation during the first 30 days. Therefore, for modelling it is advisable to choose periods of control over parameters of the Water regime in 5-10-20-30 days. Compared to Haplic Luvisol Luvic Chernozem have optimal indices of its texture, that provide better parameters of water regime, which is due to the higher content of fine particles. Illuvial clay of Haplic Luvisol, because of elluvial-illuvial processes, has an indicated effect on the vertical distribution such a parameter of the water regime as water content and less influence on the hydraulic capacity. When included in the simulation the real amount of precipitation during the observation, data on the corresponding changes for hydraulic conductivity and less for water pressure were obtained. It is likely that the more displayed effect of rain on day 45th than in other periods maybe explained by the nature of the precipitation (downpour rather than prolonged rain).
<b>Keywords:</b>  Haplic Luvisol; Hydrus-1D; Luvic Chernozem; model; simulation; soil texture;	

E-mail: \* y.dmytruk@chnu.edu.ua

Citing: Dmytruk Y., Zakharovskyi V. 2020. Hydrus-s-1D capability for assessment of soils water regime. *Agrochemistry and Soil Science*. Collected papers. No. 89. Kharkiv: NSC ISSAR. P. 18-27. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss89-02>

### References

1. Tsapko Y., Desyatnik K., Dmytruk Y. 2014. Assessment of changes of some functions of Ukrainian acid soils after chemical amelioration. *Soil Science Annual*. Vol. 65. (3). P. 111-117. DOI: <https://doi.org/10.1515/ssa-2015-0002>.
2. Global climate Report – Annual, 2019. URL: <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201913>
3. FAO's work on climate change. *United Nations Climate Change Conference*. 2019. URL: <http://www.fao.org/3/ca7126en/CA7126EN.pdf>.
4. Šimunek J., Šejna M., Saito H., Sakai M., Van Genuchten M.Th. 2009. The HYDRUS-1D software package for simulating the one-dimensional movement of water, heat, and multiple solutes in variably-saturated media, version 4.08. Department of Environmental Sciences. University of California. HYDRUS Software Series 3. Riverside. 330 p. URL: [https://www.pc-progress.com/Downloads/Pgm\\_hydrus1D/HYDRUS1D-4.08.pdf](https://www.pc-progress.com/Downloads/Pgm_hydrus1D/HYDRUS1D-4.08.pdf).
5. Šimunek J., Van Genuchten M.Th., Šejna M. 2012. HYDRUS: Model use, calibration, and validation. *Transactions of the ASABE*. American society of Agricultural Engineers. Vol. 55(4). P. 1263-1274. DOI: <https://doi.org/10.13031/2013.42239>.
6. Chen M., Willgoose G., Saco P. 2014. Spatial prediction of temporal soil moisture dynamics using HYDRUS-1D. *Hydrological Processes*. Vol. 28(2). P. 171-185. DOI: <https://doi.org/10.1002/hyp.9518>.
7. Porn L., Yan B., Soun S., Ouk S. 2019. Effects of Loess Cavity on Soil Moisture Movement: Revealed by Soil Column and HYDRUS Model. *Journal of Water Resource and Protection*. Vol. 11(04). P. 371. DOI: <https://doi.org/10.4236/jwarp.2019.114022>.
8. Wang X., Li Y., Wang Y., Liu C. 2018. Performance of HYDRUS-1D for simulating water movement in water-repellent soils. *Canadian journal of soil science*. Vol. 98(3). P. 407-420. DOI: <https://doi.org/10.1139/CJSS-2017-0116>.
9. Minasny B., McBratney A. 2018. Limited effect of organic matter on soil available water capacity. *European journal of soil science*. Vol. 69(1). P. 39-47. DOI: <https://doi.org/10.1111/ejss.12475>.
10. Wu Y., Yang A., Zhao Y [et al.]. 2019. Simulation of soil water movement under biochar application based on the Hydrus-1D the black soil region of China. *Applied ecology and environmental research*. 2019. Vol. 17(2). P. 4183-4192. DOI: [https://doi.org/10.15666/aeer/1702\\_41834192](https://doi.org/10.15666/aeer/1702_41834192).
11. DSTU 4287:2004 Soil quality. Sampling (with abolition in Ukraine GOST 28168-89). (Ukr.).
12. DSTU 4730:2007 Soil quality. The soil granulometric composition analysis by pipette method in modification of N.A.Kachynskiy. [Existing from 2008-10-01]. Kyiv: State Committee of Ukraine for Technical Regulation and Consumer Policy. 2008. 18 p. (Ukr.).
13. Kühn P., Aguilar J., Miedema R., Bronnikova M. 2018. Textural pedofeatures and related horizons. *Interpretation of micromorphological features of soils and regoliths (Second Edition)*. P. 377-423. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53156-8.00011-8>.

14. Helevera O., Topolnyi F. 2018. Towards origin of podzolized and nonpodzolized acid soils. *Ukrainian Journal of Ecology*. Vol. 8(1). P. 516-526. DOI: [https://doi.org/10.15421/2018\\_244](https://doi.org/10.15421/2018_244). (Ukr.).
15. Jačka L., Pavlásek J., Kovář M. 2018. The effect of the layer interface on the distribution of infiltrated water in the profile of mountain podzol. In *20<sup>th</sup> EGU General Assembly, EGU2018, Proceedings from the conference held 4-13 April 2018 in Vienna Austria*. Vol. 20. P. 13767. URL: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2018EGUGA.2013767J/abstract>.
16. Balasubramanian A. 2017. Soil Forming Processes. Technical Report. University of Mysore. 10 p. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34636.00644>.
17. Géhin J.M., Aïssa R., Gehin A., Abbelmoula M., Benali O., Ernsten V., Ona-Nguena G., Upadhyay C., Ruby C. 2005. Fougérite and FeII-III hydroxycarbonate green rust; Ordering, deprotonation and/or cation substitution; Structure of hydrotalcite-like compounds and mythic ferrosichydroxide  $Fe(OH)_{(2+x)}$ . *Solid State Sciences*. Vol. 7 P. 545-572. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.solidstatesciences.2005.02.001>.
18. Mouhamad R., Atiyah A., Mohammad R., Iqbal M. 2015. Decomposition of organic matter under different soil textures. *Current Science*. Vol. 1(1). P. 22-25. URL: [https://www.researchgate.net/publication/277775445\\_Decomposition\\_of\\_organic\\_matter\\_under\\_different\\_soil\\_textures](https://www.researchgate.net/publication/277775445_Decomposition_of_organic_matter_under_different_soil_textures).
19. Wang J., Huang Y., Long H. 2016. Water and salt movement in different soil textures under various negative irrigating pressures. *Journal of Integrative Agriculture*. Vol. 15(8). P. 1874-1882. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(15\)61209-6](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(15)61209-6).
20. Belolipskyi V.O., Druhova O.P., Druhov O.N. 2019. Analysis of the soil hydrological function of steppe agrolandscapes: mathematical models of migration processes. *Agrochemistry and Soil Science*. Collected papers. No.88. NSC ISSAR. Kharkiv. P.12-21. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss88-02>.
21. Van Genuchten M.Th. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils 1. *Soil science society of America journal*. Vol. 44(5) P. 892-898. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj1980.03615995004400050002x>.
22. Hornberger G., Wiberg P., Raffensperger J., D'Odorico P. 2014. Elements of physical hydrology. Johns Hopkins University Press. Baltimore. 377 p. DOI: <https://doi.org/10.2307/1468014>.

УДК 631.4: 502.3

## Можливості програми Hydrus-1D в оцінюванні водного режиму ґрунтів

Ю.М. Дмитрук, В.А. Захаровський

Чернівецький національний університет ім. Ю.Федьковича, Чернівці, Україна

ІНФОРМАЦІЯ	АНОТАЦІЯ
<p>Отримано 02.03.2020 Отримано після доопрацювання 12.03.2020 Затвердження до друку 16.03.2020 Доступно онлайн 01.06.2020</p> <p><i>Ключові слова:</i></p> <p>Hydrus-1D; гранулометричний склад; моделювання; сірий лісовий ґрунт; чорнозем опідзолений.</p>	<p>Проблема забезпечення прісною водою постає все гостріше, і її посилюють кліматичні зміни, які спостерігаються у світі. Зростання температур повітря спричинює істотні пертурбації, які зачіпають всі аспекти життя людей. Проте особливою гостротою ця проблема набуває для сфери агровиробництва. Важливістю водного режиму ґрунтів, як одного з їх компонентів, пояснюється не тільки власне функціонуванням екосистеми як такої. Насамперед через ґрунтову вологу забезпечується живлення рослин, а також міграція хімічних елементів як в межах профілю (радіально), так і між ґрунтовими педонами (латерально). Априорі зрозуміло, що різні ґрунти володіють іманентними особливостями водного режиму, який залежить від розміщення ґрунту в конкретних умовах (всі чинники ґрунтогенезу) та характеру ґрунтоутворення. Метою виконаного дослідження є порівняльна оцінка водного режиму різних ґрунтів (сірий лісовий та чорнозем опідзолений), які просторово межують між собою, а тому немає підстав говорити про достовірну різницю кліматичних умов (температура повітря, кількість опадів, гідротермічний коефіцієнт). Проте різниця в материнських породах цих ґрунтів і, як наслідок, в кінцевому результаті генезису зумовила низку відмінностей за їх показниками, найперше – за гранулометричним складом. Саме останній є одним з основних чинників впливу на водний режим ґрунту, що власне й враховує програма Hydrus-1D. Ця програма широко використовується закордонними дослідниками, проте в Україні ще немає достатньої бази даних про результати такого моделювання. У процесі останнього нами оцінювалися такі параметри: тиск води, її вміст, гідравлічна провідність та гідравлічна ємність. У модель включено дані про грансклад генетичних горизонтів досліджуваних ґрунтів, на основі яких вказані вище параметри ґрунтів оцінювали: на початок моделювання, 15-й, 30-й, 45-й і 60-й дні від початку. Встановлено, що протягом періоду спостереження ці параметри істотно відрізняються для сірого лісового ґрунту і чорнозему опідзоленого, незважаючи на тотожні кліматичні показники. Причому виявлено, що різниця між ґрунтами більша щодо профільного розподілу аналізованих параметрів, а потім вже за їх кількісними значеннями. Результати нашого дослідження демонструють істотну динаміку параметрів симуляції в процесі моделювання протягом перших 30 днів, а надалі різниця між ними практично нівелюється. Тому для моделювання такого характеру доцільно вибирати періоди контролю параметрів водного режиму через 5-10-20-30 днів. Показники гранскладу чорнозему опідзоленого (важчий гранулометричний склад завдяки більшому вмісту дрібнодисперсних часток.), забезпечують кращі параметри водного режиму, порівняно з сірим лісовим ґрунтом. Елювіально-ілювіальні процеси, які формували сірий лісовий ґрунт та призвели до утворення ілювіальних горизонтів з підвищеним, порівняно з іншими генетичними горизонтами вмістом мулу, істотно вплинули на вертикальний розподіл такого параметра водного режиму, як вміст води та менше на гідравлічну ємність. При включенні в моделювання реальної кількості опадів, які припали на час спостереження, одержано дані моделі щодо відповідних змін для гідравлічної провідності та менше для тиску води. Цілоком ймовірно, що більш виражений ефект дощу на 45-й день, ніж в інші періоди, пояснюється характером опадів (зливи, а не тривалий помірний дощ). Отже, дані, одержані нами в процесі симуляції, зважаючи на розміщення ґрунтів в агроекосистемах, можуть застосовуватися для впровадження конкретних агротехнологій та оцінювання їхніх результатів. Зокрема, є можливість передбачення інтенсивності процесів вилуговування, які істотно залежать від вертикального переносу води. Результатом є ризики як втрати поживних речовин з ґрунту, так і забруднення підґрунтових вод. Використання Hydrus 1D дає змогу</p>

\* E-mail: y.dmytruk@chnu.edu.ua

Форма цитування: Dmytruk Y., Zakharovskyi V. Hydrus's-1D capability for assessment of soils water regime. *Agrochemistry and Soil Science*. Collected papers. No. 89. Kharkiv: NSC ISSAR. 2020. P. 18-27. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss89-02>

УДК 631.4: 502.3

## Возможности программы Hydrus-1D в оценке водного режима почв

Ю.М. Дмитрук, В.А. Захаровский

Черновицкий национальный университет им. Ю.Федьковича, Черновцы, Украина

E-mail: y.dmytruk@chnu.edu.ua

Проблема обеспечения пресной водой становится все более острой и усиливается в свете климатических изменений, наблюдаемых в мире. Рост температуры воздуха вызывает существенные возмущения, которые затрагивают все аспекты жизни людей. Однако особую остроту эта проблема приобретает в сельскохозяйственном производстве. Важность водного режима почв как одного из их компонентов объясняется не только функционированием экосистемы как таковой. В первую очередь за счет влажности почвы обеспечивается питание растений, а также миграция химических элементов как внутри профиля (радиально), так и между педонами (латерально). Априори ясно, что различные почвы имеют имманентные особенности водного режима, который зависит от размещения почвы в конкретных условиях (все факторы почвообразования) и характера формирования почвы. Целью исследования является сравнительная оценка водного режима различных почв (серая лесная и чернозем оподзоленный), которые пространственно граничат друг с другом, и поэтому нет оснований говорить о достоверном различии климатических условий (температура, количество осадков, гидротермический коэффициент). Однако разница в материнских породах и, как следствие, разница в конечном результате генезиса, обусловила ряд различий в их свойствах, в первую очередь – по гранулометрическому составу. Последний является одним из основных факторов, влияющих на водный режим почвы, что, собственно, и учитывается программой Hydrus-1D. Данная программа широко используется иностранными исследователями, но в Украине пока нет достаточной базы данных по результатам такого моделирования. В ходе последнего мы оценивали следующие параметры: давление воды, ее содержание, гидравлическую проводимость и гидравлическую емкость. Модель включает данные о грансоставе генетических горизонтов исследованных почв, на основе которых оцениваются вышеуказанные параметры почвы: в начале моделирования, 15-й, 30-й, 45-й и 60-й дни от начала. Установлено, что в период наблюдения эти параметры существенно различаются для серой лесной почвы и чернозема, несмотря на идентичные климатические показатели. Кроме того, было установлено, что разница между почвами больше по отношению к профильному распределению проанализированных параметров, а затем уже по их значениям. Результаты нашего исследования показывают значительную динамику моделируемых параметров в течение первых 30 дней, а позже разница между ними практически выравнивается. Поэтому для моделирования такого типа желательно выбрать периоды контроля параметров водного режима в 5-10-20-30 дней. Качество грансостава чернозема оподзоленного (более высокое содержание мелкодисперсных частиц) обеспечивает лучшие параметры водного режима по сравнению с серой лесной почвой. Элювиально-иллювиальные процессы, которые образовали серую лесную почву и привели к образованию иллювиальных горизонтов с увеличенным, по сравнению с другими генетическими горизонтами содержанием ила, существенно повлияли на вертикальное распределение такого параметра водного режима, как содержание воды и меньше - на гидравлическую емкость. При включении в моделирование реального количества осадков в период наблюдения получили данные относительно соответствующих изменений для гидравлической проводимости и давления воды. Вполне вероятно, что более выраженный эффект дождя на 45-й день, чем в другие периоды объясняется характером осадков (ливни, а не длительный умеренный дождь). Следовательно, данные, полученные нами в процессе моделирования, с учетом размещения почв в агроэкосистемах, могут быть использованы для внедрения конкретных сельскохозяйственных технологий и оценки их результатов. В частности, можно прогнозировать интенсивность процессов выщелачивания, которые в значительной степени зависят от вертикального переноса воды. Результатом является риск как потери питательных веществ из почвы, так и загрязнения грунтовых вод. Использование Hydrus 1D позволяет прогнозировать загрязнение почвы, что очень важно для организации эффективного мониторинга почвенного покрова и антропогенных зон воздействия.

**Ключевые слова:** Hydrus-1D; гранулометрический состав; моделирование; серая лесная почва; чернозем оподзоленный.