Аналіз гідрологічної функції ґрунтів степових агроландшафтів: математичні моделі міграційних процесів

В.О. Белоліпський^{1*}, О.П. Другова², О.Н. Другов^{2**}

¹ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», Харків, Україна

²ТОВ Землепорядна фірма «ЛАН», Старобільськ, Україна

ІНФОРМАЦІЯ	АНОТАЦІЯ
Отримано 04.12.2018 Отримано після доопрацювання 28.03.2019 Затверджено до друку 19.08.2019 Доступно онлайн 01.09.2019	Математичні моделі процесів міграції та накопичення вологи в ґрунтах степових агроландшафтів розроблено за результатами аналізу їх гідрологічної функції на прикладі чорнозему звичайного на території дослідного поля Синельниківської дослідної станції у типовому степовому агроландшафті з періодично промивним водним режимом. Методичні підходи. Математичне моделювання гідрологічних процесів міграції і накопичення вологи у шарах ґрунту і підґрунті (до 1000 см) з використанням квадратної матриці аналізу. Розрахунки зроблено за архівними та опублікованими даними досліджень і спостережень, проведених у період з 1967 до 2000 р. В результаті за даними натурних визначень балансу вмісту вологи у чорноземі звичайному з періодично промивним водним режимом встановлено, що у шарі ґрунту 0-10 см із 497 мм опадів 33,5 % (240 мм) витрачається на випаровування з поверхні ґрунту; 5,5 % (37 мм) – на стік; 23,7 % (160,4 мм) – на транспірацію рослинами; 8,8 % (59,6 мм) – на просочування у глибинні шари. Розроблено математико-статистичні моделі вологонакопичення у досліджуваному ґрунті під чорним паром для чотирьох зон (шарів) ґрунту: зона формування основної маси кореневої системи (0-150 см); зона зміни гранулометричного складу ґрунту з його обважненням (150-320 см); зона з низьким умістом вологи (320-500 см); зона капілярної кайми (глибше 500 см). Для шару 0-150 см виявлено провідні чинники і розраховано ступінь їхнього впливу на вологозабезпеченість ґрунту: щільність будови (57,2 %); вміст гранулометричної фракції <0,001 мм (26,8 %); вміст суми фракцій <0,01 мм (9,1 %); порозністість ґрунту (5,6 %); найменша (польова) вологоємність (1,3 %). За результатами досліджень сформульовано практичні рекомендації для землекористувачів: поліпшити гідрологічний режим шарів ґрунту і створити резерви накопичення вологи для території з агроценозами з глибини можливо шляхом формування на орних землях комплексу екологічних ніш із промивним водним режимом ґрунту (наприклад, система лісомеліоративних смуг), тобто, шляхом забезпечення взаємодії різних агрофонів з лісомеліоративними прийомами.
Ключові слова: агроландшафт; гідрологічна функція; ґрунт; матриця; модель; фактори	
E-mail: * belolipskiy-42@ukr.net ; ** drugov-a.n@ukr.net	

Форма цитування: Белоліпський В.О., Другова О.П., Другов О.Н. Аналіз гідрологічної функції ґрунтів степових агроландшафтів: математичні моделі міграційних процесів. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Міжвід. тем. наук. збірник. Вип. 88. Харків: ННЦ "ІГА ім. О.Н. Соколовського". 2019. С. 12-21. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss88-02>

Список використаних джерел

1. Анохин В.Л. Алгоритмы исчисления водного режима ландшафтов суши для математической модели миграционных процессов. *Почвоведение*. 1971. № 1. С.92-101.
2. Anokhin V.L., Svirezhev Y.M., Tyuryukanov A.N. The mathematical model of process migration of the radioisotope strontium in the soil. *Proceed. intern. Sympos. on Radioecology*. Stockholm, 1966, Pergamon Press, N. Y., 1967. P. 32-40.
3. Медведев В.В. Мониторинг почв Украины. Концепция. Итоги. Задачи. (2-ое пересмотренное и дополненное издание). Харьков: Изд. КП «Городская типография», 2012. 536 с.
4. Будник С.В. Оптимизация агроландшафтов. Житомир: Изд. ЖГУ им. И.Франка, 2007. 311 с.
5. Другова О.П., Кисіль В.Д. Глибокопрофільне дослідження вологості в Північному Степу України. *Вісник с.-г. науки*. 1974. №3. С. 47-52.
6. Другова О.П. До формування функціональної моделі «чорноземі степу». *Вісник ХНАУ*. 2011. №1. С. 61-65.
7. Роде А.А. Методы изучения водного режима почв. Москва: Изд. АН СССР, 1960. 243 с.
8. Шелякин Н.М., Белоліпський В.А., Головченко И.Н.. Контурно-мелиоративное земледелие на склонах. Киев: Урожай, 1990. 168 с.
9. Афанасьева Е.А. Черноземы Среднерусской возвышенности. Москва: Наука, 1966. 228 с.
10. Селезнёв К.Г. Изменение влажности от поверхности до уровня грунтовых вод в южной степи УССР. *Почвоведение*. 1970. № 9. С. 44-53.
11. Овсинский И.Е. Новая система земледелия. К 110-летию первого издания и к 100-летию второго издания. Киев: Зерно, 2010. 331 с.
12. Белоліпський В.О. Ґрунтоводоохоронна оптимізація агроландшафтів: Навчальний посібник. Суми: Університетська книга, 2012. 399 с.
13. Белоліпський В.О., Полулях М.М. Оцінка функціонування агроландшафту за показниками вологозабезпеченості та параметри його оптимізації (методичні рекомендації). За ред. доктора с.-г. наук В.О. Белоліпського. Харків, 2015. 74 с.

Analysis of the soil hydrological function of steppe agrolandscapes: mathematical models of migration processes

V.O. Belolipskyi^{1*}, O.P. Druhova², O.N. Druhov^{2**}¹NSC "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky", Kharkiv, Ukraine²Land management company "Lan", Starobilsk, Ukraine

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Received 04.12.2018 Received in revised form 28.03.2019 Accepted 19.08.2019 Available online 01.09.2019</p> <p>Keywords:</p> <p><i>hydrological function; agrolandscape; factors; matrix; model; soil;</i></p>	<p>Mathematical models of the processes of migration and accumulation of moisture in the soils of steppe agrolandscapes were developed according to the results of the analysis of soil hydrological function. As an example, chernozem ordinary was taken on the territory of the experimental field of the Sinelnikovsky experimental station in a typical steppe agrolandscape with a periodically leaching water regime. Methodical approaches. Mathematical modeling for hydrological processes of migration and accumulation of moisture in different layers of soil to a depth of 1000 cm. A square matrix of analysis was used. The calculations were performed using archival and published results of studies and observations conducted from 1967 to 2000. According to the results of field determination of moisture balance in chernozem ordinary with periodically leaching water regime, it was found: in a soil layer 0-10 cm from 497 mm of precipitation 33.5 % (240 mm) consumed for evaporation from the soil surface; 5.5 % (37 mm) go to stock; 23.7 % (160.4 mm) - for transpiration by plants; 8.8 % (59.6 mm) - filtered in deep layers. Mathematical-statistical models of moisture accumulation were developed for four vertical zones (layers) of the studied soil under black fallow: (1) zone of formation of the main root mass (0-150 cm); (2) zone of the soil texture weighting (150-320 cm); (3) zone of low moisture content (320-500 cm); (4) capillary moisture area (deeper than 500 cm). For a layer of 0-150 cm, the leading factors are established and the share of their participation in the soil moisture balance is calculated: soil bulk density (57.2 %); the content of particle size fraction <0.001 mm (26.8 %); total content of fractions <0.01 mm (9.1 %); soil porosity (5.6 %); field water capacity (1.3 %). Based on the research results, practical recommendations for land users were formulated: improvement of the soil hydrological regime and creation of reserves for moisture accumulation in the deeper layers can be achieved by forming a wide range of ecological niches with leaching water regime on arable lands (for example, a system of reclamation forest belts). Thus, the efficiency of moisture accumulation in the agrolandscape was achieved by ensuring the interaction of various agricultural backgrounds with forest-reclamation methods.</p>

E-mail: * belolipskiy-42@ukr.net; ** drugov-a.n@ukr.net

Citing: Belolipskyi V.O., Druhova O.P., Druhov O.N. 2019. Analysis of the soil hydrological function of steppe agrolandscapes: a mathematical model of migration processes. *Agrochemistry and Soil Science*. Collected papers. No. 88. Kharkiv: NSC ISSAR, P. 12-21. (Ukr.). DOI: <https://doi.org/10.31073/acss88-02>

References

1. Anohin V.L. 1971. Algorithms for calculating the water regime of land landscapes for a mathematical model of migration processes. *Pochvovedenie*. № 1. P. 92-101. (Rus.).
2. Anokhin V.L., Svirezhev Y.M., Tyuryukanov A.N. 1966. The mathematical model of process migration of the radioisotope strontium in the soil. *Proceed. intern. Sympos. on Radioecology*. Stockholm, 1966, Pergamon Press, N. Y., 1967. P. 32-40.
3. Medvedev V.V. 2012. Soil monitoring of Ukraine. Concept. Overall results. Tasks. (2nd revised and expanded edition). Kharkiv: Izd. KP «Gorodskaya tipografiya». 536 p. (Rus.).
4. Budnik S.V. 2007. Optimization of agricultural landscapes. Zhytomyr: Izd. ZhGU im. I. Franka. 311 p. (Rus.).
5. Drugova O.P., Kysil' V.D. 1974. Deep profile study of humidity in the Northern steppe of Ukraine. *Visnyk s.-g. nauky*. №3. P. 47-52. (Ukr.).
6. Drugova O.P. 2001. To the formation of a functional model of the "steppe chernozems". *Visnyk KhNAU*. №1. P. 61-65. (Ukr.).
7. Rode A.A. 1960. Methods of studying the water regime of soils. Moscow: Izd. ANSSSR, 1960. 243 p. (Rus.).
8. Shelyakin N.M., Belolipskij V.A., Golovchenko I.N. 1990. Contour-reclamation agriculture on the slopes. Kyiv: Urozhai. 168 p. (Rus.).
9. Afanas'eva E.A. 1966. Chernozems of the Central-Russian upland. Moscow: Nauka. 228 p. (Rus.).
10. Seleznev K.G. 1970. Humidity change from the surface to the groundwater level in the southern steppe of the USSR. *Pochvovedenie*. № 9. P. 44-53. (Rus.).
11. Ovsinskii I.E. 2010. New farming system. To the 110th anniversary of the first edition and to the 100th anniversary of the second edition. Kyiv: Zerno. 331 p. (Rus.).
12. Belolips'kyj V.O. 2012. Soil protection optimization of agro landscapes : Navchal'nij posibnik . Sumy: Universitets'ka knyha, 2012. 399 p. (Ukr.).
13. Belolips'kyi V.O., Poluliakh M.M. 2015. Evaluation of the functioning of the agricultural landscape in terms of water availability and parameters of its optimization (guidelines). *Za red. doktora s.-g. nauk V.O. Belolips'kogo*. Kharkiv. 74 p. (Ukr.).

Анализ гидрологической функции почв степных агроландшафтов: математические модели миграционных процессов

В.А. Белолипский^{1*}, Е.П. Другова², А.Н. Другов^{2**}

¹ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского», Харьков, Украина

²Землеустроительная фирма «Лан», Старобельск, Украина

E-mail: * belolipskiy-42@ukr.net; ** drugov-a.n@ukr.net

Математические модели процессов миграции и накопления влаги в почвах степных агроландшафтов разработаны по результатам анализа их гидрологической функции. Как пример взят чернозем обыкновенный на территории опытного поля Синельниковской опытной станции в типичном степном агроландшафте с периодически промывным водным режимом. Методические подходы. Применили математическое моделирование гидрологических процессов миграции и накопления влаги в различных слоях почвы до глубины 1000 см. Использовали квадратную матрицу анализа. Расчеты выполнены с использованием архивных и опубликованных результатов исследований и наблюдений, проведенных с 1967 по 2000 г. По результатам полевых определений баланса влаги в черноземе обыкновенном с периодически промывным водным режимом установили, что в слое почвы 0-10 см из 497 мм осадков 33,5 % (240 мм) расходуется на испарение с поверхности почвы; 5,5 % (37 мм) идет на сток; 23,7 % (160,4 мм) – на транспирацию растениями; 8,8 % (59,6 мм) – просачивается в глубокие слои. Разработаны математико-статистические модели накопления влаги для четырех вертикальных зон (слоев) исследуемой почвы под черным паром: (1) Зона формирования основной массы корневой системы (0-150 см); (2) Зона утяжеления гранулометрического состава почвы (150-320 см); (3) Зона низкого содержания влаги (320-500 см); (4) Зона капиллярной каймы (глубже 500 см). Для слоя 0-150 см установлены ведущие факторы и рассчитана доля их участия в балансе влаги в почве: плотность сложения (57,2 %); содержание гранулометрической фракции <0,001 мм (26,8 %); содержание суммы фракций <0,01 мм (9,1 %); пористость почвы (5,6 %); наименьшая (полевая) влагоемкость (1,3 %). По результатам исследований сформулированы практические рекомендации для землепользователей: улучшение гидрологического режима почвы и создание резервов накопления влаги в глубоких слоях может быть обеспечено путем формирования на пахотных землях широкого спектра экологических ниш с промывным водным режимом почвы (например, система лесомелиоративных полос). Таким образом, эффективность накопления влаги в агроценозе достигается путем обеспечения взаимодействия различных агрофонов с лесомелиоративными методами.

Ключевые слова: агроландшафт; гидрологическая функция; матрица; модель; почва; факторы.