UDC 351.777.6; 502.51(282.03)

DYNAMICS OF BACTERIOLOGICAL POLLUTION OF GROUNDWATER

O. V. Bereziuk, berezyukoleg@i.ua, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

The issue of water pollution is relevant for Ukraine, as its water resources are increasingly polluted by emissions of insufficiently treated wastewater [1-3], industrial [4-6] and municipal waste [7], thermal waters of CHPs, runoff of fertilizers, pesticides and herbicides from agricultural lands, as well as acid rain [1]. Groundwater pollution affects the microbiological parameters of water and its toxicity, and in the horizontal direction, bacteriological contamination of the aquifer can spread over a significant area from the source of contamination [8]. Groundwater pollution occurs, in particular, due to intensive agricultural production, which leads to a deterioration in the quality of drinking water due to an increase in the content of nitrates, phosphorus, organic compounds and bacteriological contamination [9, 10]. The growth of the areas of overloaded landfills and landfills, as well as those that violate environmental safety standards, threatens environmental pollution (atmosphere, hydrosphere and lithosphere), in particular through bacteriological contamination of soils and groundwater by microorganisms (E. coli, streptococci, staphylococci and ascaris), which are pathogens and carriers of diseases [11-14], adjacent land plots [15], groundwater and drinking water sources. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 2024 in particular contains a list of objects prohibited for placement that pose a threat of microbial contamination of water supply sources [16].

In the materials of the work [1], it is noted that groundwater pollution, primarily soil pollution, is one of the main environmental problems of the Chernihiv region, and to improve the ecological state of the region's water resources, it is proposed to carry out a set of measures that should ensure the normal state of water bodies: reduce the volume of polluted water discharges into water bodies by improving technological processes, improve wastewater treatment, carry out full utilization of livestock effluents, etc.

Agricultural production has a significant impact on the pollution of water resources and soil fertility indicators, and the activities of agricultural enterprises exert significant pressure on the biological system, including through bacteriological pollution of groundwater [17].

The article [18] states that in addition to physical and chemical pollution, biological pollution of surface waters, in particular microbial pollution, has become extremely widespread, the test indicator of which is E. coli. The ecological and sanitary condition of water from the hydraulic structures of Kremenchuk was monitored as a source of microbial pollution of surface waters of the Dnipro River. The impact of bacterial pollution of drainage channel discharges on the microbiological indicators of water in the Dnipro River downstream was established.

In work [19], the author concluded that groundwater, as well as sources of decentralized supply, are in an unsatisfactory condition and in most cases are the cause of people's diseases with infectious and non-infectious diseases. Percolating together with sewage and atmospheric precipitation and part of surface runoff, pollutants penetrate the hydrogeosphere (the underground part of the hydrosphere), which causes changes in the physicochemical and organoleptic properties of groundwater, and therefore, drinking water [20].

In Vinnytsia region, as of 2011, in more than 60% of public wells, the water did not meet sanitary standards for bacteriological indicators [21], and in 2023, 45.3% of water samples from wells did not meet the standards for bacteriological indicators [22]. The quality of well water turned out to be 16.8% worse than tap water for bacteriological indicators. The non-compliance of water quality with sanitary legislation is one of the causes of infectious (viral hepatitis, typhoid fever, rotavirus infection, etc.) and non-infectious (pathologies of the digestive, cardiovascular, endocrine systems, etc.) diseases.

The article [23] investigated the chemical state and bacteriological contamination of

surface and wastewater from mine dumps of the Boryslav ozokerite deposit. According to the results of sanitary and bacteriological studies, it was found that the ozokerite mining dumps, which were formed as a result of dumping unnecessary rock, are a source of environmental and surface water pollution. The water that passed through the dumps was enriched on average by 11 times in terms of total microbial count, and the coli-index increased by 15 times compared to the control. The presence of a large number of Escherichia coli in surface and wastewater is caused by the fact that there are landfills near and on the territory of the Boryslav ozokerite deposit, and with increasing temperature, the number of pathogenic microorganisms increases sharply.

The materials of the article [24] provide data on the concentrations of saprophytic bacteria in the 0-20 cm layer of sod-weakly podzolic soil adjacent to MSW landfills. The authors of the work [25] provide data on changes in the sanitary and bacteriological composition of MSW during composting. The scientific article [14] revealed a wider range of sanitary and bacteriological composition of MSW in the spring (Escherichia coli, streptococci, staphylococci and ascarids) due to the presence of staphylococci and ascarids, which are absent in MSW during summer composting. In the MSW environment, pathogenic bacteria develop alongside saprophytic bacteria, which are carriers of various diseases, such as hepatitis, tuberculosis, dysentery, ascariasis, respiratory, allergic, skin and other diseases [26].

In [27], the regression dependence of the level of microbiological contamination of groundwater by the total microbial count on the distance to the solid waste landfill in the city of Myronivka, Obukhiv district, Kyiv region, was determined, which was used to determine the safe distance for the placement of MSW landfills from drinking water sources based on the level of microbiological contamination of groundwater by the total microbial count.

In [28], the regression dependence of the level of microbiological contamination by total coliforms of groundwater on the distance to the MSW was determined, which was used to determine the safe distance for the placement of MSW landfills from drinking water sources based on the level of microbiological contamination by total coliforms of groundwater.

In the scientific work [29], the regression dependence of the activity of biological processes in MSW on the degree of their compaction over time was determined using the Box-Wilson multifactorial experiment planning method, which established that the activity of biological processes in MSW depends most on their density, and least on time.

In the materials of the article [30], mathematical models of the dependence of the concentrations of only saprophytic bacteria in the soil on the distance to the MSW landfill were constructed, which made it possible to establish that with the approach of the landfill, the concentration of saprophytic aerobic bacteria, necessary for biochemical reactions of decomposition of the organic fraction of MSW in places of their burial and self-purification of the soil from foreign organic substances, significantly decreases.

Table 1 shows the levels of bacteriological contamination of groundwater measured at different times at different depths [31]. The data are presented in the form of total microbial count (TMC) for mesophilic anaerobic and facultative anaerobic microorganisms, which is determined by the number of colony-forming units (CFU) per 1 cm^3 of the studied material.

Table 1 – Levels of bacteriological contamination of groundwater by mesophilic anaerobic and facultative anaerobic microorganisms (FAM), CFU/cm^3, measured at different times at different depths [31]

Measurement date		05.04.2019	16.12.2020	09.02.2024	26.07.2024
Measurement time, days		1	622	1772	1940
Measurement depth, m	45	26	18	5	–
	51.5	–	–	–	3
	111.5	42	32	–	2

The data presented in Table 1 can be processed using a rotatable central compositional design of the second-order experiment by the Box-Wilson method and the developed computer program "PlanExp", which is protected by a certificate of copyright registration for the work [32] and described in detail in the works [33, 34] to obtain a multifactorial regression dependence that describes the dynamics of the level of bacteriological contamination of groundwater.

Thus, data have been identified that can be processed to determine a multifactorial regression dependence that describes the dynamics of the level of bacteriological contamination of groundwater using the developed computer program "PlanExp".

REFERENCES

1. Барановська О. В., Захлинюк М. С. Водні ресурси Чернігівщини та їх екологічний стан // Збірник наукових праць викладачів природничо-географічного факультету. Ніжин, 2009. Випуск 3. С. 60-69.

2. Rusnak I. et al. Conceptual options for the development and improvement of medical science and psychology. International Science Group, 2023. 117 p.

3. Khrebtii H. et al. Innovative ways of improving medicine, psychology and biology. Primedia eLaunch, 2023. 305 p.

4. Савицький М. та ін. Педагогічні студії з підготовки будівельно-архітектурних фахівців: дидактичний та виховний аспекти. Дніпро: ПДАБА, 2022. 483 р.

5. Kazachiner O., Boychuk Y., Halii A. Theoretical foundations of pedagogy and education. International Science Group, 2022. 602 p.

6. Azarenkov V. et al. Modern teaching methods in pedagogy and philology. Primedia eLaunch, 2023. 580 p.

7. Березюк О. В. Мікробіологічне забруднення ґрунтових вод у місці знаходження полігону твердих побутових відходів // Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів : збірник матеріалів ІІІ Міжнародної науково-практичної конференції, 25-27 жовтня 2021 р. Київ: ПРО ФОРМАТ, 2021. С. 23-25.

8. Мадж С. М. Токсикологічна оцінка якості ґрунтових вод на територіях, прилеглих до об’єктів цивільної авіації // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. 2014. № 24. С. 60-65.

9. Ткачук В. І. Екологізація виробництва як пріоритет процесу диверсифікації агарних підприємств // Ефективна економіка. 2014. № 4.

10. Березюк О. В., Павлюк В. В. Перспективи використання параметрів відбитого світла для вимірювання рівня забрудненості води // Електронне наукове видання матер. XLII рег. наук.-техн. конф. професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів ВНТУ. URL: http://conf.vntu.edu.ua/allvntu/2013/ineek/txt/pavlyuk.pdf

11. Чорна В. В., Хлєстова С. С., Гуменюк Н. І. Показники захворюваності і поширеності та сучасні погляди на профілактику хвороб // Вісник Вінницького національного медичного університету. 2020. Т. 24, №1. С. 158-164.

12. Піскун Р. П., Горбатюк С. М. Функціональна морфологія головного мозку при атеросклерозі в експерименті та під впливом вінпоцетіну // Таврійський медико-біологічний вісник. 2006. Т. 9, № 3. С. 100-113.

13. Шевчук Т. І., Шкарупа В. М., Хлєстова С. С. Антропогенна зміна довкілля як фактор поширення паразитарних захворювань людини // Довкілля і здоров'я : матеріали наук.-практ. конф., 27-28 квіт. 2017 р. Тернопіль, 2017. С. 220-222.

14. Горбатюк С. М., Гринчак Н. М., Мусатова К. В. Лігногумат натрію як модифікатор мутагенних ефектів мітоміцину С // Ліки людині. Сучасні проблеми фармакотерапії і призначення лікарських засобів: матер. І Міжнар. наук.-практ. конф., 30-31 березня 2017. Харків: Національний фармацевтичний університет, 2017. Т. 2. С. 97.

15. Березюк О. В., Горбатюк С. М., Березюк Л. Л. Моделювання динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час літнього компостування // Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2013. № 4. С. 17-20.

16. Кабмін України. Постанова № 2024 “Про правовий режим зон санітарної охорони водних об'єктів”. 18.12.1998. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2024-98-%D0%BF#Text

17. Погріщук Б. В. Екологічні засади розвитку аграрної економіки у концепції сталого розвитку // Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. Серія „Економічні науки”. 2019. № 4. Т. 1. С. 368-377.

18. Зюман Б. В., Пасенко А. В., Касай О. В. Екологічна ситуація стану поверхневих вод р. Дніпро щодо мікробного забруднення // Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист. 2012. № 4. С. 90-96.

19. Павлюк Н. В. Оцінка якості природної води // Збірник наукових праць ЖНАЕУ. Ж.: ЖНАЕУ. 2014. С. 75-79.

20. Злобін Ю. А. Загальна екологія: навчальний посібник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2003. 416 с.

21. Петрук В. Г., Гайдей Ю. А., Вовк О. С. Аналіз стану якості питної води у колодязях м. Вінниці та Вінницької області // Збірник наукових праць ВНАУ. 2011. № 8(48). С. 119-123.

22. Гуфельд К. Оприлюднено результати досліджень якості води на Вінниччині. 23 березня 2024. URL: https://presspoint.in.ua/2024/03/23/opryliudneno-rezultaty-doslidzhen-iakosti-vody-na-vinnychchyni/

23. Кречківська Г. В. Дослідження стічних та поверхневих вод відвалів Бориславського озокеритового родовища // Науковий часопис НПУ імені МП Драгоманова. Серія 20: Біологія. 2013. № 5. С. 174-181.

24. Гринчишин Н. М., Лозовицька Т. М. Вплив важких металів на мікробоценоз дерново-слабопідзолистого ґрунту // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Ґжицького. Т. 11, № 2(41), Ч. 4, 2009. С. 54-57.

25. Deportes I., Benoit-Guyod J.-L., Zmirou D., Bouvier M.-C. Microbial disinfection capacity of municipal solid waste (MSW) composting. Journal of Applied Microbiology. 1998. No 85. P. 238-246.

26. Лехмус О. О. Методи та технології переробки побутових і суднових відходів. Миколаїв: НУК, 2004. 48 с.

27. Березюк О. В., Хлєстова С. С., Климчук І. М., Березюк Л. Л. Вплив наближення до полігону твердих побутових відходів на рівень мікробіологічного забруднення ґрунтових вод за загальним мікробним числом // Наукові праці ВНТУ. 2023. № 1. 7 с.

28. Березюк О. В., Хлєстова С. С., Гринчак Н. М., Горбатюк С. М. Залежність рівня мікробіологічного забруднення загальними коліформами ґрунтових вод від відстані до полігону твердих побутових відходів // Наукові праці ВНТУ. 2021. № 3. 7 с.

29. Березюк О. В., Горбатюк С. М., Березюк Л. Л. Регресійна залежність активності біологічних процесів у твердих побутових відходах від ступеня їхнього ущільнення з часом // Наукові праці ВНТУ. 2020. № 2. 5 с.

30. Березюк О. В., Березюк Л. Л. Побудова моделей залежності концентрацій сапрофітних бактерій у ґрунті від відстані до полігону захоронення твердих побутових відходів // Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2017. № 1. С. 36-39.

31. Барило А. А., Морозов Ю. П., Бачеріков О. В., Лобанова І. В. Результати дослідження бактеріологічних змін у водоносних горизонтах в умовах підвищення температури // Відновлювана енергетика. 2024. № 4 (79). С. 112-118.

32. Березюк О. В. Комп’ютерна програма "Планування експерименту" ("*PlanExp*"). Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 46876. Київ : Державна служба інтелектуальної власності України. Дата реєстрації: 21.12.2012.

33. Березюк О. В. Моделювання компресійної характеристики твердих побутових відходів у сміттєвозі на основі комп’ютерної програми "*PlanExp*" // Вісник ВПІ. 2016. № 6. С. 23-28.

34. Березюк О. В. Планування багатофакторного експерименту для дослідження вібраційного гідроприводу ущільнення твердих побутових відходів // Вібрації в техніці та технологіях. 2009. № 3 (55). С. 92-97.