

ASSESSMENT OF WATER QUALITY IN THE RIVER LOPAN WITHIN THE BOUNDARIES OF KHARKIV REGION

В.Г. Клименко, Н.І. Черкашина. ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ РІЧКИ ЛОПАНЬ У МЕЖАХ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТ. У статті розглядаються особливості дослідження якості води річок за методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. У статті визначені наступні основні недостатньо вивчені проблеми: зміни гідрологічних характеристик річки Лопань в межах Харківської області за період 1980-2014 рр; визначенні основні фактори формування якості поверхневих вод середніх річок, до яких відноситься річка Лопань, а саме основними з яких є залежність від часу проходження водопілля, характеру його живлення, від наявності стоку з ґрунту, також довжина річки, глибина її ерозійного врізу, наявність приток; визначили хімічний склад поверхневих вод та його зміни за період 1980-2014 рр.; подана оцінка якості води річки Лопань за методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями; визначили основні джерела забруднення за відповідні роки та основні інгредієнти забруднення вод.

Ключові слова: хімічний склад вод річки, якість води річки, оцінка якості води річки.

В.Г. Клименко, Н.И. Черкашина. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ ЛОПАНЬ В ГРАНИЦАХ ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ. В этой статье обсуждаются возможности исследования качества воды рек, оценки качества поверхностных вод за соответствующими категориями. В статье определены следующие основные проблемы недостаточно изучены: изменения гидрологических характеристик рек Лопань в Харьковской области за период 1980-2014 г.; определение основных факторов формирования поверхности воды качества средних рек, к которым относится река Лопань, а именно, основные из которых являются зависимость от времени прохождения половодья, характер его питания, от наличия стока из почвы, также длины реки, глубины ее эрозионного вреза, наличие приток; определили химический состав поверхностных вод та его изменения в период 1980-2014 гг.; подана оценка качества воды реки Лопань за методикой экологической оценки качества поверхностных за соответствующими категориями; определены основные источники загрязнения за соответственные годы и основные компоненты загрязнения вод.

Ключевые слова: химический состав вод реки, качество воды реки, оценка качества воды реки.

Formulation of the problem. Interest in water quality as the foundation of life on Earth was expressed by humans already in ancient times. That is why it first became an object of research of philosophers: Greek philosopher Aristotle (322 BC.) who stated that water was the same as rocks through which it flowed; Roman naturalist Pliny Junior (23 - 79 AD.) who attempted to describe the properties of thermal waters widely used in ancient Rome. Only 100 years later, in 1871, D.I. Mendyelyeyev in his work "Principles of Chemistry" noted for the first time that water is a natural solution of salts.

Growing anthropogenic load on water resources and water quality deterioration have caused development of application areas in hydrochemistry, but all efforts of the scientists were directed to study the effects of human impacts on water resources without detection of the chemical composition formation and water quality. This task was formulated by V.K. Khilchevsky as the need to "... take into account the importance of natural position on the relationship between water facilities (their quantitative and qualitative characteristics) and landscape components and dynamics of human activities" [17,18]. A. V. Yatsyk proposed the concept of basin eco-system water use management [20].

Therefore, we believe that the actuality of this article lies in the implementation of a systematic approach to the study of natural water quality of the river Lopan (within Kharkiv region).

Analysis of recent research and publications.

History of groundwater hydro-chemical studies can

be divided into three periods: 1920 - 1950; 1950-1970; 1970- to the present day.

During the first period (1920-1950) almost all hydro-chemical studies were descriptive. Scholars G.I. Dolgova, S.K. Lebedeva, B.A. Skopintseva and M.K. Taran greatly contributed to the development of knowledge about the chemical composition of water.

The second period (1950-1970) is characterized by intensive development of complex hydro-chemical and hydro-biological studies of water bodies.

A number of forecast methods for chemical composition of water reservoirs were developed during that period, as well as the technique to forecast organic content and nutrients in the existing and planned large lowland reservoirs in the early years of their formation that was proposed for the first time in home and foreign practice.

The third period (from 1970 up to the twenty-first century) is characterized by the expansion of surface water quality research, as the impact of human activity on surface water is increasing, and as a result, the quality of surface waters deteriorates.

Scholars O.O. Alexin, A.M. Gorev, V.M. Zhukynsky, F.F. Kirkov, A.M. Nikanorov, A.V. Ogievskyi, A.P. Oksijuk, N.P. Puzyrevsky, V.D. Romanenko, S.I. Snizhko, V.K. Khilchesky, A.P. Yatsyk and others studied water quality of rivers [4-16]. But they all studied mainly large river basins, and we propose to investigate changes in chemical composition of an average river.

The purpose of the article is to assess the contemporary conditions of the Lopan river water quality within Kharkiv region during 1980 - 2014 establishing priorities regarding surface water in the area and the necessary measures to protect the river.

Presentation of the main material

The river Lopan originates on the northern outskirts of the village Vesela Lopan in Belgorod district, Belgorod region. The river flows first southwest, then gradually turns to the south and southeast flowing into the river Uda in the southern part of Kharkiv. The length of the river is 96 km (within the region 71 km), the river catchment area is 2000 km² (1520 km² within the region), the average catchment height is 170.7 m. The river valley is erosion-accumulative, valley slopes gradient is 5 - 20 °. The floodplain is located asymmetrically to the channel, but there are areas with a symmetrical arrangement. The width of the floodplain is 50 - 200 m, relative height above mean low-flow water levels is 1 - 3 m, the depth of flooding at maximum spending a year supply is 1% - 0.9 m, 5% - 0.6 m, 25% - 0 m. The duration of flooding is 5 - 12 days.

The riverbed is of a trapezoid shape, width 15 - 25 m, depth reaches 1.0 - 2.5 m in the shallows, on the rifts - 0.3 - 0.5 m. The average speed of the river is 0.2 - 0.5 m / s [2,3].

The longitudinal profile describes changes in the length of the river flow along the marks of a free water surface, marking the source of the Lopan 183.6 m and the mouth - 95.2 m. The river fall is 88.4 m, average slope and weighted average is 0.92 and 0.79 m / km, respectively.

River Lopan refers to the eastern-european type that has a high spring flood, low summer and winter low flow. The river is fed mostly by snow with a relatively large share of soil runoff compared to the rain.

The rate of annual runoff of the Lopan is 90.1 million m³. Annual runoff distribution on the months and seasons is due to the laws of inner annual changes in precipitation and evaporation as well as geomorphological structure of the basin, hydrographic and hydrogeological conditions, nature of soil, vegetation and economic activity in the basin of the watercourse. In spring flood accounts for 70% of the annual flow of the river. Spring flood peak is in March.

The hydrographic network of the Lopan basin is underdeveloped, the river network density factor is 0.19 km / km². The river has 1 tributary more than 10 km long and 20 tributaries 10 km or less.

The flow and the amount of rain floods in the Lopan is much less than relevant characteristics of the spring flood. However, in some years the summer - autumn low flow on the river Lopan is inter-

rupted by downpours causing the level rise, reaching 0.5 - 1.0 meters, sometimes 1.6 - 2.0 m.

Sediment drain is caused by the channel spill and erosion processes in the catchment area. The largest number of suspended sediment is noticed in the spring flood period, and the lowest - in the low water period. Suspended sediment drain in the Lopan is characterized as follows: turbidity - 400 m/h, average flow of suspended sediment - 1.14 kg/s, the volume of solid runoff - 36 thousand m³/year.

Thermal and ice regime of the river Lopan is determined by the drain thermal balance, morphometric characteristics of bed and anthropogenic conditions. On the river Lopan ice phenomena are observed beginning in mid-November, stable ice conditions are set at the end of November. The duration of freezing is on average 88 days. Ice phenomena are over in late March.

Water regime of the river and reservoirs, conditions of their supply and water exchange are essential in the formation of the water chemical composition in the Lopan. Water composition depends on the flood transit time, the nature of its supply (snow, rain, underground) and the availability of soil runoff. The length of the river, the depth of erosion downcutting, availability of tributaries, etc. influence on the changes in water composition. [5,6,7].

For local runoff water the main process of their chemical composition formation is dissolving the mineral and organic matter in the catchment.

The Lopan surface water quality conditions were assessed on "Methodology of environmental assessment of surface water quality for the respective categories" for the period from 1980 to 2014 including 21 hydrophysical, hydrochemical indicators [12].

Salt block. Among the natural factors a value of water consumption has the greatest impact on the quality of water; its increase leads to reduction of water salinity. Thus, the largest water consumption was observed in 1980 and the feature that year was the lowest typical mineralization. In recent years, water consumption has been reducing and almost everywhere we notice the increase of chlorides and sulfates in water. We have found out that according to the salt content the surface water of the Lopan belongs to class II- III water quality (table 1).

Trophy-saprobiological block. The evaluation was completed on 11 hydrophysical and hydrochemical parameters (Table. 2). The concentration of hydrogen ions (pH) is one of the most important indicators of water quality affecting chemical balance of many elements and is important for the chemical and biological processes. The pH of surface waters in the river Kharkiv over the period under the study varied in a narrow range of values -

Table 1

Salt block on the river Lopan

Иindexes	1980		1985		1990		1995		2000		2005		2010		2014	
	Concentration mg/dm ³	Category	Concentration mg/dm ³	Category	Concentration mg/dm ³	Category	Concentration mg/dm ³	Category	Concentration mg/dm ³	Category	Concentration mg/dm ³	Category	Concentration mg/dm ³	Category	Concentration mg/dm ³	Category
Total ions	789	3	668	2	671	2	624	2	883	3	762	3	1012	4	871	3
Chlorides	83,8	4	78,8	4	89,1	4	62,1	3	79,7	4	42	3	148	4	64,1	3
Sulphates	51,2	2	81,7	3	85,8	3	134,5	4	104,5	4	130	4	23,7	1	221,1	6
I ₁ =	3,00		3,00		3,00		3,00		3,67		3,33		3,00		4,00	

Table 2

Trophy-saprobiological block of indexes on the river Lopan

Indexes	1980		1985		1990		1995		2000		2005		2010		2014	
	Concentration mg/dm ³	Category	Concentration mg/dm ³	Category	Concentration mg/dm ³	Category	Concentration mg/dm ³	Category	Concentration mg/dm ³	Category	Concentration mg/dm ³	Category	Concentration mg/dm ³	Category	Concentration mg/dm ³	Category
Suspended substances	74,1	6	5,6	2	70,0	6	25,4	4	11,5	3	9,32	2	12,3	3	17,7	3
transparency	26	6	18	7	8	7	27	6	28	6	30	6	25	6	24	6
pH	7,6	2	7,6	2	7,5	1	7,7	2	7,6	2	7,7	2	7,8	2	7,82	2
Nitrogen ammonia	1,08	6	0,69	5	0,56	5	0,62	5	0,9	5	0,62	5	0,44	4	1,64	6
Nitrogen nitrite	0,18	7	0,03	5	0,27	7	0,04	5	0,09	6	0,03	5	0,05	5	0,14	7

Nitrogen nitrate	2,53	7	2,12	6	1,09	6	0,71	5	0,64	4	0,87	5	0,19	1	1,82	6
Phosphorus phosphate	0,23	6	0,61	7	0,44	7	0,47	7	0,88	7	0,18	5	0,21	6	0,79	7
Dissolved oxygen	8,19	1	12,4	1	7,08	2	8,79	1	9,07	1	9,36	1	11,3	1	7,81	2
% saturation	85	3	90	3	64	5	78	4	85	3	81	3	91	2	73	4
Biochromium oxidation	44,3	6	56,0	6	44,7	6	52,4	6	34,0	5	38,2	5	47,1	6	29,7	4
BOD ₅	3,77	4	2,01	3	6,79	5	3,79	4	3,76	4	1,63	2	10,0	6	5,35	5
I ₂ =	4,91		4,27		5,18		4,45		4,18		3,73		3,82		4,73	

Table 3

Block of specific toxic effect substances on the river Kharkiv

Indexes	1980		1985		1990		1995		2000		2005		2010		2014	
	Concentration mg/dm ³	Category	Concentration mg/dm ³	Category	Concentration mg/dm ³	Category	Concentration mg/dm ³	Category	Concentration mg/dm ³	Category	Concentration mg/dm ³	Category	Concentration mg/dm ³	Category	Concentration mg/dm ³	Category
Copper	1,8	3	—	—	8	4	—	—	13,3	5	5,8	4	3,2	4	1,1	2
Zink	45,3	4	—	—	57,6	5	—	—	12,9	2	21,3	4	19,0	3	15	2
Manganese	—	—	—	—	—	—	—	—	37,3	3	64,2	4	81,0	4	49	3
Iron	0,18	1	—	—	0,21	1	0,29	1	0,31	1	0,16	1	0,12	1	0,12	1
Petroleum products	0,32	3	1,31	5	0,43	3	1,31	5	0,16	2	0,15	2	0,03	1	0,03	1
Phenols	0,009	6	—	—	0,005	5	—	—	0,003	5	0,002	4	0,001	3	0,002	4
STES	0,01	2	0,04	4	0,03	4	0,04	4	0,03	4	0,04	4	0,01	2	0,01	2
I ₂ =	3,17		4,5		3,67		3,33		3,14		3,29		2,57		2,14	

7.5 (1990) to 7.82 (2014).

The Lopan water is characterized by a high content of mineral nitrogen ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$). Thus, ammonia nitrogen varied over the period from 0.44 mg / dm³ (2010) to 1.64 mg / dm³ (2014), nitrite nitrogen - 0.03 mg / dm³ (1985, 2005) to 0.27 mg / dm³ (1990), nitrate nitrogen - from 0.19 mg / dm³ (2010) to 2.53 mg / dm³ (1980). Increasing concentrations of nitrite and ammonium ions indicate fresh pollution, while an increase in nitrate - pollution in the past.

Phosphorus is a major nutrient element determining productivity of the reservoir. An important factor in increasing phosphorus content in surface waters, often leading to significant reservoir eutrophication, is human economic activity. The highest content of phosphorus in the Lopan water was found in 2000 - 0.88 mg / dm³, the lowest - 0.18 mg / dm³ in 2005. Phosphorus compounds are generated during biological processing of waste water and food residues, in the purification of industrial sewage. The content of dissolved oxygen in the Kharkiv river water was within acceptable standards.

Thus, trophy-saprobiological block water refers to 3class.

Block of specific toxic effect substances (tab. 3).

Regarding heavy metals, their concentration in the water of the Kharkiv river have been decreasing since 1980. These toxic substances enter the surface water of the river mostly from industrial effluents and therefore a reduction in industrial production has led to a reduction in anthropogenic pressure on

aquatic ecosystems. Thus, copper concentration in the water of the Lopan varies from 13.3 mg / dm³ (2000) to 1.1 mg / dm³ (2014), zinc – from 57.6 mg / dm³ (1990) to 12.9 g / dm³ (2000), oil and phenols content is also decreasing. Pollution of the river water with sewage and household waste causes an increase in phenols, detergents, oil, etc.

The Lopan water as to the block of specific substances refers to class 2-3.

In recent years, despite the decrease in discharge volume of pollutants into the water of the river Lopan, its water is still contaminated. But the main sources of pollution have changed, while in the past industry, agriculture and domestic sewage were the main polluters, at present the main polluters of water are BWC "Dykanivskyy" and CE "Kharkivvodokanal".

Conclusion. Thus, according to the environmental index the quality of surface water of the river Lopan during 1980-2014 practically did not change, 2-3 grade (water is quite clean, slightly contaminated), but in recent years there has been no improvement in water quality of the river.

In previous years industry was the main source of water pollution of the river Lopan, but in recent years it has been municipal services, industrial enterprises and agriculture. The river Lopan was the most polluted in 1990, the least - in 2010. The biggest pollutants in the river Lopan were nitrite nitrogen, nitrate nitrogen, phosphorus and phosphate phenols.

References

1. Alekin O.A. *Fundamentals of hydrochemistry* / O.A. Alekin. – L.: Hydrometeoizdat, 1970.
2. Vyshnevsky V.I. *Rivers and reservoirs of Ukraine. State and use* / V.I. Vyshnevsky. – K.: Vipol, 2000. – 367 p.
3. Vyshnevsky V.I. *Hydrological characteristics of rivers of Ukraine* / V.I. Vyshnevsky, O.O. Kosovets. – K., 2003. – 324 p.
4. *Hydrochemistry of Ukraine: Textbook* / L.M. Gorev, V.I. Peleshenko, V.K. Khilchevsky. – K.: High School, 1995. – 307 p.
5. *Hydrology, hydrochemistry, hydroecology: Coll. Science Works* / Executive editor V.M. Khilchevsky. – K.: VTL Obrih, 2007. – Vol. 5. – 400 p.
6. *Methods of water cleaning* / Khilchevsky V.K., Gorev L.M., Peleshenko V.I. – K.: Kyiv University, 1993. – 115 p.
7. Nikanorov A.M. *Hydrochemistry: Textbook*. – L.: Hydrometeoizdat, 1989. – 347p.
8. Ogievsky A.V., Oppokov Ye.V. *Hydrometry: Textbook for higher technical educational institutions*. – K.: State Publishing House of Ukraine, 1930.
9. Peleshenko V.I. *General Hydrochemistry: Textbook* / V.I. Peleshenko, V.K. Khilchevsky. – Kyiv: Lybid, 1997. – 384 p.
10. Petin A.N. *Analysis and evaluation of quality of surface water: Textbook* / A.N. Petin, M.H. Lebedev, O.V. Krymskaya. Belgorod: Belsu Publishing House, 2006. – 252 p.
11. Romanenko V.D. *Fundamentals of Hydroecology: textbook* / V.D. Romanenko. – K.: Oberegy, 2001. – 728 p.
12. Romanenko V.D. *Methods of assessing the quality of surface water according to the respective categories* / V.D. Romanenko, V.M. Zhukynsky, O.P. Oksyuk, et al. – K.: Symbol T. – 1998.
13. Snizhko S.I. *Assessment and forecast of the quality of natural waters: textbook* / S.I. Snizhko. – K.: Nika – Center, 2001. – 264 p.
14. Snizhko S.I. *Theory and methods of analysis of regional hydrochemical systems* / S.I. Snizhko. – K.: Nika – Center, 2006. – 284 p.
15. Snizhko S.I. *Evaluation of nitrogen and phosphorus removal by surface– slope runoff // Hydraulic engineering and land reclamation in Ukraine* / S.I. Snizhko. – 1995. – №4. – P. 34–41.
16. *Reference book on hydrochemistry*. – L: Hydrometeoizdat, 1989. – 392 p.

17. Khilchevsky V.K. Water supply and sanitation. Surveying aspects / V.K. Khilchevsky. – К. : ЕС "Kyiv University", 1999. – 319 p.
18. Khilchevsky V.K. Agrohydrochemistry / V.K. Khilchevsky. – К. : ЕС "Kyiv University", 1995. – 162 p.
19. Shvebs G.I. Catalogue of rivers and ponds of Ukraine: educational handbook /G.I.Shvebs, M.I.Igoshyn. – Odessa: Astroprint, 2003. 389p
20. Yatsyk A.V. Hydroecology / A.V. Yatsyk, V.M. Shmakov. – К. : Harvest, 1992. – 192 p.

УДК 911+504.567

Н.Л. Ричак, к. геогр. н., доцент,
В.М. Московкін, д. геогр. н., професор,
В.В. Кузнецова, еколог,

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

РОЗРАХУНОК ЕКОЛОГІЧНОГО ЗБИТКУ ВІД ПОВЕРХНЕВИХ ВОД АТМОСФЕРНОГО ПОХОДЖЕННЯ (на прикладі житлової підсистеми)

У статті пропонується алгоритм, за яким проводиться розрахунок екологічної шкоди повеневих вод атмосферного походження. Даний поверхневий стік формується в умовах житлової підсистеми урболандшафтної басейнової геосистеми р. Уди. Вихідними даними для дослідження є власні польові (відбір проб поверхневого стоку) та лабораторні дослідження їх хімічного складу. Визначені межі та площі урбофункціональних та морфологічно-позиційних підсистеми в межах урболандшафтної басейнової геосистеми р. Уди. Отримані результати показали, що площа житлової підсистеми значна, займає друге місце після полірекреаційної, серед 10 підсистем, що досліджувались. Розраховано об'єми утворення різних типів стічних вод на водонепроникній площі житлової підсистеми. Найбільший об'єм створюють талі води. Хімічний аналіз стану поверхневих вод атмосферного походження показав високий вміст зважених речовин, наявність важких металів та нафтопродуктів. Результати досліджень складу стічних вод та вмісту хімічних сполук були використані для розрахунку екологічного збитку від поверхневого стоку. В основі алгоритму закладено розрахунок, викладений у Постанові КМУ № 303 від 01.04.1999 р. (розрахунок платежів за скидання стічних вод у водні об'єкти). Розраховані суми екологічного збору для нафтопродуктів, зважених речовин, БПК та ХПК. Розрахована вартість екологічної шкоди поверхневих вод атмосферного походження житлової підсистеми урболандшафтної басейнової геосистеми р. Уди.

Ключові слова: поверхневі води атмосферного походження, житлова підсистема урболандшафтної басейнової геосистеми, екологічний збиток, вартісна оцінка.

Н.Л. Рычак, В.М. Московкин, В.В. Кузнецова. РАСЧЕТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД АТМОСФЕРНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ (на примере жилой подсистемы).

В статье предлагается алгоритм, по которому производится расчет экологического ущерба поверхностных вод атмосферного происхождения. Данный поверхностный сток образуется в условиях жилой подсистемы урболандшафтной бассейновой геосистемы р. Уды. Исходными данными для исследования являются собственные полевые (отбор проб поверхностного стока) и лабораторные исследования химического состава вод. Определены границы и площади урбофункциональных и морфологически-позиционных подсистем в пределах урболандшафтной бассейновой геосистемы р. Уды. Полученные результаты показали, что площадь жилой подсистемы значительна, занимает второе место после полирекреационной, среди 10 подсистем, которые исследовались. Рассчитаны объемы образования различных типов сточных вод на водонепроницаемой площади жилой подсистемы. Наибольший объем создают талые воды. Химический анализ поверхностных вод атмосферного происхождения показал высокое содержание взвешенных веществ, наличие тяжелых металлов и нефтепродуктов. Результаты исследований состава сточных вод и содержания химических соединений были использованы для расчета экологического ущерба от поверхностного стока. В основе алгоритма находится расчет, изложенный в Постановлении КМУ № 303 от 01.04.1999 г. (Расчет платежей за сброс сточных вод в водные объекты). Рассчитанные суммы экологического сбора для нефтепродуктов, взвешенных веществ, БПК и ХПК. Рассчитана стоимость экологического ущерба от влияния поверхностных вод атмосферного, которые формируются в результате функционирования жилой подсистемы урболандшафтной бассейновой геосистемы р. Уды.

Ключевые слова: поверхностные воды атмосферного происхождения, жилищная подсистема, урболандшафтная бассейновая геосистема, экологический ущерб, стоимостная оценка.

Актуальність. Поверхневі води атмосферного походження впливають на стан урболандшафтної басейнової геосистеми [11,12,21,22]. Талі води, дощі у весняний та осінній сезони та інтенсивні зливи змивають з поверхні урбанізованої території забруднення різного походження у водойми. Особливо, значними показниками забруднень характеризуються житлова та транспортна підсистеми [8,9,10,12,17]. Розташування м. Харкова на території урболандшафтної басейнової геосистеми р. Уди значно погіршує якість води. У створі р. Уди, вище м. Харкова, клас

якості води – 4 «забруднена», ІЗВ – 3,424; нижче м. Харкова, ІЗВ – 6,55, клас якості води – 6 «дуже брудна» [18]. Якість води погіршується за рахунок перевищення санітарних норм господарсько-побутових нормативів згідно СанПіН № 4680-88 по ХСК у 2,4 рази, по БСК₅ у 2,0 рази; зафіксовано перевищення санітарних норм щодо заліза загального та фосфатів; загальна жорсткість води на рівні 6,9 ммоль/дм³. В цілому, аналіз сучасного стану малих річок басейну р. Уди (р.Лопань, р.Харків, та ін.) та оцінка ступеню їхнього господарського використання показали,