

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»



МІНІСТЕРСТВО  
ОСВІТИ І НАУКИ  
УКРАЇНИ



## ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

II Міжнародної науково-практичної конференції  
«Екологія. Довкілля. Енергозбереження»  
присвячена 203-річчю Національного університету  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

ПОЛТАВА, 2 - 3 ГРУДНЯ 2021 Р.

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
Інститут ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України  
Департамент екології та природних ресурсів Полтавської ОДА  
Institute of Mathematical Sciences, Faculty of Science,  
University of Malaya, Malaysia  
University of Life Sciences in Lublin, Poland  
Comsats University Islamabad-Abbottabad Campus, Pakistan  
Quaid-i-Azam University Islamabad, Pakistan  
Islamic Azad University Science and Research Branch, Iran  
National Military University "Vasil Levski", Bulgaria  
University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Bulgaria  
Deutsche Gesellschaft Für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH  
Gemeinde Filderstadt, Deutschland  
University of Stuttgart, Stuttgart, Deutschland  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний університет імені І. Сікорського»  
Київський національний університет будівництва та архітектури  
Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління  
Одеський державний екологічний університет  
Сумський державний університет  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
Вінницький національний технічний університет  
Запорізький національний університет  
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського  
Національний університет «Львівська політехніка»  
ТОВ «НЬЮФOLK НТЦ»  
СП «Полтавська газонафтова компанія»  
Екологічна рада Полтавщини

**II Міжнародна науково-практична конференція  
«Екологія. Довкілля. Енергозбереження»  
2-3 грудня 2021 р.**



**Полтава 2021**

## Міжнародний науковий комітет

**СІВЦЬКА Світлана** – проректор з наукової та міжнародної роботи Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», к.е.н., доцент.

**СТЕПОВА Олена** – завідувачка кафедри прикладної екології та природокористування Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», д.т.н., доцент.

**ГОЛІК Юрій** – завідувач кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики, професор Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», к.т.н., доцент.

**КАЛЮЖНИЙ Анатолій** – в.о. директора навчально-наукового інституту нафти і газу Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», к.т.н., доцент.

**ВАМБОЛЬ Віола** – професор кафедри прикладної екології та природокористування Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», д.т.н., професор.

**ІЛІЯШ Оксана** – доцент кафедри прикладної екології та природокористування Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», к.т.н., доцент.

**СМОЛЯР Наталія** – доцент кафедри прикладної екології та природокористування Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», к.б.н., доцент.

**БОРЩ Олена** – доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», к.т.н., доцент.

**ГАНОШЕНКО Олена** – доцент кафедри прикладної екології та природокористування Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», к.т.н.

**БРЕДУН Віктор** – доцент кафедри прикладної екології та природокористування Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», к.т.н.

**МАКСЮТА Наталія** – начальник відділу організаційно-аналітичного забезпечення навчального процесу, асистент кафедри прикладної екології та природокористування Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», PhD.

**ЧЕРЕДНІКОВА Олександра** – доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», к.т.н., доцент.

**ЧУХЛІБ Юлія** – старший викладач кафедри прикладної екології та природокористування Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

**ЗАКРЕВСЬКИЙ Андрій** – генеральний директор ТОВ «НЬЮФОЛК НКЦ», заступник директора ННІНіГ з питань екології та відновлювальної енергетики Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

**КОРОТЧЕНКО Ірина** – завідувачка лабораторії Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, к.б.н., с.н.с.

**ПЕРЕТЯТЬКО Петро** – технічний радник проекту, глобальний проєкт «Підтримка ініціативи з експорту технологій захисту довкілля», Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

**ШВІТЕ Сімоне** – завідувачка відділу охорони навколишнього середовища м. Фільдерштадт, Муніципалітет, Німеччина.

**ЛАУЕР Ханнес** – доцент, аспірант, Університет Штутгарта (The University of Stuttgart), м. Штутгарт, Німеччина.

**САВИЦЬКА Барбара** – професор кафедри технології рослинництва і товарознавства Університету природничих наук в Любліні, д-р хабіл, професор.

**МАХМУД Кайсар** – завідувач кафедри наук про навколишнє середовище COMSATS University Абботтабад Кампус, Ісламабад, Пакістан, професор.

**ХРИСТОВА Теодора** – доцент кафедри електротехніки Гірничо-геологічного університету, Софія, Болгарія, д-р філос.

**К.А. КААБАР Мохаммед** – науковий співробітник Інституту математичних наук факультету природничих наук Малайського університету, Куала-Лумпур, Малайзія, д-р філос.

**ДОЛЧІНКОВ Микола** – доцент кафедри сухопутних військ Національного військового університету імені Василя Левського, Велико Тирново, Болгарія, д-р філос., доцент.

**УД ДІН Фахар** – доцент кафедри фармацевтики Університету Каїди-і-Азама, Ісламабад, Пакістан, д-р філос., доцент.

**МОЗАФФАРІ Настаран** – наукова співробітниця науково-дослідної філії Ісламського університету Азад (IAU), Тегеран, Іран, винахідниця й запрошена редакторка Springer Nature Group, магістр екологічної інженерії.

**МОЗАФФАРІ Нілофар** – наукова співробітниця кафедри фізики, факультету природничих наук відділення науки і досліджень Ісламського університету Азад (IAU), Тегеран, Іран, винахідниця й запрошена редакторка Springer Nature Group, магістр наук.

**БЄЛОКОНЬ Карина** – доцент кафедри прикладної екології та охорони праці Запорізького національного університету, к.т.н., доцент.

**ВНУКОВА Наталія** – завідувачка кафедри, професор кафедри екології Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, д.т.н., професор.

**ГОМЕЛЯ Микола** – завідувач кафедри екології та технології рослинних полімерів Національного технічного університету України «Київський політехнічний університет імені Ігоря Сікорського», д.т.н., професор.

**ЛУКАШОВ Дмитро** – завідувач кафедри екології та зоології Київського національного університету імені Тараса Шевченка, д.б.н., професор.

**МАЛЬОВАНІЙ Мирослав** – завідувач кафедри екології та збалансованого природокористування Національного університету «Львівська політехніка», д.т.н., професор.

**НЕКОС Алла** – завідувачка кафедри екологічної безпеки та екологічної освіти Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, д.геогр.н., професор.

**ПЕТРУК Василь** – директор Інституту екологічної безпеки та моніторингу довкілля Вінницького національного технічного університету, д.т.н., професор, Заслужений природоохоронець України.

**ТКАЧЕНКО Тетяна** – завідувачка кафедри охорони праці та навколишнього середовища Київського національного університету будівництва та архітектури, д.т.н., професор.

**ТРОХИМЕНКО Ганна** – завідувачка кафедри екології та природоохоронних технологій Національного університету кораблебудування імені Адмірала Макарова, д.т.н., доцент.

**САФРАНОВ Тамерлан** – завідувач кафедри екології та охорони довкілля Одеського державного екологічного університету, д. геол.-мінер.н., професор.

**ЧУГАЙ Ангеліна** – декан природоохоронного факультету Одеського державного екологічного університету, д. т. н., доцент.

**ШМАНДІЙ Володимир** – професор кафедри екології та біотехнології Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, д.т.н., професор.

Відповідальний за випуск: завідувачка кафедри прикладної екології та природокористування,  
д.т.н., доц. СТЕПОВА Олена

Збірник матеріалів II Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Довкілля. Енергозбереження», присвяченої 203-річчю Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» (2-3 грудня 2021 року). Полтава : НУПП, 2021. 379 с.

**ISBN 978-617-7915-44-6**

Учасники конференції – міжнародні експерти, почесні гості, науковці, шкільна й студентська молодь та освітяни – розглядають проблеми раціонального використання природних ресурсів, захисту довкілля та енергозбереження.

Матеріали подано мовами оригіналів. За викладення, зміст і достовірність матеріалів відповідають автори.

Оргкомітет конференції.

**ISBN 978-617-7915-44-6**

© Національний університет  
«Полтавська політехніка  
імені Юрія Кондратюка», 2021 р.

*Ablieieva I. Yu., PhD, Berezhna I. O., PhD st., Berezhnyi D. M., PhD st.  
Sumy State University, Sumy, Ukraine*

## **ECOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL ASPECTS OF PRODUCTION OF GRANULAR BIOFERTILIZER FROM DIGESTATE**

The ever increasing demand for food products requires higher yields per hectare, which can be achieved, in particular, by increasing the use of fertilizers and plant protection products. The traditional use of mineral fertilizers has several important limitations, the main of which is the negative impact on the environment caused by the use of fossil fuels for their production. Thus, for the sustainable development of the food sector, there is a direct need to move to new alternatives.

As an alternative to mineral fertilizers can be considered a by-product formed during anaerobic fermentation. Although in the biogas plant it undergoes many transformations, including reduction of organic matter content, decomposition of odor-forming compounds, fragmentation of solid particles, improvement of dehydration capacity and fractional hygiene, but the composition and physicochemical parameters of the digestate primarily depend on the selected substrate, subjected to fermentation processes. The degree of these transformations depends mainly on the content of nutrients in the substrate, which are not subject to or insignificantly subject to biodegradation processes under anaerobic conditions and the conditions and duration of the fermentation process.

The digestate remaining after the methane fermentation process includes biomass of microorganisms that carry out the fermentation process, unfermented organic compounds and mineral components. These substances are valuable in terms of nutritional value because they include N, P, K in mineral form, which are directly available to plants. In addition, it contains organic carbon, including in the composition of humic substances (1-3 % by weight), has a high proportion of nitrogen available to plants, the optimal ratio for the soil C: N, the optimal pH value for the soil 6.8–7.5, contains active populations of bacteria that contribute to the decomposition of organic matter in the soil. All this has a positive effect on the physico-chemical properties of soils, thus improving their productivity [2].

Despite its potential, the use of digestate as a fertilizer is limited in many countries, as the dependence of its variable composition on the substrate is insufficiently studied experimentally, so there is insufficient confidence in its quality and safety, and therefore there is no legal basis for its use.

The functioning of the biogas sector is associated with the formation of a large amount of fermented substrate. The amount of digestate formed is similar to the mass of the loaded substrate. This necessitates the arrangement of special places for temporary storage, occupation of new areas for sites, increasing transport costs for its transportation. Instead, the amount of digestate can be reduced. Depending on the needs from a technological point of view, the processing of the digestate can be partial, usually aimed at reducing its volume, or complete, with the separation of hard fibers, the concentration of mineral nutrients, and pure water.

Partial processing uses relatively simple technologies. The first step in any processing of the digestate is the separation of the solid phase from the liquid. There are various separation technologies, including decanter centrifuges, screw press separators, arc sieves, double arc sieves, belt sieve presses, and sieve drum presses. Flocculation or precipitation agents are commonly used to improve the separation of the two phases.

The liquid fraction containing the main part of nitrogen (N) and potassium (K) can be mixed with raw materials with high solids content and sent to the fermentation compartment of the biogas plant or used as a liquid fertilizer or sprayed compost pits.

The solid fraction can be used directly as fertilizer in agriculture or composting. The dried solid residue is long-lasting in storage, economical in terms of transportation, it can be used for industrial purposes, such as the production of composite materials, or incineration for energy production. The solid fraction can also be used as a fertilizer rich in phosphorus, without further processing or subjected to granulation. Moreover, the solid fraction can be used for the production of organic and organo-mineral fertilizers.

Scientists from the Wrocław University of Ecology and Nature Management and the Warsaw University of Technology have proposed the production of granular fertilizer using the ORTWED method [4]. The process involves the addition of lime and nutrients such as Nitrogen (N), Phosphorus (P), Potassium (K), Magnesium (Mg) and Sulfur (S), which would increase the fertility of agricultural plants. The study was implemented in a cyclic reactor MLH 6, adapted for the production of fertilizer granules. The power of the reactor is between 1.2 and 4.8 liters, it has a maximum cycle time of 15 minutes and can handle the rotation of the stirrer at speeds from 70 to 275 revolutions per minute. The granulation process is possible as a result of intense exotherm. The hydrolysis reaction between highly reactive lime and the water contained in the digestate at a temperature of even 135–140 °C (all the heat released in the process comes from the lime, the hydrolysis reaction).

The product was envisaged – a valuable organo-mineral granular fertilizer. The proportion used to estimate the number of suitable nutrients was as follows: N: P: K: Mg: S = 5: 10: 20: 7: 9. Finally, during the study, the proportions of nutrients in the granules were changed to N: P: K = 5: 9: 11. The disadvantage

of this technology is the use of lime, which can serve as an additional source of lime and limit the range of application of such fertilizers, in particular in soils with an alkaline reaction environment, which does not require a reduction in acidity.

Researchers from the University of Agriculture in Krakow have proposed two ways to use digestate in the production of granular fertilizers. The first method is the addition of ash, sulfur, urea, silage with phosphorite to the digestate, the second method is a digestate inoculated with the fungus *Trichoderma*, which will increase the absorption of nitrogen by plants [3].

In this case, the production of granules is carried out using a flat press for granules, with an output of up to 2 mg/h. After granulation, the fertilizer granules are transported by a belt conveyor to the cooler, followed by separation, crushed granules and bulk parts are processed, and high-quality granules are transported to the selected storage container by means of a reversible conveyor [3]. This method has limitations on the digestate obtained on the basis of a substrate with a combined raw material and a balanced content of nutrients.

Researchers at the Royal University of Belfast (UK) and the Institute of Materials Science (Ireland) have proposed the production of granular fertilizers of appropriate strength and shape by granulating limestone powder using a liquid phase of the digestate as a granulating liquid. The liquid phase of the digestate was used without any prior preparation or filtration. One of the problematic issues of this production is shear granulation, ie poor distribution of the active ingredient, so it is important to ensure a uniform content of nutrients in the fertilizer granules [1].

A large-shear Kenwood granulator (KM070, Kenwood, UK) was used in the study. The granulator is made of stainless steel, has a mixing bowl with a capacity of 6.7 liters, and is equipped with 2-bladed impeller. The speed of rotation of the impeller can be changed from 100 to 213 revolutions per minute [1].

A significant advantage of granular fertilizers is that they can be easily stored, packed in any bags or containers that are transported or stored in bulk. However, the above technologies have certain disadvantages, so it is proposed to consider the technology of granulation of fertilizer based on digestate with its preliminary separation in an auger press and using the solid fraction as a core, and the liquid fraction with a binder for coating.

The granulation process can be carried out both by pressing and in a plate or vibrating granulator. The rotating vibrating granulator is designed to disperse the fertilizer melt into uniform droplets in the granulation tower, followed by their cooling and crystallization into solid granules in the process of free fall in the ascending flow of cooling air. The rotating vibrating granulator is designed to obtain uniform (monodisperse) granular fertilizers, the use of which in agriculture allows you to evenly distribute the fertilizer over the fertilized area,



and thus obtain an additional yield increase of up to 10%. Vibrogranulators allow to obtain strong monodisperse granules with a smooth glossy surface (degree of monodispersion up to 99%), which determines the possibility of intensification of the granulation process and significantly increases the agronomic value of fertilizers.

Thus, the utilization of organic waste by anaerobic digestion is one of the few processes where both environmental safety requirements and economic benefits are met. Therefore, paying attention to the quality of raw materials, we obtain a fermented residue that has great potential for use worldwide as a sustainable alternative to mineral fertilizers. The proposed technologies can be successfully used in agriculture, especially in terms of sustainable use of biogas plants and the constant formation of digestate.

### *References*

1. Chirangano Mangwandi, Liu JiangTao, Ahmad B. Albadarin, Stephen J. Allen, Gavin M. Walker. *The variability in nutrient composition of Anaerobic Digestate granules produced from high shear granulation. Waste Management. 2013. Vol. 33. P. 33-42.*
2. Kowalczyk-Jusko, A., Szymanska, M. *Poferment nawozem dla rolnictwa. Warszawa: Fundacja na rzecz Rozwoju Polskiego Rolnictwa. 2015, 64 p.*
3. Marcin Jewiarz, Marek Wrobel, Jarosław Frączek, Krzysztof Mudryk, Krzysztof Dziedzic. *Materials of the MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 168.*
4. Prask H., Szlachta J., Fugol M., Kordas L., Lejman A., Tuznik F. *Sustainability biogas production from ensiled plants consisting of the transformation of the digestate into a valuable organic-mineral granular fertilizer. 2018. Vol. 10 (3). P. 585. <https://doi.org/10.3390/su10030585>.*

*A. R. Junejo<sup>1</sup> and Mohammed K. A. Kaabar<sup>2</sup>,*

*<sup>1</sup>School of Control Science and Control Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China*

*<sup>2</sup>Institute of Mathematical Sciences, Faculty of Science, University of Malaya, Kuala Lumpur 50603, Malaysia*

## **ARTIFICIAL INTELLIGENCE ENABLED FUTURE ROBUST NETWORKS AS 6G AND BEYOND IN TERM ACADEMIA**

**Abstract.** With the rapid development of smart terminals, as well as the diverse applications of demand, existing networks may not be able to meet the fast-growing traffic demands in academia as Tencent meeting, zoom TV and other online education resources etc. Therefore, researchers have focused on Future Robust Network (FRC) communication to achieve a sufficient spectrum bandwidth. This article highlights how Artificial Intelligence (AI) technologies and, in particular, Deep Learning (DL) have the potential to efficiently solve the problems in communication networks involving large amounts of data that need to be dealt with in Future Robust Communication (FRC). In recent years, DL has widely applied in network such as 6G network design and optimization model-based function with highly efficient, intelligent resource management, automatic network adjustment, and self-configuration.

**Key words:** Artificial Intelligence (AI) technologies, Deep Learning DL, online education resources.

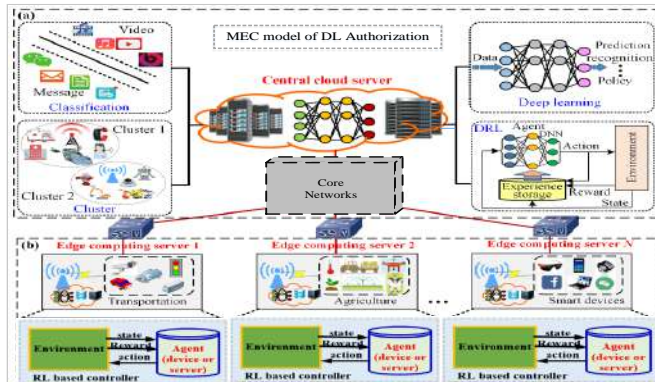
In the future robust networks (FRC), communication considering the high transmission loss of high frequency and 6GHz spectrum, especially the millimeter wave (mm Wave), it is more important because it can provide huge bandwidth. But its main drawback is that its coverage is small and it is difficult to penetrate buildings. Small unit (micro-sensors) deployment can solve this problem to a certain extent such as is the case with -the fifth generations of cellular networks. The demand for fast multimedia-rich data exchange and high-quality voice calls are the main driving forces for this onward journey. With the emergence of new and more demanding applications and the multiplication of the user base, there is an urgent need for more novel technologies to improve data rates and reduce latency and meet the fast-growing traffic demands in academia as Tencent meeting, zoom TV and other online education resources etc. It is possible to solve these challenges and shortcomings compared with the 5G network. Thus, a review of the 5G target services and their enabling

technologies is necessary. The spectrum and energy efficiency of the 6G network is expected to increase by 100 times, with a very complex structure generated by large-scale connectivity. It estimates that between 2020 and 2030, global mobile data circulation will propagate at an annual rate of 55%. By 2030, this increased traffic generates 5016 Exabyte (EB) data every month. A large amount of data can manage different levels of the network through powerful processing and learning ability. Quality of service (QoS), providing security in highly saturated wireless areas is a challenging task. Besides, users expect to surpass the broadband applications that previous generations cannot offer, such as extended reality (ER), hybrid reality (HR), ultra-high definition (8K) video stream, holographic communication, holographic remote presentation, remote surgery, etc. Tactile, unmanned aerial vehicle (UAV) connected autonomous aircraft, etc. [3,4], despite its low complexity. In the context of LTE, a new approach was identified where existing energy has redistributed to increase the overall usage time of the smart-phone [5-8]. We explain the stringent requirements and trends of the next generation of mobile networks. And deep learning (DL) helps solve these challenges. This paper mainly introduces how to use DL techniques to realize new services and minimize network load in equipment processing. Then, discuss how different DL techniques can help various levels of network management. Based on the identified needs and solutions, we have introduced some of the services and use cases that 6G will provide.

In the Reinforcement learning RL model, after each step, is acquired through interaction with the environment, the possible resource management solution is contained in a set of possible operations. Each RL agent selects the best action from a set of possible actions or chooses one action randomly to maximize the reward. The reward can be determined by data rate, delay, reliability, and so on. Fig.1 is the MEC, model of DL authorization. In the central cloud server, due to its powerful computing power, complicated centralized large-scale optimization can be used to provide various learning functions. For example, serves applications in MEC networks are diverse and dynamic, classification based on DL can effectively customize services flow decisions for various services characteristics. Also, clusters based on DL can replace individual decisions to get the MEC server association, which can reduce the number of participants more effectively [4]. The central cloud server may receive large amounts of data from the edge computing server. It needs to train the data to extract features and discover knowledge automatically. In this case, deep learning can be used to train the computing model to realize service identification, traffic and behavior prediction, security detection, etc. Moreover, in complex dynamic MEC networks, the mapping relationship between resource management decisions and the physical environment is not easy to define

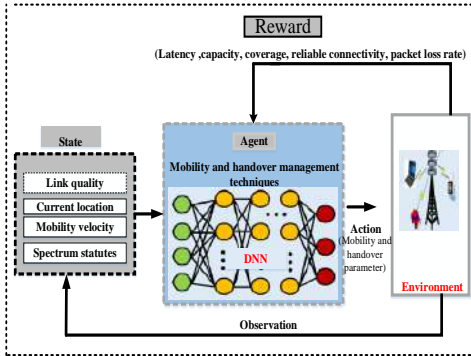
analytically. In the high-dimensional observation space, DRL can be used to search the optimal resource management strategy. DRL also uses experience playback technology, using historical knowledge to improve learning efficiency and accuracy, enabling MEC to provide high-quality services for edge devices.

DRL can solve complex decision-making tasks, learn real-time dynamic handover strategies by displaying devices or UAVs dynamically, and optimize real-time strategy while minimizing transmission delay and ensuring reliable wireless connections.



**Fig. 1. MEC model of DL authorization**

The context of UAV network optimization mobility management based on DRL, where each UAV can be regarded as a learning agent, learning management strategies through interaction with its environment. Each agent perceives the state of the environment (such as link quality, current location, and speed) and finds the most suitable operation to get the maximum return, which can be determined by communication connections, delay, capacity and so on. Under the DRL framework, UAVs can learn how to automatically and reliably move and switch, how to reduce handover latency and handover failure probability, and ultimately provide better services for ground devices. The 6G network needs high-speed mobility, and delays sensitive requirements, so effective mobility management is the key to satisfy MHI communication reliability, continuity, and low delay requirements. The predictive mobility management based on DL (such as RNN and ANN) and the optimization of handover parameters based on fuzzy Q-learning can learn the mobility mode of high-speed vehicle users, effectively avoid frequent handover, handover failure or connection failure. In addition, LSTM is also a powerful optimization tool to solve the handover problem because it uses the past and future mobility of HCI to learn a series of time-dependent mobile states.



**Fig. 2. The application of DRL in mobility and handover management**

Finally, the vehicle trajectory is predicted, and the handover parameters are optimized to avoid frequent handover. The 6G network uses different spectrum (such as low radio frequency, millimeter wave, terahertz, and visible spectrum) to support a high data rate. When a large number of devices in the 6G network require spectrum allocation, the optimized spectrum management can intelligently support massive connections and multiple services. The learning model also constrains the off-line training model, which can store trained models, experience, and developed rules to achieve online spectrum management decisions successfully.

Evaluated the efficiency of a future robust networks (FRC) as 6G model optimized by using DL technology. Optimize the network technology, ensure the development and management of the network sensor positioning mechanism, and test the effectiveness of the angle of arrival. A roadmap model recommended giving full play to DL efficiency in the network in term academia and other online education resources.

### References

1. Forecast, G. M. D. T. «Cisco visual networking index: Global mobile data traffic forecast update 2017–2022». Update 2017 (2019): 2022.
2. Morley Janine, Kelly Widdicks, and Mike Hazas. «Digitalisation, energy and data demand: The impact of Internet traffic on overall and peak electricity consumption». *Energy Research & Social Science* 38 (2018): 128–137.
3. W. Saad, M. Bennis, and M. Chen. «A vision of 6G wireless systems: Applications, trends, technologies, and open research problems». *IEEE Network*, pp. 119, 2019.
4. Piran Md, and Doug Young Suh. «Learning-Driven Wireless Communications, towards 6G». *arXiv preprint arXiv:1908.07335* (2019).

5. Karim Sajida, Hui He A. R. Junejo, and Mariyam Sattar. «Measurement of Objective Video Quality in Social Cloud Based on Reference Metric». *Wireless Communications and Mobile Computing 2020* (2020).

6. Lin, Min, Jian Ouyang, and Wei-Ping Zhu. «Joint beamforming and power control for device-to-device communications underlying cellular networks». *IEEE Journal on Selected Areas in Communications* 34, no. 1 (2015): 138–150.

7. Petrov Vitaly. «Analysis and Enhancement of Directional Millimeter Wave and Terahertz Band Systems». (2020).

8. Zappone M. D. Renzo, and M. Debbah. «Wireless networks design in the era of deep learning: Model-based, AI-based, or both?» *IEEE Communications Magazine*, 2020.

## **ENVIRONMENTAL RISKS DURING HYDROCARBON EXTRACTION AND THEIR SOLUTIONS**

Everyone knows that hydrocarbons, which combine oil, gas and condensate, at the present stage of development of human society is the most important and most progressive type of mineral and energy resources. In Ukraine, hydrocarbon deposits are being developed industrially, which is the basis for the oil and gas industry, and oil fields are concentrated in three geographical and geological regions:

- 1) Prykarpattia depression, or the western region (Ivano-Frankivsk, Lviv, Chernivtsi regions);
- 2) Dnieper-Donetsk basin, or eastern region (Chernihiv, Sumy, Poltava, Kharkiv, Dnipropetrovsk regions);
- 3) the southern region (Odessa region).

I would like to note that the main reasons for the deterioration of the environment in the development of oil and gas fields are:

- 1) frequent cases of open emissions of oil, gas and formation water during the opening of productive formations by wells;
- 2) constant pollution of surface waters and deep aquifers with liquid hydrocarbons, highly mineralized waters and harmful salts;
- 3) high gassiness of the atmosphere during the operation of gas fields and gas storage facilities.

At the legislative level, the problems associated with the extraction of minerals are regulated by the Code of Ukraine "On Subsoil"

The task of the Subsoil Code of Ukraine is to regulate mining relations in order to ensure the rational, integrated use of subsoil to meet the needs of minerals and other needs of social production, subsoil protection, ensuring the safety of people, property and the environment, as well as protection of human rights and legitimate interests of enterprises, institutions, organizations and citizens.

In particular, the code states [1]:

Mineral deposits are the accumulation of minerals in the subsoil, on the surface of the earth, in sources of water and gases, at the bottom of reservoirs, which in terms of quantity, quality and conditions of occurrence are suitable for industrial use.

Man-made mineral deposits are places where waste from extraction, enrichment and processing of mineral raw materials has accumulated, the

reserves of which are estimated and have industrial value. Such deposits may also arise due to losses during storage, transportation and use of mineral products.

When developing mineral deposits and processing of mineral raw materials, compliance with the requirements stipulated by the legislation on environmental protection must be ensured.

When developing mineral deposits should be provided:

1) application of rational, ecologically safe technologies of extraction of minerals and extraction of the components having industrial value available in them, prevention of excessive losses and deterioration of quality of minerals, and also selective working off of rich sites of deposits that leads to losses of reserves of minerals;

2) implementation of additional exploration of mineral deposits and other geological works, carrying out mark-shader works, maintenance of technical documentation;

3) accounting for the condition and movement of reserves, losses and deterioration of minerals, as well as submission to statistical and other government agencies of reporting established by law;

4) prevention of damage to the developed and adjacent mineral deposits as a result of mining operations, as well as the preservation of mineral reserves of preserved deposits;

5) storage, preservation and accounting of minerals, as well as production wastes that contain useful components and are temporarily not used;

6) rational use of overburden and production waste;

7) safe work for people, property and the environment.

When processing mineral raw materials must be provided:

1) observance of technological schemes of mineral raw materials processing, providing rational and complex extraction of useful components;

2) accounting and control over the distribution of useful components at different stages of processing and the degree of their extraction from mineral raw materials;

3) study of technological properties and composition of mineral raw materials, conducting research and technological tests in order to improve the technology of mineral processing;

4) rational use of processing waste (sludge, dust, wastewater, etc.);

5) storage, accounting and storage of industrial waste that contains useful components and is temporarily not used

The main requirements in the field of subsoil protection are:

- providing a complete and comprehensive geological study of the subsoil;  
- observance of the procedure established by law for the provision of subsoil for use and prevention of unauthorized use of subsoil;

- rational extraction and use of mineral reserves and available components;



- prevention of harmful effects of works related to subsoil use on the preservation of mineral reserves, mine workings and wells that are operated or preserved, as well as underground structures;
- protection of mineral deposits from flooding, fires and other factors that affect the quality of minerals and industrial value of deposits or complicate their development;
- prevention of unreasonable and unauthorized construction of mineral deposits and compliance with the procedure established by law for the use of these areas for other purposes;
- prevention of subsoil pollution during underground storage of oil, gas and other substances and materials, disposal of harmful substances and industrial waste, wastewater discharge;
- compliance with other requirements provided by the legislation on environmental protection.

To solve environmental problems associated with the extraction of minerals, it is necessary:

- the use of technologies that reduce the cost of minerals during their extraction;
- to dispose of waste (oil sludge, waste oil products, etc.) and apply recycling of materials (scrap metal);
- rational use of natural resources, including water, land and subsoil in accordance with established limits and permits;
- use modern energy and resource-saving technologies;
- if possible, make the transition to alternative energy sources.

Thus, it is obvious that in order to effectively solve the problems of ecological and resource security, it is necessary to introduce environmentally friendly technologies and environmental protection measures, taking into account environmental factors, requirements and restrictions.

#### *Literature*

1. *Subsoil Code of Ukraine № 132/94-BP dated 27.07.1994, Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy, 1994, № 36 (06.09.94), 340 p.*
2. *Dovzhok E.M. Problems of development of oil and oil and gas fields / E. M. Dovzhok, V. S. Ivanyshyn, I. T. Mykytko // Oil and gas industry. 2006. №3. P. 26–27.*

<sup>1</sup>Bienia B., <sup>2</sup>Sawicka B.

<sup>1</sup>PhD., Department of Herbalism, Carpathian State College in Krosno,  
Rynek 1, 38-400 Krosno, Poland, bernadetta.bienia@kpu.krosno.pl

<sup>2</sup>Professor of Department of Plant Production Technology and Commodity  
Sciences, University of Life Sciences in Lublin, Lublin, Poland,  
barbara.sawicka@up.lublin.pl

## EFFECT OF INFECTION ON CROP YIELD QUALITY AND ANIMAL WELFARE

Weeds are a component of agrocenosis. In spite of significant technical development and the application of increasingly modern methods aimed at the elimination of weeds occurring in crops, as well as pests and diseases, they still remain a problem that reappears in agricultural fields, contributing to lower crop yields and the quality of plant raw materials. Groups of anthropophytes and apophytes have adapted their developmental cycles to the developmental cycles of crop plants making them competitors for components in the soil and for light and water [11]. The term weed is used in agricultural management to refer to undesirable plants in the composition of agricultural crops, both in field, horticultural and meadow crops [6]. The term «weed» is a relative term because the same plants may be desirable in one place and no longer desirable in another. For example, oat in wheat will be a weed, but if it occurs alone in the field it will no longer be a weed. For example, oats in wheat will be a weed, but if they are found alone in a field they will not be a weed. Weeds very often produce seeds that are able to survive a long time and difficult weather conditions [1, 15].

Weed infestation has a great influence on the quality and quantity of crop yield. Cereal plants and weeds compete for water and nutrients, which contributes to a decrease in the number of kernels in an ear and also to a decrease in the content of mealy endosperm in kernels and thus to a decrease in the amount of obtained flour [8].

Weeds cause contamination of grain and its disqualification they can also pose a threat to human and animal health. This is due to the presence in whole plants or in their seeds of harmful substances e.g. pyrrolizidine alkaloids, glycoalkaloids, glycosinolates, glycosides, saponins, furanocoumarin derivatives, lectins, latyrogenic compounds [5, 9].

Poisonous or harmful plants or their seeds can occur as contaminants in animal feeds. Their harmfulness is high, due to the fact that seeds of many weeds have the highest toxicity in the state of incomplete maturity [2, 5, 9].

The seeds of such weed species as creeping bindweed (*Galium aparine* L.), one-sided milkweed (*Echinochloa crus-galli*), field bindweed (*Delphinium*

*consolida* L.), cornflower (*Centaurea cyanus* L.), field clover (*Nigella arvensis* L.), wild garlic (*Allium vineale* L.), field mustard (*Sinapis arvensis* L.), white quinoa (*Chenopodium album* L.), field poppy (*Papaver rhoeas* L.), field bindweed (*Buglossoides arvensis* L.), field boll weed (*Thlaspi arvense*), deaf oat (*Avena fatua* L.), knapweed (*Fallopia convolvulus* (L.) Á. Löve), greater sagebrush (*Rhinanthus serotinus*), blue (*Setaria pumila*) and green (*Setaria viridis*) trichomes, and all vetch (*Vicia* L.) species.

Some weed seeds are harmful to most livestock species. Examples include field mustard, field bollwort, white quackgrass, common cudweed, annual ryegrass, vetch, and plants of the *Crotalaria* family whose seeds in feed are undesirable for pigs, cows, horses, and sheep [3, 9, 10].

These plants can cause irritation of mucous membranes, headaches, nausea, impaired coordination, intestinal inflammation, weakness, apathy, and lack of appetite in animals [3]. Clinging cudweed, on the other hand, is harmful to horses, sheep, cows, pigs, and poultry. It contains an enzyme that causes cows' milk to curdle. In poultry, the seeds can have an irritating effect on the digestive tract. White quinoa can cause convulsions and an inability to swallow in horses, while in cattle and sheep poisoning is manifested by incoordination of movements and bleeding from the nostrils, mouth and anus. Mustard oil contained in field mustard has an irritating effect on mucous membranes, can cause lack of appetite, weakness and drowsiness in animals. The seeds of all vetch species can contribute to anxiety and agitation, numbness of the oral mucosa, and salivation in animals. They contain vicuña, the highest concentration of which is found in the seeds. Animals are most susceptible to poisoning when fed grain sludge and milling waste containing seeds of any of the wyk. Poisoning is caused by hydrogen cyanide produced when the wickianin is broken down. The animals are disturbed and agitated. Numbness of the oral mucosa and profuse salivation follow. More severe paralysis is accompanied by reddening of the skin, sudden eye movements and convulsions, and even death. A very dangerous species is field tares, which is harmful to horses, cows and pigs. The plant contains poisonous saponins that cause irritation of the mucous membranes, accelerated heart rate, paralysis of the respiratory muscles, difficulty in urination and breakdown of red blood corpuscles. Poisoned meat can cause poisoning in humans [3, 4].

Cyanogenic glycosides are found in nearly 100 plant species, mainly belonging to the families Leguminosae, Rosaceae, Graminae. The dangerous and toxic agent here is glycosidically linked hydrogen cyanide. It is released by acidic or enzymatic hydrolysis. Poisoning caused by these substances results from hydrogen cyanide absorbing into the cytochrome enzyme system. This leads to impaired tissue respiration. Despite the presence of oxygen in the bloodstream, tissues are unable to receive it by blocking enzymes. The nervous system immediately reacts to the lack of oxygen, resulting in symptoms of restlessness, anxiety and headaches [4, 5].

Saponin compounds are a dangerous group. Their presence has been confirmed in about 400 plant species, including edible and fodder plants. Saponins are more difficult to absorb from the gastrointestinal tract, but their frequent consumption facilitates their penetration into the bloodstream, where they cause damage and haemolysis of red blood cells. Contamination of flour with tares causes poisoning associated with the presence of saponins. The most common compounds from this group are solanine and tomatin [4, 5, 14].

Pyrrrolizidine alkaloids are found in numerous species of weeds contaminating cereals. They belong to the families Compositae, Boraginaceae, Leguminosae, originating from different geographical regions. According to EFSA [7] they are the most widespread toxic compounds that may pose a threat to human and animal health and life. The toxic effect of this group of alkaloids is due to their metabolites, which are formed in the human body after bioactivation of the parent compounds. During metabolism, N-oxides and pyrroles are formed, which are considered to be toxic agents. The characteristic feature of these compounds is that they do not decompose during drying and their toxicity persists for a long time. Symptoms of poisoning are lack of appetite, respiratory problems, changes in the liver, kidneys and lungs. In developed countries, cereals intended for human or animal consumption are monitored for the presence of weed seeds, e.g. *Crotolaria*, which are removed before milling [4, 5, 9].

According to Trzcińska-Tacik [13], there is a belief that if there is more diversity in the species composition of a given weed community, the less harmful it is. By knowing the distribution of weeds and determining to what extent there is a threat to crops from each group, weed management methods can be developed for crops [12].

### References

1. Azadbakht, A., Akbar, M.T. and Ghavidel, A. 2017. *Effect of chemical and non-chemical methods of weed control in potato (Solanum tuberosum L.) cultivation in Ardabil Province, Iran. Appl Ecol Env Res* 2017, 15(4). 1359–1372.
2. Barbaś P., Sawicka B., Krochmal-Marczak B., Pszczółkowski P. 2020. *Effect of mechanical and herbicide treatments on weed densities and biomass in two potato cultivars, Agriculture*, 10, 455; doi:10.3390/agriculture10100455.
3. Bartz M. 2014. *poisonous plants in forages. <http://www.wodr.poznan.pl/component/k2/item/4123-rosliny-trujace-w-paszach> (accessed 02 Jan 2021) (in Polish).*
4. Brodziak A., Król J., Nowaczek A. 2017. *Natural substances of plant origin negatively affecting cow health and milk quality, Food. Science. Technology. Quality*, 24, 1 (110), 33–47, DOI: 10.15193/zntj/2017/110/171 (in Polish).

5. Czerwiecki L. 2005 *Plants as a source of natural substances harmful to health*, *Roczniki PZH*, 56, 3. 212–222 (in Polish).
6. Domaradzki K. 2009. *Past, present and future of the protection of cultivated plants against weeds*. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy in Puławy. 2–10 (in Polish).
7. EFSA. 2011. *Scientifics Opinion on Pyrrolizidine alcaloids in food and feed*. *EFSA J.*, 9. 1–134.
8. Gondek E., Jakubczyk E., Cacak-Pietrzak G. 2010. *Acoustic properties of wheat grain with different endosperm structure*. *Acta Agrophysica*, 15(2). 257–267 (in Polish).
9. Kowalczyk E., Patyra E., Kwiatek K., 2015. *Pyrrolizidine alkaloids a threat to human and animal health*. *Med. Vet.* 71(10). 602–607.
10. Krochmal-Marczak B., Bienia B., Pisarek M., Wojtuń M. 2019. *Vegetation accompanying winter wheat canopies in the municipality of Haczów*. *Polish Journal for Sustainable Development*, 23(1): 35–40, DOI: 10.15584/pjsd.2019.23.1.4 (in Polish).
11. Ługowska M. 2015. *Weed infestation of winter and spring cereals in the Maciejowice commune*. Department of Agricultural Ecology University of Natural Sciences and Humanities in Siedlce. 5–23 (in Polish).
12. Rola H., Domaradzki K., Kaczmarek S., Kapeluszny J. 2013. *Importance of harmfulness thresholds in integrated methods of weed control in cereals*. *Prog. Plant Prot./Post. Rośl.* 53(1). 96–104 (in Polish).
13. Trzcińska - Tacik H., 2003. *Importance of species diversity of segetal weeds*. *Pam. Pul.* 134, 253–26 (in Polish).
14. Watzl B. 2001. *Saponine. Charakterustik, Vorkommen, Aufnahme, Stoffweschel, Wirkungen*. *Ernährungs-Umschau*, 48. 251–253.
15. Woźnica Z., 2012. *Herbology. Basics of biology, ecology and weed control*. PWRiL Poznań. 376 (in Polish).

*Din F.U., Ph.D. Associate Professor, Department of Pharmacy Quaid-i-Azam  
University Islamabad Pakistan, Jamshaid H., Ph.D. Scholar,  
Department of Pharmacy Quaid-i-Azam University Islamabad Pakistan*

## **PHARMACEUTICAL POLLUTANTS IN ENVIRONMENT: CHALLENGES AND SOLUTIONS**

**Abstract.** The surge in water pollution is alarming due to massive industrialization all over the globe. Despite the importance of the pharmaceutical industry, in terms of a country's economy and provision of health care products, it is also an important source of pharmaceutical contaminants, not only for the fresh surface water bodies but also for the ground water reservoirs. Effluent wastewater from drug manufacturing units and hospitals has harmful impacts on the aquatic habitat of freshwater bodies. Most importantly, the primary producers of the aquatic food chain are under serious harm. However, pharmaceutically polluted ground water is a continuously imposing threat to human health as it is a principle source for drinking water. Another major occurrence of the unwanted pharmaceuticals and medicinal chemicals is in the soil; contaminated mainly through wastewater and municipal landfill leaches. The presence of pharmaceuticals in soil tends to have direct harm to plant growth. The contamination level in wastewater can be predicted, depending upon the type of pharmaceutical processing plant from which it originates. It is necessary to timely curb the growing source of pharmaceutical pollutants in water. This can only be achieved by making the water treatment plants more efficient and modernized, using more advanced wastewater treatment strategies.

**Keywords:** Pharmaceuticals; Primary producers; Wastewater; Wastewater treatment.

### **Pharmaceutical pollution – an emerging crisis**

As mentioned earlier, with the advancement of science, the medical and pharmaceutical sector is overwhelmed. Every year, millions of dollars have been doled out for pharmaceutical product development and production, to be used for humans and animals. Even though we all are the beneficiaries of pharmaceuticals in one way or another, the evolution of pollution via pharmaceutical effluents in form of wastewater is quite alarming.

Pharmaceutical industries work day and night for the synthesis of raw materials (active pharmaceutical ingredients (APIs) and excipients) as well as finished products, excreting effluents in the form of wastewater. That wastewater is considered to be the composite of multiple API and nonactive

moieties, possibly hostile to not only humans but also to the aquatic environment as well as the ecosystem [4].

**Sources of contaminations.** In order to address this emerging form of pollution, its source should be identified for the purpose of impeding its environmentally hazardous impact. In general, pharmaceutical industries, hospitals, domestic (household) and animals waste are some prominent sources of possibly devastating pollution. The pharmaceutical pollution sources are usually classified as point (identifiable) sources and diffused sources [6].

**Major pharmaceutical (apis) pollutants.** The identification of API in wastewater effluent depends upon a number of factors which can be a detection technique used to detect the type of wastewater identified and use or manufacturing of APIs in that certain region where the study was conducted. The following enlisted pharmaceutical APIs have been detected in ground water, surface water, drinking water, soil and wastewater treatment plants (WWTPs) effluents of factories, domestic, hospitals and livestock farms, evidenced by a number of studies carried out worldwide [1].

Pharmaceutical pollutants are discussed in detail in Table 1.

Table 1. **Common active pharmaceutical ingredients (APIs) in wastewater. (Ashton 2004 and Deblonde 2011)**

<b>Pharmacological class of APIs detected</b>	<b>Commonly detected APIs</b>
Antibiotics	Clarithromycin, ciprofloxacin, doxycycline, erythromycin, metronidazole, ofloxacin, norfloxacin, sulfamethoxazole
Anti-epileptics	Carbamazepine, gabapentin
Anti-inflammatory and analgesics	Diclofenac, ibuprofen, indomethacin, naproxen
Anti-hyperlipidemias	Clofibrac acid, fenofibrate, gemfibrozil, ezetimibe
Steroids	17 $\alpha$ -ethinylestradiol and other androgenic drugs
Anti-hypertensive	Beta-blockers (atenolol and others), diuretics (hydrochlorothiazide and furosemide)
Miscellaneous	Caffeine, X-ray contrasts, cosmetics

**Curbing pharmaceutical pollutants – brief discussion of treatment strategies.** To curtail this emerging type of aquatic pollution, there should be requirements to adopt worthwhile and cost-effective methodology by the WWTPs [5]. Details of pharmaceutical wastewater strategies are discussed in Chapter 15. As mentioned earlier regarding the variant composition of wastewater produce by different sources, thus the treatment strategy should be opted after the detailed observation of the source of pharmaceutical wastewater. A number of methodologies currently being applied (Table 2) to impede the rising concentration of pharmaceutical wastewater include:

- (1) Recovery process;
- (2) Physical-chemical methods; coagulation, sedimentation and floating;
- (3) Aerobic-anaerobic biological treatment;
- (4) Innovative treatment technologies.

Table 2. **Wastewater treatment strategies**

<b>Wastewater treatment strategy</b>	<b>Beneficial aspect</b>	<b>Techniques</b>	<b>Components removed significantly</b>	<b>Example</b>
Recovery process	Cost effective and economical	Re-use of wastewater Reverse osmosis Membrane/nano-filtration Electrochemical process to remove metal impurities Ultrafiltration for organic impurities	Antibiotics and drugs having MW>250 Da	Use of nano-filtration to isolate amoxicillin
Physical–chemical methods	Easy operation and economical	Coagulation Sedimentation Floating	Organic impurities from wastewater	–
Biological methods (aerobic)	Low cost	Activated sludge method	Fermentation wastewater impurities, i.e. COD Pharmaceuticals TSS, COD, BOD and Pharmaceuticals	Removal of 90% COD and 90.4% BOD from fermentation wastewater
Biological methods (anaerobic)	High sludge retention time  Recovery of by-product <i>Biomethane</i> Removal of high pharmaceutical concentration	Membrane Bioreactor  Anaerobic hybrid reactor Up-flow anaerobic batch reactor	Pharmaceuticals Pharmaceuticals Organic impurities COD and BOD removal	90% tylosin removal and 75% COD removal from antibiotic waste effluent
Activated carbon	Cheap techniques due to low costs of raw materials	–	For effective removal of organic matter. Can be used as a pretreatment with other techniques	Removal of ibuprofen through AC
Advance (oxidation) strategies	For low biodegradable pollutants	Ozone/H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> treatment  Fenton’s oxidation treatment  Photocatalysis	Removal of antibiotics except those containing amide group  Removal of antibiotics, BOD and COD  Removal of non-biodegradable effluents	Removal of penicillin from fermentation wastewater 95% COD removal from waste water containing antibiotics –



### **Literature**

1. Beek T., Weber F. A., Bergmann A., Hickmann S., Ebert I., Hein A. and Küster A. (2016). *Pharmaceuticals in the environment – Global occurrences and perspectives*. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 35, 823–835. DOI: <http://doi.org/10.1002/etc.3339>.
2. Ashton D., Hilton M. and Thomas K. V. (2004). *Investigating the environmental transport of human pharmaceuticals to streams in the United Kingdom*. *Science of the Total Environment*, 333, 167–184. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2004.04.062>.
3. Deblonde T., Cossu-Leguille C. and Hartemann P. (2011). *Emerging pollutants in wastewater: a review of the literature*. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 214, 442–448. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.ijheh.2011.08.002>.
4. Khaleeq N., Rabia S., Khan G. M. and Din F. U. (2019). *Pharmaceutical Pollutants and Bioremediation*, Chapter 5. 10–135. Available from: [www.cambridgescholars.com/environmental-contamination-and-remediation](http://www.cambridgescholars.com/environmental-contamination-and-remediation); [www.cambridgescholars.com/download/sample/64816](http://www.cambridgescholars.com/download/sample/64816)
5. Li X. and Li G. *A review: pharmaceutical wastewater treatment technology and research in China*. Atlantis Press. DOI: <http://dx.doi.org/10.2991/ap3er-15.2015.81>.
6. Li W.C. (2014). *Occurrence, sources, and fate of pharmaceuticals in aquatic environment and soil*. *Environmental pollution*, 187, 193–201. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.01.015>.

*Dolchinkov N.T., Ph.D., Acos. Professor, Vasil Levski National Military University, Veliko Tarnovo, Bulgaria; National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Moscow, Russia;*

*Bonka E. Karaivanova-Dolchinkova,  
RUO Veliko Tarnovo, Bulgaria*

**BULGARIA'S ENERGY INDEPENDENCE AND THE «GREEN»  
PLAN FOR THE DEVELOPMENT OF ELECTRICITY  
GENERATION WORLDWIDE**

**Abstract:** In the current century, the use of natural resources has led to a global increase in greenhouse gases and widespread pollution of the environment with the most diverse waste. Each country in Europe and Bulgaria in particular solves tasks to improve energy efficiency and security. As part of the solution to this problem is the use of both renewable and alternative sources, but there has been increasing talk about a new generation of nuclear energy.

**Key words:** alternative sources, energy, HPP, NPP, renewable sources, TPP.

Since the beginning of this century, the majority of countries around the world have pursued a policy of limiting harmful greenhouse gas emissions and replacing coal and other polluting power plants with alternative and renewable sources, as well as environmentally non-polluting ones. Unfortunately, many of the world's leading powers and economically developed countries refuse to comply with international treaties and norms and do not even get involved in the implementation of agreements. The European Union, as one of the major players, aims to be a world leader in the fight against climate change and in this regard seeks to achieve the objectives of the agreement of the Conference of the Parties to the UN Framework Convention on Climate Change in Paris, such as at the same time, it provides clean energy throughout the Union. Bulgaria as a member of the union adheres to the set norms and even the requirements to us are even higher than to the economically more developed countries [5, 7]. To meet this commitment, the EU has set the following binding climate and energy targets for 2030 as follows:

1. Reduction of greenhouse gas emissions by at least 40% compared to 1990;
2. Increasing energy efficiency to at least 32.5%;
3. Increasing the share of energy from renewable sources to at least 32% of gross final energy consumption in the EU;
4. Ensuring a minimum level of 15% interconnection between Member States.

In order to ensure a coordinated and coherent approach across the EU and to implement the Energy Union strategy, each Member State was required to submit to the European Commission a draft of its Integrated National Energy

and Climate Plan by 31 December 2018 and its final Integrated plan until 31.12.2019. Bulgaria, as a member state of the European Union, timely prepared and submitted to the European Commission its Integrated National Ecology-Climate Plan (INPEK) [7].

This Integrated Plan is prepared in accordance with the requirements of Regulation 2018/1999 and reflects all the recommendations of the EC on the draft Integrated Plan. INPEK defines the main goals and measures for the implementation of national policies in the field of energy and climate, in the context of European legislation, principles and priorities for energy development.

The main goals set in the Bulgarian INPEK are:

- stimulating low-carbon development of the economy;
- development of competitive and secure energy;
- reduction of dependence on imports of fuels and energy;
- guaranteeing energy at affordable prices for all consumers.

National energy priorities can be summarized as follows:

- increasing energy security and diversifying the supply of energy resources;
- development of an integrated and competitive energy market;
- use and development of energy from renewable sources, according to the available resources, network capacity and national specifics;
- increasing energy efficiency through the development and application of new technologies to achieve modern and sustainable energy;
- consumer protection by ensuring fair, transparent and non-discriminatory conditions for the use of energy services.

The integrated plan is fully compliant with the legislation and the main strategic documents at European and national level [2, 6]. Two years have passed since the adoption of the plan, but in the last half year significant changes have taken place in Europe and the world. From the short-sighted policies of many political leaders and the transition from long-term energy supply contracts to fully exchange-based supplies, where it is not producers and consumers who play an important role, but very often stockbrokers, intermediaries and proxies of politicians and big resellers. This led to a complete discrepancy between the set forecast prices and the current market prices and caused instability of the energy market and a significant increase in prices.

The electricity market in the Republic of Bulgaria is characterized as national and is played by producers, energy companies, electricity transmission companies, consumers and customers of various calibers. Its structure and organization are regulated by the Rules for Electricity Trade in the Republic of Bulgaria [1, 2]. The electricity market consists of an electricity market through bilateral contracts concluded on the platform of the exchange operator, an exchange market, a balancing energy market, a reserve and ancillary services market, a market for the provision of interconnection capacity. From the reports of the Bulgarian National Energy Exchange we can note that the total physically

imported quantity traded in Bulgaria in 2018 is equal to 2.2 million MWh, 94% of the quantity is of Romanian origin [4, 7]. Total physical exports for the same period amounted to 10 million MWh, distributed: Serbia (23%), the Republic of Northern Macedonia (23%), Greece (21%), Turkey (21%) and Romania (12%). This shows that Bulgaria is a predominant exporter of electricity to all neighboring Balkan countries. During the different days on the stock market the distribution is not even, as the main influence is exerted by the meteorological conditions, the consumers and producers included in the energy system, the load of the energy system and the requests for electricity supply from the neighboring countries. Bulgaria is still meeting the region's electricity needs, but for example, when one of Kozloduy's units for recharging is shut down, it is immediately lacking and with increased electricity consumption, the energy systems are under serious threat. The structure of Bulgaria's electricity is such that Kozloduy NPP and TPPs from their own energy sources provide the balance of consumption (90% of consumption), TPPs with imported energy sources work for the additional load, and HPPs with 2.7 MWh provide the peak load.

Most of the transactions are carried out in the segment «Centralized market of bilateral contracts», which has increased significantly since 2018. The volumes of the segment «Day ahead» also increase on an annual basis by 43%. Also, the trading of the segment "In the day" started in April 2018 [7].

The price of electricity has also changed significantly in the last few months and instead of the values set in the integrated plan, they now significantly exceed even those set for 2030. The set values were up to 95 €/MWh until 2030 and 106 €/MWh until 2040, but in October this year the stock exchange prices exceeded 300 €/MWh. This will lead to the need for a complete overhaul of short-term and long-term programs and has already led to chaos in consumption and large overruns by producers. In my opinion, these high prices are also the result of the short-sighted policy pursued by the European Union and the leaders of many of the major economic and political countries and unions. Because the market and prices in Europe are the same and the burden on households is different [2, 3]. Wealthy countries, which also have higher incomes, have even lower energy prices than Eastern European countries, which have lower incomes. This leads to impoverishment of the population and difficulties in servicing the payments for consumed electricity by both household subscribers and industrial enterprises.

This is a problem not only of Bulgaria, but also of many countries in Europe and the world. Even one China is currently experiencing electricity shortages and some industrial enterprises are working on a significantly reduced production schedule.

The electricity produced in Bulgaria can be grouped into several main groups: from hydropower plants, thermal power plants, nuclear energy, wind generators and photovoltaics. Bulgaria has been and still is a gross exporter of electricity, but the conditions set by the European Commission and the actions

of our politicians may soon turn Bulgaria into an importer and thus the national and energy security of the country to depend on other countries.

Bulgaria makes the most of the existing potential of local resources in compliance with environmental requirements. The main energy sources for energy production are solid fuels and nuclear energy.

The plants using local coal provide about 48% of electricity production and are a guarantor of Bulgaria's energy security and the competitiveness of the Bulgarian economy. Bulgaria will make the most of the existing potential of local coal in the country in compliance with environmental requirements, and they can provide a resource for electricity production for the next 60 years. Here it is planned to reduce the relative share by 2040 in the order of 3-4%.

Nuclear energy is an important energy source that guarantees basic electricity production with predictable and competitive prices. Kozloduy NPP EAD provides over 33% of the electricity production in the country and is a guarantor for the energy security of Bulgaria. According to the plan, the energy from nuclear facilities is expected to increase to almost 60%, with the net value doubling from 15 GWh to almost 31 GWh.

The use of energy from renewable sources is the third most important local energy resource, which has increased in recent years. The main contribution to this is the increased consumption of biomass, as well as the use of solar and wind energy for electricity production [1, 8]. The integrated plan envisages an increase in the share of electricity production from wind generators, biomass and solar panels.

When Bulgaria joined the European Union, we were forced to close the first 4 units of Kozloduy NPP, each with a capacity of 440 MWh. At this stage, these power units are irretrievably destroyed. Over the years, we purchased and subsequently resold 2 WWER 1000 units for Belene NPP. After arbitration we bought another 2 similar blocks of the third generation, which have been unpacked for 3 years now, instead of being used. There is talk of building new facilities at Kozloduy NPP, fuel diversification and others, but this is in the realm of speech and political pressure.

When it joined the EU, for example, Slovakia was also forced to close some of its blocks, but reopened them after 2-3 months and did not agree to the conditions.

Over the last 10 days, the European Commission has changed its position on nuclear energy, and its President, Jan Timmermann, has said that if we want, we can develop our nuclear energy with new units in Kozloduy, and why not build the Belene plant. 10 EU countries, including France, Bulgaria and others, have submitted a document for further development of nuclear energy in the European Community. Nuclear energy does not generate greenhouse gases and does not pollute the environment, and in the development of technology it is much safer and does not generate waste, unlike some of the green energies.

The United States has an appetite for the supply of small and medium-capacity mobile nuclear power plants in Eastern European countries, but this is not a good solution, because firstly these plants have not yet been built and secondly it is not a good solution to deploy many small nuclear power plants. potential risk and target of the many terrorist attacks that are taking place around the world. The US Secretary of Energy's visit to Central and Eastern Europe in early October was to lobby for such plants.

In the years of transition, Bulgaria failed to protect its energy and national security well enough with the closure of Units 1-4 of Kozloduy NPP, the agreement to prematurely close TPPs in the coming years, instead of the conditions achieved by Poland for operation and subsidization of these power plants. After many unsuccessful negotiations and lack of negotiations, the Belene project did not move forward, despite the presence of 2 modern 3+ generation power units at the plant. At the same time, Romania and Turkey are building new nuclear facilities and will thus fill a niche in the region's energy market. Omissions were made and it is time for politicians to stop serving foreign interests and to defend Bulgarian interests for the development of Bulgarian society.

#### *References*

1. Долчинков Н. История, развитие и перспективи на проекта АЕЦ «Белене» // Радиационната безопасност в съвременния свят : Научна конференция, НВУ «В. Левски», гр. В. Търново – 11 ноември 2016 г. ISBN 978-954-753-243-4. 81–90.

2. Долчинков Н., Караиванова-Долчинкова Б., Ролята на ядрената енергетика в световната икономика // Радиационната безопасност в съвременния свят : Научна конференция, НВУ «В. Левски» гр. В. Търново – 20 ноември 2020 г. ISSN 2738-7607 Print, ISSN 2603-4689 CD. 250–260.

3. Манчев Б. АЕЦ «Белене» – лекции пред клуб «Енергетик», София, 2010.

4. Набатов Н. и колектив, Електроенергетиката на България, ТАНГРА ТанНакРа ИК, София, 2015.

5. Постановления и решения на МС на Република България, София.

6. Харалампиев М. Развитие на атомната енергетика и ядрените арсенали // Актуални проблеми на сигурността : Сборник доклади от Научна конференция. Т. 6, Издателски комплекс на НВУ «Васил Левски», 2020. 123–133.

7. Council of Ministers of the Republic of Bulgaria, Integrated Plan in the Field of Energy and Climate of the Republic of Bulgaria 2021–2030, Sofia, 2020.

8. Padarev N. I., Analysis of the Relation Between Climate Changes and Security Area, International Conference Knowledge-Based Organization, Vol. XXIV. Conference proceedings 3, Applied technical Sciences and Military Technologies, Sibiu, Rom. 2018. 169–173.

*Hristova T., Ph.D., Assoc. Professor, University of Mining and Geology  
«St.Ivan Rilski», Sofia, Bulgaria*

*Savov N., Ph.D., Deputy Mayor, Elin Pelin Municipality, Bulgaria*

*Vambol S., D.Sc., Professor, State Biotechnological University,  
Kharkiv, Ukraine*

*Vambol V., D.Sc., Professor, National University «Yuri Kondratyuk  
Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine*

**DLT FOR SUSTAINABLE MATERIAL FLOWS MANAGEMENT  
IN THE PROCESSING OF MUNICIPAL SOLID WASTE AND NON-  
HAZARDOUS WASTE:  
EXAMPLE OF SOFIA (BULGARIA) MUNICIPALITY**

**Abstract.** It is known that mixed waste has a negative impact on the environment, since it includes both hazardous and non-hazardous waste. For waste management, various measures are developed and applied in order to ensure environmental safety. It is very important that all groups of measures ensure the implementation of the circular economy as one of the main instruments for achieving sustainable development. Strict traceability of raw materials and products can improve the efficiency of processing plants. An effective tool for this is the Distributed Ledger Technology (DLT) and in the paper are suggested the conceptual model for tracking the product of waste.

**Key words:** waste, recycling, waste recycling plant, resources, DLT.

With the growth of the Earth's population and the resources consumption, an accelerated rate of their depletion occurs. In response to these trends, the Burtland Commission has been developing a sustainable development strategy since 1987, according to which progress in one area should not come at the expense of another [1]. The goal of the strategy is to develop measures that will work over a long period of time with using of funds for long-term resources availability.

The measures groups differ depending on the industrial sectors, but they are mainly classified as technical, economic, environmental and improvement of working conditions. It is very important that all measures groups ensure the implementation of a circular economy as one of the main instruments for achieving sustainable development. The term «circular economy» embodies the desire for more efficient use of resources, but is a controversial concept of «better» [2] because not all approaches for its implementation contribute to sustainable development. A prime example of this is the production of palm oil for bio-fuels: on the one hand, it helps to reduce the use of fossil fuels, primary resources and, presumably, net carbon emissions, but on the other hand, it promotes accelerated deforestation, for example in Borneo [3]. A positive

example is the achievement of energy efficiency and improvement of a farm conditions [4].

As a rule, measures aimed at implementing a circular economy are associated with reducing the waste amount through recycling especially mixed waste which has a negative impact on the environment. The waste mixture includes as a part non-hazardous waste that quickly decomposes and turns into a useful component of the natural environment, as well as hazardous waste that is toxic components and contributes to its degradation. An example of hazardous waste is waste from pharmaceuticals, mining, etc [5]. However, household waste should not be neglected due to the use of various quantities of hazardous raw materials in everyday life [6-8].

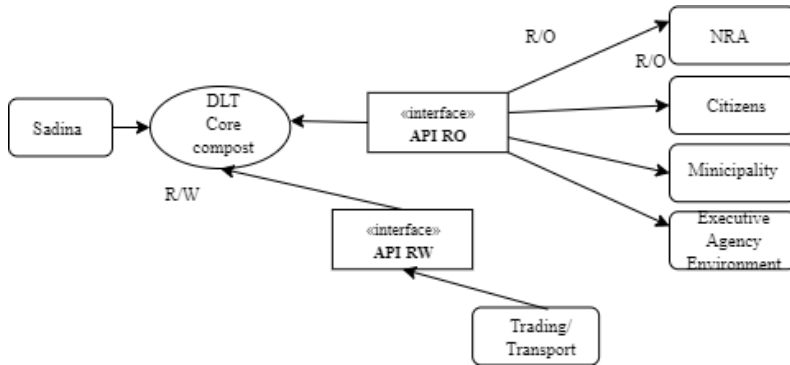
The search for mechanisms for the implementation of a circular economy, so that it does not contradict the criteria of sustainable development, leads to the development of the strategy «OECD Green Growth Strategy (OGGS), from the point of view of future generations» [9]. This report objective is to ensure the smart, sustainable and inclusive growth that can be achieved through digital communications technology that connects global databases.

The most common methods of handling waste are landfill storage and recycling in waste processing plants. At the same time, increasing the efficiency of waste processing plants can be achieved by ensuring clear traceability of raw materials (products). For this, first of all, a logistic analysis is needed to achieve cost savings depending on the specific location of the processing plant, followed by optimization of waste-free processing, leading to a decrease in pollution [10], and an increase in the level of recycling according to the criteria of OGGS.

Thus, in order to achieve the criteria for sustainable development through the circular economy, this report purpose is to study and the expansion of the opportunities for assessing the processing of municipal waste by application of the distributed ledger technology (DLT). The conceptual model is suggested to collect data and exchange it among responsible institutions. This leads to clear, correct, unalterable data on the quantities of recycled, sold, deposited and remanufactured materials produced. DLT will provide an opportunity to analyse possibilities to achieve higher levels of use. The plant for the processing of municipal solid waste (MSW) of the municipality of Sofia (Bulgaria) was chosen because their amount is constantly growing all over the world [11], which necessitates an increase in the level of processing. In addition, according to [12], the consumption of second-hand goods increased in Western European countries, which were transferred to Central and Eastern Europe for further use, which led to an increase in MSW in these regions, including Bulgaria. This means that the activity of the plant will increase, the number of separated products too, which will lead to a decrease the quality parameters of the performance. Tracking the quantity of these products by type and use will support the analysis of the activity of the enterprise and provide a starting point for action to achieve sustainable development criteria.



As a result of the activities of the Sofia waste processing plant, material flows are formed and heat and electricity energy are produced. After processing non-hazardous waste, the resulting products are separated by type and purpose. By type, these are paper, plastic, metal and others. According to their purpose, they are divided into landfills, products for sale, products of combustion (OPQ) and recycling [13]. The generated energy in this study isn't included. An example of a DLT scheme for tracking of quantity of compost for sale is shown in Figure 1. The compost is produced after processing the waste.



**Fig. DLT Scheme for Waste Held for Sale**

The chart shows the total amount of compost produced. There are two channels for different fractions. The functionality based on the rights of the participants is defined by the API on the code implemented in the smart contract. The record of the values measured by the electronic device is entered by the operator into the DLT core after it has been identified with a digital signature. He verifies and confirms this data, which is shared to the regulatory authorities and constitutes these reports. The disadvantage in this case is that identification with a digital certificate can lead to the leakage of his personal data, which must comply with the obligations under the GDPR [14]. Thus, the DLT type (Blockchain, Ethereum, Multichain, etc.) must meet these requirements.

Similarly, conceptual models for communication and data exchange based on DLT can be suggested for the quantities and types of others sold, processed, deposited materials and RDF. The data shared according to the proposed schemes can be used by the responsible authorities to analyze the speed and quality of processing in order to increase efficiency. In addition, the developed communication scheme leads to trust and security among partners, the collection of immutable data which is a real prerequisite for the long-term analysis

according to the criteria of the sustainable development through a circular economy.

### References

1. *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*, (WCED, 1987), p. 300.
2. Anne P. M. Velenturf, Phil Purnell, *Principles for a Sustainable Circular Economy, Sustainable Production and Consumption* 27:1437–1457.
3. Murray A., Skene K., Haynes K. (2017). *The circular economy: an interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. J. Bus. Ethics.* 140. 369–380.
4. Mihailov N., Evstatiev B., Stoyanov I. (2006). *Utilization of the animal heat production for reducing the energy expenses, International scientific student's conference Slovakia, Slovak University of Agriculture in Nitra*, pp. 208–214, ISBN 80-8069-690-X.
5. Boteva A., Parashkevova M., Vladkova B. (2007). *Waste utilization by sulphide non-ferrous ores processing plants, XII Balkan Mineral Processing Congress 2007, XII BMPC 2007, 10-14 June 2007, Delphi, Greece, ISBN 978-960-89228-9-1*, pp. 599–603.
6. Vambol V., Shulha A., Vambol S. et al. (2021). *Legislative and criminal law aspects of water protection and prevention of pharmaceuticals accumulation in nature. Pharmaceutical Wastewater Treatment Technologies*, 113.
7. Vambol S., Vambol V., Mozaffari N. et al. (2021). *Comprehensive insights into sources of pharmaceutical wastewater in the biotic systems. Pharmaceutical Wastewater Treatment Technologies*, 17.
8. Khan A. H., Aziz H. A. Khan N. A. et al. (2021). *Impact, disease outbreak and the eco-hazards associated with pharmaceutical residues: a Critical review. International Journal of Environmental Science and Technology*, 1–12.
9. *OECD Annual Report*. Available: <https://www.oecd.org/newsroom/43125523.pdf> (accessed on 12 January 2018).
10. Šebo J. (2012). *Riadenie odpadového hospodárstva v malom podniku s podporou modelu ekonomickej bilancie toku odpadov. Acta Facultatis Ecologiae*, 26. 47–54.
11. Zhou Z., Tang, Y. Dong J. et al. (2018). *Environmental performance evolution of municipal solid waste management by life cycle assessment in Hangzhou, China. J. Environ. Manag.*, 227. 23–33.
12. Horvath B., Mallinguh E., Fogarassy C. (2018). *Designing Business Solutions for Plastic Waste Management to Enhance Circular Transitions in Kenya. Sustainability*, 10, 1664.
13. Hristova T., Savov N. & Hristov P. (2020, September). *Investigation of the possibilities for application of DLT in the production of electricity from*

biogas. In 2020 12th Electrical Engineering Faculty Conference (BulEF) (pp. 1-5). IEEE.

14. Peyo Hristov, Willian Dimitrov. *The blockchain as a backbone of GDPR compliant frameworks, Calitatea, suppl. Quality-Access to Success: Acces la Success; Bucharest 20(S1), (Jan 2019). 305.*

*Lauer Haness,  
akademischer mitarbeiter und projektmanager  
am ireus der Universität Stuttgart*

## **KLIMASCHUTZ UND ENERGIEWENDE AUF UNTERSCHIEDLICHEN EBENEN**

Klimaschutz findet auf verschiedenen Maßstabsebenen statt: Von internationalen Regelungen und Übereinkommen, über nationale Gesetzgebung und Zielsetzungen, zu der lokalen Ebene mit den Kommunen und letztlich bis zum Individuum mit dem eigenen CO<sup>2</sup>-Fußabdruck

Übergeordnete Ebenen müssen den politischen Rahmen setzen (Politik, Gesetze, Anreize, Verbote) und nachgeordnete Ebenen müssen ambitioniert sein und die Vorgaben mit Leben füllen

Stand 2021 reichen die weltweiten Klimaschutzaktivitäten aller Länder nicht aus, um das 1,5 oder auch nur das 2,0 Grad-Ziel zu erreichen. Wir steuern auf ca. 2,7 Grad Erwärmung bis 2100 zu.

1,5 Grad ist für manche Länder der Welt eine Frage des Überlebens (z.B. Inselstaaten wie Malediven oder Tuvalu). Zudem sind die Kippunkte (Tipping-Points) sehr gefährlich, da bei bestimmten Schwellenwerten dynamische Kettenreaktionen in ökologischen Systemen einsetzen können. Diese könnten die Erwärmung deutlich beschleunigen und erhöhen.

*Mozaffari Niloofar, Islamic Azad University, Tehran, Iran; Mozaffari Nastaran, Islamic Azad University, Tehran, Iran; Khan Nadeem Ahmad, Jamia Millia Islamia, New Delhi, India; Sihag Parveen, Chandigarh university, Punjab, India; Vambol Viola, Dr.Sc., Prof., Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic National University, Poltava, Ukraine; Vambol Sergij, Dr.Sc., Prof., State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine; Sillanpää Mika, Prof., Department of Chemical Engineering, University of Johannesburg, South Africa, Chemistry Department, King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia, Universiti Kebangsaan Malaysia, Malaysia*

## **COMBINATION OF BIOLOGICAL AND PHYSICO-CHEMICAL TREATMENT FOR DRUG RESIDUES FROM WASTEWATER: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES**

**Abstract.** Due to the unreasonable and irrational use of drugs, wastewater from medical institutions contains toxic residual pharmaceutical compounds. As a result of ineffective treatment, these compounds seep into receiving aquatic environment and contribute to the disruption of natural processes. The essence of this report is to highlight the problem of the origin and fate of pharmaceutical residues, as well as the need to establish an appropriate wastewater management system. This is aimed at motivating scientists and practitioners to solve such a serious problem as pharmaceutical residues in the environment, as well as to identify the advantages and disadvantages of combining some methods of wastewater treatment.

**Keywords:** contaminants, hospital effluent, drugs, treatment process.

Typically, *Escherichia coli*, pathogens, faecal coliform bacteria, and similar unwanted compounds are not recovered before discharging medical wastewater [1, 2]. More than 14,000 µg/L of pharmaceutical residues enter water bodies from treatment plants and other contaminated surface waters [3, 4]. Certain groups of antibiotics, such as ciprofloxacin, ofloxacin, sulfapyridine, trimethoprim, metronidazole, and their metabolites, are more commonly found in wastewater from healthcare facilities [5, 6]. The greatest danger is that there is a closed circulation of pharmaceutical compounds primarily because of the presence of a food chain in nature. At the same time, the prevention of uncontrolled drug use, its improper disposal, as well as the most rational treatment of wastewater contaminated with pharmaceuticals, will significantly reduce the indicated danger degree.

Determining the composition and characteristics of such wastewater, the selection of treatment technologies that are compatible and efficient for

implementation, and the environmental risk associated with the use of these technologies are priorities that need to be urgently addressed through effective management practices [7-9].

**Table 1. Merits of some adsorbents**

Merits	Adsorbent				
	Carbon nanotubes	Hexagonal boron nitride	Nano-hydroxyapatite	Nanocomposites	Metal oxide
Ability to remove organic pharmaceutical pollutants	+				
High sorption kinetic	+				
High mechanical property	+	+			
High adsorption capacity		+			
High stability		+	+		
Porous structure				+	
Low solubility			+		
Large surface area			+		+

**Table 2. Demerits of some adsorbents**

Merits	Adsorbent				
	Carbon nanotubes	Hexagonal boron nitride	Nano-hydroxyapatite	Nanocomposites	Metal oxide
Difficult to recovery	+				
Environmental risks	+				
High cost	+	+			
Not good in sorption capacity		+			+
Each composite is able to remove some pollutants				+	
Toxic		+			

Several factors affect the efficiency of removing new pollutants from wastewater, and at the same time, any treatment method has undeniable advantages and disadvantages. Among the various technologies known today for one of the three processing steps, the most common are, first, conventional activated sludge (CAS), and second, membrane bioreactor (MBR). A membrane biological reactor (MBR) is used in many countries for secondary treatment. However, a sudden increase in formic acid has been noticed due to the presence of certain contaminants in the wastewater from medical facilities. This situation

is capable of providing pH shock in the reactor and a decrease in the efficiency of its operation since the sludge is destroyed [10, 11]. At the same time, it is advisable to jointly use nano-sized materials and nano-based filter membranes. According to the test results, an effective improvement in conventional parameters and quantitative reduction of pharmaceuticals after secondary or tertiary treatment was observed using two methods, namely MBR and CW, from seven different processing technologies, but with the exception of microbial regeneration [12, 13].

### References

1. Babbar P., Verma S. and Mehmood G. (2017). «Groundwater Contamination From Non-Sanitary Landfill Sites – A Case Study on The Ghazipur Landfill Site, Delhi (India)», Vol. 12 No. 11, pp. 1969–1991.
2. Nigam N. and Srivastav, S.K. (2020). «Groundwater Quality of Shallow Aquifer in Uttar Pradesh», No. 7.
3. Shahul Hameed A., Resmi T.R., Suraj S., Warriar C.U., Sudheesh M. and Deshpande R.D. (2015). «Isotopic characterization and mass balance reveals groundwater recharge pattern in Chaliyar river basin, Kerala, India», *Journal of Hydrology: Regional Studies*, Elsevier B.V., Vol. 4, pp. 48–58.
4. Chen J. Li J., Zhang Z. and Ni S. (2014). «Long-term groundwater variations in Northwest India from satellite gravity measurements», *Global and Planetary Change, The Authors*, Vol. 116, pp. 130–138.
5. Watto M.A. and Muger, A.W. (2015). «Econometric estimation of groundwater irrigation efficiency of cotton cultivation farms in Pakistan», *Journal of Hydrology: Regional Studies*, Elsevier B.V., Vol. 4, pp. 193–211.
6. Shekhar S., Mao R.S.K. and Imchen E.B. (2015). «Groundwater management options in North district of Delhi, India: A groundwater surplus region in over-exploited aquifers», *Journal of Hydrology: Regional Studies*, Elsevier B.V., Vol. 4, pp. 212–226.
7. Chen B. and Westerhoff P. (2010). «Predicting disinfection by-product formation potential in water», *Water Research*, Elsevier Ltd, Vol. 44 No. 13, pp. 3755–3762.
8. Wei J., Ye B., Wang W., Yang L., Tao J. and Hang, Z. (2010). «Science of the Total Environment Spatial and temporal evaluations of disinfection by-products in drinking water distribution systems in Beijing , China», *Science of the Total Environment*, The, Elsevier B.V., Vol. 408 No. 20, pp. 4600–4606.
9. Richardson S.D. and Postigo C. (2016). *Discovery of New Emerging DBPs by High-Resolution Mass Spectrometry*, *Comprehensive Analytical Chemistry*, Vol. 71, Elsevier Ltd, available at: <https://doi.org/10.1016/bs.coac.2016.01.008>.
10. Zhou H., Chen R., Wang J., Lu, J, Yu, T. Wu, X, Xu, S. et al. (2020). «Journal P», *Materials & Design*, Elsevier Ltd, p. 108947.

11. Mazhar M.A., Kha, N.A., Ahmed S., Kha, A.H., Hussain A., Rahisuddin Changani F. et al. (2020). «Chlorination disinfection by-products in municipal drinking water – A review», *Journal of Cleaner Production*, Vol. 273, p. 123159.

12. Polesel F., Andersen H.R., Trapp S. and Plósz B.G. (2016). «Removal of Antibiotics in Biological Wastewater Treatment Systems—A Critical Assessment Using the Activated Sludge Modeling Framework for Xenobiotics (ASM-X)», *Environmental Science & Technology*, Vol. 50 No. 19, pp. 10316–10334.

13. Gambhir R.S., Kapoor V., Nirola A. and Sohi, R. (2017). «Water Pollution : Impact of Pollutants and New Promising Techniques in Purification Process Water Pollution»: *Journal of Human Ecology*, Vol. 9274 No. 37, pp.103–109.

*Mozaffari Nastaran, Islamic Azad University, Tehran, Iran; Mozaffari Niloofar, Islamic Azad University, Tehran, Iran; Khan Nadeem Ahmad, Jamia Millia Islamia, New Delhi; Sihag Parveen, Chandigarh university, Punjab, India; Dr.Sc., Prof. Vambol Viola, Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic National University, Poltava, Ukraine; Dr.Sc., Prof. Vambol Sergij, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine; Prof. Sillanpää Mika, Department of Chemical Engineering, University of Johannesburg, South Africa, Chemistry Department, King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia, Universiti Kebangsaan Malaysia, Malaysia*

## **SUBSTANTIATION OF THE CO ADSORPTION EFFICIENCY OF $Al_2O_3$ /ZEOLITE COMPOSITE FILMS PREPARED BY ROLL-COATING METHOD**

**Abstract.** From an environmental point of view, it is vitally important to find an efficient method for capturing CO molecules, as carbon monoxide is a toxic pollutant that contributes to the frequent morbidity of the population. Zeolites, aluminosilicate, and similar materials are now well established as CO adsorbents.

**Keywords:** CO adsorption,  $Al_2O_3$ /Zeolite adsorbent, Adsorption capacity, Adsorption efficiency

From an environmental point of view, it is vitally important to find an efficient method for capturing CO molecules, as carbon monoxide is a toxic pollutant that contributes to the frequent morbidity of the population. Zeolites, aluminosilicates, and similar materials are now well established as CO adsorbents. However, given their adsorption efficiency, some difficulties in their use should be noted. These include:

- The adsorption of CO molecules on metal surfaces has brought disadvantages, such as the fragility of the material [1,2];
- The use of elastic materials as adsorbents insignificantly solves the problem of fragility; however, there are problems associated with the adhesion of the active layer on the substrate [3, 4];
- When choosing a substrate, difficulties arise with the chemical interaction of the carrier and the active layer [4].

Many researchers [5-7] note some useful qualities of aluminum oxide (Alumina,  $Al_2O_3$ ) as an adsorbent of CO gas. These include chemical inertness to oxidation, resistance to molten metals and non-metals and high stability. In this case, the most attractive structure is gamma-alumina due to its catalytic activity, high surface area, stability in a wide temperature range, and the most rational pore size distribution [8, 9].

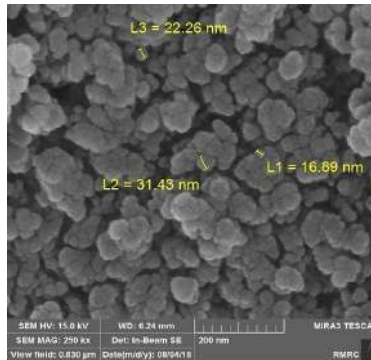


Thus, if a given substance exhibits good adhesion to a carrier, as well as other positive properties for effective CO adsorption, then such material can be recommended for use as an adsorbent.

Several experiments were carried out to establish useful features and substantiate the effectiveness of gamma-alumina.

In particular, X-ray diffraction patterns of the ingredients and the synthesized nano-adsorbent were recorded (Figure 1 in [10]). The XRD patterns of the synthesized Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Zeolite nano-adsorbent shows the characteristic peaks for the ingredients with a sharp peak at 22.4° for zeolite and broader peaks at 32.48°, 36.96°, 46.08°, 67.16° for Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, indicating the successful synthesis of the new nano-adsorbent [10].

In Field Emission Scanning Electron Microscopy (FESEM), aggregated nanoparticles were illustrated. Also, it can be seen that particles and clusters with small-sized were scattered (Fig. 1). This verifies the good quality of the created adsorbent and the possibility of using it.



**Fig. 1. Field Emission Scanning Electron Microscopy of the created adsorbent material**

The result of testing the adsorption capacity of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Zeolite adsorbent demonstrated an increase in CO concentration (mg/L) with time and a decrease in the adsorption rate with the saturation of the adsorbent [11].

Using equations (1) - (3), respectively [11], the adsorption efficiency (R, %), the adsorption capacity at time t (q<sub>t</sub>, mg g<sup>-1</sup>), and the adsorption capacity at the moment of equilibrium establishment (q<sub>e</sub>, mg g<sup>-1</sup>) were calculated:

$$R = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \cdot 100; \quad (1)$$

$$q_t = \frac{(C_0 - C_t) \cdot V}{M}; \quad (2)$$

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e) \cdot V}{M}, \quad (3)$$

where  $C_0$  – the inlet gas concentration, ( $\text{mg L}^{-1}$ );  $M$  – the weight of the adsorbent, g;  $V$  – the volume of the chamber, L;  $C_t$  – CO gas concentration at  $t$  time,  $\text{mg L}^{-1}$ ;  $C_e$  – CO gas concentration at equilibrium,  $\text{mg L}^{-1}$ .

According to these results, the maximum percentage of the adsorption efficiency, namely 97,89%, occurred at 289 sec and then reached the saturation level. Therefore, it can be stated that over time, CO molecules completely fill the empty spaces in  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{zeolite}$  which is consistent with the earlier study [12].

Intra-particle diffusion kinetic model graph for CO gas adsorption by  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Zeolite}$  composite film demonstrated that the intra-particle diffusion is the only rate-controlling step [13, 14].

Thus, it was experimentally established that this nano-adsorbent is more effective, in terms of adsorption capacity, rather than other commercial adsorbents such as activated carbon (AC), mesoporous alumina (MA), Ze, Si, Pd/Si, and Pd/Ac adsorbents.

#### References

1. Vang R T, Wang J G, Knudsen J, et al. The Adsorption Structure of NO on Pd (111) at High Pressures Studied by STM and DFT. *J. Phys. Chem. B* 2005; 109: 14262–14265.

2. Mozaffari N., Mirzahosseini A. H. S., Mozaffari N. et al. A new kinetic models analysis for CO adsorption on palladium zeolite nanostructure by roll-coating technique. *Analytical Methods in Environmental Chemistry Journal* 2020; 3: 92i–107.

3. Atsushi H. Production of Thin Film-Like Zeolite, Japanese Patent NO. JPH10167718, 1998;  
[https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en\\_EP&FT=D&date=19980623&CC=JP&NR=H10167718A&KC=A#](https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=19980623&CC=JP&NR=H10167718A&KC=A#)

4. Maiko S., Tomoyuki N., Kumiko O. et al. Porous Adsorption Film, Japanese Patent NO. JP2012035256, 2012;  
[https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en\\_EP&FT=D&date=20120223&CC=JP&NR=2012035256A&KC=A#](https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20120223&CC=JP&NR=2012035256A&KC=A#)

5. Saadi Z., Saadi R., Fazaeli R. Fixed-bed adsorption dynamics of Pb (II) adsorption from aqueous solution using nanostructured  $\gamma$ -alumina. *J. Nanostructure Chem.* 2013; 3: 48.

6. Kuklin Mikhail S., Honkala K., Häkkinen H. Computational Study of Adsorption of CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, and H<sub>2</sub>CO on Free-Standing and Molybdenum-Supported CaO Films. *J. Phys. Chem. C* 2019; 123: 7758–7765.

7. Pacchioni G., Freund H. *Electron Transfer at Oxide Surfaces. The MgO Paradigm: from Defects to Ultrathin Films.* *Chem. Rev.* 2013; 113: 4035–4072.
8. Euzen P., Raybaud P., Krokidis X. et al. *Alumina. Handbook of Porous Solids,* Wiley 2002; 1591–1677 <https://doi.org/10.1002/9783527618286.ch23b>
9. Bacariza M. C., Bértolo R., Graça I. et al. *The effect of the compensating cation on the catalytic performances of Ni/USY zeolites towards CO<sub>2</sub> methanation.* *J. CO<sub>2</sub> UTIL.* 2017; 21: 280–291.
10. Mozaffari N., Mozaffari N., Elahi S. M., Vambol S., Vambol V., Khan N. A. & Khan N. (2021). *Kinetics study of CO molecules adsorption on Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Zeolite composite films prepared by roll-coating method.* *Surface Engineering,* 37(3), 390–399.
11. Keshavarz A., Parang Z., Nasseri A. *The effect of sulfuric acid, oxalic acid, and their combination on the size and regularity of the porous alumina by anodization.* *J. Nanostructure Chem.* 2013; 3: 34.
12. Samandari S. S., Gulcan H. O., Samandari S. S. et al. *Efficient Removal of Anionic and Cationic Dyes from an Aqueous Solution Using Pullulan-graft-Polyacrylamide Porous Hydrogel.* *Water Air Soil Pollut.* 2014; 225: 2177.
13. Hameed B. H. *Removal of cationic dye from aqueous solution using jackfruit peel as non-conventional low-cost adsorbent.* *J. Hazard. Mater.* 2009; 162: 344–350.
14. Cheung W. H., Szeto Y. S., McKay G. *Intraparticle diffusion processes during acid dye adsorption onto chitosan.* *Bioresour. Technol.* 2007; 98: 2897–2904.

*Nazarkov T. I., Radomska M. M., PhD in Engineering  
National Aviation University, Kyiv, Ukraine*

## **EVALUATION OF ECOSYSTEM SERVICES OF THE FORESTRY**

Human economy and well-being is completely dependent on the use of natural resources as source of materials and products. An important part of these resources have biogenic or biological essence and thus they are provided by living organisms. At the same time, biological and ecological processes in nature provide all conditions for the existence of humans and for a long time these work was underrated and not well realized. In particular, plant associations produce habitats for other organisms and are fundamental elements of trophic relations and stabilizers of ecosystems at all levels. This benefits although not perceived directly are essential for life on the planet on the whole. And the Millennium Ecosystem Assessment, a research collaborative of more than 1,360 experts worldwide, termed those benefits obtained from natural communities as ecosystem services [1]. In order to preserve the quality and assortment of ecosystem services provided by ecosystems it is necessary to determine the providers of services and protect them from negative factors of influence. Protective actions must be well planned and prioritized in accordance with the urgency of conservation actions. However, there is also need to evaluate ecosystem services in monetary equivalent to demonstrate their importance and substantiate the need for protective policy for services providers.

For thousands of years, mankind has used forests for provision of various needs and they are the major ecosystem services providers, independent from their location, but strongly suffering from intensive exploitation. The services of forest ecosystems are primarily understood as food or raw materials for construction. But more importantly, the essence of ecosystem services of forest is in the interaction of forests with the atmosphere, water, soil and the maintenance of their qualitative and quantitative parameters at the optimal ecological level. As a result, forests provide us with ecosystem services regardless of whether we need, feel, or see. For example, these include recreational value of forest areas, oxygen production, soil stabilization and quality, water purification, carbon sequestration, biodiversity conservation, etc.

Air quality, due to the special composition of which man can exist on the planet, is a consequence of plant life, and in the global sense of forest plant communities, which in the process of their growth and development emit oxygen, absorb nitrogen, and retain carbon. Clean, usable water is the result of a mass of processes and functions that take place in the soil and on the ground.

Water treatment, aquifer control, surface runoff control, water quality services are ecosystem services for plants and soils, especially forests. An extreme, but no less important component is food. And although in our time, mankind has long learned to circumvent and eliminate weather conditions and pests, grow products more massively and efficiently, sometimes even harvesting several crops a year, still all this happens on land, based on which processes formed by ecosystem services.

The list of ecosystem services can be extended for a long time, so for the purpose of extensive analysis, all ecosystem services are divided into 4 groups:

- provisioning services – services from products provided by ecosystems: food, water, wood, fiber, fuel, genetic resources, drinking water;

- regulating services – services of regulating ecosystem processes: climate formation, protection against floods and other natural disasters, disease control, absorption of human waste, water and air purification, pest control;

- cultural services – the contribution of ecosystems to the enrichment of cultural, spiritual and aesthetic aspects of human well-being: emotions from communication with nature, sense of place, environment for the formation of lifestyle, customs and traditions;

- supporting services – services that provide the main ecosystem processes: soil formation, primary productivity, basic biogeochemical processes (nutrient cycle, photosynthesis), habitat. If we reduce the scope of the study, and take into account only the ecosystem services of the forest, then most of the above are suitable for the range of forest services.

According to the given distribution, there is a much better understanding of the processes that occur in nature, and how humanity interacts with forest ecosystems. To date, human impact on the ecosystem has become almost the dominant in biosphere. Human intervention in natural processes is growing exponentially. The main impact on forest areas is their uncontrolled mass felling. Soil erosion, lowering of groundwater or deterioration of its quality, change of microclimate in certain areas, disappearance of many representatives of flora and fauna, including rare ones, are the major consequences of deforestation and finally it will lead to seizure of ecosystem services provision. To prevent the complete disappearance of forest ecosystems and their services, it is necessary to understand that forest costs much more than purely the total value of timber and land occupied.

The valuation of ecosystem services is rather complicated and ambiguous: not all services are material and thus measurable. A wide variety of methods was offered for this purpose. Initially, they can be divided into direct and indirect methods [2]. Direct valuation method is a method of using direct market valuation of these services or products, if any. Indirect methods are used to evaluate such services as microclimate regulation, concentration of various air pollutants, nutrient content in biomass, erosion prevention, carbon sequestration, etc. This study used the method of opportunity cost – a method that evaluates

ecosystem services, theoretically replacing them with man-made systems: for example, natural recycling of wetlands by forests, which can be (partially) replaced by expensive artificial systems. The other method used is factor income, according to which ecosystem services improve the condition of certain areas where you can earn money. For example, it can include improving the water status of lakes and rivers near forests, increasing the number of fish in them, and thus greater business profits from their legal catching and sale. Also, the method of preventive costs was used to estimate the cost of overcoming the consequences of natural disasters, which are now managed and prevented by forest ecosystem services. And as an addition to those more formal methods survey among local population – conditional evaluation based on questionnaires [3]. Based on survey, it is possible to draw conclusions and make certain plans on how to receive payment for ecosystem services from the local population, and whether they are willing to pay for them at all.

The studied area was the Maidan tract, Pluzhne forestry, subordinated to the State Enterprise Izyaslav forestry. It is characterized by intensive erosion – the relief here is sometimes hilly with gentle slopes. The area is characterized by heavily eroded gray forest and podzolic soils. Wild boars, roe deer, foxes, and hares are found on the territory of the tract. The total area of forestry was 26,240 ha and was distributed among forestries as follows: Pluzhnyanske - 7490 ha, Maidan tract area – 203,6 ha. The largest forest area is Pluzhnyanske. It is located in the north- western part of Khmelnytsky region.

The above methods were selected and a full comprehensive assessment was conducted (Table 1), using combination of direct and direct methods and adapted form of «willingness-to-pay» method.

Table 1

Group of services	Services included	Total annual cost
Provisioning services	Wood, non-timber products(Berries, Mushrooms, Hazelnut), game, fodder/hay/pasture, medicinal plant;	3 846 760 UAH
Regulatory services	Carbon storage in soil, carbon used by phytomas, carbon storage in biomass, soil stability, flood prevention, air quality regulation, clean water;	496 106 689 UAH
Supporting services	Nitrogen absorption, adsorption of waste and toxins; primary production, formation of soils	398 993 808 UAH
Cultural services	Recreation, ecotourism, aesthetic value, education	972 425 UAH

By processing it with available methods, and summarizing in tabular form, we can draw conclusions from the amounts we received:

1) The most expensive services were the services of the regulatory group. The huge amount suggests that this group should be paid attention to, because it is the most money-intensive, so if there are problems in this area, we will not

avoid the high cost of correcting their mistakes and correcting the consequences. Also, this amount suggests that not always what we see, we can take in hand or sell, carries the greatest value. These results show that forest ecosystem services, such as air quality regulation, for example, are extremely important and valuable, although we do not have an impact on them, according to most people, and cannot assess them. And we do not see the process of providing this service. The results make it clear that such an opinion is unacceptable at present. It is also necessary to highlight that regulatory services are the most vulnerable under the threat of climate changes, which modify thermal and water mode of landscapes and initiate successions of communities. These may put under excessive pressure those members of ecosystem communities, which have narrow tolerance to the fluctuations of abiotic conditions.

2) Supporting services are, of course the most important, but valued slightly lower as their adequate description is limited by lack of understanding of them. It must be noted, even though the figures indicate the importance of this group of services, the respondents mostly know nothing about them, or are not willing to pay for them. So, there is a clear need for the improvement of environmental awareness among population.

3) Provisional services are the only ones that people far from science can appreciate because they can buy or sell them. At this stage, in our study, they are in the third place in terms of price, but not because they are not important or not valuable, but because the previous ones are extremely expensive. Probably in the upcoming years they will be rated higher, because over time the available resources decrease, and the deficit will lead to an increase in value. Although, all these services will only grow in value over the years.

4) Cultural services are the last in terms of cost, but this is due to low intensity of recreational activity in the areas. However, the given forestry conducts active educational work and participates in research activities in the field of selective breeding. But passive form of recreation, practiced at the site is more favourable for preservation of ecosystem services quality.

Now they can still use them for free, but it's not for long. It depends on the national regulations and level of environmental consciousness of population and corresponding responsibilities of authorities: the higher the proportion of population supporting policies and actions aimed at environmental safety improvement the more real efforts are invested in their implementation.

#### *References*

1. *Millennium Ecosystem Assessment 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis.* Island Press, Washington, DC.
2. Gómez-Baggethun E., Barton D. N., Berry P., Dunford R. & Harrison P. A. (2016). *Concepts and methods in ecosystem services valuation. Routledge Handbook of Ecosystem Services, 99–111.*

3. Rey-Valette H., Mathé S. & Salles, J. M. (2017). An assessment method of ecosystem services based on stakeholders perceptions. *Ecosystem Services*, 28, 311–319.

UDC 582.575.1

Sawicka Barbara  
Department of Plant Production Technology and Commodities Science,  
University  
of Life Sciences in Lublin, Poland

### **SWEET POTATO (*IPOMOEA BATATAS* L. [LAM]) NOT ONLY IN THE TROPIC**

**Abstract.** Abstract. The high nutritional, energy, pharmacological and fodder value of sweet potato is an important subject of scientific research in Europe in the conditions of climate change. The content of basic substances and secondary metabolites in both the root tubers and sweet potato leaves makes it a very nutritious plant ensuring food safety for humans and animals. Sweet potato products can be used as functional food ingredients in European conditions and can compete with products imported from other continents.

**Key words:** sweet potato, food safety, energy value, nutritional value, medicinal value, functional food.

Sweet potato (*Ipomoea batatas* L. [Lam.]), Although of tropical origin, has been introduced and distributed all over the world, including Europe (Zhang et al. 2009). Currently, it is cultivated on over 8 million hectares with an annual production of 92 million tonnes (FAO 2020). Sweet potato is already cultivated in many European countries, including Portugal, Spain, Italy, Greece, France, and Romania (FAO 2020), and due to global warming, it is beginning to be grown in Slovakia, the Czech Republic and Poland (Krochmal-Marczak et al. 2014, 2019, Sawicka et al. 2020). The consumption of sweet potatoes in Europe is constantly increasing, the more so as in recent years improved varieties from Georgia, North Carolina, Louisiana, and Israel have been introduced (Lebot 2019). The constant demand for safe, gluten-free food and a vegetarian diet gives the opportunity to diversify crops in this region of Europe. The European sweet potato market is growing rapidly. In 2014, Europe imported 124,000 tonnes of sweet potatoes, and in five years, imports of this raw material have tripled. The largest importers of this raw material are the United Kingdom and the Netherlands, and the Netherlands acts as a transit port for the rest of Europe (FAO 2020). The use of sweet potatoes is becoming widespread, and their popularity is gradually increasing, which leads to a growing demand, both for



fresh and processed consumer products (Allen et al. 2020, Krochmal-Marczak et al. 2014, Lebot 2019, Sawicka et al., 2020). Hence, the aim of the work was to summarize the existing knowledge about the nutritional value of sweet potato and indicate the possibilities of using this species in the production of functional food.

### **Chemical composition**

*Ipomoea batatas*, due to the high nutritional value of tubers, is becoming an increasingly popular vegetable among consumers in Europe [Sawicka et al. 2004, 2020, Krochmal-Marczak et al. 2019]. Tubers of this species contain 21.51-34.36% dry matter, including about 14% starch, over 5% sugars; 3-8% protein, 0.6-0.9% crude fiber, 1% crude fat and vitamins: B1, B2, PP, C, as well as small amounts of  $\beta$ -carotene and secondary metabolites [USDA 2019]. The nutritional value of sweet potato tubers is about 50% higher than that of potato tubers [Sawicka et al. 2004, 2020, USDA 2019, Claudio et al. 2020].

Sweet potato leaves contain approx. 12.2% dry weight, including approx. 4% protein, B vitamins,  $\beta$ -carotene, and vitamin C (approx. 11 mg / 100 g fresh weight), they are also an excellent source of lutein. They also contain significant amounts of mineral salts, especially Ca, P, Mg, Na, K, S, Fe, Cu, Zn, Mn, Al and Se, and in this respect are comparable with spinach. The Ca: P ratio in the leaves is 0.4: 1. The nutritional value of 100 grams of raw leaves is estimated at 35 Kcal (147 KJ) [USDA 2018]. The sweet potato leaves also contain fatty acids and phytosterols [Krochmal-Marczak et al. 2019].

### **Sweet potato as functional food**

In recent years, functional food has become more and more popular all over the world, which has an additional, documented impact on human health. These foods help to reduce the risk of developing civilization diseases, such as obesity, diabetes, cardiovascular diseases, and cancer. One of the ways to prevent these diseases is food enriched with various bioactive ingredients, as vitamins, minerals, polyunsaturated fatty acids, which allows to reduce the risk of developing civilization diseases [Allen et al. 2012, Lebot et al. 2013, 2019, Sawicka et al. 2020].

Sweet potato is a staple species with a high nutrient content and higher energy value than potato. Due to the high content of soluble sugars, it can be used as an easily digestible food for children and excellent food for diabetics [Allen et al. 2012, Krochmal-Marczak et al. 2014, Sawicka et al. 2020]. Exogenous amino acids found in tubers participate in maintaining the water balance and regulating fluid content in the circulatory system and in intra- and extracellular spaces and participate in maintaining the acid-base balance in the body [Sawicka et al. 2004, 2020]. Fiber insoluble in sweet potato tubers can prevent constipation, diverticulosis, haemorrhoids, and obesity. As a food additive, it can slow down the absorption of glucose and cause a feeling of

fullness. Soluble pectin's maintain normal blood cholesterol levels, and soluble fiber helps to reduce LDL cholesterol levels, which is beneficial for diabetics as they are a group of increased risk of coronary heart disease (Salehi et al. 2020). Thanks to the content of vitamin C, provitamin A, thiamine, riboflavin, niacin, pantothenic acid, vitamin B6, folate, choline,  $\alpha$ - and  $\beta$ -tocopherol and vitamin K, eating sweet potato can prevent blindness and degenerative eye diseases (Lebot 2019, Claudio et al. 2020).  $\beta$ -carotene can also support the treatment of stomach, pancreatic, oral and gum cancers, prevent macular degeneration, detoxify the body, heal diarrhea, and regenerate damaged skin.  $\beta$ -carotene also reduces the risk of type 2 diabetes and contributes to changes in cholesterol fractions – lowering LDL and increasing HDL, as well as reducing the risk of cardiovascular diseases (Allen et al. 2012). Chlorogenic acid has anti-cancer and antiviral properties, and caffeic acid is effective in combating cancer and HIV. Lutein and zeaxanthin prevent atherosclerosis, some cancers and eye diseases. Potassium in sweet potato tubers helps reduce blood pressure and minimizes the risk of coronary heart disease (Salehi et al. 2020). Vitamin B6 prevents heart disease, strokes, depression, and insomnia, while vitamin C strengthens immunity and wound healing (Sawicka et al. 2018). Phytosterols in *I. batatas* tubers reduce the risk of gastrointestinal cancer. They also have hepatoprotective effects (Salehi et al. 2020). Sweet potato leaf infusions are used to treat type 2 diabetes and inflammation of the mouth and are used to treat prostate. The monounsaturated fatty acids of the leaves reduce the concentration of the so-called "Bad" cholesterol (LDL) (Krochmal-Marczak et al. 2019, Salehi et al. 2020) and thus reduce the risk of atherosclerosis. Polyunsaturated fatty acids, such as linoleic acid (omega 6) (also called n-6 or  $\omega$ -6 fatty acids) and  $\alpha$ -linolenic acid (omega 3), are used to create prostaglandins (tissue hormones) that affect the cardiovascular function, digestion, lower cholesterol, and reduce the aggregation of platelets, thanks to what they prevent the formation of blood clots and atherosclerosis (Krochmal-Marczak et al. 2019, Salehi et al. 2020).

## **Conclusion**

Sweet potato should be considered an excellent raw material for the production of functional foods to support the treatment of metabolic diseases such as type 2 diabetes. Tubers and leaves of *I. batatas* can also be an excellent raw material for food processing due to their very rich chemical composition, especially for processing specializing in the production of baby food for young children and infants, as well as in frozen, baked, fried or candied products. It is also a valuable medicinal plant with hepatoprotective, anti-cancer, anti-diabetic and anti-inflammatory properties and can be a raw material for the pharmaceutical industry, but also can be used to enrich the daily diet. The added value of sweet potato research is giving Europe access to a broad genetic base and building partnerships through a network of research institutes and universities focusing on organic farming systems.

## References

1. Allen J.C., Corbitt A.D., Maloney K.P., Masood S., Butt M.S., Van-Den Truong. (2012). Glycaemic index of sweet potato as affected by cooking methods. *The Open Nutrition Journal*, 6, 1-11.
2. Claudio E. Cartabiano-Leite, Ornella M. Porcu, Alicia F. de Casas 2020. Sweet potato (*Ipomoea batatas* L. Lam) nutritional potential and social relevance: a review. *International Journal of Engineering Research and Applications* www.ijera.com ISSN: 2248-9622, 10(6), (Series-VIII) June 2020: 23-40
3. FAO (2020) *Statistical Yearbook*  
<https://www.fao.org/3/cb1329en/online/cb1329en.html>  
(accessed: 15.11.2021).
4. Krochmal-Marczak B., Sawicka B., Ślupski J., Cybulak T., Paradowska K. 2014. Nutrition value of the sweet potato (*Ipomoea batatas* L. [Lam]) cultivated in south – eastern Polish conditions. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research (IJAAR)*. ISSN: 2223-7054 (Print) 2225-3610 (Online) <http://www.innspub.net> Vol. 4, No. 4, p. 169-178.
5. Krochmal-Marczak B., Kiełtyka-Dadasiewicz A., Sawicka B. 2019. Antioxidant properties of infusions from leaves of sweet potato (*Ipomoea batatas* L. [Lam]) depending on temperature and brewing time. *Journal of Central European Agriculture*, 2019, 20 (3), s. 961-966, DOI: /10.5513/JCEA01/20.3.2295
6. Lebot V., R. Malapa and M. Jung. 2013. Use of NIRS for the rapid prediction of total N, minerals, sugars and starch in tropical root and tuber crops. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 41 (3): 144–153.
7. Lebot V, 2019. *Tropical root and tuber crops: cassava, sweet potato, yams, and aroids (2<sup>nd</sup> Edition)*. (Cabi), Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement – CIRAD, France, 2019, 517.
8. Salehi B., Krochmal-Marczak B., Skiba D., Patra JK., Sawicka B. et al. (2020). *Convolvulus Plants – A Comprehensive Review on bioactive nutrients, functional foods, and pharmacological applications*. Review. *Phytotherapy Research*. 2020, 34, (2), 315-328.
9. Sawicka B., Pszczółkowski P., Krochmal-Marczak B. 2004. Tuber quality of *Ipomoea batatas* [L.] Lam. grown under nitrogen fertilization conditions. *Annales UMCS, E-59* (3), 1223-1232.
10. Sawicka B, Pszczółkowski P, Krochmal-Marczak B, Barbaś P, Özdemir FA 2020. The effects of variable nitrogen fertilization on amino acid content in sweet potato tubers (*Ipomoea batatas* L. [Lam.]) cultivated in central and eastern Europe. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(11), 4132-4138. DOI 10.1002/jsfa.10452

11. *USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 20, (2018), <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search> (accessed: 25.05.2021).*

12. *Zhang, L., Wang, Q., Liu, Q. and Wang, Q. 2009. Sweet potato in China. In: G. Loebenstein and G. Thottappilly eds. The Sweet potato. Springer Verlag Dordrecht, The Netherlands, This volume.*

*Schwiete Simone, Leiterin der Abteilung für Umweltschutz  
der Stadt Filderstadt, Deutschland*

## **AKTUALLE PROBLEME UND LÖSUNGSANSATZE IM KOMMUNALEN KLIMASCHUTZ FILDERSTADT, GERMANY**

In den Städten und Gemeinden findet das Leben statt, daher müssen die Ansatzpunkte zu Klimaschutz und Klimawandel auf kommunaler Ebene sehr vielfältig und breit gestreut sein.

Konkrete CO<sub>2</sub>-/Energieeinsparungen an den eigenen (städtischen) Gebäuden können erzielt werden durch Energiemanagement, Einsatz moderner Techniken sowie durch das Verhalten der jeweiligen Nutzer.

Für diese Themen muss ebenso die Bevölkerung über eine ständige Kampagne sensibilisiert werden. Dazu dienen Beratungsangebote und finanzielle Förderungen zu Privatgebäuden (Photovoltaik, Sanierung, Wärmedämmung, Heizung etc.). Wichtig, aber schwieriger zu bilanzieren, ist demgegenüber auch der ganz persönliche Lebensstil. Dazu gehören z.B. Mobilität, Konsumverhalten, Freizeitverhalten, Gartengestaltung etc.

Ein Zusammenspiel mit dem Gemeinderat über Beschlüsse zum Beitritt zum Klimapakt (mit dem Land Ba-Wü) oder dem Klimabündnis der Städte, verbunden mit konkreten CO<sub>2</sub>-Minderungszielen, ist ebenfalls ein wichtiger Baustein, um immer wieder politischen Druck aufzubauen und finanzielle Mittel für Personalstellen und Projekte zu bekommen.

*Shkil S.*

*Teacher of the highest category*

*A separate structural unit Poltava Professional College of Oil and Gas*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

*Poltava, Ukraine*

## **ECOLOGICAL COMPETENCE OF FUTURE PROFESSIONALS AS A GUARANTEE OF FORMATION OF ECOLOGICAL CULTURE**

Modern problems of the relationship between society and the environment pose a number of tasks, one of which is the education of the younger generation, able to develop harmoniously and coexist with the environment, rationally use and reproduce its riches. Now society is faced with the need for a competent person who, based on their own critical thinking and responsibility, will be able not only to identify environmental problems, find rational ways to solve them, but also to prevent the latter, so environmental education and the formation of environmental competence becomes a priority in education. Modern environmental problems require the education system to pay more attention to the formation of ecological consciousness, understanding of the world and the place of man in it, and further successful development of human civilization can be carried out only in coexistence with the laws of nature and human awareness of their true role.

An important aspect in solving environmental problems, conservation of natural resources is education in the field of environmental protection at various levels, from preschool to higher education, as one of the social technologies that can change many stereotypes, economic and social development is environmental education and upbringing.

Given the aggravation of the ecological situation in the country due to anthropogenic pressure on the environment and the need to solve environmental problems as soon as possible, there is a need for implementation and development of environmental education and upbringing in educational institutions that play an important role in shaping moral values, ecological worldview and ecological thinking.

Since environmental education forms in the individual a worldview aimed at ensuring environmental protection and is a worthy basis for environmental education, which is a set of environmental knowledge, environmental thinking, environmental ethics, morality and environmental culture, and overcoming the environmental crisis depends on human moral improvement, its culture and relations with nature and other people, for this purpose it is necessary to bring up ecological culture and responsibility. Ecological education and upbringing

are focused on the active interaction of man with the environment, built on a scientific basis, on the perception of man as a part of nature.

Ecological education is a purposeful and organized process of forming a certain system of scientific knowledge about the environment and society, views and beliefs that ensure the formation of a responsible attitude of modern youth to the environment, a real indicator of which is their practical actions in relation to it. Environmental education is designed to form an active environmental position, as a result of which young people can and should participate in the creation of public environmental organizations, holding mass environmental actions, competitions, conferences, festivals and exhibitions, organizing environmental groups, and more. The main function of environmental education is to acquire and accumulate personal experience of interaction with the natural and social environment at the cognitive, sensory-emotional and regulatory levels. Value-oriented attitude to the environment is formed in the process of environmental education and is manifested in the following main features:

- awareness of the functions of nature in human life and its values;
- a sense of personal involvement in the preservation of natural resources, responsibility for them;
- the ability of the individual to coexist harmoniously with nature;
- behave competently, environmentally safe;
- critical assessment of consumer-utilitarian attitude to nature, which leads to a violation of the natural balance, the emergence of an ecological crisis and the ability to resist the manifestations of such an attitude;
- active participation in practical environmental activities and implementation of environmental activities on its own initiative;
- enhanced environmental education.

In turn, environmental education covers the field of knowledge, skills and abilities necessary for caring for the environment and is the basis for the formation of environmental competence in the training of specialists in any field.

The main purpose of environmental education is to master scientific knowledge about the environment, complex relationships in nature that have developed over a long historical development, the formation of knowledge and research skills aimed at developing intelligence, creative and business activity, understanding of modern environmental problems and awareness their relevance for themselves, the formation of environmental consciousness and culture of the individual, self-awareness as part of nature. It is the combination of knowledge, emotional experiences and practical skills in environmental activities that makes it possible to translate the consciousness of student youth into nature conservation and environmentally conscious.

The main ways to increase the level of environmental culture of youth and the effectiveness of environmental education are:

- development of indicative content of continuing environmental education for all age groups of the younger generation and increasing the importance of environmental issues both in certain disciplines and through the establishment of interdisciplinary links;
- creation and improvement of appropriate educational and material base in educational institutions;
- improvement of forms and methods of ecological education in accordance with
- modern conditions and active involvement of participants in the educational process in environmental work;
- formation of motives for responsible attitude to the environment.

The development of students' environmental competence is a necessity that is provided in the form of radical changes in worldview, traditions, style of thinking, motives of behavior of people who make up modern society and it is directly related to the willingness and ability of young people to take personal responsibility for their own well-being and social.

The process of effective formation of ecological competence of the individual is possible in compliance with the following principles:

- real practical participation;
- expansion of the «area of responsibility», because with the accumulation of life

experience and the expansion of its social functions increases the part of the environment in which the activity takes place, so the content of everyday environmental competence should expand;

- expansion of socio-role repertoire – the teacher must form in the individual the

ability to act naturally due to the fact that the expansion of social roles played by the individual, leads to an increase in its «areas of responsibility» [4].

The result of environmental education should be formed ecological culture of man, characterized by comprehensive in-depth knowledge of the environment, ecological style of thinking and responsible attitude to nature and their health, acquisition of skills and experience in solving environmental problems, direct participation in environmental work, anticipation of possible negative consequences of human activity.

Thus, environmental knowledge is the basis of environmental culture and environmental thinking, which will undoubtedly contribute to solving complex environmental problems facing humanity and ensure the comfort of living in the future, and the totality and continuity of environmental education and upbringing, is the basis of environmental education – various formal and informal measures necessary for the development of environmental culture, a high level of which cannot be ensured without free access to environmental information. Undoubtedly, ecological education is the key to the formation and development of ecological consciousness and culture in the individual, is the

ability to adequately assess the state of the environment and contribute to its actions to improve it.

*Literature*

1. Kurnyak L. D. *Ecological culture: concept and reality* // *Higher education of Ukraine*. 2006. № 3. P. 32.
2. Kutsenko V. I. *Education: place and role in the formation of new ecological thinking in the context of the requirements of a healthy living environment* // *Ecol. herald*. 03-04. 2009.
3. Pustovit G. P. *Philosophical and culturological aspect in ecological education*. // *The path of education*. 2002. №3. P.7–11.
4. Prutsakova O. L. *The essence and types of ecological competence of the individual* // *Theoretical and methodological problems of education of children and students*. Coll. Science. wash. Kyiv, 2005. Issue 8. Book 2. P. 16–19.



*Zyhun A. Yu., PhD, Associate Professor  
National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»  
Poltava, Ukraine*

## **IMPLEMENTATION OF STRATEGY FOR ECOLOGICAL SAFETY AND ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE IN TERRITORIAL COMMUNITIES**

One of the main tasks of the united territorial communities is to ensure the implementation of Ukraine's ecological policy and ecological rights of citizens.

In October 2021, the Cabinet of Ministers of Ukraine adopted the Strategy for Ecological Safety and Adaptation to Climate Change until 2030. It is designed to increase ecological safety, reduce the effects and consequences of climate change in Ukraine [1].

The strategy is being implemented in 6 countries of the Eastern Partnership of the European Union, namely Azerbaijan, Armenia, Belarus, Georgia, Moldova and Ukraine [2]. The project envisages: renewal and implementation of national defined contributions to the United Nations Paris Agreement on Climate Change, development of long-term sustainable development strategies, harmonization of legislation with the EU in the field of climate change and ozone protection, climate investment and inclusion of climate issues in other sectoral policies. The project on adaptation to climate change in Ukraine and the participation of local communities in it is supported by the British government [3, 4].

Improving the efficiency of environmental supervision in the process of decentralization is realized through the formation of 10 interregional and 27 regional special inspection units in their composition. The strategic goals of environmental security and adaptation to climate change are divided into five levels.

Territorial communities are key participants in the implementation of the environmental safety strategy and adaptation to climate change. Today on the territory of Ukraine there are 1469 territorial communities. Poltava region is divided into 4 enlarged districts and has 60 territorial communities.

The main environmental threats to Ukraine are a significant level of air pollution, water and land resources, an imperfect system of state supervision (control) and environmental monitoring. There is also a critical situation with the formation, accumulation, storage, processing, disposal and disposal of waste. By coordinated actions of the authorities of the neighboring united territorial

communities, it is possible to create a more favorable local climate in a large part of Ukraine than that caused by global climatic processes [5].

Today in Ukraine there is a critical situation around solid waste, which is caused by the constant growth of their generation and accumulation, imperfect practices of waste management, as well as changes in the morphological composition of waste that has occurred over the past few decades.

Local communities usually try to change this situation on their own. However, only communities of large and medium-sized cities are able to cope with this task on their own. And for small towns and rural communities, this is becoming an almost impossible task. However, landfills and the polluted environment are not disappearing and remain a problem for the community. In addition, the legislation creates legal pressure on local communities to encourage them to set up solid waste management systems [6,7].

The modern system of solid waste management should be aimed at the entire cycle of waste management – from collection to disposal, based on economically justified tariffs, taking into account the need for information work with waste generators. All this requires significant investment, professional approach, support of the population.

Systemic approaches are tools that shape the structure of the planning process and further implementation of the plan (integrated solid waste management), lay the organizational basis for these processes (inter-municipal cooperation) and provide guidelines for the planning process as such (step-by-step procedure).

The vast majority of local governments currently consider the treatment of solid waste only as a task of cleaning the settlement from garbage.

The hierarchy of waste management is also part of the integrated approach. It is the principle of hierarchy that forms the basis of waste management policy in the EU today. The first, most desirable, way of waste management is to prevent or reduce their generation. If this is not fully possible, use the second level of the hierarchy - reuse or recycling [8].

The process of modernizing waste management, caused by the environmental crisis and tougher environmental requirements, encourages us to consider this segment of the system as a solution, and not just as waste disposal.

Creation of a landfill on the territory of small towns (and today often on the territory of medium and large cities) is not always possible: there is no free space at a sufficient distance from residential buildings. Therefore, landfills are often created on the territory of a neighboring rural community, which also disposes of its waste at this landfill, if, of course, it has a system of waste collection and disposal. However, even with the existence of such a system, some residents may not pay for the removal of waste and dump it outside in the

nearest ravine, creating landfills. In other neighboring communities, an organized waste management system may not exist at all, so all generated waste ends up in landfills. In fact, today near every village in Ukraine you can see 1-2 natural dumps.

But the main obstacle to creating a complete solid waste management cycle is the significant cost of initial investment and operating costs. One small community does not have enough money to initially invest in building a whole system.

The transition to a climate-neutral impact of humanity on the environment is impossible without the implementation of environmental protection programs by united territorial communities.

A successful example is the implementation of the Program «Ecological Initiatives of Poltava region for 2019-2021». The purpose of the program is to support public environmental initiatives of residents of territorial communities of Poltava region, increase the environmental culture of the population, solve local environmental problems [9].

The program consists of three main directions:

1. Raising awareness of the population of territorial communities about solid waste management.

2. Organization and holding of the Contest for of Ecological Public Initiatives.

3. Creation of conditions to improving the culture of handling hazardous household waste.

With the support of partner organizations Nova Poltava and Ekoltava, a number of seminars are held in the communities of the region on the procedure, conditions of participation and preparation of projects in the Contest of Ecological Public Initiatives. Since 2020, thanks to the creation of the information and communication system «Smart Region of Poltava region», an electronic module «Ecological Initiatives» has appeared, which allows the Contest participants to independently create a project to participate in the Program.

Under the program, a vehicle was purchased to provide services for the transportation of hazardous household waste. Every resident of the local community can come at a certain time and hand over used batteries or lamps, or non-working thermometers for disposal.

The recommendations contained in the Strategy for Ecological Safety and Adaptation to Climate Change until 2030 are provided to the governing bodies of the united territorial communities. Implementation of effective mechanisms of ecological policy and ecological planning system, as well as project management in the field of ecology, will be the basis for the development and

adoption of timely, effective and high-quality decisions on the readiness of local communities to climate change.

### References

1. <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-strategiyi-ekologichno-a1363r> (date of application 15.11.2021).
2. Antonio Ledda, Elisabetta Anna Di Cesare, Giovanni Satta, Gianluca Cocco, Andrea De Montisio. *Integrating adaptation to climate change in regional plans and programmes: The role of strategic environmental assessment. Environmental Impact Assessment Review, Volume 91, 2021 , 106655, ISSN 0195-9255, <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106655>.*
3. Antonio Ledda, Andrea De Montis. *Adaptation to Climate Change and Regional Planning: A Scrutiny of Sectoral Instruments. Sustainability 2020, 12, 3804; doi:10.3390/su12093804*
4. Fabio Rubio Scarano. *Ecosystem-based adaptation to climate change: concept, scalability and a role for conservation science. Perspectives in Ecology and Conservation, Volume 15, Issue 2, 2017, Pages 65–73, ISSN 2530-0644, <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2017.05.003> .*
5. *Zmina klimatu: naslidky ta zakhody adaptatsii: analit. dopovid / [S. P. Ivaniuta, O. O. Kolomiets, O. A. Malynovska, L. M. Yakushenko]; za red. S. P. Ivaniuty. K. NISD, 2020. 110 s.*
6. Hryshko V. V. *Vprovadzhennia terytorialnykh hromadamy suchasnykh praktyk povodzhennia z tverdymy pobutovymy vidkhodamy / V. V. Hryshko, D. V. Kravchenko, O. S. Ustenko // Derzhava ta rehiony Serii: Ekonomika ta pidpriemnytstvo, 2018 , №5 (104).*
7. Olesia Melnyk, Nataliia Obiukh. *Pravovi aspekty rehuliuвання vidnosyn u sferi povodzhennia z pobutovymy vidkhodamy na munitsypalnomu rivni v ukraini ta Evropeiskomu Soiuzi v umovakh detsentralizatsii. Pidpriemnytstvo, hospodarstvo i pravo. №3, 2019, 127–131.*
8. *Krashchi yevropeiski praktyky upravlinnia vidkhodamy (posibnyk) / A. Voitsikhovska, O. Kravchenko, O. Melen-Zabramna, M. Pankevych [za zah. red. O. Kravchenko] – Vydavnytstvo «Kompaniia «Manuskrypt». Lviv, 2019. 64 s.*
9. <https://smartregion.pl.ua> (date of application 15.11.2021)

*Андрощук Л., учениця, Федорова М., викладач біології,  
Шишло Л., майстер виробничого навчання  
м. Кременчук, Полтавська область, Україна*

## **MICROGREENS – НОВИЙ ТРЕНД ЗДОРОВОГО ХАРЧУВАННЯ**

У наш час мало мати хороше здоров'я – дуже важливо його зберегти, допомогти організму стати стійкішим до шкідливого впливу різних зовнішніх факторів. І чим раніше почати стежити за своїм здоров'ям, тим значніших результатів можна досягти. Одним із основних факторів, який впливає на здоров'я людини є її харчування, яке повинно бути збалансованим та мати у своєму складі достатньо вітамінів та мікроелементів [6].

Відомо, що основними джерелами вітамінів є овочі, фрукти, ягоди. Крім природних джерел вітамінів, зараз дуже популярні вітамінні комплекси, які можна придбати. Їх існує значна кількість різновидів, склад та концентрація вітамінів у них різні, тому що кожен призначений для вирішення тієї чи іншої проблеми [5, 6].

Вітамінні комплекси, нажаль, не завжди є доступними для кожної людини, тому що є досить дорогі. У літній період природних джерел надходження корисних речовин (овочі, фрукти, зелень) більше ніж достатньо, а ось у зимовий період та міжсезоння виникає їх гострий дефіцит. Актуальним постає питання, яким чином можна поповнити запас вітамінів та мікроелементів у організмі людини [6, 8].

Справжньою вітамінною бомбою є мікрозелень, яку можна вирощувати цілий рік, навіть на підвіконні у міській квартирі, а спосіб вирощування якої є малозатратним.

Мікрозелень (microgreens) – молоді паростки рослин, які використовуються як у їжу, так і для прикрас страв. Тижневі паростки мікрозелені зрізають на 7-10 день після посіву, вони концентрують в собі масу поживних речовин (мінералів, органічних кислот, вітамінів, біологічно активних сполук), необхідних рослині в цей період для активного росту та поділу клітин. Рослина «підключається» про своє майбутнє, а людина може скористатися цим концентратом у своїх інтересах, адже всі ці речовини йдуть на користь і нашому організму [6].

Через високий вміст корисних речовин така їжа вважається дуже перспективною, а її споживання нестримно зростає.

Мікрозелень слід відрізняти від проростків, які зазвичай мають лише випущений корінець. Також її слід відрізняти від дорослої зелені [2, 4].

В якості мікрозелені вирощують як традиційну зелень: салат, пряні трави, цибулю, так і рослини. Є багато видів microgreens, і кожен із них має власну цінність. Дослідження вчених доводять, що такого типу зелень у своєму складі має в десятки, а то й у сотні разів більше вітамінів та мікроелементів й інших корисних речовин, ніж їхні «дорослі» представники [7].

Як поживна і біологічно активна речовина, хлорофіл із будь-якої зелені має позитивний вплив на організм людини: зміцнює клітинні мембрани [2].

У молодих паростках рослинах містяться високі дози вітамінів С, Е, К, мінералів та антиоксидантів, причому у значно більших кількостях, ніж у звичайній зелені.

Мікрозелень є дуже корисною їжею для людини. Вона не тільки містить, як уже було сказано раніше, велику кількість вітамінів і мінералів, а й позитивно позначається на функціонуванні всього організму: зміцнює імунітет, є свого роду профілактикою ракових захворювань, підвищує рівень гемоглобіну, покращує роботу ендокринної системи, нормалізує обмін речовин, відновлює кислотно-лужний баланс. Секрет популярності в тому, що мікрозелень у правильному харчуванні – це смачно, корисно і недорого, вона відмінно справляється з авітамінозом, позитивно впливає на процес травлення, добре засвоюється [4].

Кожна рослина має велику кількість вітамінів і корисних властивостей. Кожен вид використовують окремо в залежності від корисних властивостей, страв з якими подається або для боротьби з різними захворюваннями [7].

Плюси мікрозелені: містить велику кількість вітамінів; покращує здоров'я за наявності різних захворювань; користується попитом серед вегетаріанців та прихильників ЗСЖ; швидко росте – від 5 до 14 діб; має низьку конкуренцію; вирощувати можна цілий рік; займає малу кількість простору через свої розміри; на ранній стадії на мікрозелень не нападають шкідники та хвороби, які вражають дорослу рослину; догляд простий, не вимагає багато часу та використання препаратів, добрив; вирощувати можна зі старого насіння; можна вирощувати як у ґрунті, так і гідропонією; вирощувати можна вдома, у теплиці, у підвалі, в іншому приміщенні [1, 8].

Мінуси мікрозелені: для отримання якісного продукту потрібні знання та досвід вирощування; короткий термін зберігання після зрізання – до 14 діб; не уся мікрозелень вирощується в однакових умовах; одна людина не впорається з усією роботою при великих масштабах [1, 8].

Проаналізувавши отриману нами інформацію про мікрозелень і користуючись поетапною пам'яткою по її вирощуванню, ми особисто проростили мікрогрін. Обрана нами методика вирощування мікрогрину в контейнері або міні тепличці з використанням різних типів субстрату,

якою ми користувалися під час науково- дослідницької роботи, не потребувала особливих зусиль та затрат, і була сама оптимальна для використання в лабораторних умовах. Для свого досліду, ми використовували насіння мікрозелені таких культур як рукола, гірчиця, пшениця, льон, редиска, кунжут. Із показниками, за якими ми характеризували наші паростки пропонуємо ознайомитися у поданій таблиці.

**Таблиця. Характеристика особливостей вирощування microgreen у кабінеті-лабораторії**

Вид / Критерій	Рукола	Гірчиця	Редиска	Льон	Пшениця
Попереднє замочування	ні	ні	ні	ні	так
Період проростання	2-3 дні	4 дні	1-2 дні	2-3 дні	2-3 дні
Період збору врожаю	7-10 день	5-7 день	6-7 днів	8-12 день	7-12 день
Колір	ніжно-зелені листи і світло пурпурні стебла	зелені листки і білі стебла	товсті зелені листя і білі або червоні стебла	яскраво зелені листки, зелені стебла	яскраво зелені листки і стебла
Смак	горіховий, гострий	м'який гірчичний смак	м'який, гострий	горіховий, помірно-пряний	трав'янистий, свіжий, солодкий
Ризики при вирощуванні	неякісне насіння, поява цвілі	неякісне насіння, поява плісняви	неякісне насіння, поява плісняви	неякісне насіння, поява цвілі	неякісне насіння, поява цвілі
Корисні речовини, що входять до складу молодого пагону	фолієва кислота, аскорбінова кислота, залізо, мідь, мінерали та вітаміни	білок, клітковина, фолієва кислота, кальцій та залізо, вітамін С	мінерали, мікроелементи та ефірні олії	білок, сира клітковина, простий цукор, кальцій, фосфор, цинк, мідь та інші мінерали	багато поживних речовин, у тому числі вітаміни А, С, В, незамінні амінокислоти та різні мінерали
При яких захворюваннях організму можна використовувати	покрощує здоров'я кісток і мозку, знижує ризик розвитку раку, має антиоксидантні властивості, покращує зір	сприятливо впливає на стан судин, покращує апетит і кровообіг, бореться з діабетом, стимулює зростання здорового волосся, допомагає зменшити	має протизапальні властивості, допомагає запобігти раку легень і сприяє очищенню крові	покрощує травлення та здоров'я кісток	запобігає розвитку раку, знижує рівень холестерину в крові, покращує травлення, уповільнює старіння, очищає печінку та багато іншого

		закладеність носа, а також зміцнює імунну сист.			
--	--	--	--	--	--

Мікрозелень яку ми пророщували, досить проста у вирощуванні і її з легкістю можна вирощувати як в кабінеті лабораторії так і вдома в умовах. Треба зазначити також той факт, що на обох видах субстрату який ми використовували, мікрозелень зростає однаково добре, тільки на ґрунті має довший період проростання (на одну добу) у таких представників як гірчиця і льон, що скоріше усього пов'язане з швидким підсиханням субстрату.

Із ризиками при вирощуванні мікрозелень ми ознайомилися на прикладі мікрогрину кунжуту, яке було вражене цвільлю внаслідок поганої вентиляції й надмірної густоти висіву насіння.

Враховуючи той фактор, що ми професійно-технічний заклад у якому навчають за професією кухар, значна увага надавалась питанню застосування мікрозелені у кулінарії. Нами було з'ясовано, що мікрозелень чудово поєднується з овочами, м'ясними та рибними стравами, може входити до складу салатів, смузі, бутербродів, тостів, є гарною прикрасою для супів, закусок і навіть десертів. Вирощений нами мікрогрін, був застосований при приготуванні страв під час виробничого навчання кухарів.

У результаті наших наукових досліджень зроблено, що вирощування мікрогрину, на даному етапі розвитку суспільства, має велику кількість переваг, що в свою чергу говорить про те, що ідея з вирощування мікрозелені цікава й доступна кожному.

#### *Література*

1. Корзунова А. Проростки злаков. Воронеж : Научная книга, 2013. 320 с.

2. Microgreen.in.ua: Що таке проростання мікрозелені, від 09.05.2021 <https://microgreen.in.ua/statti/scho-take-prorostannja-mikrozeleni/>

3. Microgreen.in.ua: Як виростити мікрозелень?, від 09.05.2021 / <https://microgreen.in.ua/statti/jak-virostiti-mikrozelen/>

4. Нилова Д. Лечебная сила живых проростков. Санкт-Петербург : ИК Крылов, 2010. 144 с.

5. SREETFOOD: Як вирощувати паростки мікрогрину? Основи кулінарії від 15.11.2016 / URL: <https://streetfood.in.ua/yak-vyroshhuvaty-parostky-mikrogrin-osn/>

6. Шилова И. Безопасная еда. Харків : Тріада Принт, 2012. 224 с.

7. Энн В. Проростки – пища жизни / пер. с англ. Н. Казак. Санкт-Петербург г: Комплект, 1996. 208 с.

8. Энн В. Пшеничные ростки на вашем столе / пер.с англ. Н. Казак. Санкт-Петербург: Комплект, 1997. 187 с.



<sup>1</sup>Безсонний В. Л., к.т.н., доц, <sup>2</sup>Третьяков О. В., д.т.н., доц.

<sup>1</sup>Харківський національний університет  
ім. В.Н. Каразіна, м. Харків, Україна

<sup>2</sup>ТОВ «Іпріс-профіль», м. Харків, Україна

## ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКУ ПОВЕРХНЕВИХ ДЖЕРЕЛ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Проблема забруднення водних ресурсів у нашій державі стоїть надзвичайно гостро. Зростання техногенного навантаження на водозбірні території при скороченні обсягу водоохоронних заходів веде до збільшення забруднення поверхневих вод. Забруднені водні об'єкти стають непридатними для питного, а часто й технічного водопостачання, втрачають рибогосподарське значення та стають малопридатними для потреб сільського господарства. На сьогодні концепція оцінки ризиків розглядається в якості головного механізму прийняття управлінських рішень практично у всіх країнах світу як на державному або регіональному рівнях, так і на рівні окремого виробництва або іншого потенціального джерела забруднення довкілля. У зв'язку з цим оцінка екологічного ризику наслідків забруднення поверхневих вод є важливою та актуальною темою дослідження. Розгляд цієї проблеми відкриває можливості практичного вирішення багатьох завдань із захисту населення та навколишнього природного середовища від впливу небезпечних забруднювачів поверхневих вод.

Ризик, як кількісна міра небезпеки, вже широко застосовується у світовій практиці для обґрунтованого порівняння безпеки різних галузей економіки, типів робіт, аргументації соціальних переваг, оцінки ймовірності реалізації тих чи інших небажаних наслідків і інших цілей [1, 2].

Із самого визначення ризику та розглянутих досліджень зрозуміло, що в узагальненому вигляді екологічний ризик зводиться до двох типів:

- ризик порушення стійкості екосистем в результаті реального і потенційного забруднення навколишнього природного середовища;
- ризик для здоров'я населення, який є ймовірністю виникнення несприятливих для здоров'я ефектів.

Також це – ймовірність здійснення небажаної для екосистеми події, яка завдасть їй збитку. Значення ймовірності оцінюється для певного тимчасового інтервалу, або декількох інтервалів (наприклад, 1 рік, 3 року, 10 років тощо). Ці оцінки можна також розраховувати для певних сценаріїв господарського використання водних об'єктів у зоні впливу так званої «гарячої точки». Значення ймовірності лежить в інтервалі від 0 (ризик

немає) до 1 (ризик здійснився). Очевидно, що, питанням визначення та оцінки ризику забруднення водних об'єктів приділяється значна увага, але, слід зауважити, що у країнах з розвиненими економіками проблематика оцінки ризиків зміщена у бік нових видів забруднень, що включають в себе фармацевтичні, в т.ч. наркотичні препарати, мікропластик та ін., в той час як для наших умов дослідження залишається все ще актуальною проблема оцінки ризиків від впливу результатів діяльності комунальних об'єктів, таких як міські очисні споруди, що обумовлено їх як моральним старінням так і фізичним зношенням усіх технологічних конструкцій та елементів.

Метою роботи є підвищення достовірності оцінювання ризиків в умовах впливу на водотік скидів міських очисних споруд.

Вихідною інформацією для даного дослідження є усереднені дані багаторічних спостережень за ділянкою р. Сіверський Донець, що розташована поблизу м. Ізюм в районі скиду стічних вод з комунально-виробничого водопровідно-каналізаційного підприємств-ва. Точки спостережень – за 500 м вище і нижче місця скиду стічних вод та у місці скиду стічних вод вказаного підприємства.

Дослідження комплексної оцінки впливу техногенного забруднення р. Сіверський Донець обробленими побутово-промислових стоками м. Ізюм виконувалося за методикою розрахунку комбінаторного індексу забрудненості води (КІЗВ) [2], яка дозволяє отримати інтегральну оцінку екологічного стану поверхневих вод, ґрунтоучись на кратності перевищень ГДК окремих інгредієнтів. За допомогою комбінаторного індексу забрудненості води оцінюється ступінь її забрудненості за комплексом забруднюючих речовин. Індекс може бути розрахований для будь-якого створу або пункту спостереження за станом поверхневих вод, для ділянки або для водного об'єкту в цілому. Інформативність та репрезентативність індексу при наявності достатнього обсягу інформації висока. Розрахунок значення комбінаторного індексу забрудненості та відносна оцінка екологічного стану поверхневих вод проводиться у два етапи: спочатку за кожним окремим досліджуваним інгредієнтом і показником екологічного стану поверхневих вод, потім розглядається одночасно весь комплекс забруднюючих речовин та виводиться результуюча оцінка.

Офіційно затвердженим документом в Україні з визначення ризику є Методичні рекомендації МР 2.2.12-142-2007 «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря», затверджені Наказом МОЗ України від 13.04.07 № 184. У 2009 році в Україні розроблено зміни та доповнення до пункту 2.45 ДБН А.2.2-1-2003 щодо оцінки ризику впливу планованої діяльності на навколишнє природне середовище, де представлено методику обчислювання величини ризику для здоров'я населення при забрудненні атмосферного повітря, а для інших компонентів довкілля рекомендовано використовувати методику «Зміни та

доповнення до п. 2.45 ДБН А.2.2-1-2003\* «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє природне середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд», в якій регламентується оцінка ризику для здоров'я населення при впливі хімічних речовин, що забруднюють довкілля, з метою здійснення соціально-гігієнічного моніторингу, оцінки шкоди здоров'ю людини, визначення меж санітарно захисних зон та ін.

При застосуванні методики оцінювання екологічного ризику погіршення стану водних об'єктів у роботі [3] пропонується в якості екологічного нормативу приймати верхню межу 3 категорії класифікації якості поверхневих вод відповідно до ДСТУ 4808:2007. При оцінці екологічного ризику погіршення стану водних об'єктів окремо обчислюється екологічний ризик, пов'язаний з органолептичними властивостями води та екологічний ризик, пов'язаний із санітарно-токсикологічними властивостями води. Ризик, пов'язаний з органолептичними властивостями води передбачає оцінку ризику за показником забарвленості, за водневим показником, за запахом і присмаком й іншим показникам, що нормуються відповідно до їхнього впливу на органолептичні властивості води [3] (назвемо це «Методика 1»). Наступна методика. У проєкті змін та доповнень до ДБН А.2.2-1-2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє природне середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд», призначених до п. 2.45 цього ДБН «Оцінка ризику планованої діяльності щодо природного, соціального і техногенного середовища запропоновано методику оцінки ризику впливу планованої діяльності на навколишнє природне середовище. Визначення показників техногенного ризику (ризик впливу об'єкта чи планованої діяльності на компоненти навколишнього природного середовища) проводиться за формулою (1), назвемо її «Методика 2».

Визначення ризиків проводиться для об'єктів, на яких такі ризики можуть бути реально присутніми

$$R = A \cdot e^{B \cdot e^D} \quad (1)$$

де  $R$  – ризик для компонента навколишнього природного середовища, безрозмірний;  $A$ ,  $B$  – константи ( $A = 4,99 \cdot 10^{-6}$ ,  $B = -7,557$ );  $D$  – величина, яка розраховується за формулою (2)

$$D = -e^{I-1} \quad (2)$$

де  $I$  – індекс забруднення компоненту навколишнього природного середовища, безрозмірний, визначається як  $0,2 \cdot \text{ІЗВ}$ .

В результаті досліджень встановлено, що стічні води комунального водопровідно-каналізаційного підприємства погіршують стан води р. Сіверський Донець, оскільки значення КІЗВ за 500 м до місця скиду більші

за значення КІЗВ за 500 м нижче місця скиду. Для першої методики оцінювання ризиків, як видно із формули значення  $ER_i$  повинні бути в інтервалі (0...1), інакше вираз не буде мати значення, про що свідчать розрахунки. Тобто, методика не розрахована на значення показників, що в декілька разів, а в деяких випадках навіть на порядок перевищують норматив. Результати розрахунку ризику від впливу комунального водопровідно-каналізаційного підприємства, отримані за «Методикою 2», показують, що вплив стічних вод підвищує значення величин екологічного ризику для р. Сіверський Донець, зокрема для липня – вересня – з прийняттого до неприйняттого. Але ця методика не дає коректного числового значення для величин ризику, що перевищують значення  $4,99 \cdot 10^{-6}$ . З наведеного розрахунку є очевидним, що значення екологічного ризику цілком залежить від інтегрального показника забруднення води, який, у свою чергу, залежить від перевищення ГДК окремих забруднювачів.

Неоднозначність підходів та критеріїв до розрахунків показників екологічного ризику для водних об'єктів на підставі гідрохімічних показників показує необхідність вибору інтегрального показника екологічного стану поверхневих вод, який би характеризував стан води в цілому, не залежав від великої кількості показників та не вимагав складних багатоступінчатих розрахунків задля забезпечення оперативного управління водними ресурсами.

#### *Literatura*

1. Green O. O., Garmestani A. S., van Rijswick H. F. M. W., Keessen A. M. *EU water governance: Striking the right balance between regulatory flexibility and enforcement?* // *Ecology and Society*, 2013. 18 (2), art. no. 10. DOI: 10.5751/ES-05357-180210

2. Kuzmin S. V., Gurvich V. B., Dikonskaya O. V., Nikonov B. I., Malykh O. L., Yarushin S. V., Kuzmina E. A., Kochneva N. I., Kornilkov A. S. *Socio-hygienic monitoring and information analysis systems supporting the health risk assessment and management and a risk-focused model of supervisory activities in the sphere of securing sanitary and epidemiologic public welfare.* // *Gigiena i Sanitariya*, 2017. 96 (12), pp. 1130–1136. DOI: 10.18821/0016-9900-2017-96-12-1130-1136

3. Calmuc M., Calmuc V., Arseni M., Topa C., Timofti M., Georgescu L.P., Iticescu C. *A Comparative Approach to a Series of Physico-Chemical Quality Indices Used in Assessing Water Quality in the Lower Danube.* // *Water* 2020, 12, 3239. <https://doi.org/10.3390/w12113239>

4. Rybalova O., Artemiev S. *Development of a procedure for assessing the environmental risk of the surface water status deterioratio* // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2017. 5 (10-89), pp. 67–76. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.112211

*Бедункова О. О., д.б.н., Статник І. І., к.с.-г.н.,  
Корицький М. В., студент  
Національний університет водного господарства та  
природокористування, м. Рівне, Україна*

## **БАГАТОРІЧНІ КОЛИВАННЯ ВМІСТУ ФОСФАТІВ У ПОВЕРХНЕВИХ ВОДАХ Р. ГОРИНЬ**

Фосфор (P) – життєво важливий компонент для всіх живих організмів. Цей елемент найчастіше лімітує розвиток продуктивності водойм. Однак, надмірна присутність фосфору (близько 100 мкгP/дм<sup>3</sup>) є згубною для водойм [1]. Концентрація фосфору у водоймах, що перевищує 0,02 мгP/дм<sup>3</sup>, вважається евтрофікацією [2].

Сполуки фосфору надходять до водойм із водозбору у вигляді мінеральних добрив з поверхневим стоком полів, зі стоками ферм, з недоочищеними або неочищеними побутовими стічними водами, а також із деякими виробничими відходами. Це спричинює надлишок поживних речовин у воді та призводить до розростання водоростей, погіршення якості води, виснаження розчиненого кисню та утворення безкисневої «мертвої зони». У свою чергу, розкладання водоростей у безкисневих умовах додатково вивільняє поживні речовини, у тому числі фосфор, назад у воду де вони стають доступними для споживання наступним поколінням водоростей. Тому контроль концентрації фосфору у поверхневих водах є вкрай важливим з огляду запобігання евтрофікації.

Нашою метою було відстеження багаторічних коливань вмісту фосфатів у поверхневих водах р. Горинь, впродовж 2005-2021 рр., на двох ділянках: створ №1 – 602 км від гирла, м. Ланівці Лановецького р-ну, 50 м нижче мосту; створ №2 – 67 км від гирла, с. Висоцьк, кордон з Білоруссю.

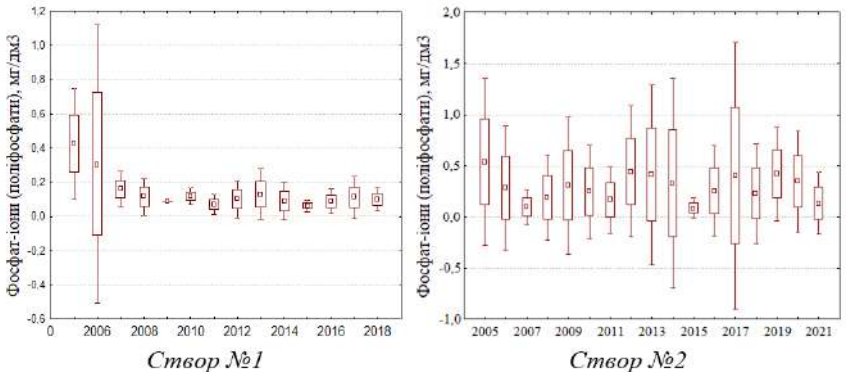
Річка Горинь – права притока р. Прип'ять. Бере початок на Волино-подільському плато в Тернопільській області, протікає територією Хмельницької і Рівненської областей. Загальна довжина річки 659 км. Русло помірно звивисте, річка відноситься до типу рівнинних. Загальна площа водозбору 27700 км<sup>2</sup>. У режимі добре виражена повінь, нестала межінь, яка порушується літніми та зимовими повенями від дощів та злив. Внутрішньорічний розподіл стоку р. Горинь неоднаковий в різні по водності роки: у середньому на весну припадає 50-70%, на літо – 10-15%, а на зиму 15-30% річного стоку, норма річного стоку становить 5,98 м<sup>3</sup>/с.

Живлення річки переважно сніго-дошкове з помітним внеском ґрунтових вод. В середній та нижній течіях басейну значні площі вкриті торфовищами. Характер ґрунтів, підвищена вологість клімату не сприяє збагаченню річкової води розчинними солями, у цей же час поверхневий

стік із заболочених водозборів вносить в притоки та річку Горинь значну кількість заліза та органічних сполук. Річка має 40 приток.

На водний і гідрохімічний режим річки суттєво впливають підземні та карстові води мергельно-крейдяної товщі, які вносять до річки гідрокарбонати кальцію та магнію. Величина мінералізації в межах досягає 562-620 мг/дм<sup>3</sup>, її зменшення спостерігається за течією річки. За складом головних іонів води р. Горинь належать до гідрокарбонатного типу. Вода річки використовується для технічно-побутового та сільськогосподарського водопостачання, ставкового рибництва та рекреації.

Для досягнення поставленої мети ми скористались даними багаторічних спостережень програми моніторингу стану водних ресурсів Державного агентства водних ресурсів України, які групували в межах окремого року за результатами аналізів якості води по сезонах (рис. 1).



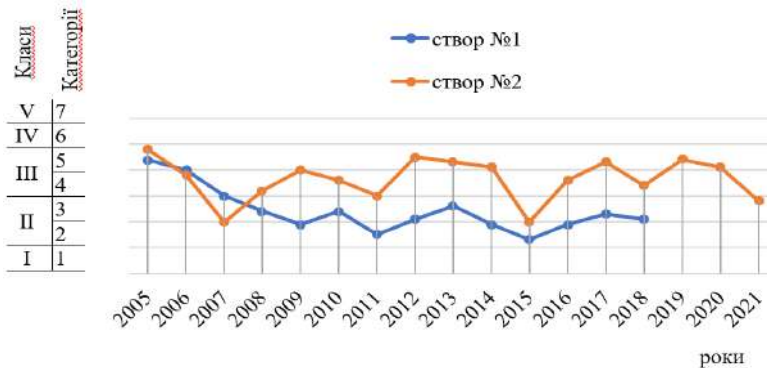
**Рис. 1 Середньо-багаторічні коливання вмісту фосфат-іона в поверхневих водах р. Горинь**

Так, середній вміст фосфат-іону в поверхневих водах р. Горинь у межах створу №1 мав найнижчі концентрації за даними 2015 р. ( $0,06 \pm 0,02$ ;  $n=4$ ;  $p=0,005$ ). Найвищими виявились концентрації за даними 2005 р. ( $0,43 \pm 0,17$ ;  $n=4$ ;  $p=0,01$ ). Необхідно зауважити, що контроль якості води на цій ділянці річки проводився до 2018 р. включно, тому дані на рис. 1 наведені за період 2005-2018 рр. У цілому ж, за досліджуваний період відмічається тенденція до пониження вмісту фосфат-іона в поверхневих водах річки в межах створу №1.

Середній вміст фосфат-іону в поверхневих водах р. Горинь у межах створу №2 мав найнижчі концентрації також за даними 2015 р. ( $0,09 \pm 0,05$ ;  $n=4$ ;  $p=0,02$ ). Найвищими, як і в створі №1, виявились концентрації за даними 2005 р. ( $0,54 \pm 0,41$ ;  $n=4$ ;  $p=0,08$ ). Однак, середні дані за результатами аналізу якості води в цьому році не мали статистичної ймовірності. Очевидно, що це є результатом значних коливань вмісту фосфат-іона в цьому році, зокрема: в зимовий період їх значення було 0,05

мг/дм<sup>3</sup>, у весняний період 0,44 мг/дм<sup>3</sup>, у літній 0,62 мг/дм<sup>3</sup> та 1,05 мг/дм<sup>3</sup> у осінній період. Цікаво, що ці значення не повною мірою відповідають закономірності природним змінам вмісту фосфатів у водоймах. Відомо, що їх концентрації є меншими у весняно-літній період, порівняно з осінньо-зимовим. Цілком ймовірно, що причинами таких відхилень є антропогенні джерела надходження фосфатів до води річки.

Проведення екологічної оцінки вмісту фосфатів у поверхневих водах р. Горинь, згідно методики [3] відображує коливання їх концентрацій від категорії 2,3 (стан води «добрий», ступінь чистоти «чиста») до категорії 5,4 (стан води «посередній», ступінь чистоти «помірно-забруднена») для створу №1, відповідно за даними 2015 р. та 2005 р. (рис. 2).



**Рис. 2 Екологічна оцінка вмісту фосфатів у поверхневих водах р. Горинь за відповідними категоріями**

Для створу №2 зміна категорій відбувалась у межах від 3,0 (стан води «добрий», ступінь чистоти «досить чиста») за даними 2015 р. та 2007 р. до категорії 5,8 (стан води «поганий», ступінь чистоти «брудна») за даними 2005 р.

Таким чином, на обидвох досліджуваних ділянках р. Горинь помітна деяка тенденція до зниження концентрацій фосфатів, на фоні коливань якості води за окремими роками. Це спонукає до подальшого аналізу ситуації через пошук закономірностей впливу природних та антропогенних чинників на зміну вмісту фосфатів у поверхневих водах річкових гідроекосистем.

#### Література

1. Погребенник В. Д., Шибанова А. М., Політило Р. В. Гідроекологія. Львів : Львівська політехніка. 2016. 200 с.
2. Клименко М. О., Пишпенко Ю. В., Лязберг О. В., Гроховська Ю. Р., Бедункова О. О. Гідроекологія. Херсон : Гринь Д. С., 2015. 293 с.
3. Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксюк О. П. и др. Методика экологической оценки качества поверхностных вод по соответствующим категориям. К. : СИМВОЛ-Т, 1998. 28 с.

УДК 504.064.4

<sup>1</sup>Белоконь К. В., к.т.н., доцент, заступ. директора з наук. роботи

<sup>2</sup>Шуст Я. І., <sup>2</sup>Коваль В. В., здобувачі вищої освіти

<sup>1</sup>Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю. М. Потєбні

<sup>2</sup>Запорізький національний університет, м. Запоріжжя, Україна

## **АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ У м. ЗАПОРІЖЖЯ**

Здоров'я людини визначається складною взаємодією цілого ряду факторів: спадковість, соціально-економічне та психологічне благополуччя, доступність і якість медичного обслуговування, спосіб життя і наявність шкідливих звичок, умови життєдіяльності та якість навколишнього природного середовища. Визначення точного внеску окремих факторів у розвиток захворювання нерідко є досить важким завданням, яке ускладнюється значною кількістю обумовлених ними ефектів, багато з яких, до того ж, можуть зустрічатися серед населення і без впливу цих факторів. У той же час, шляхом проведення належним чином спланованих епідеміологічних та еколого-гігієнічних досліджень можна виявити і кількісно оцінити ризик розвитку захворювань, пов'язаних з шкідливою дією факторів навколишнього природного середовища для відносно великих груп населення [1].

У місті Запоріжжі середні значення коефіцієнтів небезпеки (НҚ) при хронічному інгаляційному впливі в 2019 р. перевищують допустимий рівень та свідчать про середній рівень (НҚ=1-5) по всім забруднюючим речовинам, крім зважених речовин та сірковуглецю, які знаходяться на високому рівні (НҚ = 5-10). Результати розрахунків індексів небезпеки (НІ) свідчать про надзвичайно високий рівень при хронічному інгаляційному впливі на органи дихання (НІ=7,7÷29,41), серцево-судинну систему (НІ=6,12÷13,55), додаткову смертність (НІ=6,83÷11,91), про високий рівень на вроджені дефекти розвитку (НІ=5,33÷9,47), органи зору (НІ=2,25÷9,79), імунну систему (НІ=4,29÷7,28), про середній рівень на центральну нервову систему (НІ=0,78÷4,22), кров (НІ=1,65÷5,13), паренхіматозні органи (НІ=2,16÷2,95) (печінка, нирки) [2, 3].

У м. Запоріжжя такий високий рівень ризику може бути зумовленим особливостями функціонального зонування міста, а саме: локальною зосередженістю металургійних підприємств та приляганням житлової забудови до промислової зони. Щоб запобігти даній ситуації слід впроваджувати комплекси заходів спрямованих на зменшення кількості забруднюючих речовин у атмосферному повітрі міста. На незадовільну якість повітря регіону впливає відсутність в металургійній галузі методів



ефективної очистки великих обсягів забруднених газів та моніторингу з використанням автоматичних датчиків викидів забруднюючих речовин. Впровадження автоматизованих методів постійного контролю та моніторингу надасть змогу швидкого реагування органів держконтролю на випадки понаднормативного надходження забруднюючих речовин в атмосферне повітря цілодобово в різні пори року.

Аналізуючи вищевикладене, необхідно проведення заходів з мінімізації ризику для здоров'я населення, що передбачають або повне усунення дії фактора або зменшення його впливу до безпечних рівнів. Універсальних технологічних методів звичайно не існує, а тому лише поєднання декількох раціонально підібраних і науково обґрунтованих заходів у кожному конкретному випадку може привести до бажаних ефектів.

Для цього використовують такі групи методів (рис.):

1) технологічні методи, спрямовані безпосередньо на технологічні процеси, які виступають джерелом забруднення, внаслідок чого з'являються нові технології (утилізаційні, зберігаючі, чисті та ін.);

2) організаційно-технічні методи, спрямовані на зменшення концентрації та рівня забруднення на шляхах поширення шкідливих речовин від виробництва до біосфери, тобто використання технічних засобів захисту та проведення організаційно-планувальних заходів.

*Технологічні методи* дозволяють знизити масу, об'єм, концентрацію і рівень забруднення безпосередньо в джерелі їх утворення у технологічному процесі чи мінімізувати його. Ця група методів є найбільш ефективною, але найбільш трудомісткою і економічно затратною: відбувається закриття старих підприємств або їх реконструкція, будівництво нових підприємств з використанням альтернативних технологій, вирішується цілий ряд завдань соціально-економічного плану, таких як перекваліфікація працюючих, автоматизація, комп'ютеризація виробництва.

*Організаційно-технічні методи* не захищають безпосередньо довкілля від забруднень, але дозволяють знизити локальне навантаження шкідливих речовин на біосферу до допустимих концентрацій і рівнів.

Найважливішим напрямом зниження промислових викидів у повітряний басейн є:

- вдосконалення технології виробництва процесів і основного технологічного обладнання. При виборі технологічних агрегатів перевагу слід віддавати потужнішим агрегатів. Наприклад, доменна піч об'ємом 5000 м<sup>3</sup> замінює цілий доменний цех і тільки за рахунок скорочення джерел пило- та газовиділення значно скорочуються викиди пилу і оксиду вуглецю;

- заміна в металургійних агрегатах палива електроенергією істотно знижує викиди пилу і шкідливих газів;

- перехід від періодичних процесів до безперервних дозволяє сильно скоротити пило- та газовиділення. Наприклад, перехід у доменних цехах від скіпової подачі матеріалів до транспортерної скорочує пиловиділення в кілька разів. Оснащення технологічних агрегатів протипиловими пристроями значно зменшує виділення пилу в атмосферу;

- зволоження сипучих матеріалів, руди і пилу різко скорочує запилювання за всіма трактами руху і складування цих матеріалів. На складах для проведення операції зволоження використовують автоматичні стаціонарні розпилювачі і спеціальні автомобілі. Рівномірне зволоження, що запобігає розпилюванню, забезпечується розташуванням і підбором форсунок, тиску води, висоти розпилення;

- застосування поверхнево активних речовин (ПАР) у вузлах розвантажування матеріалів, що виділяють пил, різко скорочує забруднення навколишнього повітря;

- гідрозмив пилу є надійним засобом знепилювання при виході прокату з валків прокатних станів: компактні струмені води подаються безпосередньо на сляб або листи на виході з валків;

- уловлювання неорганізованих пилегазовиділень. У тих випадках, коли процес йде відкрито і запобігти або придушити пилегазовиділення в місці його утворення не вдається, виходом з положення є уловлювання пилегазовиділень за допомогою цехових ліхтарів, зонтів, місцевих укриттів (ковпаків), захисних кожухів.



**Рис. Технічний і технологічний напрямок профілактики забруднення та зниження ризику для здоров'я населення [4]**

Таким чином, технічні заходи щодо попередження забруднення довкілля є головними та вирішальними в профілактиці шкідливого впливу різноманітних забруднюючих речовин. Тому дуже важливим і перспективним у плані профілактики техногенної деформації середовища існування людини є заходи, спрямовані на екологізацію виробництва.

Однак, у зв'язку зі складною економічною ситуацією впровадження технічних заходів потребуватиме значного часу, і навіть при їх здійсненні ефект впливу на здоров'я населення проявиться повною мірою через досить тривалі терміни. У зв'язку з цим, стає особливо актуальною проблема оздоровлення населення, що проживає в районах міста з несприятливою екологічною обстановкою, профілактики та зниження ризику екологічно обумовлених патологічних реакцій.

Профілактика базується на розробці та впровадженні наступних лікувально-профілактичних заходів: системи зміцнення загального здоров'я населення (первинна профілактика); системи ранньої діагностики та превентивної терапії захворювань (вторинна профілактика); системи реабілітації хворих та інвалідів (третинна профілактика) [5].

### *Література*

1. Белоконь К. В., Пірогова І. М. Аналіз та оцінка рівня забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя. Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету (технічні науки). 2021. Т. 1. №38. С. 149–158.

2. Белоконь К. В. Впровадження системи оцінки ризиків для здоров'я населення в місті Запоріжжі. Круглий стіл «Дискусійні питання з теорії та практики сучасної експертизи» (24.11.2020) Запоріжжя: ЗНУ, 2020. С. 77–81.

3. Белоконь К. В., Матухно О. В. Оцінка канцерогенного ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя формальдегідом. Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету (технічні науки). 2020. № 2 (37). С. 149–155.

4. Онул Н.М. Наукове обґрунтування системи управління ризиком розвитку екологічно зумовленої репродуктивної патології у населення. Медичні перспективи. 2015. Т. XX, №3. С. 127–132.

5. Севальнев А. И., Гаврикова О. П., Тулушев Е. А. Профилактические мероприятия по минимизации риска здоровью населения г. Запорожья в рамках создания территориальной модели управления риском. Збірник тез доповідей I спеціалізованого міжнародного Запорізького екологічного форуму. Запоріжжя : Запорізька торгово-промислова палата, 2017. С. 20–22.

*Бредун В. І., к.т.н., Лоєнко Д. О., студент,  
Національний університет «Полтавська політехніка імені  
Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна*

## **КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ РОЗВИТКУ ЛОГІСТИЧНОЇ СКЛАДОВОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ В ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ**

Субрегіональна стратегія управління відходами, реалізована у [1] спрямована на розвиток технічно- і фінансово реалістичної субрегіональної системи управління ТПВ, у рамках якої буде можливе ефективне управління всіма ТПВ, що виробляються в субрегіоні, на всіх етапах – від збору до відновлення ресурсів та безпечної утилізації залишків відходів. В контексті логістичної організації системи поводження з відходами можна виділити ряд положень, які мають суттєвий вплив на формування логістичної структури системи. Ці положення по суті є логістично значимими і, як складові частини, входять до основоположних елементів стратегії.

Так, наприклад, серед стратегічних цілей Регіонального плану (РП) перші п'ять можна віднести до логістично значимих. РП передбачає широку організаційно-функціональну поліваріантність, що обумовлена часовими рамками планування та можливістю трьох варіантів кластерного поділу області. Сценарії перспективного планування включають наступні логістично значимі принципи:

- будівництво єдиного субрегіонального полігону, що відповідає сучасним стандартам та санітарним нормам і буде розташований недалеко від міста Полтава.

- облаштування перевантажувальних станцій для залишкових відходів у районах, віддалених від субрегіонального полігону та поступове закриття тимчасових санкціонованих звалищ в районних центрах.

- встановлення сортувальних ліній для вторинних матеріалів на кожній перевантажувальній станції і на субрегіональному полігоні.

Одними з основних логістично значимих критеріїв при аналізі різних альтернатив та обґрунтування на його основі оптимального сценарію управління побутовими відходами були:

- чисельність охопленого кластером населення – не менше 150 тис. осіб, та відповідно обсяги утворення муніципальних відходів у кластері – близько 50 тис. тон на рік;

- встановлення максимальних відстаней при перевезенні відходів без їх перевантаження, з урахуванням конкретних місцевих умов, таких як транспортна інфраструктура, рельєф території, умови перевезення взимку

тощо.

Для визначення територіальних меж кластерів використовувались ряд критеріїв, серед яких логістично значимими є наступні:

- чисельність охопленого населення 150- 50 тис. мешканців;
- потенційна можливість створення у кожному кластері регіонального полігону для захоронення відходів;
- перспектива створення у кожному кластері (або їх більшості) регіонального об'єкту оброблення відходів (РООВ) із комплексною технологією;
- мінімізація поточних витрат на транспортування відходів та капітальних й експлуатаційних затрат на захоронення відходів.

У рамках розробки Регіонального плану управління відходами [1] був реалізований перший етап вирішення всього комплексу вище перелічених завдань. РП передбачено поступове збільшення частки населення, охопленого централізованою системою збору побутових відходів (з орієнтиром до 90% населення області до 2030 року) з одночасним зменшенням кількості сміттєзвалищ, збільшення кількості сортувальних та перевантажувальних станцій, введення в експлуатацію регіональних сміттєпереробних комплексів. Це вимагає розробки комплексної логістичної структури збору та транспортування муніципальних/побутових відходів, яка враховує основні тенденції організації збору відходів на території кожної територіальної громади як базової адміністративної одиниці, а також транспортування відходів від місцевих до регіональних об'єктів РООВ. Таким чином структура системи збору та транспортування побутових відходів має бути багатетапною. Особливо необхідність планування багатетапної логістичної структури постає при розробці системи поводження з відходами на перспективний період реалізації РП.

Сучасний стан дорожньої мережі в сільських районах та перспектива використання різних типів сміттєвозів (у т.ч. й крупних транспортних) при різних варіантах реалізації Регіонального плану обумовлює необхідність проведення аналізу перспектив використання транспортної мережі області у логістичному плануванні регіональної системи поводження з відходами.

Демографічна ситуація у Полтавській області містить ризики для майбутнього розвитку її територій, що пов'язано, головним чином, зі скороченням природного приросту населення, диспропорцією вікових груп, що є стримуючим фактором у режимі відтворення населення та поступово призводить до його скорочення.

У логістичному плані вище сказане означає, що за показником кількості населення прогнозовані обсяги перевезень поступово знижуються відносно рівня 2021 року на 4,8% до 2024 року та на 9,05% у 2030 році. Скорочення відбувається в основному за рахунок міського населення, що може зменшувати вплив даного фактора на логістичні

процеси в рамках регіону.

За даними [1] прогнозований обсяг утворення відходів на одну особу збільшиться на 0%, 15,38% та 27,88% за різними сценаріями. Це призведе до відповідного збільшення обсягів перевезень.

Для сільського населення виконаний аналіз можливості зниження обсягів видалення ТПВ за рахунок використання окремих компонентів відходів у власному домогосподарстві. За результатами аналізу потенційне зниження обсягів видалення ТПВ у сільській місцевості в рамках області за даними [1] буде становити 53360 тонн/рік або 12,33% від загальної кількості ТПВ.

Таким чином, існують фактори, що обумовлюють як зменшення, так і збільшення обсягів перевезень ТПВ у прогностичні періоди. Це може суттєво вплинути на логістичну структуру регіональної системи управління відходами [2]. Враховуючи, що логістична структура системи поводження з ТПВ області має здебільшого селищно-сільський тип [3], і основна частина маршрутів проходить по дорогам категорії О та С [4], суттєвим фактором у конфігуративному формуванні мережі маршрутів є якість дорожнього полотна.

Наведені положення обумовлюють необхідність подальших досліджень перспектив використання транспортної мережі області у логістичному плануванні регіональної системи поводження з відходами.

### *Література*

1. *Регіонального плану управління відходами для Полтавської області до 2030 року.*

2. *Управління твердими побутовими відходами в умовах реформування місцевого самоврядування та розвитку міжмуніципального співробітництва : Навчально-практичний посібник / За заг. редакцією Толкованова В. В., Ілляш О. Е., Журавля Т. В., Голика Ю. С. Київ, 2018. 393 с.*

ISBN 978-617-7419-05-0.

3. Bredun V., Smoliar N., Sarkarli A. (2022). *Logistic Component of Regional Waste Management Systems Efficiency Improvement. In: Onyshchenko V., Mammadova G., Sivitska S., Gasimov A. (eds) Proceedings of the 3rd International Conference on Building Innovations. ICBI 2020. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 181. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-85043-2\\_44](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85043-2_44)*

4. Бредун В. І. Аналіз регіональної мережі автомобільних доріг як елементу системи управління відходами. *Вісник Хмельницького національного університету : Технічні науки : наук. журн. / Хмельниц. нац. ун-т. Хмельницький : Вид-во ХНУ, №2 (295), 2021. С.278–281. ISSN 2307-5732 DOI 10.31891/2307-5732-2021-295-2-278-281*

*Винников Ю.Л., д.т.н., професор, Харченко М.О., к.т.н., доцент,  
Вовк М.О., ст. викладач, Лазєбна Ю.В., аспірант,  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія  
Кондратюка», Полтава, Україна*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО РІВНЯ НАДІЙНОСТІ РЕЗЕРВУАРІВ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ НАФТИ І НАФТОПРОДУКТІВ**

Енергетична безпека України залежить від динаміки енергетичного ринку, глобалізації економіки, зростання конкуренції, світової і, зокрема, Європейської енергетичних кризи тощо. Тому на сьогодні існує нагальна потреба в розвитку, модернізації та реконструкції існуючого резервуарного парку для зберігання нафти і нафтопродуктів на рівні міжнародних стандартів у цій галузі при одночасному забезпеченні суперечливих вимог щодо економічності, конструктивної надійності та екологічної безпеки.

Резервуари для зберігання нафти і нафтопродуктів мають найвищу категорію складності та класифікуються як інженерні споруди підвищеної відповідальності (згідно з нормативними документами класифікуються як об'єкти класу наслідків (відповідальності) ССЗ – значні) та екологічної небезпеки. Для території зі складними інженерно-геологічними умовами суттєво підвищується загальна вартість зведення, а також суттєво ускладнюється забезпечення проектних технологічних вимог при їх експлуатації. Особливо це характерно при динамічних, у т. ч. сейсмічних впливах. Комплексне врахування цих факторів потребує удосконалення методів розрахунку та моделювання системи «грунтова основа – фундаменти – інженерна споруда – продукція», розроблення ефективних конструктивно-технологічних рішень для зведення сучасних економічних та безпечних резервуарів нафти і нафтопродуктів, а також забезпечення проектних технологічних вимог при їх експлуатації.

За сучасних умов проблема аварій інженерних споруд і мереж стає все більш актуальною. Збільшення споживання нафтогазової продукції, прискорення темпів видобутку сировини, розвиток промисловості, розширення географії об'єктів транспортування вуглеводнів об'єктивно призвела до спорудження значної кількості великогабаритних вертикальних сталевих резервуарів по всьому світу. Що характерно і для України, яка останнім часом значно збільшила будівництво великих резервуарів (об'ємами до 50 тис. т).

Аварії резервуарів, як правило, супроводжуються розливом величезних мас рідини та викликаних цим пожеж, що призводить до техногенних катастроф, порушень нормальної експлуатації, а також до значного забруднення навколишнього середовища.



Основні причини аварій резервуарів наведено на рис. 1. З аналізу основних причин аварій резервуарів можливо виділити домінуючі аспекти та класифікувати їх, як це зображено на рис. 2.



Рис. 1. Основні причини аварій резервуарів



Рис. 2 Домінуючі аспекти основних причин аварій резервуарів

Резервуари для зберігання нафти та нафтопродуктів відносяться до об'єктів з підвищеною небезпекою, що ускладнюється роботою їх конструктивних елементів за умов складного напружено-деформованого

стану (НДС), який обумовлений одночасною дією гідростатичного тиску продукції, яка в них зберігається, значного перепаду температури, вітровим і сніговим навантаженнями і впливами, нерівномірними осіданнями ґрунтових основ під фундаментами, сейсмічними та іншими природними навантаженнями і впливами тощо. Задля безпечної експлуатації РВС необхідно заздалегідь передбачати можливі аварійні ситуації з подальшою розробкою заходів з унеможливлення їх виникнення.

Аналіз можливих причин виникнення аварій резервуарів розглянуто в [1]. Тому можливо зробити наступне узагальнення, що для попередження виникнення аварійної ситуації слід проводити систематичні спостереження за розвитком осідань резервуарів з тим, щоб можна було вжити своєчасних відповідних заходів із забезпечення їх нормальної експлуатації. Аналіз техногенних аварій, які відбулися за останні 100 років показують наскільки критичні пошкодження можуть бути нанесені спорудам для зберігання палива в результаті землетрусів, що в свою чергу може викликати значну втрату продукції, яка в них міститься. Це потенційно викликає небезпеку екологічної катастрофи. Крім аварій, пов'язаних із землетрусами та викликаними ними цунамі, поширені й аварії, пов'язані з такими атмосферними явищами, як урагани та блискавки. Також до аварій, пов'язаних з природними явищами, слід віднести аварії плаваючого даху, які в більшості випадків відбуваються в зимовий чи весняний періоди, під час заповнення – спорожнення РВС.

Для мінімізації витрат на зменшення сейсмічної небезпеки об'єктів зберігання нафти та нафтопродуктів у складних інженерно-геологічних умовах доцільно розробити ефективні рішення пристосування основ до можливих сейсмічних впливів за рахунок покращення динамічних властивостей ґрунтів. Іноді ефективним рішенням можуть бути сейсмостійкі фундаменти. Такий підхід зменшує вартість будівництва нових і реконструкції існуючих резервуарних парків як за умов сейсмічних впливів (у т. ч. техногенної сейсміки), так і при статичному режимі експлуатації об'єктів.

#### *Література*

*1. Ефективні конструктивно-технологічні рішення об'єктів зберігання нафти і нафтопродуктів у складних інженерно-геологічних умовах: Монографія / В.О. Онищенко, Винников Ю. Л., Зоценко М.Л., Ларцева І. І., Бредун В. І., Нестеренко Т. М. Полтава : ФОП Пусан А.Ф., 2019. 233 с.*

*Винников Ю. Л., д.т.н., професор, Харченко М. О., к.т.н., доцент,  
Матяш О. В., к.т.н., доцент, Вольченкова А. В., ст. викладач,  
Національний університет «Полтавська політехніка  
імені Юрія Кондратюка», Полтава, Україна*

## **СУЧАСНИЙ СТАН ПИТАННЯ БЕЗПЕКИ НАФТОПРОВОДІВ УКРАЇНИ**

Нафто-, газотранспортна система – це мережа магістральних трубопроводів для транспортування нафти та газу з району видобутку чи виробництва до пунктів споживання та нафто-, газопровідно-відгалужень, що являють єдиний технологічний комплекс, який працює в безперервному робочому режимі [1]. Нафтотранспортна система України, яку експлуатує ВАТ «Укртранснафта», складається з 19 магістральних нафтопроводів загальною довжиною 4766,1 км. Роботу системи забезпечує 51 нафтоперекачувальна станція, де працює 176 насосних агрегатів. Загальний обсяг резервуарного парку становить 1085 тис.м<sup>3</sup>.

Трубопровідний транспорт – найбільш безпечний спосіб доставки пожежо- та вибухонебезпечних рідких і газоподібних вуглеводів. Однак ця безпека досягається при виконанні ряду обов'язкових умов [2-4]:

- забезпечення розрахункової пропускної здатності трубопроводу з гарантуванням конструктивної надійності;
  - дотримання усіх нормативних вимог при проектуванні, будівництві та експлуатації трубопровідних систем;
  - використання імовірнісних методів розрахунку, та врахування неоднорідності зовнішніх навантажень на трубопровід;
  - створення системних функціональних резервів у вигляді багатониткових газопроводів із перемичками, компресорних і насосних станцій з резервними агрегатами, підземних сховищ газу та проміжних резервуарних парків нафти і нафтопроводів;
  - використання при проектуванні сучасних способів вишукувань; контроль якості робіт, що виключають передчасний вихід системи трубопровідного транспорту з режиму нормальної експлуатації;
  - екологічна безпека середовища при будівництві й експлуатації систем трубопровідного транспорту; високий рівень автоматизації процесів;
  - використання сучасних засобів діагностики та моніторингу, застосування засобів телемеханіки для локалізації аварійних ситуацій;
  - обслуговування трубопровідних систем кваліфікованими кадрами.
- Нафто-, газо та продуктопроводи експлуатують у складному корозійно-агресивному середовищі – ґрунті, умови якого

характеризуються неоднорідністю та визначаються різноманітними факторами. При цьому на трубопровід діють не лише ґрунтові умови, а й інші чинники навколишнього середовища: атмосферне повітря, механічне навантаження тощо. Пошкодження магістральних нафто-, газопроводів викликають дії двох груп чинників. Перша група пов'язана зі зниженням несучої здатності трубопроводу, друга – зі збільшенням навантажень і впливів. Зниження несучої здатності трубопроводу відбувається через наявність дефектів у стінці труб і старіння металу. Фактори другої групи з'являються при експлуатації діючого нафто-, газопроводу (тиск, вплив різниці температур сировини, що перекачується, і навколотрубною середовища ґрунту, тиск шару ґрунту над трубою, різні статичні і рухомі навантаження, деформація земної поверхні на підроблюваних територіях, сейсмічні дії).

Обладнання об'єктів нафтогазового комплексу експлуатується декілька десятків років в умовах агресивного середовища без оновлення. Аналіз документів з інвентаризації об'єктів нафтогазотранспортного комплексу свідчить, що 25% устаткування, машин, споруд основного та допоміжного виробництва, 5% газопромислового устаткування, 69% свердловин, а також 23% спеціальних машин і устаткування відпрацювали до 50% свого ресурсу. За статистичними даними Державної служби України з надзвичайних ситуацій за період 2005-2015 рр. зафіксовано 34 аварії, з яких: на нафтопроводі – 13, на газопроводі – 14, на продуктопроводі – 6, на аміакопроводі – 1 [5]. Аналіз розподілу надзвичайних ситуацій у 2017-2018 роках за видами проявів показує, що питома вага надзвичайних ситуацій унаслідок аварій на транспорті, пожеж і вибухів складає значну частину – 44%. Надзвичайні ситуації, що стаються на магістральних нафто- газопроводах, входять саме до цих 44%, оскільки підприємства і об'єкти нафтогазового комплексу є одними з тих, що мають найбільш високий рівень пожежо- і вибухонебезпеки [6].

Аналіз причин відмов нафтопроводів [4] показав, що більшість аварій є наслідком корозії металу труб (зменшення товщини стінки). Це різко підвищує екологічний ризик подальшої експлуатації таких конструкцій і актуалізує проблему оцінювання їх залишкового ресурсу. Безпека на трубопровідному транспорті досягається при дотриманні всіх нормативних вимог при проектуванні, будівництві й експлуатації трубопровідних систем. Доцільним є використання імовірнісних методів розрахунку, врахування неоднорідності зовнішніх навантажень та впливів на трубопровід. Надзвичайно важливим є виконання у повному обсязі усіх вишукувань, особливо інженерно-геологічних.

Кільцеві, температурні й напруження від попереднього вигину добре проаналізовані в нормах. Але вони потребують суттєвого удосконалення у визначенні подовжніх напружень від нерівномірних деформацій ґрунтової основи, які пов'язані зі зміною її структури. У нормах відсутнє будь-яке

нормування осідань трубо-проводу. Значення додаткових напружень, зумовлені прокладанням газопроводів у середньонабухаючих ґрунтах і масивах II типу за просадочністю, сильно набухаючих і піддроблюваних територіях, приймають відповідно 40 та 60 МПа. Однак, вказані величини виглядають абсолютно необґрунтованими.

Визначення товщини стінки лінійної частини магістральних трубопроводів є центральним моментом при розрахунку згідно існуючих норм різних країн. При цьому вона майже ідентична, за виключенням значень коефіцієнтів запасу для кожних з норм. Для відчизняних нормативних документів значення коефіцієнтів нижчі ніж для закордонних аналогів, а отже і товщина стінки за розрахунками – тонша, це пояснюється більшою диференціацією коефіцієнтів запасу.

Надійна робота нафто-, газотранспортної системи можлива лише за відповідного науково-технічного забезпечення, що зумовлює необхідність виконання великого обсягу науково-дослідних робіт у цій сфері.

#### *Література*

1. *Магістральні нафтопроводи: ДК «Укртранснафт».* 2013. URL: <http://www.utg.ua>
2. *Ellenberger J.P. Piping and Pipeline Calculations Manual. Construction, Design Fabrication and Examination / J. Philipp Ellenberger. USA, Oxford : Elsevier, 2014. 398 p.*
3. *Reliability Estimation of Oil and Gas Trunk Pipelines on a Stochastic Heterogeneous Base / Volodymyr Onyshchenko, Sergiy Pichugin, Yuriy Vynnykov, Pylyp Vynnykov // International Journal of Engineering & Technology. – Science Publishing Corporation (Publisher of International Academic Journals). – Vol 7, No 4.8 (2018): Special Issue 8. P. 27– 35. doi: 10.14419/ijet.v7i4.8.27209.*
4. *Ефективні конструктивно-технологічні рішення об'єктів транспортування нафти і нафтопродуктів у складних інженерно-геологічних умовах : Монографія / В. О. Онищенко, Ю. Л. Винников, М. Л. Зоценко, С. Ф. Пічугін, М. О. Харченко, О. В. Степова, В. М. Савик, П. О. Молчанов, П. Ю. Винников, О. М. Ганошенко. Полтава : ФОР Пусан А.Ф., 2018. 258 с.*
5. *Довідка про основні надзвичайні ситуації техногенного, природного та іншого характеру на території України. Державна служба з надзвичайних ситуацій: веб-сайт. URL: <http://www.dsns.gov.ua>.*
6. *Інформаційно-аналітична довідка про виникнення НС в Україні у I кварталі 2017 року. Державна служба України з надзвичайних ситуацій: веб-сайт. URL: <http://www.dsns.gov.ua>.*

*Галактіонов М. С., аспірант, Ганошенко О.М., к.т.н.,  
Національний університет «Полтавська політехніка  
імені Юрія Кондратюка», Полтава, Україна*

## **АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА КРИВИЙ РІГ**

На території України осередки промисловості розміщені нерівномірно, такі міста як Запоріжжя, Харків, Дніпро, Кривий Ріг, Маріуполь тощо, є центрами важкої промисловості. Таке розташування промислових підприємств пов'язане, насамперед, із сировинною базою, а також – тісними виробничими та економічними зв'язками.

Стан навколишнього середовища таких міст формується під впливом тривалої інтенсивної діяльності підприємств гірничодобувної, металургійної, машинобудівної, хімічної промисловості, підприємств теплоенергетики і будматеріалів. У цілому, незважаючи на те, що останніми роками спостерігається тенденція до зменшення антропогенного тиску на довкілля, рівень техногенного навантаження залишається високим, а екологічна ситуація – незадовільною.

Окрім стаціонарних джерел викидів промисловості, слід відзначити й не менш потужні пересувні джерела надходження забруднювальних речовин у повітряне середовище – автотранспорт. Для непромислових міст автотранспорт взагалі є основним джерелом забруднення атмосферного повітря. Кількість автомобільного транспорту безпосередньо залежить від кількості населення і в значній мірі визначає темпи розвитку промисловості міста. Територія м. Кривий Ріг характеризується значною концентрацією промислових об'єктів гірничо-металургійного комплексу, сукупний вплив яких спричиняє техногенне навантаження на довкілля, а викиди автотранспорту погіршують ситуацію з забрудненням повітряного середовища.

Проаналізувавши статистичні дані по викидам забруднювальних речовин в атмосферне повітря у розрізі України, можна зробити висновок, що в середньому частка викидів від автотранспорту складає близько 40% від загальних викидів від стаціонарних та пересувних джерел. Проте, слід відмітити деякі особливості узагальненої статистики по Україні в цілому – викиди від стаціонарних джерел розподілені нерівномірно та зосереджені у промислових регіонах, тоді як викиди від пересувних – розраховуються за обсягами продажі пального на місцях і статистика по викидам відображає їх зосередження у великих містах.

Аналіз викидів в атмосферне повітря згідно статистичним даним [1, 2] по Дніпропетровській області, як промислово навантаженого регіону, демонструє динаміку впродовж 2011-2020 років, що наведена у таблиці 1.

**Таблиця 1. Динаміка викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря по Дніпропетровській області**

Роки	Викиди в атмосферне повітря по Дніпропетровській області, тис. тонн				
	Всього	у тому числі			
		стаціонарними джерелами			пересувними джерелами
1	2	3	4	5	6
2011	1157,9	950,4	82%	207,5	18%
2012	1173,1	961,9	82%	211,1	18%
2013	1143,8	940,5	82%	203,3	18%
2014	1037,1	855,8	83%	181,3	17%
2015	876,6	723,9	83%	152,6	17%
2016	965,6	833,0	86%	132,6	14%
2017	790,0	657,3	83%	132,7	17%
2018	747,3	614,3	82%	133,0	18%
2019	708,2	576,9	81%	131,3	19%
2020	688,9	534,7	78%	154,2	22%

Відзначимо, що на фоні скорочення промислових викидів спостерігається тенденція до збільшення викидів від автотранспорту. Якщо звзвити коло досліджень і проаналізувати обсяги викидів лише по м. Кривий Ріг (таблиця 2), побачимо, що вклад викидів від автотранспорту за 2011-2015 рр. складає від 11 до 14%.

Обсяг викидів в атмосферне повітря по м. Кривий Ріг наведені за даними Екологічного паспорту Кривого Рогу [3] та Регіональної доповіді про стан навколишнього природного середовища у Дніпропетровській області за 2020 рік [4]. Згідно Проекту довгострокової програми по вирішенню екологічних проблем Кривбасу та поліпшенню стану навколишнього природного середовища на 2011-2022 роки [5] вклад викидів забруднювальних речовин у повітряне середовище м. Кривий Ріг від автомобільного транспорту у 2008 році складав 7,9% від загальних викидів по місту.

Збільшення кількості автомобілів сприяє зростанню кількості викидів від пересувних джерел у загальний фон забруднення атмосферного повітря міста, а саме, вклад автотранспорту у формування приземної концентрації становить 40% і вище [5]. Ідентифікація викидів від транспортних засобів у відсотковому співвідношенні наступна: оксид вуглецю – 4,6%; діоксид азоту – 0,8%; сірчаний ангідрид – 0,1%; НМЛЮС – 0,7%; сажа – 0,1%; вуглекислий газ – 93,6%; також у невеликій кількості присутні метан,

закис азоту, аміак, бенз(а)пірен. Такий тип забруднення має локальний характер, накопичується біля поверхні землі уздовж шосейних доріг, вулиць, у тунелях, на перехрестях тощо, тим самим створюючи локальні осередки забруднення.

Окрім цього, автотранспорт є джерелом фізичних забруднень навколишнього середовища, таких як шум, коливання, вібрація, електромагнітне випромінювання. Шумове навантаження впливає на психологічний стан людини і призводить до підвищення втоми, зниження розумової активності, неврозів, зростання кількості серцево-судинних захворювань, погіршення зору. Вібрація, що виникають при русі автомобіля, не тільки впливає на водія і пасажирів, але і передається через дорожнє покриття у навколишній простір.

**Таблиця 2. Динаміка викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря по м. Кривий Ріг**

Роки	Викиди всього, тис. тонн	Викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин стаціонарними джерелами		Викиди забруднюючих речовин пересувними джерелами в атмосферне повітря	
		тис. тонн	%	тис. тонн	%
1	2	3	4	5	6
2008	487,835	449,433	92,1	38,402	7,9
2009	321,649**	321,649	-	*	-
2010	395,032**	395,032	-	*	-
2011	411,555	358,56	87	52,995	13
2012	411,939	354,6	86	57,339	14
2013	404,506	351,778	87	52,728	13
2014	376,365	327,374	87	48,991	13
2015	369,149	327,031	89	42,118	11
2016	342,881**	342,881	-	*	-
2017	323,904**	323,904	-	*	-
2018	267,433**	267,433	-	*	-
2019	268,328**	268,328	-	*	-
2020	224,248**	224,248	-	*	-

\* – дані у відкритих джерелах відсутні;

\*\* – без урахування викидів від пересувних джерел

У зв'язку з постійною зміною інфраструктури міста зростає кількість транспортних засобів, отже виникає потреба у розробленні моделі екологізації автотранспорту міста, з оптимізацією транспортних маршрутів муніципального й іншого транспорту, що у свою чергу призведе до скорочення викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря та зменшить рівень шумового і вібраційного навантаження.



### *Література*

1. *Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел викидіє по регіонах (1990-2020) / Державна служба статистики України. – URL: [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2020/ns/xl/vzrap\\_reg\\_ue.xlsx](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2020/ns/xl/vzrap_reg_ue.xlsx)*
2. *Викиди забруднюючих речовин від пересувних джерел забруднення за регіонами (2016-2020) / Державна служба статистики України. – [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/ns/xl/vzrpnz\\_reg\\_20.xlsx](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/ns/xl/vzrpnz_reg_20.xlsx)*
3. *Екологічний паспорт Кривого Рогу / Ресурсний центр м. Кривого Рогу [Електронний ресурс]. – URL: <https://www.krmisto.gov.ua/ua/ecology>*
4. *Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2020 рік / Дніпропетровська обласна державна адміністрація [Електронний ресурс]. – URL: <https://adm.dp.gov.ua/storage/app/uploads/public/612/75d/d47/61275dd475b65912867928.pdf>*
5. *Проект довгострокової програми по вирішенню екологічних проблем Кривбасу та поліпшенню стану навколишнього природного середовища на 2011–2022 роки: звіт / ТОВ «ЦЕДА». Кривий ріг, 2009 р.*

*Гальченко Н.П., к.б.н.,  
Кременчуцький національний університет імені Михайла  
Остроградського,  
м. Кременчук, Україна*

## **ІНТЕНСИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ ОМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОТГ КРЕМЕНЧУЦЬКОГО РАЙОНУ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Сучасне використання земельних ресурсів не відповідає вимогам раціонального природокористування. Україна відноситься до Європейських держав з найвищою розораністю земель, яка досягає 53,8% всього земельного фонду, у тому числі 77,8% сільськогосподарських угідь. При підвищенні сільськогосподарської освоєності й розораності земельних угідь істотно знижується екологічна стійкість ландшафтів [1].

Омельницька об'єднана територіальна громада (ОТГ) була створена у 2015 році та розташована у північній частині Кременчуцького району Полтавської області. Загальна площа ОТГ становить 22482,1 га, на території знаходяться наступні групи угідь: сільськогосподарські угіддя, забудовані землі, чагарникова рослинність природного походження та внутрішні води.

Серед угідь найбільшу площу займає рілля – 11959,7263 га це – 68,1 % від усієї площі ОТГ.

Характеристику інтенсивності використання земель Омельницької ОТГ надаємо за показниками: сільськогосподарської освоєності території, розораності території, розораності сільськогосподарських угідь, індексу розораності, лісистості території та полезахисної лісистості.

Показник сільськогосподарської освоєності території характеризує її освоєння під сільськогосподарське виробництво: [2]

$$O_{oc} = \frac{S_{cf}}{S_3 - S_{bb}} \cdot 100 \quad (1)$$

де  $O_{oc}$  – сільськогосподарська освоєність території, %;  $S_{cf}$  – площа сільськогосподарських угідь, тис. га;  $S_3$  – загальна площа земель, тис. га;  $S_{bb}$  – площа внутрішніх вод, тис. га.

$$O_{oc} = \frac{17662,1045}{22482,1 - 478,0556} \cdot 100 = 80,27$$

Сільськогосподарська освоєність для території Кременчуцького району становить 76,18 %.

Для аналізу сільськогосподарського використання земель доцільно використовувати показники розораності сільськогосподарських угідь та

розораності території, які показують питому вагу ріллі в площі сільськогосподарських угідь та в загальній площі території.

$$K_{рт} = \frac{S_{рб}}{S_3 - S_{вв}} 100 \quad (2)$$

де  $K_{рт}$  – розораність території, %;  $S_{рб}$  – площа ріллі та багаторічних насаджень, тис. га;  $S_3$  – загальна площа земель, тис. га;  $S_{вв}$  – площа внутрішніх вод, тис. га.

$$K_{рт} = \frac{12297,6941}{22482,1 - 478,0556} 100 = 55,89$$

Розораність території для території Кременчуцького району становить 57,52%.

Розораність сільськогосподарських угідь в сучасних умовах характеризує інтенсивність сільськогосподарського виробництва та екологічну напруженість території.

$$K_{рсг} = \frac{S_{рб}}{S_{сг}} 100 \quad (3)$$

де  $K_{рсг}$  – розораність сільськогосподарських угідь, %;  $S_{рб}$  – площа ріллі та багаторічних насаджень, тис. га;  $S_{сг}$  – площа сільськогосподарських угідь, тис. га.

$$K_{рсг} = \frac{12297,6941}{17662,1045} 100 = 69,63$$

Розораність с/г угідь для території Кременчуцького району становить 75,16%.

Для порівняльного аналізу ступеня розораності територій важливим показником є індекс розораності, який показує співвідношення рівня розораності території сільської ради до рівня району й до рівня розораності території Полтавської області. Провели розрахунки для Кременчуцького району і використали для порівняння з Полтавською областю, статтю авторів Дудник І. М., Логвин М. М., Литовченко І. В. «Особливості територіальної диференціації антропогенних навантажень на земельні ресурси Полтавщини» [3].

$$K_p(ср) = \frac{11903,7141}{22482,1} = 0,53$$

Становить індекс розораності для території Кременчуцького району 0,49, а для Полтавської області 0,61.

Лісистість території визначається як відношення площі лісів до загальної площі:

$$K_{зл} = \frac{1766,5659}{22482,1} 100 = 7,86$$

Лісистість на території Кременчуцького району становить 12,31%, Полтавської області залишається недостатньою і складає до 9 %, а в окремих районах 1,5-3%, рівень лісистості України до 16%.

Полезахисні лісосмуги разом із іншими елементами території агроландшафту, що стабілізують середовище, значною мірою впливають на формування екологічно стійких й стабільних агроландшафтів і характеризується відношенням площі полезахисних смуг до площі рілля.

$$K_{\text{пзл}} = \frac{176,228}{11903,7141} 100 = 1,48$$

Відсоток полезахисних смуг на території Кременчуцького району становить 1,51.

Для оцінки стану землекористування Омельницької ОТГ з метою подальшого прогнозування і планування використання земельних ресурсів визначають коефіцієнти екологічної стабільності території і антропогенного навантаження.

Відповідно до Закону України «Про охорону земель», ст. 28, «Стандартизація і нормування в галузі охорони земель полягають у забезпеченні екологічної та санітарно-гігієнічної безпеки громадян шляхом визначення вимог щодо якості земель, родючості ґрунтів і допустимого антропогенного навантаження та господарського освоєння земель» [4].

Оцінка впливу складу угідь на екологічну стабільність території, стійкість якої залежить від сільськогосподарської освоєності земель, розораності й інтенсивності використання угідь, проведення меліоративних і культуротехнічних робіт, забудови території, характеризується коефіцієнтом екологічної стабільності.

Для визначення коефіцієнта екологічної стабільності території і бала антропогенного навантаження розроблено систему показників, що характеризують кожен вид угіддя за впливом, який ці угіддя здійснюють на навколишнє природне середовище (таблиця 1).

**Таблиця 1. Екологічна стабільність території ОТГ**

Вид угідь	Площа, %	Коефіцієнт екологічної стабільності	
		території	угіддя
рілля	52,95	0,14	0,074
багаторічні насадження	1,75	0,43	0,007
сіножаті	6,33	0,62	0,039
пасовища	16,46	0,68	0,112
перелоги	1,07	0,68	0,007
не с/г угіддя	1,48	0	0
ліси та інші лісовкриті площі	0,078	1,0	0,078
збудовані землі	5,13	0	0
болота	3,41	0,79	0,027
відкриті землі без рослинного покриву	0,77	0	0
води	2,13	0,79	0,017

Для визначення коефіцієнтів антропогенного навантаження на земельні нами було використано методика А. М. Третяка [5].

У таблиці 2 представлені загальні результати розрахунків коефіцієнта екологічної стабільності і антропогенного навантаження.

**Таблиця 2. Загальні результати розрахунків коефіцієнта екологічної стабільності і антропогенного навантаження**

Назва ОТГ	екологічна стабільність території		антропогенне навантаження	
	коэф.	х-ка	коэф.	х-ка
Омельницька	0,36	стабільно нестійка	3,54	перетворена
Кременчуцький р-н	0,42	стабільно нестійка	3,36	перетворена

За значенням величини коефіцієнтів екологічної стабільності та антропогенного навантаження дають характеристику землекористувачів:

- *Кекст* = 0,34-0,50 – стабільно нестійка, треба вжити заходів для виправлення і покращання ситуації і приведення території до екологічної стабільності;

- якщо *Кан* = 3,1–3,5 – територія перетворена;

Таким чином, екологічна стабільність на території Омельницької ОТГ свідчить про нестійку екологічну стабільність, яка є наслідком високого рівня інтенсивності використання земель через сільськогосподарське освоєння та розораність території.

#### *Література*

1. Сохнич А. Я., Тібілова Л. М. *Ландшафтно-екологічні аспекти управління земельними ресурсами. Економіка АПК. 2006. № 5. С. 27–28.*

2. *Прогнозування використання земель: метод. вказівки для виконання лабораторних робіт за темою: «Аналіз та прогнозування використання земельних ресурсів» / укл.: М. І. Бідило, В. В. Масленнікова, Л. В. Горбатова / ХНАУ. Харків, 2016. 38 с.*

3. Дудник І. М., Логвин М. М., Литовченко І. В. *Особливості територіальної диференціації антропогенних навантажень на земельні ресурси Полтавщини. Екологічна безпека та природокористування, 2011. С.201–211.*

4. *Про охорону земель : Закон України від 19.06.2003 № 962-IV. URL: <http://www.zakon1.rada.gov.ua> (дата звернення: 14.10.2021).*

5. Третяк А. М., Бабміндра Д. І. *Земельні ресурси України та їх використання. К. : ТОВ «ЦЗРУ», 2003. 143 с.*

*Ганошенко О. М., к.т.н., Новохатний В. Г., д.т.н., проф.  
Національний університет «Полтавська політехніка  
імені Юрія Кондратюка», Полтава, Україна*

## **СТАН ЯКОСТІ ПІДЗЕМНОЇ І ПОВЕРХНЕВОЇ ВОДИ У СЕЛАХ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Із статистичних даних відомо [1], що середня тривалість життя мешканців сіл в Україні менша за тривалість життя мешканців міст. Однією з причин цього може бути погіршення екологічних умов у селі, а саме – забруднення водних джерел, атмосферного повітря та ґрунтів через інтенсивне ведення сільського господарства. Для мешканців сіл характерне використання для локального водопостачання ґрунтових вод за допомогою шахтних колодязів. Ці ґрунтові води не захищені водотривом від потрапляння забруднень з поверхні землі. Якщо це нітрати, які не мають ні смаку, ні запаху, людина може споживати таку воду, не підозрюючи, що п'є отруту.

Дана робота присвячена оцінюванню рівня забруднення підземних і поверхневих вод відходами конкретного сільськогосподарського підприємства – тваринницького комплексу СВК «Перемога» Хорольського району Полтавської області у розрізі часу (упродовж одного року), за місцями відбирання проб води (шахтні колодязі на садибах, що межують із тваринницьким комплексом) та поверхневими водами сільських ставків відповідно до регіональної програми [2].

Джерелами забруднення підземних і поверхневих вод можуть бути дві земельні ділянки для тимчасового зберігання гною, а саме:

1) майданчик №1 в селі Клепачі (площа 0,5 га); кількість голів худоби та річна маса гною становить: молочні корови – 1090 голів; молодняк ВРХ – 376 голів; молодняк на відгодівлі – 403 голови; річна маса гною – 30461 т; гній збирається з МТФ №1, МТФ №2 і МТФ №4 сільськогосподарського виробничого кооперативу (СВК) «Перемога».

2) майданчик №2 в селі Вергуни (площа 0,5 га); кількість голів худоби та річна маса гною становить: молочні корови – 438 голів; молодняк ВРХ – 379 голів; вівці – 197 голів; свиноматки, хряки – 126 голів; коні – 53 голови; молодняк – 15 голів; річна маса гною – 15626 т; гній збирається з МТФ №1, СТФ, вівчарні й конюшні СВК «Перемога».

Окрім того, джерелом забруднення можуть бути також сільськогосподарські угіддя, що розташовані поблизу майданчиків для тимчасового складування гною, зокрема у період внесення мінеральних добрив та пестицидів.

Із метою запобігання забруднення підземних вод під час спорудження майданчиків для тимчасового зберігання гною реалізовані наступні природоохоронні заходи:

- а) днище майданчика на глибині 0,5...0,8 м складене з глини з низьким коефіцієнтом фільтрації води («глиняний замок»);
- б) наступний шар ґрунту ущільнений за допомогою котків, що в комплексі з «глиняним замком» забезпечують гідроізоляцію;
- в) борти виконані з ґрунтово-глиняної суміші висотою 1 м над поверхнею землі, шириною до 2 м у основі і закріплені насадженнями багаторічних трав.

Проби воді відбиралися один раз на квартал упродовж 2019 року. Результати виконаних хімічних аналізів підземної води наведені у таблиці 1.

**Таблиця 1. Значення показників хімічних аналізів колодязної води**

№ з/п	Найменування показника	Одиниці виміру	ГДК за		Значення показників за кварталами року			
			СанПін 2.1.5. 980-00	ДСТУ 7525: 2014	1-й	2-й	3-й	4-й
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>село Вергуни</b>								
<b>Проба №1 – колодязь на території тракторної бригади СВК «Перемога»</b>								
1	ХСК	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	15,0	-	40,9	69,7	32,0	19,2
2	БСК <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,0	-	5,2	11,7	3,3	1,3
3	Аміак(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	2,6	<0,1	<0,0	0,1	<0,1
4	Нітрати(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	50,0	11,9	11,2	14,0	14,05
5	Нітрити(NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	0,5	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
6	Фосфати(PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	3,5	0,12	0,33	0,1	0,06
<b>Проба №2 - колодязь на території садиби Костенка І.Ю.</b>								
1	ХСК	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	15,0	-	11,4	48,3	22,0	48,5
2	БСК <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,0	-	0,96	8,14	1,36	5,36
3	Аміак(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	2,6	<0,1	<0,1	0,1	<0,1
4	Нітрати(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	50,0	21,5	23,1	25,7	19,0
5	Нітрити(NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	0,5	<0,03	0,03	<0,03	<0,03
6	Фосфати(PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	3,5	0,24	0,32	0,19	0,11
<b>Проба №5 - колодязь на території садиби Шаповала М.В.</b>								
1	ХСК	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	15,0	-	38,1	30,9	52,0	45,4
2	БСК <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,0	-	6,4	5,4	6,2	5,2
3	Аміак(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	2,6	<0,1	<0,1	0,36	<0,1
4	Нітрати(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	50,0	657,3	515,9	421,7	546,2
5	Нітрити(NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	0,5	0,07	0,04	0,3	0,32
6	Фосфати(PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	3,5	0,22	0,25	0,26	0,14
<b>село Клепачі</b>								
<b>Проба №7 - колодязь на території садиби Слюсаренка Л.І.</b>								
1	ХСК	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	15,0	-	24,7	39,6	44,0	38,4
2	БСК <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,0	-	2,2	6,4	5,4	4,4
3	Аміак(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	2,6	<0,1	<0,1	0,2	<0,1

4	Нітрати(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	50,0	496,8	178,9	289,7	352,8
5	Нітрити(NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	0,5	0,1	0,04	0,06	<0,03
6	Фосфати(PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	3,5	0,55	0,51	0,28	0,2
Проба №8 - колодязь на території садиби Бондаренка І.І.								
1	ХСК	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	15,0	-	26,7	49,1	39,0	51,5
2	БСК <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,0	-	2,4	8,2	4,6	5,6
3	Аміак(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	2,6	<0,1	<0,1	0,4	<0,1
4	Нітрати(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	50,0	287,0	117,9	294,0	223,6
5	Нітрити(NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	0,5	<0,03	0,48	0,59	0,41
6	Фосфати(PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	3,5	0,67	0,47	0,2	0,43
Проба №9 - колодязь на території автогаража СВК «Перемога»								
1	ХСК	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	15,0	-	24,7	42,8	26,0	22,2
2	БСК <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,0	-	2,2	7,9	2,0	1,8
3	Аміак(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	2,6	0,18	<0,1	0,4	<0,1
4	Нітрати(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	50,0	23,8	19,4	118,5	23,9
5	Нітрити(NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	0,5	0,83	0,03	0,45	0,11
6	Фосфати(PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	3,5	3,97	0,07	0,4	<0,05
Проба №10 - колодязь на території садиби Кирика С.І.								
1	ХСК	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	15,0	-	17,1	43,6	41,0	32,3
2	БСК <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,0	-	1,2	8,0	5,0	3,6
3	Аміак(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	2,6	<0,1	<0,03	0,4	<0,1
4	Нітрати(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	50,0	18,4	84,4	56,2	208,5
5	Нітрити(NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	0,5	0,03	0,04	0,042	1,11
6	Фосфати(PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	3,5	0,08	0,68	0,1	0,12

Результати хімічних аналізів поверхневої води 3-х ставків у селах Вергуни й Клепачі наведені в таблиці 2.

**Таблиця 2. Значення показників хімічних аналізів поверхневої води**

№ з/п	Найменування показника	Одиниці виміру	ГДК за Сан Пін 2.1.5. 980-00	Значення показників за кварталами року			
				1-й	2-й	3-й	4-й
1	2	3	4	5	6	7	8
село Вергуни							
Проба №3 – «Великий ставок»							
1	ХСК	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	30,0	73,3	64,1	68,0	66,7
2	БСК <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	4,0	10,1	12,8	8,0	7,7
3	Аміак(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	2,0	12,3	<0,1	0,29	0,2
4	Нітрати(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	45,0	0,7	0,29	0,74	0,67
5	Нітрити(NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	3,3	0,04	0,04	<0,03	<0,03
6	Фосфати(PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	3,5	0,07	0,05	0,05	0,05
Проба №4 – ставок «Ріжки»							
1	ХСК	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	30,0	53,3	66,5	52,0	59,6
2	БСК <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	4,0	8,2	13,3	6,2	6,8
3	Аміак(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	2,0	0,18	<0,1	0,29	0,2
4	Нітрати(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	45,0	0,7	0,29	0,74	0,67
5	Нітрити(NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	3,3	0,04	0,04	0,03	0,03
6	Фосфати(PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	3,5	0,07	0,07	<0,05	0,09
село Клепачі							
Проба №6 – «Клепачівський ставок»							
1	ХСК	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	30,0	60,0	86,3	95,0	80,8



2	БСК <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	4,0	9,0	17,3	11,8	11,6
3	Аміак(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	2,0	6,8	0,11	0,2	1,7
4	Нітрати(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	45,0	1,4	2,9	1,6	1,8
5	Нітрити(NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	3,3	0,08	0,58	<0,03	0,16
6	Фосфати(PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	3,5	0,06	0,1	<0,05	0,09

■ – критично перевищують ГДК;

■ – дещо перевищують ГДК.

У результаті виконаних досліджень встановлено наступне:

1. У селі Вергуни небезпечно перевищено ГДК нітратів у 13 разів у колодязній воді на садибі Шаповала М.В. (проба №5). Проте, поряд на садибі Костенка І.Ю. (проба №2), концентрація нітратів у колодязній воді у 2 рази менше ГДК. Вказане може свідчити про неблагополучний санітарний стан на садибі Шаповала, а тому потрібне додаткове обстеження.

2. У селі Клепачі в усіх пробах колодязної води (проби №№ 7, 8, 9, 10) зафіксовано перевищення ГДК нітратів. Садиба Слюсаренка Л. І. (проба №7) – у 10 разів; Бондаренка І. І. – у 6 разів; Кирика С.І. – у 4 рази. Місця відбирання проб розташовані біля МТФ, що може свідчити про надходження у ґрунтову воду забруднень від майданчика для тимчасового зберігання гною.

3. Зважаючи на те, що в обох селах існує централізоване водопостачання, рекомендовано попередити власників приватних садіб про недопустимість користування колодязною водою для питних потреб та використовувати колодязну воду тільки для поливу городів і зелених насаджень.

4. Хімічні аналізи щодо аміаку (амоній-іон), нітритів і фосфатів показали, що за цими забрудненнями немає перевищень ГДК для поверхневих і підземних вод; окрім того, аналізи ХСК синхронні аналізам БСК. Ураховуючи це, рекомендовано обов'язковими залишити тільки аналізи з БСК і нітратів.

#### Література

1. *Тривалість життя в Україні: веб-сайт. URL: <http://uk.wikipedia.org> (дата звернення 02.06.2021).*

2. *Регіональна програма охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки з урахуванням регіональних пріоритетів Полтавської області на 2017-2021 роки («Довкілля – 2021»). Полтава, 2017. 131 с.*

*Гах Т. О., аспірантка, Степова О. В., д.т.н., доцент  
Національний університет «Полтавська політехніка імені  
Юрія Кондратюка» м. Полтава, Україна*

## **ОЦІНКА РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ВОДОЦИРКУЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ У ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ**

В Україні всього 4% території займають поверхневі води. За даними Департаменту екології та природних ресурсів Полтавщина займає 28750,68 км<sup>2</sup>. В межах області територією протікає 1780 річок загальною протяжністю 13006 кілометрів. До водного фонду належать річки, озера, водосховища, ставки, болота та також прибережні захисні смуги уздовж річок та водойм. Водозабезпеченість 1,33 тис.м<sup>3</sup>/рік на одну людину, більше на 0,09 тис. м<sup>3</sup>/рік ніж середня по Україні. Експлуатаційні запаси підземних вод в межах області складають 4046,5 тис. м<sup>3</sup>/добу.

Недостатній рівень водозабезпеченості турбує, та ще більшу увагу привертає незадовільний стан водних об'єктів. Якість води в більшості річок забруднена або брудна. Екологічний стан водних систем щорічно погіршується.

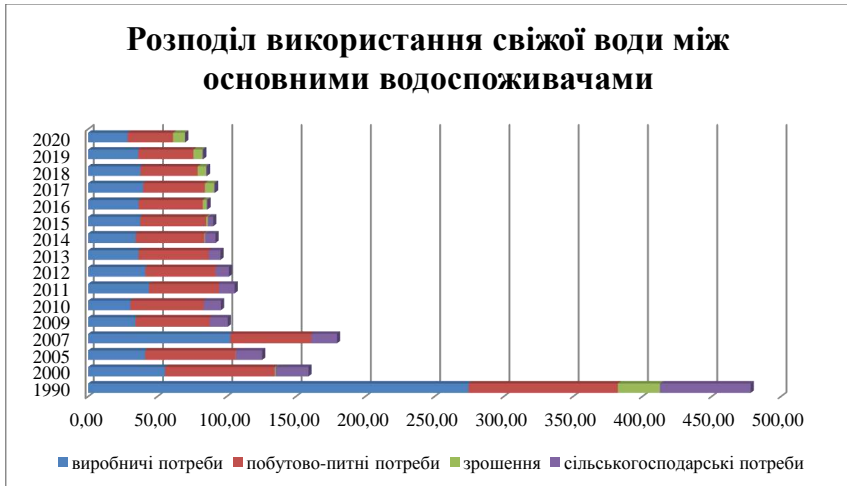
Аналіз останніх років з 1990 по 2020 рік показав, що обсяг водокористування стабільний на протязі останніх 6 років (рис.1).



**Рис. 1. Основні показники водопостачання й водовідведення**

Основним споживачем води у Полтавській області є промисловість, за даними Головного управління статистики у Полтавській області [1]. Протягом 1990-2020 років відбулося зменшення об'єму води для

виробничих потреб від 57,4% до 39,6%. Для побутово-питних потреб цей показник коливається від 20% у 2007р. до 54,6% у 2018р., збільшення відбувається з 1990 р. до 2015р., а потім знову знижується до 45,5% у 2020р. З 2015р. до 2020р. збільшується у 9 разів об'єм води для зрошення з 1,3% до 11,7% (рис.2).



**Рис.2. Розподіл використання свіжої води між основними водоспоживачами**

Тенденція зменшення водокористування не покращує екологічний стан поверхневих джерел. У середньому 65,5% за 1990-2020 р. повертається у водойми зворотними водами, за останній 2020р. скинуто 69,432 млн. м<sup>3</sup>, що складає 96,2% від об'єму використання свіжої води з них великий об'єм 2,02 млн.м<sup>3</sup> недостатньо очищених комунально-побутових і промислових стічних вод, як слідок неефективності систем очищення води.

Основними причинами такого несприятливого екологічного стану поверхневих водойм є основні забруднювачі водних об'єктів (за галузями економіки) – такі як комунальні, промислові (добувна промисловість і розроблення кар'єрів) та сільськогосподарські підприємства, що здійснюють скиди недостатньо очищених, або взагалі не очищених стічних вод, забруднених зворотних вод [2]. За 2020 рік забрано води з поверхневих та підземних джерел 106,609 млн.м<sup>3</sup>, а загальне водовідведення об'ємом 77,359 млн.м<sup>3</sup>, що свідчить про значні втрати води 29,25 млн.м<sup>3</sup> (з них 13,58 млн.м<sup>3</sup> втрати при транспортуванні).

Визначення техногенних чинників на водні об'єкти Полтавської області є актуальною проблемою сьогодення. В межах Полтавської області

функціонують 9 водокористувачів-забруднювачів, із яких здійснюють скид у р. Дніпро – ПАТ«Кременчуцький сталеливарний завод», м.Кременчук, до р. Дніпро та р.Сухий Кобелячок – ВАТ «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат» м.Горішні Плавні та ТОВ «Сристівський гірничо-збагачувальний комбінат», до р. Псел – Кременчуцька ТЕЦ Філія ПАТ«Полтава-обленерго», ВАТ «Рижівський гранітний кар’єр» та ТОВ «Гадячсир», м.Гадяч, до р. Хорол – ПАТ «Хорольський завод дитячих продуктів харчування», м.Хорол, до р. Крива Руда ПАТ «Кременчуцький завод дорожніх машин», м. Кременчук та ЗАТ «Джей Ті Інтернешнл Україна», м. Кременчук, до р. Тарапунька – ПАТ «Полтавський турбомеханічний завод», м. Полтава та ПАТ «Полтавський турбомеханічний завод», м. Полтава. Загальний скид зворотних вод, в тому числі і неочищених у поверхневій водні об’єкти за період 1990-2020 років склав 5,3 млн. м<sup>3</sup>. За об’ємами скидів в розрізі окремих підприємств, що знаходяться на річках можна зробити висновок, що комунальні підприємства з великим числовим показником скидів забруднюючих речовин не відіграють ключову роль у визначенні коефіцієнта забруднення, отже саме підприємства-забруднювачі є індикатором підвищення індексу забруднюючих речовин і саме на них покладена відповідальність за теперішній екологічний стан поверхневих водойм.

Промислові підприємства велику кількість води використовують в оборотних системах, таке поводження з водними ресурсами актуальне для їх збереження (рис.3). Такі методи поводження застосовуються у самих водоміських системах таких як системи охолодження в промисловій енергетиці, як виконання водного законодавства в сфері раціонального використання та зменшення витрат води для повного припинення або зменшення скидів відпрацьованих стічних вод.



**Рис. 3. Оборотно та повторно-послідовне водопостачання**

Рівень технологій водопідготовки, можна оцінити як максимально можливий коефіцієнт використання оборотної води (КВОВ). Для кожної галузі промисловості він свої особливості. Для целюлозно-паперовій КВОВ сягає 30–200 м<sup>3</sup>. Для хімічної приблизно 25% води витрачається як розчинник та екстрагент, але навіть завдяки повторному використанню води витрати свіжої води великі і становлять у середньому на 1 т продукції 50-130 м<sup>3</sup>. Тому головним завданням у промисловому водоспоживанні – перехід виробництва на водозберігаючі (безстічні) технології або зниження водоспоживання завдяки впровадження систем оборотного та послідовного водопостачання [3]. Практично у всіх системах оборотного водопостачання використовують трубопроводи з нелегованої сталі, корозія яких призводить до руйнування обладнання та забруднення оборотних вод корозійними продуктами. Таким чином збільшується використання природної води, майже 30%, від загального об'єму води щодоби витрачається та скидається для продувки системи (без попередньої водо підготовки).

Для підвищення ефективності впроваджуються технології зниження агресивності води, її пом'якшення та боротьба з біобростанням трубопроводів.

Отже зменшення антропогенного впливу об'єктів промисловості та енергетики можливо досягти створивши комплексну технологію кондиціонування води для оборотних систем з переходом їх до замкнутих, що зменшить об'єми скиду зворотних забруднених стічних вод і таким чином вирішить питання ресурсозбереження природних водних об'єктів.

#### *Література*

1. *Статистична інформація Головного управління статистики у Полтавській області* URL: <http://www.pl.ukrstat.gov.ua/>
2. *Регіональна доповідь про стан навколишнього середовища у Полтавській області за 2020 рік.* URL: <https://nupp.edu.ua/page/iformatsiyno-monitoringoviy-tsentr-dovkillya-poltavshchini.html>
3. *Іванов С. В., Манчук Н. М., Борсук П. С. Загальна хімічна технологія: промислові хіміко-технологічні процеси : навч. посіб. К. : Видавництво Нац. авіац. університету «НАУ-друк», 2010. 280 с.*

*Герус К. І., вчитель біології, Герус О. О., учитель біології,  
Кашкалда Р. С., учень  
Лицей №14 «Здоров'я»  
Полтавської міської ради, м. Полтава, Україна*

## **АНАЛІЗ РІВНІВ ТРАНСПОРТНОГО ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ ПОДІЛЬСЬКОГО РАЙОНУ М. ПОЛТАВА ТА ЗАХОДИ ЩОДО ЙОГО ЗМЕНШЕННЯ**

Транспортний шум є другою за важливістю причиною поганого стану здоров'я європейців після забруднення повітря. Тому дослідження та обмеження шумового забруднення довкілля є важливим та обов'язковим заходом. Спираючись на вже проведені дослідження [2], з'ясований негативний вплив шуму на організм людини, зокрема транспортного шуму на жителів міст. Згідно з показниками, ми припустили наявність підвищеного рівня шумового забруднення на території Подільського району м. Полтава.

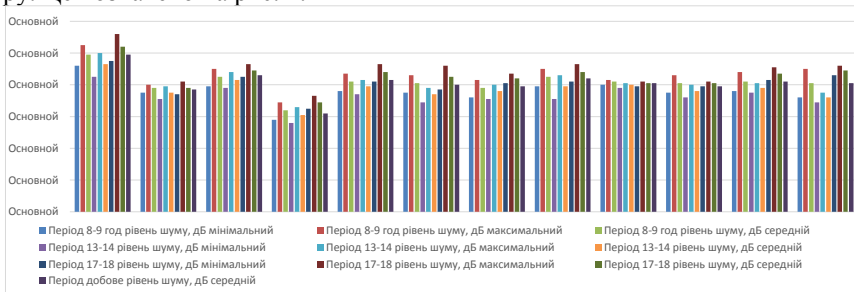
Для вимірювання шумового забруднення нами було підібрано 16 модельних ділянок (рис. 1), із попередньо закладених 50, на території Подільського району м. Полтава. Дослідження здійснювалось за допомогою професійного шумоміра Venetech GM1352 згідно методики Л. Б. Лук'янової [1] у дні із сприятливими погодними умовами.



**Рис. 1. Точки вимірювання рівня шуму території  
Подільського району м. Полтава**

Враховуючи особливості транспортних потоків у місті Полтава, вимірювання рівня шуму проводились у робочі дні. Беручи до уваги те, що у місті вранці та в обідню пору спостерігаються різкі зміни транспортних потоків, час для проведення вимірювань обрано із 08.00 год. до 09.00 год. (т. зв. «ранковий час пік»), із 13.00 до 14.00 (обідній час) та з 17.00 год. до 18.00 год. (т. зв. «вечірній час пік»).

Відповідно до одержаних результатів вимірювання, враховуючи показник норми шуму вдень 55 дБ [5], можна зробити висновок щодо перевищення добового рівня шуму на усіх досліджуваних ділянках Подільського району м. Полтава. Найвищий рівень шуму спостерігається у ранковий (08.00-09.00 год.) та вечірній (17.00-18.00 год.) періоди часу на регульованих автомагістралях із найбільшим рівнем транспортного навантаження. Зокрема, на модельній ділянці №1 (автошлях Т1707) добовий показник (99 дБ) перевищує норму в 1,8 рази, а найбільший показник рівня шуму 104 дБ у період 17-18 год. Понад 80 дБ рівень шуму фіксуємо на проспекті Миру, площі Слави та на основних перехрестях: Зеленого острова – Панянки, Миру – Панянки, Миру – Сакко, Великокорогізнянської – Героїв Крут. Найнижчий рівень шуму (62 дБ) зафіксовано у рекреаційній зоні (Прирічковий парк). Цей показник перевищує норму у зв'язку з тим, що біля нього проходить найбільш перевантажений транспортом проспект Миру. Це позначено на рис. 2.



**Рис. 2. Порівняння рівня шуму на модельних ділянках Подільського району м. Полтава**

Обрані нами модельні ділянки території Подільського району м. Полтава потребують впровадження заходів для зменшення шумового забруднення. Такі заходи повинні бути обґрунтованими, ефективними та реалістичним в умовах забудови району. Нами розроблено декілька рекомендацій для зменшення рівня звуку у Подільському районі із врахуванням особливостей даної території.

Найбільш прийнятним методом зменшення акустичного забруднення у Подільському районі є створення системи додаткових зелених насаджень.

На одного мешканця Полтави сьогодні припадає 108 метрів квадратних зелених насаджень – це один із кращих показників України. Лише територія 12 парків, 18 скверів і 7 бульварів дорівнює площі майже у 250 гектарів. У Полтаві дефіцит зелених насаджень спеціального призначення (санітарно-захисних зон вздовж доріг та автомагістралей) становить 9,5 га [3]. Враховуючи це, пропонуємо створити додаткові смуги зелених насаджень на території Подільського району загальною площею. Зокрема, рекомендується висаджування деревних насаджень у межах модельних ділянок, де спостерігається перевищення рівня шуму (понад 80 дБ): вздовж автошляху Т 1707, проспекту Мир, вулиць Зелений острів, Панянка, Сакко, Великогородзянська та Героїв Крут.

На території Подільського району м. Полтава рекомендується створювати шумопоглинаючі смуги із одно-, дво- і трирядними насадженнями. Виявлено, що однорядне насадження дерев, які мають густе і широке листя може знизити рівень еквівалентного звуку на 10 дБ. Тому, для модельних ділянок Подільського району, які увійшли у першу групу (Прирічний парк) за необхідним рівнем зменшення шуму (на 1-10 дБ) рекомендується створення системи однорядних шумозахисних зелених насаджень, шириною 2-3 м. Для ділянок дослідження, які увійшли у другу групу за необхідним рівнем зменшення шуму (на 11-30 дБ дБ) рекомендується створення системи дворядних шумозахисних зелених насаджень, шириною 3-5 м. Зокрема Перехрестя проспекту М. Вавилова та вулиці Південна, Проспект та ін. Для ділянок дослідження, які увійшли у третю групу (Автошлях Т1707) за необхідним рівнем зменшення шуму (понад 30 дБ) рекомендується створення системи трирядних шумозахисних зелених насаджень, шириною 6-8 м [4]. Для шумозахисних насаджень варто підбирати поєднання з ялин, кленів, в'язів, лип і тополь.

Отже, найвищий рівень шуму спостерігається на вулицях із найбільшим автотранспортним навантаженням. Показник рівня шуму є завищеним також у рекреаційній зоні (Прирічковий парк) у зв'язку з тим, що біля нього проходить найбільш перевантажений транспортом проспект Миру. Тому необхідним є впровадження заходів для зменшення шумового забруднення, зокрема висаджування деревних насаджень у межах модельних ділянок.

У подальшому плануємо продовжувати дослідження шумового забруднення на запланованих модельних ділянках Подільського району Полтави та створення проекту озеленення.

#### *Література*

1. Лук'янова Л.Б. *Лабораторний практикум з екології : Навчально-методичний посібник. Вид. 2-ге змін. і доп. Київ : ТОВ «ДСК- Центр». 143 с.*
2. Тэйлор Р. *Шум. М. : Мир, 1978.*
3. Токар В., Шидловська Т. *План зонування території міста Полтава, Київ, 2015. 109 с.*



4. Карагодина Л.И. Город и шум. Природа. М., 1993.

5. Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови від 20 березня 2019 р. за № 281/33252.  
URL: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/RE33252.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/RE33252.html)

*<sup>1</sup>Голік Ю. С., к.т.н, проф.,*

*<sup>1</sup>Максюта Н. С., доктор філософії,*

*<sup>2</sup>Шевченко С. В., вчитель, <sup>2</sup>Чепурко Н. О., учениця ІІ класу*

*<sup>1</sup>Національний університет «Полтавська політехніка  
імені Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна*

*<sup>2</sup>Науковий ліцей №3 Полтавської міської ради, м. Полтава, Україна*

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ ПИЛОВИМИ ЧАСТИНКАМИ PM2.5 ТА PM10**

Робота присвячена актуальному питанню забруднення атмосферного повітря твердими пиловими частинками, особливо розміром 2,5 та 10 ррт, що мають важливе негативне значення для людини оскільки тісно пов'язані з його здоров'ям. В Україні це питання стало розглядатися тільки останнім часом у зв'язку з технічною можливістю вимірів цих частинок спеціальними приладами. Тому важливим завданням є визначення рівня забруднення атмосферного повітря та проведення моніторингу стану його насичення цими частинами.

Метою роботи є вивчення питання забруднення атмосферного повітря дрібними пиловими частинками розміром 2.5 та 10 ррт в умовах окремого району міста та в межах квартири, з точки зору застосування сучасних приладів у відповідності до вимог й міжнародних критеріїв, шляхом впровадження нових методів за засобів дослідження якості повітряного середовища.

Для досягнення мети поставлено наступні завдання:

- проаналізувати стан забрудненості атмосферного повітря окремого району міста (на прикладі міста Полтава) пиловими частинами;
- провести експериментальне дослідження забруднення атмосферного повітря пиловими частинками розміром 2.5 та 10 ррт в умовах окремого району міста та в межах квартири.

Об'єктом дослідження є атмосферне повітря міста, предметом дослідження є стан забруднення атмосферного повітря пиловими частинами розміром PM2.5 та PM10 ррт .

У ході дослідження нами використано теоретичні та практичні методи, що ґрунтуються на застосуванні системного аналітичного підходу щодо оцінювання методів моніторингу якості атмосферного повітря міст.

Чистим вважається повітря, що не забруднене твердими, рідкими та газоподібними речовинами й газами, які змінюють його природний склад. Тверді, рідкі або газоподібні речовини будь-якого ряду й походження, що потрапляють у повітря, змінюють його природний склад називають емісіями. Існує ще поняття, що емісія – це забруднюючі атмосферне повітря речовини, які присутні в атмосфері в безпосередній близькості від

зони своєї дії на висоті 1,5 км від поверхні землі або верхньої межі рослинності, або на відстані 1,5 м від поверхні будівлі [1]. Емісії – це забруднення техногенного походження. В технічній літературі користуються поняттям «забруднення», «шкідливі речовини» у тих випадках, коли ці речовини присутні у повітрі в концентраціях, шкідливих і небезпечних для флори та фауни Землі.

У сучасній техніці застосовується безліч речовин, які можуть потрапляти в повітря і становити небезпеку здоров'ю людей. Для визначення небезпечності медики досліджують вплив цих речовин на організм людини і встановлюють безпечні для людини концентрації та дози, які можуть потрапити різними шляхами в організм людини.

Сьогодні численними гігієнічними дослідженнями встановлено зв'язок між концентраціями шкідливих викидів у атмосфері міст і захворюваністю населення, хворобами органів дихання, серцево-судинної системи. Такі забруднювачі атмосферного повітря, як оксиди сірки, азоту, різноманітні органічні речовини, пилові частини, що подразнюють слизову оболонку, є причиною виникнення великої кількості запальних захворювань очей, органів дихання. Почастішали випадки бронхіальної астми. Багато хімічних речовин, які забруднюють атмосферне повітря і мають канцерогенні та мутагенні властивості, призвели до збільшення кількості випадків злоякісних захворювань, насамперед, органів дихання [2, 3, 4]. Такі проблеми зі здоров'ям як головний біль, різь у очах або загальний спадок сил, прийнято називати загальним терміном «синдром хвороби атмосфери в будівлі».

Питання захисту атмосферного повітря в Україні гарантуються Конституцією України та забезпечуються Законами України «Про охорону навколишнього природного середовища» та «Охорону атмосферного повітря». Сумарний рівень забруднення повітря у великих та середніх містах України [1] у 2-4 рази перевищує граничнодопустимий рівень і є небезпечним для здоров'я населення, спостерігаються тенденції до зростання рівня забруднення атмосферного повітря міст.

Останнім часом інформаційний простір все більше уваги надає дрібно дисперсним частинкам PM<sub>2,2</sub> та PM<sub>10</sub> [5]. Але чому цим пиловим частинкам приділяється стільки уваги, що це за частинки, звідки вони беруться й чому вони є шкідливими для нашого здоров'я, нашої дихальної та кров'яної системи? Частинки PM<sub>2.5</sub> та PM<sub>10</sub> – це повітряний забруднювач, до складу якого входять як тверді мікрочастинки, так й замалі крапельки рідини. Вони мають розмір приблизно від 10нм до 2.5 мкм. В різних джерелах ці частинки також мають назви PM 2.5, PM 10, FSP (fine suspended particles), fine particles, fine particles matter, дрібнодисперсні зважені частинки, дрібнодисперсний пил. Слід відзначити, що частинки PM<sub>2.5</sub> мкм досить легко проникають крізь біологічні бар'єри і тому являють найбільшу загрозу для людини.

Аналіз літературних джерел [1-5] показав, що всі частинки та крапельки розміром менше 2.5 мкм знаходяться в зваженому стані, а у містах їх значно більше ніж на природі й, у додаток, їх хімічний склад значно безпечніший. Тому в різних містах склад аерозолі з частинами PM2.5 значно відрізняється один від другого. Діаметр частинок PM2.5, фактично, у 30 разів менший від діаметру людського волосся. Масова концентрація PM2.5 є важливішим параметром для оцінки якості повітря та його негативної дії для здоров'я людини. За нормами Всесвітньої організації здоров'я (ВООЗ) середньорічний рівень PM2.5 повинен складати не більше 10 мкг/м<sup>3</sup>, а середньодобовий рівень не більше 25 мкг/м<sup>3</sup>.

Визначено [5], що ці частинки настільки дрібні, що проходять через біологічні бар'єри в організмі людини: носову порожнину, верхні дихальні шляхи, бронхи. PM 2.5 разом із повітрям попадає напряму в альвеоли – бульбашки, в яких здійснюється газообмін між легенями та кровоносними судинами. Особливо важливим є те, що самі дрібні частинки PM2.5 при газообміні можуть попадати у кров, а це приводить до захворювань серцево-судинної системи, ішемічної хвороби серця, інфаркту міокарда, інсульту.

У місті Полтава існуюча державна система стану атмосферного повітря не проводить спостережень за PM2.5 та PM10, але цю концентрацію можливо визначити в окремих районах за допомогою так званого громадського моніторингу. Створюються мережі громадського моніторингу стану забруднення атмосферного повітря міста, а головне в цьому питанні є можливість проведення незалежного спостереження за забрудненням повітря сучасними приладами з урахуванням існуючих нормативних документів. Це значним чином дозволяє заповнити нішу відсутності інформованості й констатувати, що громадський моніторинг дає змогу все ж усунути ряд недоліків діючої системи моніторингу атмосферного повітря.

У Полтаві таку роль взяв на себе, створений при міськвиконкомі, Інститут розвитку міста. Інститут розвитку міста – це аналітичний центр, місією якого є зусиллям мешканців, влади та бізнесу Полтави вирішення ключових питань стратегічного розвитку міста. Комунальна організація створена для успішного розвитку міста, реалізації стратегічних завдань, удосконалення інфраструктури економічного розвитку, сприяння ефективного розвитку і використання потенціалу м. Полтава. Завдяки міжнародному проєкту з Німеччиною було встановлено 8 датчиків вимірювання концентрацій пилу, значення яких можливо було спостерігати на сайті інституту. Аналіз цих даних опрацьовувався у площинному представленні.

За останні два роки зроблено новітній шаг в цьому питанні. Існує екологічний чат-бот [6], який поєднує дані про забруднення, забруднювачів та інструменти захисту довкілля. Фіксація концентрацій

частинок пилу здійснюється пиломірами типу 7 bit Pollution Monitor, які призначено для вимірювання масової концентрації аерозольних частинок із розділом на фракції PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> та PM<sub>1</sub>. Додатково пиломір вимірює температуру та вологість повітря. Отримані дані передаються інтернет-каналом зв'язку Wi-Fi в автоматичну систему моніторингу [www.air-pollution.ml](http://www.air-pollution.ml). Такі пиломіри призначені для побудови мережі збирання даних у рамках системи громадського моніторингу забруднення повітря з метою ідентифікації джерел і масштабів забруднення.

Надання матеріалу у такому вигляді є безумовно значним кроком уперед при визначенні стану забруднення атмосферного повітря міста, але воно надає лише середнє значення концентрації, це все одно як визначення середньої температури хворих у лікарні. А як що потрібно визначитися зі значенням рівня в окремому районі міста, що робити в цьому випадку?

Для експериментального визначення рівня забруднення було придбано професіональний лазерний аналізатор пилових частинок NT-9600. Пиломір дозволяє виміряти частинки розміром PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> та навіть PM<sub>0.3</sub> мкм. Експериментальне визначення концентрацій пилу проводилося впродовж п'яти місяців при різних погодних умовах та температурах.

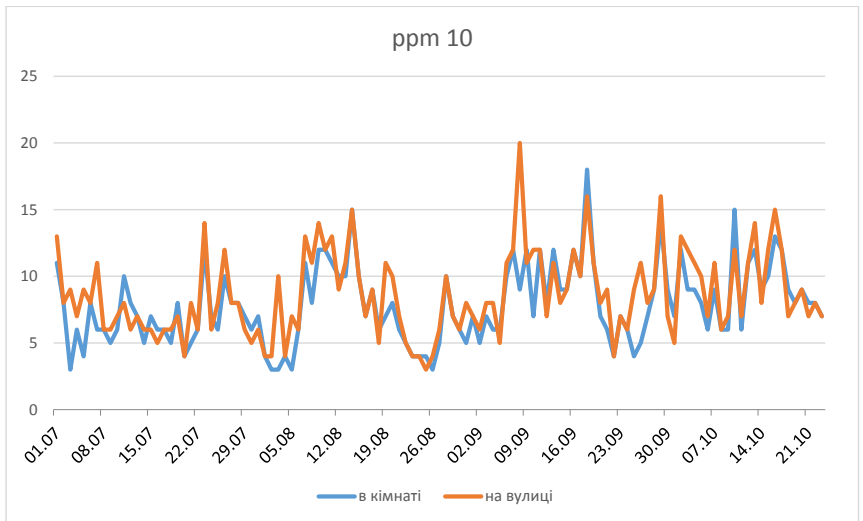
На рис. 1 представлена залежність зміни концентрацій пилу частинок PM<sub>10</sub> від періоду часу вимірювань, причому заміри проводилися, як зовні у дворі будівлі так і кімнаті. Виміри показали досить цікаві результати для обох частинок. Фактично концентрація забруднення пиловими частинками в кімнаті суттєво залежить від концентрації забруднюючих речовин, що отримані для зовнішнього атмосферного повітря, з незначним відхиленням у сторону зменшення для внутрішнього повітря. Аналіз отриманих результатів показав, що суттєве вплив на значення концентрацій забруднюючих речовин здійснюють погодні умови та час доби. Коли погода стояла з високою температурою зовнішнього повітря (тобто було досить сухо), то і концентрації пилових частинок PM<sub>2.5</sub> у повітрі була на рівні 3000-5000 ppm, а частинок PM<sub>10</sub> 10-17 ppm. У ті дні, коли погода була хмарною або з дощем, концентрація частинок була значно меншою (фактично як при вологому прибиранні вдома). А це, суттєвим чином впливало на концентрацію пилових частинок у приміщенні.

Результати спостережень впродовж тижня з однаковою температурою зовнішнього повітря в денний час наведено на рис. 2. Із малюнка видно, що пилові частинки у кімнаті повторюють характер зовнішнього розподілу. Зменшення концентрації частинок у зовнішньому повітрі у середу і четвер пояснюється повною відсутністю вітру. Слід зазначити що одночасне вимірювання концентрації CO<sub>2</sub> в зовнішньому повітрі фактично мало стабільний характер у межах 400-600 ppm, що відповідає нормативним показникам чистого повітря.

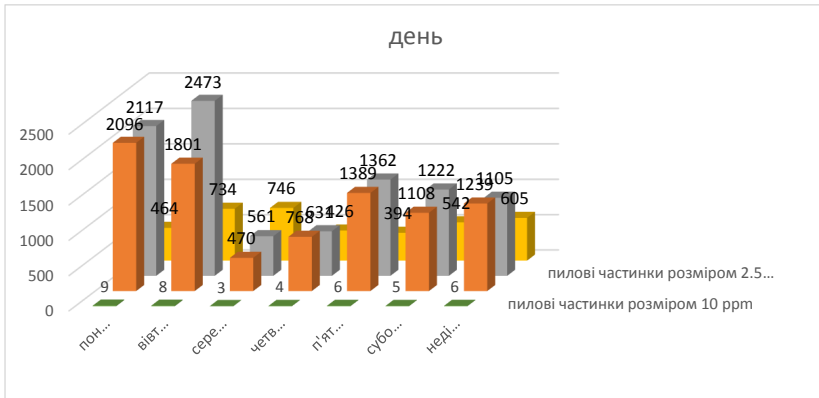
Результати дослідження повітря в кімнаті при умові закритої квартирки та відкритому вікні показано на рис.3. Із рисунку видно, що при закритій квартирці і умові наявності в приміщенні людини, спостерігається постійне збільшення  $\text{CO}_2$ , концентрація пилових частинок  $\text{PM}_{2.5}$  зменшується і стабілізується на рівні 540  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , а концентрація частинок  $\text{PM}_{10}$  фактично залишається незмінною на рівні 3-4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

При наявності в приміщенні природної вентиляції концентрація  $\text{CO}_2$  фактично не змінюється, концентрація пилових частинок  $\text{PM}_{2.5}$  зменшується за рахунок асиміляції повітря, а концентрація частинок  $\text{PM}_{10}$  теж залишається незмінною в межах 4-5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Проведений експеримент показав, що для підтримки чистого повітря в приміщення потрібно постійно виконувати його провітрювання.

Отже, існуюча міська система моніторингу атмосферного повітря міста не дозволяє визначити концентрації пилових частинок  $\text{PM}_{2.5}$  та  $\text{PM}_{10}$  в окремому потрібному місті, тому проведено експериментальні дослідження за допомогою лазерного вимірювача концентрацій частинок пилу  $\text{PM}_{3.5}$  та  $\text{PM}_{10}$ .

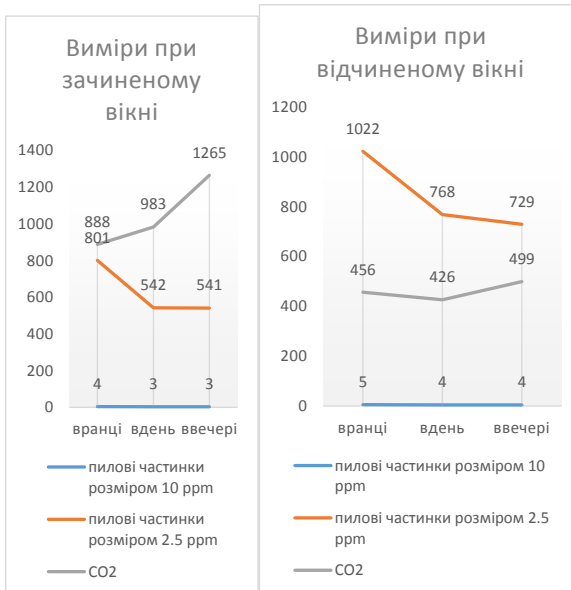


**Рис.1. Зміни концентрації пилових частинок 10 $\mu\text{m}$  впродовж окремого періоду часу**



**Рис.2. Зміни концентрації пилових частинок PM 2.5 та 10PM впродовж тижня**

На підставі оригінальних експериментальних досліджень сформовано базу даних концентрацій твердих пилових частинок PM<sub>2.5</sub> та PM<sub>10</sub> в окремому районі міста Полтава в залежності від часу та метеорологічних параметрів.



**Рис. 3 Зміни концентрацій забруднюючих речовин у кімнаті при відкритому та зачиненому вікнах**

У результаті обробки результатів вимірів розрахунки та аналітичні дослідження перетворилися у зрозумілі для розуміння матеріали забруднення повітря міста та квартири пиловими частинками PM<sub>2.5</sub> та PM<sub>10</sub>.

#### *Література*

1. Сніжко С. І., Шевченко О. Г. *Урбометеорологічні аспекти забруднення атмосферного повітря великого міста. Київ : ВЕГО, МАМА, 86, 2006 рік. 297с.*

2. Шевченко О. Г. *Оцінка та прогнозування сучасного стану забруднення атмосферного повітря у м. Києві : Автореферат. Київ, КНУ, 2009. 18 с.*

3. Корганбаєв Б. Н. *Розрахунок сумарних значень факторів оточуючого середовища, що впливають на організм людини. Гідрометеорологія і екологія. 2005. №4. С.178–186.*

4. Maksiuta N., Golik Yu. *Comprehensive study of atmospheric pollution in cities.*

*Збірник наукових праць. Серія: галузеве машинобудування, будівництво, №1(50), Полтава: ПолтНТУ, 2018, С. 285–291, DOI: 10.26906/znp.2018.50.1087.*

5. *Інтернет ресурс <https://habr.com/ru/company/tion/blog/396111/>.*

6. *Інтернет ресурс <https://www.saveecobot.com/platform/save-dnipro>.*



*Голік Ю. С., к. т. н., професор, Смоляр Н. О., к. біол. н., доцент,  
Чепурко Ю. В., аспірантка  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія  
Кондратюка», м. Полтава, Україна*

## **НОВИЙ АДМІНІСТРАТИВНО-ТЕРИТОРІАЛЬНИЙ УСТРІЙ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА РОЗПОДІЛ ТЕРИТОРІЙ І ОБ'ЄКТІВ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ**

Верховна Рада України влітку 2020 року ухвалила Постанову №3650 «Про утворення та ліквідацію районів», внаслідок якої відбулися значні зміни в адміністративно-територіальному устрої України. У Полтавській області було ліквідовано 25 районів та утворено чотири нові, а саме: Кременчуцький, Лубенський, Миргородський та Полтавський. Території нових районів Полтавської області є значно укрупненими в порівнянні із попередніми межами. Кременчуцький, Лубенський та Миргородський райони, хоча й мають різну кількість територіальних громад у своєму складі (12,7 та 17 відповідно), але їх площа є майже ідентичною та складає 6,11 тис. км<sup>2</sup>, 5,48 тис. км<sup>2</sup> та 6,29 тис. км<sup>2</sup> відповідно. Четвертий, Полтавський район, є більш гіпертрофованим, має у своєму складі 24 територіальні громади (далі – ТГ) та складає площу 10,86 тис. км<sup>2</sup>, що майже у два рази більше від території Лубенського району. Зауважимо, що межі нових районів визначені за зовнішніми кордонами територій сільських, селищних та міських територіальних громад, що входять до того чи іншого району. Укрупнення районів пояснюється одним із кроків децентралізації в Україні [1].

Зміни, що відбулися в адміністративно-територіальному устрої України викликали потребу в проведенні аналізу розподілу територій та об'єктів природно-заповідного фонду (далі – ПЗФ) Полтавської області відносно укрупнених районів та новоутворених ТГ для отримання кількісних характеристик рівня заповідності окремих територіальних одиниць.

Екологічна політика України спрямована на розвиток природоохоронних територій, які є національним надбанням, щодо якого застосовується особливий режим охорони, використання і відтворення. ПЗФ України є складовою частиною світової системи фонду природоохоронних територій. Досвід європейських країн стосовно розвитку територій та об'єктів ПЗФ, екологічних мереж, створення нових і оптимізація та укрупнення існуючих природоохоронних об'єктів, а також

показників заповідності територій взято за основу при проведенні екологічної політики держави. Доведення показника заповідності території України до показників країн Європи, що сягають рівня 12-21% (у порівнянні з національним показником 6,77% (станом на 01.01.2020) [2], є одним із головних завдань, що зазначено у прийнятих Указом Президента України від 30.09.2019 «Цілях сталого (збалансованого) розвитку України на період до 2030 року». Тому, для оцінки реального стану екологічних індикаторів, зокрема показника заповідності територій, окремих територіальних одиниць, доцільно й необхідно провести дослідження вищезазначених критеріїв, шляхом аналізу розподілу територій і об'єктів ПЗФ з наступним плануванням заходів щодо оптимізації та покращення стану навколишнього природного середовища окремої адміністративної одиниці, якою можуть бути райони та ТГ.

ПЗФ Полтавської області станом на 1 січня 2021 року налічує 393 об'єкти загальною площею 142789,76 га. Показник заповідності області складає 4,966%. У процесі проведення аналізу розподілу територій і об'єктів ПЗФ Полтавського регіону встановлено кількісне значення показника заповідності території кожної з 60 ТГ та укрупнених чотирьох адміністративних районів. На основі отриманих результатів створено еколого-картографічні матеріали (рис. 1). Проаналізовано діапазон значень, в якому знаходяться показники заповідності окремих територіальних одиниць. Деякі ТГ, маючи показник заповідності від 15 до 20% (Градизька, Кременчуцька, Диканська і Кобеляцька ТГ) можуть проводити політику стосовно збереження й відповідального ставлення до вже функціонуючих об'єктів, тоді як інші, що мають показники заповідності рівні нулю (Пришибська, Гоголівська, Ромоданівська), повинні займатися пошуком ресурсів (територій із вцілілим, добре збереженим природним чи напівприродним біорізноманіттям) і можливостей для їх заповідання, тобто створенням нових територій і об'єктів ПЗФ, що стануть частиною ПЗФ Полтавщини й України.

Показник заповідності територій області, укрупнених районів та усіх ТГ є індикатором стану збереженості природного середовища, що в свою чергу є одним із показників забезпечення збалансованого розвитку області.

Одержані в ході роботи дані використано для створення карт, що наглядно відображають показник заповідності кожної окремої ТГ. Картографічні матеріали в подальшому заплановано використати при створенні нової редакції Екологічного атласу Полтавщини.

Органи місцевої влади окремої територіальної одиниці ознайомившись з результатами проведеного дослідження, зможуть оцінити рівень заповідності своєї ТГ й спланувати напрями екологічної політики, що будуть впроваджені в подальшому на території громади.



**Рис. 1. Показник заповідності за новоутвореними територіальними громадами Полтавської області**  
ПОКАЗНИК (ДОЛЯ)

ПРИРОДНО\_ЗАПОВІДНИХ ТЕРИТОРІЙ ТА ОБ'ЄКТІВ  
(у % від загальної площі районів)



### Література

1. Атлас адміністративно-територіального устрою Полтавської області : Проект «Підтримка належного врядування в місцевих громадах як складової реформи децентралізації» Координатора проектів ОБСЄ в Україні, Міністерство розвитку громад та територій України, Товариство дослідників України / під заг. ред. П. Остапенка. Вид. друге, доп. Київ, 2021. 18 с.

2. Інформаційно-аналітичні матеріали Міністерства енергетики та захисту довкілля України з питання «Аналіз площ природно-заповідного фонду України в розрізі адміністративно-територіальних одиниць за 2019 рік», 2020. 104 с.

*Гомеля М. Д., д.т.н., професор, Хоменко А. С., аспірант  
Національний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
м. Київ, Україна*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ КОРОЗІЇ МЕТАЛІВ У ВОДНО- НАФТОВИХ СУМІШАХ ПРИ РІЗНИХ КОНЦЕНТРАЦІЯХ ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ**

Корозією металів називають спонтанне руйнування металевих матеріалів унаслідок їхньої хімічної або електрохімічної взаємодії з оточуючим середовищем. При вивченні процесів корозії під металами розуміють прості метали та їхні сплави, а також металеві вироби та конструкції. Середовищем, у якому відбувається корозія металів, зазвичай є різні рідини та гази. Середовище, яке викликає корозію, називають корозійним, або агресивним. Унаслідок взаємодії металу та корозійного середовища утворюються хімічні сполуки, які називають продуктами корозії.

Головним завданням є розробка та підвищення ефективності методів захисту металів і металевих конструкцій (машин, апаратів, споруд тощо) від корозії за найрізноманітніших умов їхньої експлуатації. Одним із важливих етапів даних досліджень є розробка надійних методів контролю та оцінки рівня корозійної активності водно-нафтових сумішей [1].

Метою роботи було дослідити процес корозії металів у водно-нафтових сумішах при різних концентраціях оцтової кислоти при температурі 20<sup>0</sup>С.

Вивчено процеси корозії нелегованої сталі (Ст. 20, Ст. 3), мідь (М-2) та латунь (Л62) в модельних розчинах Р-1 по Р4 (табл. 1), суміш розчинів хлориду натрію з концентрацією 30 мг/дм<sup>3</sup> з нафтою 10 см<sup>3</sup> при температурах від 20±2<sup>0</sup>С.

Суміші розчинів хлориду натрію та нафти містили оцтову кислоту в концентрації від 6,25 до 18,75 г/дм<sup>3</sup>. Процес корозії контролювали гравіметричним методом. Для порівняння модельний розчин Р-1 не містив оцтової кислоти.

Досить широко вивчені процеси протікання корозії в нейтральних водних середовищах на прикладах водопровідної або артезіанської води. Проте металеві конструкції часто перебувають і в агресивних середовищах, із підвищеним солевмістом або концентрацією тих чи інших іонів. Тому цікаво було розглянути вплив концентрації середовища на перебіг корозії різних сплавів.

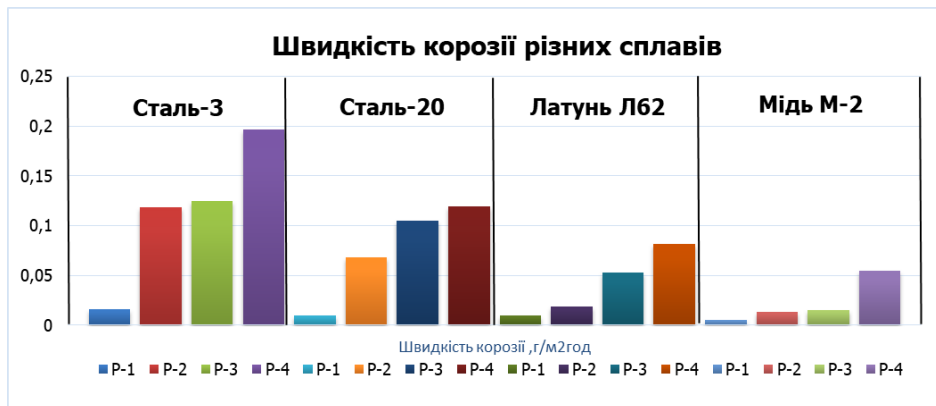
**Таблиця 1. Модельні розчини для дослідження процесів корозії**

Шифр розчину	Склад розчину (суміші)
P-1	<i>140 см<sup>3</sup> мінералізованої води:</i> – дистильована вода; – 30 г/дм <sup>3</sup> NaCl; <i>10 см<sup>3</sup> нафти</i>
P-2	<i>140 см<sup>3</sup> мінералізованої води:</i> – дистильована вода; – 30 г/дм <sup>3</sup> NaCl; – 6,25 г/дм <sup>3</sup> CH <sub>3</sub> COOH <i>10 см<sup>3</sup> нафти</i>
P-3	<i>140 см<sup>3</sup> мінералізованої води:</i> – дистильована вода; – 30 г/дм <sup>3</sup> NaCl; – 12,5 г/дм <sup>3</sup> CH <sub>3</sub> COOH <i>10 см<sup>3</sup> нафти</i>
P-4	<i>140 см<sup>3</sup> мінералізованої води:</i> – дистильована вода; – 30 г/дм <sup>3</sup> NaCl; – 18,75 г/дм <sup>3</sup> CH <sub>3</sub> COOH <i>10 см<sup>3</sup> нафти</i>

**Таблиця 2. Вплив концентрації оцтової кислоти на швидкість корозії різних сплавів при 20±2°C**

Шифр розчину	Час (τ) корозії, год	Швидкість корозії ,г/м <sup>2</sup> год
Сталь-3		
P-1	92	0,01629
P-2	92	0,11838
P-3	92	0,12462
P-4	92	0,19625
Сталь-20		
P-1	94	0,00996
P-2	94	0,06780
P-3	94	0,10534
P-4	94	0,11903
Латунь Л62		
P-1	70	0,00939
P-2	70	0,01892
P-3	70	0,05305
P-4	70	0,08187
Мідь М-2		
P-1	94	0,00518
P-2	94	0,01321
P-3	94	0,01543
P-4	94	0,054617

Якщо враховувати, що пластові води та сира нафта містять значну кількість карбонових кислот, які суттєво впливають на швидкість корозії, то у своїх дослідженнях використано суміші нафти та мінералізованої води при концентрації оцтової кислоти  $6,25 \text{ г/дм}^3$ ,  $12,5 \text{ г/дм}^3$ ,  $18,75 \text{ г/дм}^3$ .



**Рис. 1. Швидкість корозії різних сплавів у водно-нафтовій суміші в присутності оцтової кислоти**

Як видно з таблиці 2 при наявності оцтової кислоти у присутності нафти швидкість корозії зі Сталь-3 зростає від  $0,11838 \text{ г/м}^2\text{год}$  до  $0,19625 \text{ г/м}^2\text{год}$ . Сталь-20 від  $0,06780 \text{ г/м}^2\text{год}$  до  $0,11903 \text{ г/м}^2\text{год}$ . Латунь Л62 від  $0,01892 \text{ г/м}^2\text{год}$  до  $0,08187 \text{ г/м}^2\text{год}$ . Мідь М-2 від  $0,01321 \text{ г/м}^2\text{год}$  до  $0,054617 \text{ г/м}^2\text{год}$  (рис. 1).

Із отриманих результатів видно, що досить істотно оцтова кислота впливає на корозію різних сплавів металу, але з підвищенням концентрації оцтової кислоти ступінь корозії значно підвищується.

#### *Література*

*1. Хімічна корозія та захист металів : навчальний посібник / [П. І. Стоєв, С. В. Литовченко, І. О. Гірка, В. Т. Грицина]. Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2019. 8 с.*

*Гречка Р. Г., здобувач середньої освіти, учень 10 класу,  
Мовчан В. В., вчитель географії та біології, вчитель-методист,  
Березоволицький заклад загальної середньої освіти I-III ступенів  
Петрівсько-Роменської сільської ради  
с. Березова Лука, Миргородський район, Полтавська область*

## **ВПЛИВ АНТРОПОГЕННИХ ЧИННИКІВ НА СУЧАСНИЙ СТАН РІЧКИ ХОРОЛ В МЕЖАХ ПЕТРІВСЬКО- РОМЕНСЬКОЇ СІЛЬСЬКОЇ РАДИ**

Із кожним роком все гостріше постає питання нестачі водних ресурсів як в Україні, так і в цілому світі. Однією з вимог діючої Водної Рамкової директиви ЄС, до якої долучилася також Україна, є підтримка і відновлення природного стану річок [1]. Це досить важливий крок, оскільки зникнення та обміління річок є значною проблемою водних ресурсів в Україні. Однак, досить часто на побутує думка, що на зменшення річкового стоку впливають лише кліматичні умови. Таке твердження є вигідним для землекористувачів та інших «господарників», дії яких можуть призводити до зниження водності річок. Тобто, зміна клімату слугує для них виправданням нераціонального природокористування. То ж потрібно встановити, як впливає антропогенний чинник на зниження водності Хоролу.

Мета даного дослідження – з'ясування сучасного впливу антропогенних чинників на стан річки Хорол та її приток.

Польові дослідження проводилися в межах Петрівсько-Роменської сільської ради, але, оскільки, водність Хоролу на півночі Полтавщини залежить від його стану в Сумській області, то вирішено було також проаналізувати вплив господарської діяльності і на Сумщині. Так, річковий басейн Хоролу в межах Сумської області має зовсім не великий відсоток лісистості – 1,9% [2]. Зрозуміло, що в минулому досить часто на місці лісів з'являлася рілля. При загальній розораності території Сумської області – 51,5%, розораність площі річкового басейну Хоролу складає 81%. І це найбільший показник для басейнів Сумщини. Значною мірою в наш час на водність Хоролу впливає зміна цілісності заплави. Так, у межах досліджуваної території в селі Ручки раніше заплава використовувалася як пасовища та сіножаті. Однак, із початку 2000-х років поголів'я корів почало стрімко скорочуватися. Здавалося б, що такий стан речей позитивно вплине на природу заплави. Але, замість цього, колишні сіножаті та пасовища почали використовуватися землевласниками як орна земля. На окремих ділянках рілля знаходиться від річки всього за 30-40 м.

То ж, можна сказати, що відсутність великих повеней на річці Хорол уданому випадку є швидше позитивним явищем, ніж негативним. Адже, якщо весняна вода zalиватиме значну частину заплави, то мул із ріллі буде зноситися до річки, а це в свою чергу під час літньої межені призведе до зменшення швидкості течії, і ще більшого заростання річища. Це ми можемо спостерігати зараз в центрі села біля мосту. Так склалося, що тут людські городи ще здавна прилягають до річки, до того ж, знаходяться вони на схилі. Під час весняної повені 2018 року вода частково затопила городи й знесла мул в річку. Після цього річище почало заростати рослинністю. І якщо, в 2019 році острівець цих рослин був меншим, то в 2020 році – помітне його прогресування

Ще одним негативним антропогенним чинником, який впливає на водність річки, є зарегулювання річкового стоку. Найчастіше це відбувається під час створення ставків та водосховищ. Якщо розглянути Хорол в межах Сумської області, де переважно й формується річковий стік для нашої місцевості, то стане зрозуміло, що ця річка разом з притоками є однією з найзарегульованіших в області. Так, за даними Данильченко О.С., з чотирьох найбільших водосховищ Хорольське займає другу позицію з об'ємом 5,59 млн м<sup>3</sup> [2]. На межі з Полтавською областю витрати води в Хоролі становлять 1,48 млн м<sup>3</sup>/с. Один рік має 31536000 секунди. Тоді  $1,4846 \times 31536000 = 46,7$  млн м<sup>3</sup> – це об'єм річкового стоку Хоролу за рік на межі двох областей. Тобто об'єм Хорольського водосховища 5,59 млн. м<sup>3</sup> – це 12% води, яка не надходить Хоролом до Полтавської області. І це стосується лише головної річки. Варто зауважити, що на притоках Хоролу таких значних водосховищ немає. Проте, якщо проаналізуємо Екологічний паспорт Сумської області, то побачимо, що вісім річок мають аж 30 ставків[3]. Загальна протяжність даних приток – 122 км, тобто в середньому через кожні 4 км – гребля. А ще ж в басейні річки Хорол є 81 водотік довжиною менше 10 км кожний [2]. І більш за все, вони також мають ставки. Навіть, якщо припустимо, що зазначені вище 30 ставків мають об'єм від 0,5 млн. м<sup>3</sup> до 1 млн. м<sup>3</sup>, то загальний об'єм буде 15-30 млн. м<sup>3</sup>. А це ще, як мінімум 30-50% від загальної витрати води Хоролу на межі Сумської та Полтавської областей.

Проте, значне зарегулювання річки спостерігається також і в нашій області. Одним із найбільших водосховищ знаходиться в селі Остапівка на притоці річки Хорол – Озниці. Його об'єм також сягає понад 5 млн. м<sup>3</sup>. Збудовано воно у 1985 році. А саме з середини 80-х років на Хоролі зменшується рівень води під час весняної повені. І списувати це на зменшення кількості снігу не варто. Так 1985 та 1987 роки відзначилися сніжними зимами. У 1985 році водопілля на річці було значним. Такого ж повторення місцеві жителі очікували і в 1987 році, який був, навіть більш сніжний, ніж 1985. Проте, навесні 1987 року повинь пройшла спокійно, без



значних підтоплень. Можливо, зарегулювання стоку на річці Озниці, як одній з найбільших приток Хоролу і призвело до цього.

До того ж, так само, як і на Сумщині, в нашій області в межах річкового басейну Хоролу створено багато дрібних і середніх ставків. Наприклад, однією з приток Хоролу на території дослідження є річка Татарин. Якщо розглянути карту 40-х років минулого століття, то можна побачити, що на території між селами Шевченко та Коновалове, де протікає річка, зарегулювання стоку не спостерігається. А вже на карті 80-х років тут можна побачити ставки. Зрозуміло, що створення даних ставків ще більше зменшило водність даної притоки, яка й до того не була значною.

Окрім розорювання та зарегулювання стоку є й інші форми антропогенного впливу на водність річок, зокрема й Хоролу. Жителі села Ручки віком 40+ розповідають, що раніше при в'їзді до села обабіч центральної дороги були старичні озера, в яких водилася риба, вигулювалася свійська водоплавна птиця. Проте, дехто з місцевих жителів скаржився на весняне підтоплення погребів. То ж, в середині 80-х років керівництво місцевого колгоспу вирішило провести меліоративні заходи. Було створено канал, який з'єднав озера з руслом Хоролу. Таким чином, вода відводилася до річки і з'являлася в озерах лише під час весняної повені. Варто зауважити, що озера розташовувалися під корінним схилом, на якому знаходяться людські городи. Зрозуміло, що під час сніготанення та зливових дощів частина ґрунту потрапляла до озер, а потім через канал до русла Хоролу, що й спричинило його замулення. На даний час вода на місці колишніх озер не з'являється навіть навесні, хіба що під час значних повеней, як це було в 2018 році. Хоча й тоді до кінця весни вода разом із мулом по каналу відійшла до річки.

Ще одним негативним чинником є засмічення русла Хоролу. Як вже зазначалося, частина людських городів знаходиться дуже близько до річки. То ж, побутові відходи можуть безпосередньо потрапляти до води через недобросовісність господарів. Також залишки городніх рослин (стебла кукурудзи, соняшника) після збору врожаю складаються в нижній частині городу і, якщо не відбувається осіння оранка, вони лежать до весни. Під час весняної повені 2018 року можна було спостерігати, як вода захоплює і несе ці залишки рослинності. Зрозуміло, що потім вони створюють затори і сприяють замуленню.

Висловлюються також думки, що зменшення водності річок пов'язані зі змінами у характері водообміну з підземними горизонтами в районі нафтових свердловин [4]. Хоча вплив цього чинника на зміну рівня води в Хоролі і не досліджувався, проте, варто зазначити, що на початку 2000-х років в селі Ручки на надзаплавній терасі стояла бурова вежа. Після цього, зі слів місцевих краєзнавців, на деяких ділянках заплави зникли популяції червонокнижного зозулинця болотного. Даний вид рослин

зростає за умови, що ґрунтові води залягають не глибше 60см від поверхні. То ж, більш за все, зникнення зооулинців пов'язано зі зниженням рівня ґрунтових вод, до якого в свою чергу призвела робота бурової вежі.

Окрім усього, як зазначає провідний гідролог Полтавського гідрометцентру Смирнова В.Г., зараз набуває популярності формуванням «дружньої до навколишнього природного середовища свідомості у населення і бізнесу» [4]. В лапках це твердження подано в оригіналі. Що ж має на увазі Смирнова В.Г.? Виявляється, зараз дуже часто проводиться розширення русла річки під виглядом відновлення її водності. Дуже часто цим займаються представники бізнесу, пояснюючи такі дії як природоохоронну роботу. Насправді ж, просто створюються зони відпочинку, іноді – платні. Але, від розширення річки її водність більшою не стане, а навпаки це призведе до уповільнення течії, застою води і подальшого обміління [4]. В межах досліджуваної території поки що таких бізнес-проектів не зафіксовано. Хоча іноді ініціативи можуть іти від громадськості. Наприклад, у селі Петрівка Роменська, яке належить до території дослідження, декілька років тому місцеві жителі обладнали місце для відпочинку – звільнили приуслову ділянку від рослинності та обробили культиватором, створивши своєрідний «пляж». На перший погляд, це добра справа, адже тут тепер можуть відпочити як дорослі, так і діти. Проте, під час повеней з цієї ділянки зноситься мул, окрім того русло знаходиться поряд з еродованим схилом, на якому відбувається лінійний та площинний змив. І, якщо раніше тверді частки затримувала прибережна рослинність, то тепер вони потрапляють безпосередньо до річки.

Таким чином, проаналізувавши дані чинники антропогенного навантаження, можна сказати, що господарська діяльність людини значною мірою впливає на водність Хоролу на сучасному етапі.

#### *Література*

- 1. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. Київ, 2006. 240 с.*
- 2. Данильченко О. С. Річкові басейни Сумської області : геоекологічний аналіз : монографія. Суми : СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2019. 271 с.*
- 3. Екологічний паспорт Сумської області станом на 01.01.2017. С. 15.*
- 4. Смирнова В. Г. Роздуми гідролога щодо проблеми обміління річки Сули та заходів з її порятунку. URL: <https://nashavira.com.ua/zhittia-gromady/rozdumy-gidrologa-shhodo-problemy-obmilinnya-richky-suly-ta-zahodiv-z-yiyi-poryatunku/?fbclid=IwAR2y7WzcXuh5dG2uOXpxl5zmRwEEM368r5-u5lPqs1YUaPWx373PyBCpo11> (дата звернення: 20.01.2020)*

Гриб Й. В., д.б.н., проф., Клименко М. О., д.с.-г.н., проф.,  
Петрук А. М. к.к.с.-г.н., доц.

Національний університет водного господарства та  
природокористування, м. Рівне, Україна

## ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННОГО ТЕПЛА У СИСТЕМІ ВИРОЩУВАННЯ *ARUNDO DONAX L.* ТА ДООЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ КОМУНАЛЬНИХ ВОД

**Анотація.** Стічні комунальні води після системи неповно (вторинного) біологічного очищення мають температуру до  $+12^{\circ}\text{C}$ – $+18^{\circ}\text{C}$ , та домішки біологічно активних елементів – вуглецю, мінеральних форм азоту і фосфору, бактеріальні і гельмінтні несуть, сторонню генетичну інформацію. Біологічно активні домішки викликають евтрофікацію поверхневих вод, «цвітіння води» від розвитку мікробіодоростей. Наше завдання полягає у поєднанні проблеми доочищення стічних вод та використання вторинного тепла скидних комунальних вод і зворотних систем охолодження АЕС. Для цього можна використати культивування арундо тростинного, як високопродуктивної рослини.

**Ключові слова:** стічні води, біогенні домішки, вторинне тепло, фітомаса, парниковий ефект, енергоємність.

Реалізація програми розвитку біоенергетики в Україні полягає у поєднанні використання маргінальних земель із системами поливу, вирощуваних біоенергетичних культур теплими водами із високим вмістом біогенних домішок (вуглецю, азоту, фосфору) та отримання фітомаси. Цю фітомасу на ранніх періодах вегетації можна використовувати як складову для виготовлення кормів для тваринництва, а в кінці вегетації як джерело енергії при спалюванні у формі брикетів або подрібненої сухої стружки. Одним із таких об'єктів може бути арундо тростинний (*Arundo donax L.*) або очерет гігатський.

На цю енергетичну культуру вказували раніше у своїх дослідженнях К. Б. Якубовський, Й. В. Гриб, Г. Г. Гелетуша, М. В. Роїк, закордонні вчені В. Rossa, A. Lambert, K. Saltonstall, D. Spencer та інші [1-9].

Необхідно звернути увагу на зональність вирощування цієї рослини це південь України, Кавказ, тобто це високо теплоємні території. Надзвичайно висока стійкість плантацій – одна посадка продукує біомасу впродовж більше 10 років. Висока приживаність при посадці – одне стебло при посадці дає проростки на кожному коліні – до 10 ростків із одного стебла.

Науковці д. с.-г.н. Курило В. Л., д.с.-г.н. Рахметов Д. Б. та к.с.-г.н. Кулик М. І. надають такі характеристики цієї рослини [9]:

Арундо тростинний або очерет гігантський – багаторічна рослина з родини тонконогових із високими (до 8 м) прямими стеблами, дуже жорсткими і дерев'янистими, а в середині порожнистими й трубчастими, діаметром до 5 см. Рослина формує короткі, дерев'яні кореневища. Листки – вузькі, довгі, лінійно-ланцетні, не опушені. Квіти дрібні, зібрані в густу, пухнасту волоть, яка складається з безлічі дрібних колосків по 2-7 квіток, в яких формується нежиттєздатне насіння. Урожайність фітомаси – від 25 до 50 т/га. Енергопродуктивність рослини – до 100 Гкал/га.

Якубовський К. Б. (Інститут гідробіології НАНУ) характеризував високу споживчу якість рослини, як корму для сільськогосподарських тварин у ранній стадії вегетації, а при одерев'янінні стебла – матеріал для будівельних робіт та як паливо. При цьому вказує на урожайність плантацій, яка синтезує до 100 м<sup>3</sup> деревини з гектара. Кулісний метод обробітку дає можливість механізації вирощування та утилізації рослини.

Рекомендації з використання арундо тростинного на Поліссі пов'язане з використанням відпрацьованих меліоративних систем на мінералізованих та розкладених торфах. Однак є проблема виморожування плантацій та від'ємний вплив низьких температур.

Нами запропоновано використання арундо тростинного як елемент у системі доочищення стічних вод та отримання біопалива.

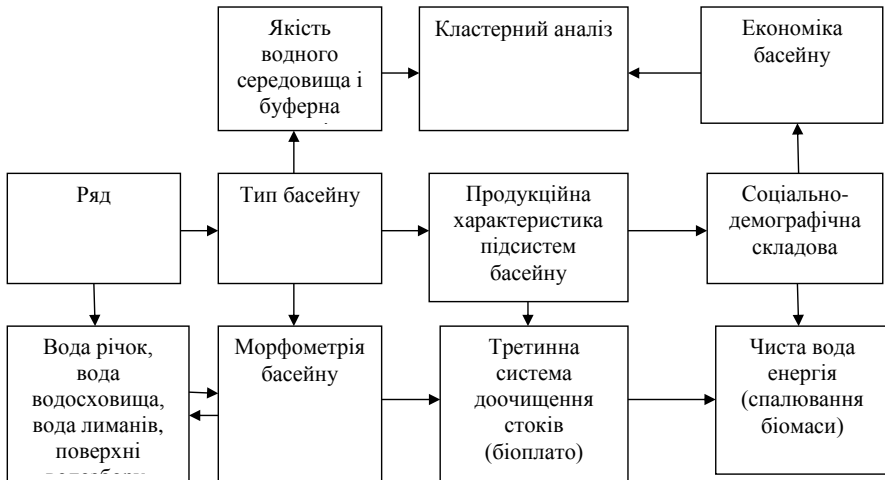
Зокрема передбачено:

а) арундо тростинний перспективний вид для впровадження у масову культуру на трансформованих землях, при наявності вторинного тепла для регулювання температури ґрунтів та доочищення стічних вод за рахунок перифітону, на поверхні стебел рослини;

б) для збереження плантацій на зимовий період на викошених від рослин плантаціях бажане утеплення кореневої системи за рахунок листяного опаду;

в) використання плантацій арундо тростинного на значних територіях сприятиме утилізації викидів вуглекислого газу в атмосферу і зниження тиску парникового ефекту.

Проблемою у гідроекології водних басейнів є завершення технологічного циклу у біопродукційних системах: отримання кінцевого продукту – біомаси гідробіонтів та суходільних (болотних) біогеоценозів, чистої води з одночасною утилізацією відходів (використання вторинного тепла стічних вод та зворотних систем водопостачання і утилізація біогенних домішок), використання на значних територіях малоприсадатних земель арундо тростинного як основної складової біоплато для доочищення стічної води та вирощування деревини може стати завершальною ланкою у схемі формування еколого-економічної структури басейну з одночасною утилізацією вуглекислого газу парникового ефекту (рис. 1).



**Рис. 1. Еколого-економічна структура водного басейну**

#### Література

1. Lambert, A. M. and R. A. Casagrande. 2007. Characteristics of a successful estuarine invader: evidence of self-compatibility in native and non-native lineages of *Phragmites australis*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 337:299–301.
2. Lambert, A. M., T. L. Dudley, and K. Saltonstall. 2010. Ecology and impacts of the large-statured invasive grasses *Arundo donax* and *Phragmites australis* in North America. *Invasive Plant Sci. Manag.* 3: this volume.
3. Lambert, A. M., K. Winiarski, and R. A. Casagrande. 2007. Distribution and impact of *Lipara* species on native and exotic *Phragmites australis*. *Aquat. Bot.* 86:163–170.
4. Lavergne, S. and J. Molofsky. 2007. Increased genetic variation and evolutionary potential drive the success of an invasive grass. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 104:3883–3888.
5. Кулик М. І. Енергетичні культури: альбом. Полтава, 2017. 38 с.
6. Курило В. Л., Роїк М. В., Ганженко О. М. Біоенергетика в Україні: стан та перспективи розвитку // *Біоенергетика*. 2013. Вип. № 1. С. 5–10.
7. Курило В. Л., Гументик М. Я., Квак В. М. Міскантус – перспективна енергетична культура для виробництва біопалива // *Агробіологія : зб.наук.праць Білоцерківського НАУ*, 2010. № 4 (80). С. 62–66.
8. Гелетуха Г.Г., Железна Т.А., Трибой О.В. Перспективи вирощування та використання енергетичних культур в Україні. Київ, 2014. 33 с.

9. Курило В. Л., Рахметов Д. Б., Кулик М. І. Біологічні особливості та потенціал урожайності енергетичних культур родини тонконогових в умовах України // Вісник Полтавської державної аграрної академії, 2018. № 1. С.11-17.  
УДК 504:502.51

*Дідур К. С., магістрант, Петрук В. Г., д.т.н.,  
Васильківський І. В., к.т.н.  
м. Вінниця, Україна*

## **ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ВИКОРИСТАННЯ ДОННИХ ВІДКЛАДЕНЬ ПІВДЕННОГО БУГУ**

Основна причина замулення річки Південний Буг в районі міста Вінниця – зменшення швидкості течії підпором Сабарівського водосховища, затоплювання і заболочення пойми весняними повенями, внаслідок чого пойма заросла очеретом, русло замулене, місцями затоплюючи значну частину прибережної зони.

Для відновлення сприятливого гідрологічного режиму та підтримання санітарного стану річки Південний Буг на ділянці від греблі Сабарівської ГЕС до об'їзного мосту у місті Вінниця передбачена очистка русла від мулових наносів не заглиблюючись в корінний ґрунт і не змінюючи умови живлення річки та фільтраційні витрати через дно.

Річкові донні відкладення (мул) здавна використовувалися у народному господарстві, оскільки вважаються цінним джерелом біогумусу та різноманітних біогенних сполук.

Загальна довжина розчистки річки Південний Буг у Вінниці становить 13380 м. Ширина водного плеса змінюється від 110 м до 200 м, глибина побутового стоку – коливається від 2,5 до 4,0 м. Загальний об'єм мулових наносів, що передбачається до очистки складає 1780 тис/ м<sup>3</sup>.

Розчиотууз даної ділянки проводиться земснарядом і спеціальним екскаватором-амфібією на берегові карти наміву та на баржі для транспортування пульпи на віддалені карти наміву. З дна річки вже дістали 20 тис. кубометрів річкового намулу (донних відкладень) (рис. 1-3).

Після закінчення очистки річки та підсихання намулу на картах наміву проектом передбачено благоустрій берегів, порушених при виконанні робіт. Карти наміву розрівнюються бульдозером. Укоси насипів та виїмок плануються екскаватором з ковшом-планувальником. Спланована територія готується під посів багаторічних трав, а для відновлення видалених дерев передбачена посадка саджанців.

Отже, згідно проекту розчистки русла річки Південний Буг у Вінниці, переробка цінного біоресурсу – донних відкладень річки Південний Буг взагалі не передбачається. Тому, наукове товариство інституту екологічної безпеки та моніторингу довкілля Вінницького національного технічного університету пропонує інноваційні підходи до використання донних відкладень (мулу) річки Південний Буг.



**Рис. 1. Донні відкладення (намул) Південного Бугу**



**Рис. 2. Робота земснаряда в акваторії Сабаріського водосховища**



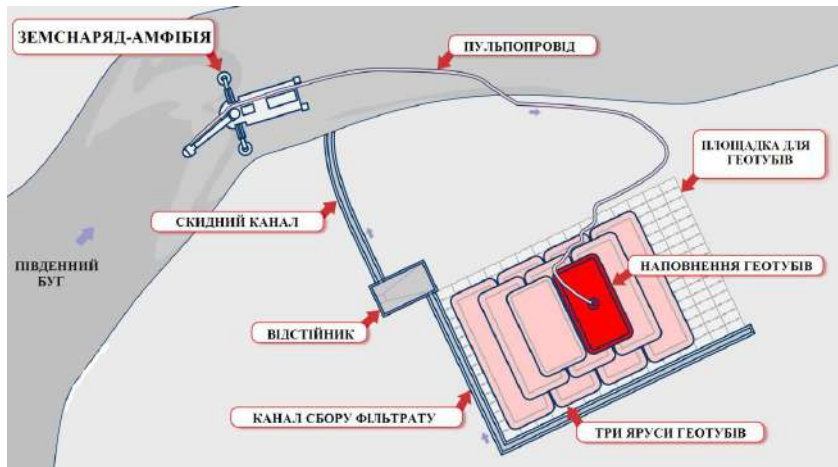
**Рис. 3. Берегова карта наміву донних відкладень Південного Бугу**

Передбачена площа мулових майданчиків на березі Південного Бугу становить 7,6 га. Крім цього будуть задіяні площі для віддалених карт наміву донних відкладів. Територія розчищається від прибережних дерев,

кущів верби та угруповань очерету й розрівнюється з формуванням первинного обвалування бульдозером.

Пропонується складувати річковий мул (донні відкладення) у геотуби на невеликих площадках, зберігаючи прибережні дерева, кущі верб та угруповання очерету (рис. 4).

Зокрема, 20 тис. кубометрів видобутого річкового намалу при вологості 96,4% можна розмістити у двох геотубах шириною 16 м, довжиною 60 м, або в шести геотубах шириною 16 м, довжиною 20 м, покладених один на одного, при цьому вологість складе не більше 70%. Площадка із геотубами займе площу близько 2000 м<sup>2</sup>, тобто 0,2 га. При цьому процес зневоднення видобутого річкового мулу у геотубах займає кілька тижнів, тоді як на традиційних мулових майданчиках аналогічні процеси протікають роками. В разі використання флокулянта, річковий мул із початковим вмістом води 96,4%, зневоднюється в геотубі до вмісту води 69,4% за 17 годин.



**Рис. 4. Площадка із геотубами**

Зневоднений у геотубах річковий мул (донні відкладення) можуть зберігатися в цих же геотубах необмежений час, при цьому зневоднені речовини не зволожуватимуться і невимиватимуться із внутрішнього об'єму геотуба атмосферними опадами, паводками та іншими явищами.

Отже, зневоднені речовини, що містяться в геотубах, не можуть завдавати ніякого негативного впливу на навколишнє середовище. Розтин та вивіз вмісту геотуб може бути здійснений у будь-який зручний час, при цьому об'єми зневоднених речовин, значно менші, що зменшує транспортні витрати.



Річкові відкладення складаються з мулового розчину, скелета і колоїдного комплексу. У муловий розчин входить вода й розчинені в ній речовини – мінеральні солі, низькомолекулярні органічні сполуки, вітаміни і ферменти. Основа сапропелю являє собою залишки рослинного і тваринного походження, що не розклались, а колоїдний комплекс – складні органічні речовини, які надають сапропелю желеподібної консистенції.

Зовні сапропель виглядає як желеподібна однорідна маса, консистенція якої у верхніх шарах наближається до в'язкої пластичної, а в нижніх шарах маса стає більш щільною. Відкладення не мають запаху, за винятком окремих різновидів із запахом сірководню. Забарвлення сапропелю залежить від органічної речовини і мінеральних домішок. Коричневе, буре чи буро-охристе забарвлення обумовлені гуміновими речовинами або окисним залізом; зелене, темно-оливкове – наявністю хлорофілу і кремнієвої кислоти; рожеве – наявністю каротину; сіре чи темно-сіре – наявністю карбонатів; блакитне – домішкою закисного фосфорнокислого заліза або марганцю [1].

Згідно з існуючою класифікацією сапропелі поділяються на три типи: біогенний, кластогенний, змішаний. Типи, в свою чергу, розділені на класи сапропелів: органічний, кременистий, органо-силікатний, силікатний, карбонатний і залізистий. У назві виду відображено склад органічної та мінеральної частин, їх співвідношення і походження. Усього виділяється 14 видів. Для кожного виду сапропелю даються кількісні показники зольності, вмісту оксиду кальцію і заліза, складу органічної речовини й визначається типологічна характеристика родовища, у якому нагромаджується певний вид сапропелю [2].

У Вінницькій області на території села міського типу Стрижавка Вінницького району під час розчищення русла річки Десенка та облаштувань берегової лінії були відібрані зразки річкового мулу, придатного до використання як добриво. Як повідомив директор Департаменту агропромислового розвитку, екології та природних ресурсів Вінницької обласної державної адміністрації М. Ткачук, мул може бути використаний як органічне та мінеральне добриво. В ньому виявлений великий вміст зольних елементів, а кислотність відкладень була оптимальною для внесення в ґрунт [3].

Пелоїдотерапія (грязелікування) популярний і ефективний метод терапії, який полягає у використанні цілющих грязей для оздоровлення.

Дослідження лікувальних властивостей річкового мулу Південного Бугу ще тривають. Однак, вже нині можна розглядати можливості використання річкового мулу Південного Бугу для виробництва медичних, косметичних та гігієнічних засобів.

Властивості річкового мулу (сапропелю) визначаються трьома головними складовими: вода, зольна частина (карбонати, фосфати, кремнезем, сполуки заліза тощо), органічні речовини дуже складного і

неоднорідного складу. Вологість донних відкладень становить 84-96% (в середньому – 88,4%). Органічну речовину в річковому сапропелі представлено бігумоїдами, вуглеводним комплексом геміцелюлози і целюлози, гуміновими речовинами (гуміновими кислотами, фульвокислотами та залишками, що не гідролізують). Склад органічної речовини в сапропелі становить 15-95% маси сухої речовини.

Гумінові кислоти є основною групою біологічно активних речовин у сапропеллях, їх зміст у сапропелевих відкладеннях коливається в великих межах від 4-9 до 50-60% від загального вмісту органічних речовин. Також у складі органічної речовини присутні: каротин, хлорофіл, фосфоліпіди, стерини, органічні кислоти, спирти, гормоноподібні речовини, ферменти, вітаміни групи В (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>), С, Е, Р та інші сполуки. Кількість азоту в сапропеллях різних типів становить 2,7-6,0% від вмісту органічної речовини, 25-50% азоту входить до складу амінокислот. У сапропеллях виділено 17 амінокислот (лізин, аргінін, метіонін, лейцин та фенілаланін). Вміст геміцелюлоз становить 5-8% від органічної речовини [3].

У сапропеллях вміст золи від сухої речовини коливається в широких межах – від 7 до 56% і залежить від типу сапропелю. У золі сапропелів містяться солі макроелементів (кальцій, фосфор, сірка, калій, кремній тощо), а також мікроелементи (марганець, мідь, кобальт, цинк, бор, молібден, нікель, фтор тощо). Мікроелементи входять в орґано-мінеральні сполуки, сорбуються гелями кремнезему, гідроксидами заліза. Гумінові речовини утворюють з мікроелементами розчинні й нерозчинні комплексні сполуки.

Сфери застосування річкового сапропелю постійно розширюються. Клінічно встановлено, що його застосування дозволяє: позбутися від вугрової висипки і відновити водно-ліпідний баланс шкіри; нормалізувати роботу сальних залоз шкіри голови при лупи і себореї; «підтягнути» шкіру людей похилого віку; зміцнити нігті; зміцнити волосся, особливо при ранньому облісінні і посиленому випаданні волосся; відбілити шкіру (прибрати веснянки, пігментні плями, сліди нерівної засмаги, опіки, виразки); поліпшити кровопостачання по всьому тілі, лікувати акне, себорею, демодекоз та купероз; зняти набряки; впоратися з багатьма дерматологічними захворюваннями; розгладити зморшки і запобігти появі нових; позбутися надмірної функції сальних та потових залоз; зняти біль в ногах і ефективно лікувати варикозне розширення вен.

Перш за все, косметика на основі сапропелі має виражену терапевтичну дію завдяки так званому теплофізичному впливу, який виникає при нанесенні препарату на шкіру. Другий важливий фактор – цінний мінеральний комплекс сапропелі включає необхідні організму людини біогенні мікроелементи [4-6].

Третій лікувальний аспект – специфічна мікрофлора, а також вітаміноподібні і гормоноподібні речовини. Зокрема функція мікрофлори

донних відкладень зводиться до розщеплення органічних компонентів, що містяться в сапропелі, до більш доступних та засвоєваних і, таким чином, перетворювати ці компоненти в лікувальний продукт.

Важливим є те, що цілюща дія сапропелі надає не тільки в місці контакту з шкірою, а й на організм в цілому. При цьому методики легко здійсними (як зовнішньо, так і перорального та ентерального застосування), та набагато кращі для індивідуального застосування в домашніх умовах.

Дбайливе ставлення до природних багатств, які дарує нам річка Південний Буг, дасть можливість покращити якість життя й вирішити багато народногосподарських задач України.

### *Література*

1. Річковий мул як хороше добриво і його корисні властивості. Режим доступу: <https://faqkr.ru/novini-ta-suspilstvo/59538-shho-take-richkovij-mul-osoblivosti-ta-korisni.html>.

2. Льїн Л. В. Озерні відклади. Екологічна енциклопедія: У 3-х т / Редкол. : А.В. Толстоухов (гол. ред.) та ін. К. : ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації», 2008. Т. 3: О–Я. С. 17.

3. Бенсман В. Р. Проблемы классификации торфяников и сапропелів. Молодой ученый. 2010. № 1-2 (13), Т. 1. С. 146–147.

4. Kļaviņš, M., Rodinova, V., Kokorīte, I. Chemistry of Surface Waters in Latvia. Riga, University of Latvia, 2002. 286 p.

5. The Study of Lacustrine Deposit (Sapropel) in Belarus. The Chemical Composition and Properties. Journal of Japan Society on Water Environment 18(10):745-754. DOI: 10.2965/jswe.18.745.

6. Sapropel Center (company website). Режим доступу: <http://sapropel.com/p32.htm>.

*Дрючко О. Г., к.х.н., доцент, Бунякіна Н. В., к.х.н., доцент,  
Іваницька І. О., к.х.н., доцент, Китайгора К. О., магістр,  
Турченко Д. О., студент  
Національний університет «Полтавська політехніка  
імені Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна*

## **ПОШУК СПОСОБІВ ФОРМУВАННЯ І МОДИФІКУВАННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОКСИДНИХ РЗЕ-ВМІСНИХ ХІМІЧНИХ СЕНСОРІВ**

Необхідність створення досконалих первинних перетворювачів для систем моніторингу різноманітних газових середовищ постійно зростає. Зростають і вимоги до функціональних можливостей і характеристик таких датчиків, їх чутливості й селективності, стабільності й відтворюваності, експресності й зручності форми представлення й обробки аналітичних сигналів у ході аналізу складу, вмісту, стану, властивостей досліджуваних об'єктів.

Одними з найбільш перспективних технологій формування подібних систем уявляються напрями, основані на використанні механізмів самоорганізації структурних компонентів, а підвищення їх чутливості – за рахунок збільшення «ефективної поверхні» активного газочутливого функціонального шару.

У роботі пропонуються два шляхи вирішення подібних завдань: перший – за рахунок використання набору унікальних властивостей шаруватих перовскітоподібних РЗЕ-вмісних оксидних фаз, однією із властивостей яких є висока змішана киснево-електронна провідність, яка відкриває можливості створення нового покоління первинних перетворювачів, пористих електродів, мембран сепарації кисню із повітря, використання у високотемпературному каталізі окисних процесів; другий – розробленням матеріалів, які формуються введенням активних компонентів у міжсферний простір решітчастих упаковок наносфер  $\text{SiO}_2$  просочуванням сольовими розчинами та золь-гель методом.

Особливістю будь-якого синтезу є його нерівноважність, чим далі стан системи від положення рівноваги, тим більша швидкість перетворень у ній, тим впливовіші кінетичні фактори на характеристики й досконалість її продуктів, багатостадійність, наявність великої кількості проміжних фаз. А тенденції зменшення розмірів технічних засобів зумовлюють домінуючу роль вкладу поверхневих явищ в інтегральну характеристику продукту синтезу та велику залежність його структурно-чутливих властивостей від предисторії утворення.

Нині продовжується пошук нових методів і комплексних технологій для синтезу спеціальних, поліфункціональних оксидних РЗЕ-вмісних матеріалів із використанням рідких багатокомпонентних нітратних систем [1-8]. Синтез нанокристалічних таких матеріалів є складною науково-технологічною проблемою.

Метою даної роботи є фундаментальні дослідження кооперативних процесів, протікаючих при одержанні оксидних РЗЕ-вмісних функціональних матеріалів на підготовчих стадіях з використанням нітратів елементів різної електронної структури, та знаходження можливих прийомів впливу на рідкофазні і твердофазні системи, оснований на термічній активації реагентів, із метою відтворення їх структурно-чутливих характеристик.

Із використанням комплексу фізико-хімічних методів авторами вивчено природу й закономірності хімічної взаємодії, теплових перетворень (25-1000 °С) структурних компонентів у модельних системах нітратів рідкісноземельних елементів і елементів ІА, ІІА груп періодичної системи, компоненти яких задають технічні характеристики продукту синтезу або модифікують його фізичні властивості.

Встановлено кількість, склад, температурні і концентраційні межі кристалізації фаз, що утворюються, характер їх розчинності, побудовано фазові діаграми розчинності систем. Концентраційним межам насичених розчинів, із яких виділяються комплексні нітрати, відповідають склади нонваріантних точок відповідних ізотерм розчинності. У системах простежуються відмінності у комплексоутворюючій здатності елементів церієвої та ітрієвої підгруп, а також серед «легких» лантаноїдів. Усі можливі види сполук синтезовано у монокристалічному вигляді.

Проведено системне вивчення їх будови, форми полієдрів, типів координації ліганд, можливі способи просторового упакування, низки їх властивостей. За допомогою дериватографу і розробленого пристрою для ДТА із застосуванням РФА й елементного аналізу до 1000 °С простежено теплові перетворення кожного з них.

Одержані результати експериментальних досліджень процесів поведінки структурних компонентів у модельних системах та одержані відомості за даною тематикою дозволяють прогнозувати способи формування мікроструктури і відтворення структурочутливих характеристик технічних засобів та запропонувати конструювання хімічних сенсорів.

Результати дослідження свідчать, що процеси одержання оксидних РЗЕ-вмісних функціональних матеріалів з використанням нітратів елементів різної електронної структури хімічним змішуванням вихідних компонентів при спільному виділенні продуктів із рідкої фази з наступним термообробленням відбуваються через утворення низки проміжних фаз. Їх вміст і поведінка у кожному конкретному випадку потребують попередніх

системних емпіричних знань про їх сумісну поведінку у повних концентраційних співвідношеннях і заданому температурному інтервалові. Одержані нові знання виступають фундаментом для:

- пошуку способів збільшення активності Ln-форм,
- з'ясування природи послідовних теплових перетворень у нітратних РЗЕ-вмісних багатокомпонентних системах різних агрегатних станів у ході їх термооброблення,
- вивчення механізму кисневого транспорту і основних факторів, які визначають кисневу рухомість у перовскітах зі змішаною провідністю,
- розуміння причин аномальної рухомості кисню в даних оксидах, що дозволить цілеспрямовано синтезувати нові матеріали з його високими транспортними властивостями.

#### *Література:*

1. Мазуренко Е. А., Геасемчук А. И., Трунова Е.К. Координационные соединения металлов – прекурсоры функциональных материалов и др. // Укр. хим. журн. 2004. Т. 70. №7. С. 32–37.

2. Кудренко Е. О., Шмытько И. М., Струкова Г. К. Структура прекурсоров сложных оксидов РЗЭ, полученных методом термоллиза растворителя // Физика твердого тела. 2008. Т. 50. Вып. 5. С. 924–930.

3. Дрючко О. Г., Стороженко Д. О., Бунякіна Н. В. та ін. Фізико-хімічні аспекти використання РЗЕ-вмісних нітратних систем при синтезі конструкційної і функціональної кераміки // Зб. наук. пр. ВАТ «УкрНДІВ» імені А. С. Бережного». Харків : Каравела, 2010. №110. С. 58–63.

4. Melcher C. L. // Nucl. Instr. Methods in Phys. Res. 2005. V. 1, A 537. P. 6–14.

5. Yanagida T., Roh, et al. // Nucl. Instr. Methods in Phys. Res. 2007. V. 1, A 579. P. 23–26.

6. Самойлович М. И., Цветков М. Ю. Редкоземельные нанокмозиты для нанофотоники // Нано- и микросистемная техника. 2006. №10. С. 8–14.

7. Preparation and characterization of  $La_{0,8}Sr_{0,2}Ga_{0,8}Mg_{0,1}Co_{0,1}O_{3-\delta}$  electrolyte using glycine-nitrate process / K.-M. Ok, K.-L. Kim, T.-W. Kim, D.-H. Kim, et al. // Journal of the Korean Crystal Growth and Crystal Technology. 2013. Vol. 23. № 1. P. 37–43.

8. Dryuchko O., Storozhenko D., Bunyakina N., Vigdorichik A., Ivanytska I., Yuan Y., Sun L., Kytaihora K. & Khaniukov V. Peculiarities of transformations in systems of coordination of nitrate precursors of REE and alkali metals during formation of polyfunctional photocatalytically active layered oxide materials // Molecular Crystals and Liquid Crystals. Volume 716, 2021. Issue 1: XII International Conference «Electronic Processes in Organic and Inorganic Materials» (ICEPOM-12), Pages 76–93. DOI: 10.1080/15421406.2020.1859698

*Сніна Є. А., магістрант, Г. М. Желновач, к.т.н., доцент  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,  
м. Харків, Україна*

## **ВПЛИВ АВТОТРАНСПОРТУ НА ЯКІСТЬ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ХІМІЧНОГО ТА АКУСТИЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ**

Нинішню екологічну ситуацію в Україні можна охарактеризувати як кризову, що формувалася протягом тривалого періоду через нехтування об'єктивних законів розвитку і відтворення природно-ресурсного комплексу України. Основними центрами зосередження екологічних проблем в Україні на сьогодні є високоурбанізовані райони, міські агломерації та великі промислові центри.

На екологічну ситуацію негативно впливають швидкозростаючі міста. За останні 50 років чисельність міського населення в Україні зросла майже на 80%. Саме у швидко зростаючих містах, особливо у великих, екологічна обстановка оцінюється як дуже напружена. У великих містах із великими транспортними потоками вміст у повітрі канцерогенних речовин типу бенз(а)пірену в 2-3 рази, а у центрах чорної металургії приблизно в 12 разів вище, ніж у малих містах чи сільській місцевості.

Основними джерелами забруднення атмосфери міста є транспорт, енергетичні системи міста та промисловість. У містах зосереджена основна маса транспортних засобів. Це вантажний, власний та громадський транспорт. Автотранспорт дає 70% усіх токсичних викидів в атмосферу. В Україні зареєстровано більше 1 млн. вантажних автомобілів та близько 3 млн. легкових. Частка автотранспортного забруднення атмосфери в загальній їх кількості становить в Ужгороді – 91%, Полтаві – 88%, Львові – 79%, Києві – 75%.

Зниження якості атмосферного повітря небезпечно для здоров'я міських мешканців. Людина за добу вживає в середньому 25 кг повітря. Навіть, якщо відносний вміст забруднювачів в повітрі незначний, їх сумарна кількість, яка потрапляє в організм людини при диханні, може виявитись токсичною. Найбільш поширеною шкідливою домашньою повітряною середовища є чадний газ. Надмірна кількість цього газу в повітрі призводить до швидкої втомлюваності людини, головного болю, запаморочення, ослаблення пам'яті, порушення діяльності серцево-судинної та інших систем організму.

У наш час кількість автомобілів у всьому світі неперивно зростає, що пов'язано із збільшенням споживання енергії видобувних моторних палив, особливо бензину й підвищенням викидів в об'єкти довкілля хімічних забруднень у складі відпрацьованих газів, які негативно впливають на різні екологічні системи, здоров'я людини, флору та фауну.

Автомобільний транспорт є джерелом небезпечних хімічних забруднень атмосферного повітря, водойм, сільськогосподарських зон, а також шуму та вібрації, що може впливати на стан здоров'я населення.

Об'єктом дослідження є ділянка вулиці у місті Харків Київського району. Транспортний потік формується переважно за рахунок транспорту, що поєднує міста із замиськими населеними пунктами за напрямом Циркуни – Липці. Досліджувана ділянка вулиця Леся Сердюка – є важливою автомобільною дорогою, оскільки проходить вздовж жил масиву та зосереджена на в'їзд та виїзд із міста. Це широка асфальтована дорога, по обидві сторони є зелені насадження та багатопверхові будинки. Ділянкою проходить пасажирський транспорт, а саме автобуси та тролейбуси, вантажний транспорт. У зону впливу автомобільної дороги потрапляють продовольчі супермаркети, кафе, житлові будинки, в яких постійно проживає близько 10000 чоловік.

Так як автомобільний транспорт впливає не лише на навколишнє середовище, а й на організм людини, вирішено було дізнатись як населення відчуває на собі вплив автомобільної дороги розташованої поруч із їх місцем проживання та роботи методом анкетування. Забруднення повітря та акустичний шум є проблемою, що відмічали більшість учасників дослідження.

Для оцінки рівня забруднення атмосферного повітря від автомобільного транспорту вулиці використано натурні спостереження інтенсивності руху транспорту та параметри роботи світлофорів. Результати розрахунків розсіювання забруднюючих речовин в зоні перехрестя та на досліджуваній ділянці представлені в таблиці 1.

За результатами розрахунків, наведених у таблиці, на досліджуваній ділянці спостерігається перевищення ГДК для чотирьох речовин 1, 2, 3 класу небезпечності на відстані 20 м від проїжджої частини та на 60 м відстані, де вже починається розташовуватись житлова забудова і чиниться негативний вплив на мешканців, що там проживають. Уздовж дороги розташовується однорядна захисна смуга з дерев по обидві сторони від кромки дороги, що очікувано перешкоджає більш інтенсивному забрудненню атмосфери повітря в зоні досліджуваної ділянки.

На основі результатів хімічного забруднення досліджуваної ділянки вулиці Леся Сердюка, можна стверджувати, що в окремих точках потрібно вживати заходів для зменшення акустичного забруднення, оскільки атмосферне забруднення міського середовища перевищує допустимі норми і це викликає суттєве занепокоєння серед мешканців району. Такі заходи



повинні бути обгрунтованими, ефективними та реалістичним в умовах мікрорайону. Природоохоронні заходи мають на меті поліпшення стану навколишнього середовища, створення відповідних умов для цього, пошуку нових способів і технологій.

**Таблиця. Результати розрахунків розсіювання забруднюючих речовин на досліджуваній ділянці**

Забруднююча речовина	ГДК <sub>с.д.</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Розрахована концентрація на відстані від краю проїжджої частини, мг/м <sup>3</sup>		Перевищення ГДК <sub>с.д.</sub>	
		20 м	60 м	20 м	60 м
CO	3,00	0,52	0,38	0,17	0,12
NO <sub>x</sub>	0,04	0,12	0,09	3	2,25
CH	1,0	1	0,99	1	0,99
Сажа	0,05	0,0087	0,0083	0,174	0,166
SO <sub>2</sub>	0,05	0,0173	0,0171	0,346	0,342
HCOH	0,003	0,0112	0,011	3,73	3,67
Бенз(а)пірен	1*10 <sup>-6</sup>	1,05*10 <sup>-6</sup>	1,05*10 <sup>-6</sup>	1,05	1,05

Автомобільний транспорт є активними забруднювачем, який негативно впливає на навколишнє природне середовище. В даний час ведеться посилення вимог до автотранспорту, щодо забезпечення екологічної безпеки в Україні.

Природоохоронні заходи необхідно запроваджувати, оскільки наслідками впливу викидів автотранспорту на екосистеми та здоров'я населення є забруднення атмосфери, водних об'єктів і земель, зміна хімічного складу ґрунтів; створення високих рівнів шуму і вібрації; можливості активації несприятливих природних процесів; зростання захворюваності людей. Найбільш ефективним методом зниження впливу автотранспорту на навколишнє середовище є поєднання залізо-бетонних конструкцій та озеленення.

Основний принцип архітектурно-ландшафтного проектування – створити із усіх елементів дорожнього ландшафту – проїзної частині, земляного полотна, лінійних будинків, насаджень, оформлення й устаткування дороги в єдине архітектурне рішення й узгодити його з ландшафтом. При побудові над автомобільною дорогою тунелю покращиться й естетичний вигляд району.

У місті Харків планується побудувати концепцію «зелений каркас» для того, щоб зеднати усі пішохідні паркові зони міста. Тунелі над автомобільними дорогами також можуть бути використані в дану концепцію, оскільки тунелями можна з'єднувати цілі мікрорайони.

Концепція побудови тунелю з озелененням над автомобільними дорогами має ряд переваг: затримання снігу, менше використання противоожеледної суміші; забезпечення безпечного руху транспорту, захист від засліплення фарами водіїв зустрічних автомобілів; часткова зміна чи посилення огорожуючих пристроїв; поліпшення мікроклімату торговельних майданчиків, місць відпочинку, комплексів обслуговування, захист від шуму, пилу та шкідливих газів вздовж дороги; формування єдиного стилю дороги – поліпшення існуючого ландшафту, створення єдиного фону, декорування та ув'язування дороги з ландшафтом місцевості; під час проектування можна максимально використовувати існуючу рослинність.

Системи технічної естетики, ландшафтного проектування та ландшафтної архітектури складають систему проектування архітектурно-ландшафтного благоустрою вулично-дорожньої мережі. Задачі забезпечення зовнішньої гармонії дороги з навколишнім ландшафтом вирішується шляхом її включення в навколишню місцевість без порушення закономірностей природного ландшафту. Цей метод зниження впливу автомобільної дороги на атмосферне та акустичне забруднення навколишнього середовища придасть естетичного вигляду придорожній території.

Проектування архітектурно-ландшафтного тунелю повинно виконуватись комплексно з урахуванням транспортної, інженерно-будівельної задач, розвитком міських комунікацій, благоустроєм, озелененням. Перебудова окремих вулиць у міській вулично-дорожній мережі не відобразиться на характері житлових умов мешканців.

Таким чином, у дослідженні, на основі опитування населення щодо екологічної безпеки, було проведено оцінку атмосферного забруднення від автотранспорту на ділянці вулиці міста Харків та запропоновано метод зниження впливу автомобільної дороги на навколишнє середовище – проектування архітектурно-ландшафтного тунелю з парковою зоною.

#### *Література.*

1. <http://oldconf.neasmo.org.ua/node/702>
2. <https://news.finance.ua/ua/news/-/235280/visim-ekologichnyh-problem-ukrayiny>
3. <https://buklib.net/books/23629/>
4. <https://ppr.kharkov.ua/ua/industrial-potential>
5. <https://ecolog-ua.com/news/shcho-potribno-znaty-ekologu-pro-ekologichne-normuvannya>
6. <https://nubip.edu.ua/node/80156>

*Жолобенко Н. Ю., аспірант, Маркіна Л. М., д.т.н., проф.,  
Ушкац С. Ю., к.фіз.-мат. наук  
Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова  
Україна, м. Миколаїв*

## **ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТЕХНОЛОГІЙ УТИЛІЗАЦІЇ ПЛАСТИКОВИХ ВІДХОДІВ**

Глобалізація світової економіки, розвиток та створення нових виробництв та робочих місць в Україні розвивають сферу споживання та, як наслідок, збільшують кількість побутових та промислових відходів. В Україні загальна кількість відходів щорічно збільшується. За даними Міністерства охорони навколишнього середовища України, щорічно утворюється півмільярда тон відходів, понад 90% їх відправляють на звалища [1].

Відходи становлять реальну епідеміологічну небезпеку, а у великих кількостях негативно впливають на атмосферу, верхні пласти літосфери та підземну гідросферу, створюють проблеми у сфері охорони навколишнього природного середовища (НПС) та здоров'я населення.

Велика кількість та різноманітність твердих побутових відходів загострюють питання їх переробки. За останнє десятиліття у побутових відходах значно збільшилася кількість полімерних відходів, це предмети домашнього вжитку, полімерні будівельні матеріали, килимові покриття, труби, дитячі іграшки, спортивний інвентар, полімерний одяг, полімерні вироби медичного призначення та значну частину цих відходів становлять полімерні пакувальні матеріали у 2020 р. вони склали 368 млн. тон [2], багато з них можна використовувати як вторинні ресурси.

Пластмасові відходи специфічні, вони нелеткі, не піддаються гниттю, корозії, і тому відбувається постійне їх накопичення в НПС, що сприяє зайняттю значної кількості корисних площ, а також при несприятливому їх зберіганні забрудненню довкілля. За певних умов (висока температура, аерація, дія кислот, лугів), при тривалій експлуатації або довготривалому складуванню може відбуватися деградація, розкладання, вилугування та міграція хімічних речовин з полімерів з виділенням в НПС токсичних речовин [3].

Оскільки пластмаси є діелектриками, виникає небезпека накопичення статичної електрики та виникнення у місцях звалищ відходів пожеж. При горінні в атмосферу можуть виділятися речовини 1-2 класу небезпеки. Внаслідок цього, НПС забруднюється токсичними речовинами такими як етан, метан, етилен, хлористий вініл, фосген, ціаністий водень, хлористий

водень, сірководень, аміак, стирол, фенол, формальдегід, бензол, диметиламін, окис. Деякі з цих токсикантів сприяють руйнуванню озонового шару, що призводить до збільшення ультрафіолетового випромінювання, яке активує фотохімічні процеси в приземній атмосфері, створюючи тим самим парниковий ефект [3].

Існуючі методи утилізації відходів мають низку недоліків. Розміщення відходів на полігонах, потребує великих площ земель за умов їх гострого дефіциту, при цьому відбувається забруднення водоносних горизонтів, мимовільне загоряння відходів з утворенням токсичних компонентів, газовиділення та ін. Біологічним методам переробки підлягає лише частина органічних відходів, компостна маса містить неорганічні включення, а також ряд солей важких металів, має неприємний запах. Метод спалювання відходів характеризується наявністю димових газів, що виділяються в НПС, і в яких міститься ряд токсичних речовин, особливо при горінні полімерних матеріалів та гуми. Системи очищення димових газів складні, дорогі та не забезпечують достатню нейтралізацію високотоксичних компонентів, а сортування та подрібнення відходів не вирішує повністю проблеми їх переробки та утилізації [4].

Велика кількість та різноманітність полімерних відходів показує, що необхідне застосування екологічно безпечної технології їх переробки та за дотриманням всіх екологічних нормативів, що є одним із найважливіших завдань безпечного життєзабезпечення людини. Комплексна система переробки полімерних відходів повинна забезпечувати дотримання екологічних нормативів за максимального використання сировинної та енергетичної цінності відходів з мінімальними витратами енергії.

На сьогоднішній день питання екологізації технологій займають одне з провідних місць у державній політиці багатьох країн світу. В основі екологізації повинні лежати екологічно безпечні, енерго- та ресурсозберігаючі розробки, їх широке впровадження для раціонального використання вихідних сировинних ресурсів, комплексної переробки та безпечної утилізації вторинних сировинних ресурсів усіх підприємств.

При цьому виробництво має бути безвідходним, екологічно безпечним, енерго- та ресурсозберігаючим, забезпечувати випуск високоякісної конкурентоспроможної продукції за доступною ціною. Проблема створення екологічно безпечного та безвідходного виробництва з метою зниження техногенного впливу переробних підприємств на НПС має два взаємопов'язані аспекти: екологічний та економічний.

Екологічний аспект пов'язаний із захистом НПС та збереженням екологічної рівноваги в його екосистемах, економічний із розширенням ресурсних можливостей за рахунок впровадження енерго- та ресурсозберігаючих технологій, що дозволить раціонально використовувати вихідні сировинні ресурси, комплексно переробляти вторинні сировинні ресурси з перетворенням їх на нові корисні продукти з

максимальним збереженням у них балансу цінних компонентів сировини. Тому найбільш перспективною з точки зору екологічної безпеки для утилізації органічних відходів вважається процес піролізу – термічна переробка в герметичному реакторі без або з обмеженою подачею кисню повітря.

Велика кількість пластикових відходів, що накопичилася у НПС, може стати цінною вторинною сировиною для отримання цілого ряду нових корисних видів продукції і пластикові відходи слід розглядати як цінні вторинні сировинні ресурси.

Якщо забруднені пластикові відходи вже не можна пустити на переробку, їх можна спалити в піролізних печах для отримання цінних продуктів. Переробка полімерних відходів піролізом, перспективна тема, її вивченням, оптимізацією процесу та забезпеченням екологічної безпеки займаються в багатьох країнах. Піроліз застосовується в багатьох процесах хімічної технології, а пластикові відходи, що є сумішшю органічних сполук із високомолекулярною структурою і різних добавок, відмінно піддаються піролізу і на виході можна отримати корисні продукти, масла, воски, тверде паливо для печей, горючий газ та рідке паливо [5].

Тема комплексної переробки пластикових відходів для отримання екологічно безпечних корисних продуктів є дуже актуальною. Дослідження, що проводилися національним університетом кораблебудування імені адмірала Макарова при розробці екологічно безпечної, економічно ефективної технології циркуляційного піролізу комплексної утилізації високомолекулярних органічних відходів дотримувалась екологічних та економічних аспектів.

Сутність цього методу полягає в тому, що після реактора суміш продуктів, що не прореагували, так і вступили в реакцію, надходить у систему, де вони східчасто відокремлюються один від одного, а потім продукти що не прореагували повертаються в реактор. При безперервних процесах частина що не прореагувала змішується зі свіжою сировиною і подається в реактор. Така безперервна циркуляція повторюється доти, поки вся кількість сировини, що не прореагувала, не перетвориться на кінцеві продукти із заданими характеристиками [6].

Перевагами такого процесу є забезпечення екологічної безпеки та інтенсифікація процесу деструкції внаслідок глибшого розкладання вихідних відходів із отриманням на виході палива легших фракцій. Процес глибокої деструкції відбувається при мінімальній витраті енергії та значній економії природного палива та повного використання тепла відхідних потоків. Скорочення витрат на охолодження вихідних продуктів та скорочення загальної кількості необхідної апаратури та обладнання порівняно з відомими технологіями виключають викиди шкідливих викидів у довкілля, а забезпечення повної автоматизації процесу при мінімальних витратах, знижують загальні експлуатаційні витрати.

Даний метод щодо безпечної утилізації пластикових відходів з метою зниження техногенного впливу на НПС показав, що практично всі пластикові відходи можуть бути потенційними інгредієнтами для отримання високоефективних корисних продуктів (таблиця).

**Таблиця. Теплотворна здатність продуктів циркуляційного піролізу, МДж/кг**

<b>Рідке паливо</b>	<b>Теплотворна здатність, МДж/кг</b>
Рідка фракція від первинного піролізу	39,5-41,1
Рідка фракція від циркуляційного піролізу	39,5-41,1
Нафтовий малосірчистий мазут 40 ГОСТ 10585-75	39,5-41,1
Дизельне паливо Л-02 ГОСТ 3868-99	39,5-41,1
Паливо для реактивних двигунів Т-1 ГОСТ 10227-86 Паливо для реактивних двигунів Т-1 ГОСТ 10227-86	39,5-41,1
Метод випробування за ГОСТом	39,5-41,1
<b>Піролізний газ</b>	
Качанівське	50,6-52,0
Радченківське	50,6-52,0
Піролізний газ первинного піролізу	50,6-52,0
Піролізний газ циркуляційного піролізу	50,6-52,0
<b>Твердий залишок</b>	
Довго-полум'яні	32,14-34,03
Газові	33,19-34,87
Жирні	34,87-36,55
Коксові	35,29-36,76
Стекаючі	35,50-36,63
Худі	34,87-36,55
Пірокарбон циркуляційного піролізу	35,29-36,55

Піролізного газу, який зазвичай не збирають для подальшого використання, а він одразу подається на пічний пальник, таким чином, установка майже автономна щодо споживання палива, котельного пального, що при очищенні та ректифікації рідких продуктів відповідає за своїм складом до дизельного палива, сухого коксового залишку (пірокарбону), який за своїми властивостями є хімічно інертним матеріалом, що не становить загрози здоров'ю та екології і може бути утилізованим, або застосованим в газобетонних блоках, у будівництві, підсіпанні ґрунту або ремонті доріг та тепла, що виділяється у процесі піролізу, а пластик має високу теплотворну властивість і йде на обігрів приміщень.

Отже, дослідження щодо безпечної утилізації пластикових відходів з метою зниження техногенного впливу на довкілля показали, що практично

всі полімерні відходи можуть бути потенційними інгредієнтами для отримання корисних продуктів. З наведених даних можна стверджувати, що піроліз – перспективний процес переробки пластикових відходів. На даний момент він використовується як метод утилізації, але розвиток технології та вивчення фундаментальних основ процесу допоможе оптимізувати його та зробити більш доступним. Ідеальним для українських умов варіантом була б організація міні ТЕЦ на пластикових відходах зі збиранням та очищенням продуктів піролізу.

#### *Література*

- 1. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Офіційний портал <https://mepr.gov.ua/>.*
- 2. Plastics – the Facts 2020 [https://issuu.com/plasticseuropee-book/docs/plastics\\_the\\_facts-web-dec2020](https://issuu.com/plasticseuropee-book/docs/plastics_the_facts-web-dec2020) P. 64.*
- 3. Маркіна Л. М., Ушкац С. Ю., Жолобенко Н. Ю. Визначення небезпеки пластикових відходів для дослідження можливості їх утилізації термічними методами. Проблеми охорони праці в Україні : Зб . наук. праць. Київ : ДУ «ННДІПБОП», 2021. Випуск 37 (2). С. 25–37.*
- 4. Система управління відходами в країнах ЄС <http://waste-nn.ru/sistema-upravleniya-othodami-v-stranah-es/>.*
- 5. Пиролиз пластиков как способ получения топлива: сущность процесса, механизм и условия реализации, получаемые продукты <https://rcycle.net/plastmassy/piroliz-plastikov-kak-sposob-polucheniya-topliva>.*
- 6. Маркіна Л. М. Розвиток наукових основ екологічно прийнятнього піролізного процесу утилізації твердих органічних відходів. Автореф. дисерт. на здобуття наукового ступеня д.-ра техн. наук. Київ, 2020. 46 с.*

<sup>1</sup>Жук В. М., к.т.н., <sup>1</sup>Мальований М. С., д.т.н.,

<sup>1</sup>Мисак І. В., к.т.н., <sup>1</sup>Тимчук І. С., к.с.-г.н.

<sup>2</sup>Мушалла Д., <sup>2</sup>Піхлер М.

<sup>1</sup> Національний університет «Львівська політехніка»,  
м. Львів, Україна

<sup>2</sup> Технологічний університет Граца, м. Грац, Австрія

## **МІЖДИСЦИПЛІНАРНІ ПІДХОДИ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ДОЩОВОГО СТОКУ НА ЗАБУДОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ**

Науково-обґрунтоване управління поверхневим стоком на урбанізованих територіях є важливою передумовою забезпечення нормального функціонування систем водовідведення населених пунктів [1]. Інтенсивна забудова території міст призводить до збільшення частки площ з водонепроникними покриттями, в результаті чого істотно зростає гідравлічне навантаження на системи дощового водовідведення [2, 3].

Максимальні навантаження на водовідвідну мережу під час сильних злив становлять загрозу для нормального функціонування як самої мережі, так і очисних споруд: підвищується небезпека переповнення мережі та підтоплення території об'єкта, різко зростає ймовірність погіршення якості очищення поверхневого стоку або його суміші з господарсько-побутовими та виробничими стічними водами. Для успішного впровадження планів управління дощовим стоком на забудованих територіях важливе значення має науково-обґрунтоване моделювання систем дощового водовідведення, у якому мають бути максимально повно враховані кліматичні, топогеодезичні, гідрологічні, гідрогеологічні, гідравлічні та місто-планувальні характеристики об'єкту [4]. Таке моделювання передбачає вирішення комплексу стохастично-детермінованих нестационарних гідродинамічних та масообмінних рівнянь та є особливо чутливим до повноти та актуальності вихідних даних, що можуть бути отримані лише із застосуванням мультидисциплінарних підходів та з широким впровадженням спеціалізованих комп'ютерних програм [5-8].

Зважаючи на проблемний технічний стан мереж дощового водовідведення в Україні, в останні роки все частіше виникають масштабні затоплення території населених пунктів. Питання реконструкції та розширення існуючих систем дощового водовідведення, а також проектування та облаштування нових мереж гостро стоїть на порядку денному у більшості українських міст.

Проектування систем поверхневого водовідведення регламентується в Україні, головним чином, нормативним документом ДБН В.2.5-75:2013 [9].



Загалом, методологія моделювання дощового стоку з урбанізованих територій в Україні на цей час суттєво відстає від передових світових зразків. Використовувані методи є одноподійними та розглядають поверхневий стік як результат випадання одного розрахункового дощу з інтенсивністю, що відповідає певному нормативному значенню періоду одноразового перевищення. Втрати на інфільтрацію згідно з чинним нормативним документом ДБН В.2.5-75:2013 приймаються за емпіричним рівнянням, запропонованим у 1930-их роках Санкт-Петербурзькою науковою школою дощового водовідведення. Методика розрахунку дощових колекторів полягає у послідовному вирішенні для всіх ділянок стаціонарної задачі гідравлічного розрахунку, причому для кожної ділянки розрахунковим є дощ іншої тривалості та інтенсивності. Методи побудови гідрографів притоку дощових вод є сильно спрощеними та базуються, як правило, на найпростішій, лінійній моделі концентрації дощового стоку.

Сьогодні є гостра необхідність у впровадженні в українську інженерну практику сучасних комп'ютерних програм для моделювання дощового стоку з урбанізованих територій. Порівняльний аналіз говорить на користь адаптації та використання в Україні програмного комплексу SWMM, розробленого US EPA, який має відкритий програмний код та може бути видозмінений і удосконалений із урахуванням останніх наукових досягнень [10, 11]. Для об'єктів із високим класом наслідків доцільно впроваджувати методи неперервного комп'ютерного моделювання дощового стоку, що дозволяють враховувати фактичний хід випадання опадів у заданій місцевості.

Враховуючи наближений характер окремих блоків SWMM, наприклад, методу нелінійного резервуару для визначення поверхневої складової дощового стоку, актуальним є також їх доопрацювання та удосконалення з позицій нових досягнень у області теоретичної та прикладної гідродинаміки мілких поверхневих потоків [12, 13].

Для технічного забезпечення окреслених завдань важливою є розбудова в Україні мережі спостережних пунктів для врахування часових тенденцій зміни кількісних характеристик дощів, а також належного врахування просторової нерівномірності їх випадання. Разом зі спеціалізованими гідрометричними пунктами на водовідвідній мережі це дасть можливість калібрувати та верифікувати розроблені моделі систем дощового водовідведення, що є передумовою їх успішного застосування на практиці.

### *Література*

*1. Ткачук С. Г., Жук В. М. Регулювання дощового стоку в системах водовідведення: монографія. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2012. 216 с.*

2. Zhuk V., Vovk L., Matlai I., Popadiuk I., Mysak I., Fasuliak V. Dependency between the total and effective imperviousness for residential quarters of the Lviv city. *Journal of Ecological Engineering*. 2020. Vol. 21 (5). p. 56–62. doi.org/10.12911/22998993/122191

3. Zhuk V., Vovk L., Matlai I., Popadiuk I. Maximum daily stormwater runoff flow rates at the inlet of the Lviv WWTP based on the results of systematic hydrologic observations of the catchment. *Lecture Notes in Civil Engineering*. 2020. Vol. 100. P. 514–521.

4. James W. *Rules for responsible modelling*. 4th ed. CHI Catalog Number: R184. 2005. 304 p.

5. Lawson E., Thorne C., Ahilan S. et al. Delivering and evaluating the multiple flood risk benefits in Blue-Green cities: An interdisciplinary approach. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*. 4th International Conference on Flood Recovery, Innovation and Response, FRIAR 2014; Poznan; Poland. 2014. Vol. 184. P. 113–124.

6. O'Donnell E.C., Thorne C.R., Yeakley J.A., Chan F.K.S. Sustainable flood risk and stormwater management in blue-green cities; an interdisciplinary case study in Portland, Oregon. *Journal of the American Water Resources Association*. 2020. Vol. 56, Iss. 5. P. 757–775.

7. Shandas V., Matsler A.M., Caughman L., Harris A. Towards the implementation of green stormwater infrastructure: perspectives from municipal managers in the Pacific Northwest. *Journal of Environmental Planning and Management*. 2020, Vol. 63, Iss. 6. P. 959–980.

8. Rogers B.C., Bertram N., Gersonius B. et al. An interdisciplinary and catchment approach to enhancing urban flood resilience: A Melbourne case. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. 2020. Vol. 378, Iss. 2168. Article number 20190201.

9. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Київ : Мінрегіон України, 2013. 128 с.

10. Rossman L. A. *Storm Water Management Model User's Manual*. Version 5.1. EPA/600/R-14/413b. 2015. 352 p.

11. Niazi M., Nietch C., Maghrebi M., Jackson N., Bennett B.R., Tryby M., Massoudieh A. Storm Water Management Model: performance review and gap analysis. *Journal of Sustainable Water in the Built Environment*. 2017. 3 (2), art. no. 04017002.

12. Жук В. М. Влияние конфигурации малых урбанизированных бассейнов стока на гидрографы притока дождевых сточных вод // *Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2015. Vol.17, No.6, p. 111–117.

13. Mysak I., Zhuk V., Petrushka K. Comparison of the methods of surface runoff modelling from the urbanized subcatchments for estimation of peak loads on the environment. *Environmental Problems = Екологічні проблеми*. 2020. Vol. 5, №1, P. 1–6. doi.org/10.23939/ep2020.01.001

*Жукова О. Г., к.т.н., доцент, Кордуба І. Б., к.т.н., доцент,  
Ротозій А. Ю., студентка  
Київський національний університет будівництва і архітектури,  
м. Київ, Україна*

## **МІСТО ЯК УРБОЕКОСИСТЕМА ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЇХ ЯКОСТІ**

В умовах сучасного міського розвитку агломерацій процес урбанізації набуває особливе смислове значення як в територіальному, так і в еколого економічному аспекті. І в цьому сенсі сама сутність урбанізації полягає в формуванні міських поселень, що включають у свою територію все більшу кількість сільських поселень, які в результаті набувають функціональне значення міського характеру.

Будь-яке міське поселення можна охарактеризувати як стохастично детерміновану систему, яка знаходиться в розвитку під дією зовнішніх і внутрішніх чинників. При цьому місто за своєю природою є специфічною еколого-економічною системою відкритого типу, що обумовлюється постійним обміном енергією і речовиною між економічними структурами і навколишнім середовищем.

Під впливом природних та антропогенних факторів екосистеми в місті можуть суттєво змінитись. Правильне та раціональне природокористування може сприяти досягненню необхідних результатів, в тому числі збереження екосистем та їх окремих елементів, наприклад, таких як озеленення територій.

При цьому території повинні бути підготовлені відповідним чином для використання їх у відповідності до функціонального призначення, тим самим зберегти місця проживання живих організмів. Крім того, методи біоіндикації у поєднанні з хімічними дослідженнями дозволять визначити зміни стану міських земельних насаджень та визначити ступінь їх антропогенної трансформації. Міські напівприродні екосистеми відрізняються від природних порушенням збалансованості основних екологічних груп мікроорганізмів, тварин та рослин. Одночасно, екологічні норми для наземних змінних екосистем тільки на стадії вивчення.

Хімічне забруднення навколишнього середовища має значний вплив на стан та функціонування будь-якої екосистеми, але особливо є небезпечним для міських екосистем:

- по перше, саме в містах відзначається найвищий рівень забруднення навколишнього середовища (Як правило, основним забруднювачем виступає автотранспорт);

- по-друге, міські екосистеми більш уразливі, так як на них впливає значна кількість негативних факторів, крім хімічного забруднення;

- по-третє, міські екосистеми набагато бідніші за видовим складом, ніж природні, й відповідно втрата одного-двох видів позначається на стані даної екосистеми, тоді як в природних екосистемах найбільш вразливі види зникають, практично не впливаючи на стан екосистеми в цілому, яка тривалий час здатна зберігати здатності до самовідновлення, в тому числі і за рахунок значного різноманіття видів.

Екологічна криза з'являється в стійкому порушенні рівноваги між суспільством і природою виявляється в деградації навколишнього природного середовища, з одного боку, і нездатністю управлінських структур вийти з положення, і відновити це рівновагу, з іншого. Прогрес у науковій і технологічних сферах створює передумови для переходу до нового етапу вирішення проблем охорони міського середовища, підвищення якості життя населення. Для цього потрібне проведення глибокого і повного врахування соціальних і економічних чинників розвитку суспільства. Застосовувані в практиці екологічних досліджень показники ГДК і ГДВ характеризують в більшій мірі джерела забруднення природного середовища, ніж реальні соціальні, економічні та екологічні наслідки для населення від несприятливих умов життя.

Еколого-економічна система володіє властивістю емерджентності, сукупністю здійснюють спільне функціонування економічної і екологічної підсистем. У зв'язку з цим необхідно відзначити, що екологічна підсистема характеризується властивостями формування без втручання людини в природну систему, в той час як економічній підсистемі притаманні параметри штучної системи, що виникає внаслідок здійснення людської діяльності.

Крім того, екологічна підсистема є по своїй суті постійним утворенням, тривалість функціонування якого не обмежена тимчасовими рамками, тоді як економічній підсистемі притаманний відносний тимчасовий характер.

Ряд авторів констатує, що про місто представляється можливим говорити не просто як про системне формування, а як про живий організм, здатний до самостабілізації і саморозвитку. У зв'язку з цим, проектування міської системи має відбуватися тільки в контексті розгляду міста як процесу, а не набору будівель і споруд, тому що «об'єкти отримують значимість лише як учасник процесів».

Завдяки живим компонентам міста та за допомогою своєї природної підсистеми, вони залучені в глобальні біогеохімічні цикли і, таким чином, є елементами біосфери як частини географічної оболонки Землі. При цьому місто як складна система існує не по біологічним, а за соціальними законами розвитку. Соціальна підсистема в такій системі виконує системоутворюючу і керуючу функції.

Місто споживає ресурси енергії у вигляді викопного палива і їжі, води, використовує надходять ззовні інформаційні ресурси. Результат же функціонування міської системи виражається не тільки у виробництві матеріальних і духовних благ, а й у створенні значного кількості відходів, які є забруднювачами навколишнього природного середовища, інформаційного «шуму» і різного роду впливів, що змінюють клімат.

Взаємозв'язки в урбоекосистемах можна поділити на просторові і функціональні. Перші з виділених взаємозв'язків проявляються у вигляді територіального настання міських утворень на природні екосистеми, що визначається інтенсивністю і спрямованістю розвитку ключових структурних елементів економічної підсистеми (промислового, сільбищного, комунікаційного, інженерно-транспортного та ін.). Часом такий стихійний наступ на природу проявляється в зменшенні площі і порушення цілісності природних комплексів, роздробленості структури і зниження стійкості екосистем.

Багато в чому подібна ситуація обумовлена схильністю будь-якого міського поселення, як правило, характеризується наявністю підвищеною концентрацією підприємств і населення, до формування цілого комплексу екологічних проблем. Процес розвитку міст супроводжує порушення природних взаємозв'язків, які об'єднують різні компоненти довкілля, в результаті чого формуються штучні екосистеми – природно антропогенні комплекси урбанізованих територій, що характеризуються наявністю досить специфічної взаємодії природних і антропогенних компонентів міського середовища.

На сучасному етапі урбанізації з'являються принципово нові завдання, які повинні бути спрямовані на вирішення ключового комплексної проблеми забезпечення сталого міського розвитку, якої стає раціональне управління сукупністю умов і факторів підтримки еколого економічної рівноваги в рамках урбанізованої території.

Подібна ситуація обумовлює необхідність дозволу наступних основних протиріч, що характеризують процеси еколого-економічної взаємодії на міських територіях:

1) між все більш масштабними цільовими орієнтирами муніципального, соціально, економічного розвитку і посиленням обмеженості природних ресурсів та погіршенням стану довкілля;

2) неадекватний існуючим реаліям рівень відображення в освітніх процесах складності проблематики взаємодії з навколишнім середовищем;

3) між збільшенням параметрів використання природних ресурсів та недостатнім рівнем технологічної реалізації знань про особливості природних процесів і явищ.

Для характеристики навколишнього середовища міст та інших населених пунктів прийнято використовувати параметри їх компонентів – рівень забруднення атмосферного повітря, питної води, ґрунту, шуму, тоді

як мешканці території одночасно піддаються впливу всіх цих факторів, одні з яких можуть бути безпечними, а інші – небезпечними. В зв'язку з цим, такі складні характеристики, як явище та безпека будь-якого середовища існування, повинні об'єднувати дію всіх складових урбанізованого ландшафту та враховувати вклад кожного з них.

Для достовірної оцінки безпеки складових міського середовища важливо інтегрувати вплив всіх складових з урахуванням кожної з них. Якість урбоєкосистеми є допустимим, якщо система задовольняє критерій оптимальності за всіма показниками її підсистеми. Для оцінки безпеки міської екосистеми можна використовувати коефіцієнти, які враховують вплив всіх забруднюючих речовин та дозволять порівняти реальний рівень забруднення компоненту навколишнього середовища з рівнем, який допускається санітарними правилами та нормами.

#### *Література:*

1. Васильева Н. А. Современный город как специфическая социоекосистема: проблемы и перспективы // Вестник ИрГСХА. 2013. Вып. 58. С. 151–157.

2. Джекобс, Д. Смерть и жизнь больших американских городов. Москва : Новое издательство, 2011. 460 с.

3. Мальшев В. П. Основные угрозы и опасности для жителей крупных городов // Проблемы анализа риска. 2006. Т. 3, №3. С. 338–345.

4. Мулдагалиева Е. О. Эволюция предпосылок понятия «экополис» в градостроительной теории XX-XXI веков // АМІТ. 2013. №2. 9 с.

Журавель В.С., еколог  
ДП «Укрнаукагеоцентр», м. Полтава, Україна

## СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

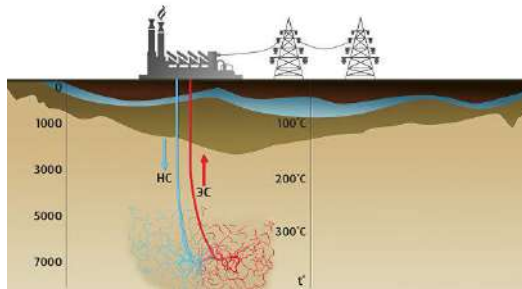
Геотермальна енергетика – виробництво електричної і теплової енергії на геотермальних станціях за рахунок теплової енергії, що міститься в надрах Землі. Найбільш відомі три основні напрямки геотермальної енергетики: петротермальна, гідротермальна та магматична енергія (рис .1).



**Рис.1. Основні напрямки геотермальної енергетики**

*Петротермальна енергія.* В останні роки вивчають можливість використання петротермальної енергетики для отримання електричної енергії. Для цього бурять дві з'єднані між собою вертикальні свердловини – нагнітальну та експлуатаційну. У нагнітальну свердловину закачують воду, на великій глибині (10-12 км) вона нагрівається до 200-250 °С, потім нагріта вода або пара експлуатаційною свердловиною подається на поверхню (рис.2). Можливий замкнутий цикл із закачуванням відпрацьованої пари і води в нагнітальну свердловину або інший спосіб утилізації. Лідером у створенні петротермальних циркуляційних систем є Австралія. Цей напрям також активно розвивається в США, Швейцарії, Великій Британії, Японії, Росії, де створено одиничні дослідні циркуляційні системи зі штучними колекторами. Проблема створення такої станції очевидна: для отримання достатньо високої температури робочої рідини потрібно бурити свердловину на велику глибину. Це серйозні витрати і ризик значних втрат теплоти при русі термальної води нагору. Буріння свердловини глибиною до 12 км на сучасному технологічному рівні є технічно складним, оскільки за температури 200-

250 °С традиційні інструменти для буріння виходять з ладу. Є також труднощі з обслуговуванням глибоких свердловин, закачування води на таку глибину технічно складне і потребує великих витрат енергії і дорогих матеріалів, свердловина може вийти з ладу в разі переміщень ґрунту або землетрусів. Тому петротермальні системи поки що менш поширені порівняно з гідротермальними, хоча потенціал петротермальної енергетики в тисячі разів вищий. У разі успішного вирішення технічних проблем людство отримає практично вічне джерело енергії в будь-якій точці світу [1].



**Рис. 2. Схема замкнутого циклу петротермальних циркуляційних систем**

*Гідротермальна енергія.* Підземні басейни природних теплоносіїв. Такі джерела зручніше, ніж перші, тому що воду не треба закачувати. Але їх менше, тому що розташовуються біля вулканів.

*Магматична енергія.* Нагрівання води за допомогою магми і отримання надгарячої пара (450 °С). Це найрідкісніше джерело, тому-що використовується магма з неглибоких свердловин. Але цей вид дає в сім разів більше енергії [2].

Геотермальна установка – це установка, призначена для зберігання і випаровування зріджених вуглеродних газів за рахунок теплової енергії ґрунту, який не зазнає впливу сезонних коливань температури. Існує 3 типи геотермальних установок:

- *До першого типу* належать станції, основою для роботи яких є родовища сухого пара. Щоб отримати потрібну енергію пар пропускається через турбіну або генератор. Вартість мінімальна, тому що складається тільки з турбіни і генератора, може використовуватися як пересувна.

- *Другий тип* – це станції з сепаратором. Вони експлуатують родовища гарячої води під тиском. Вода піднімається вгору по свердловині і надходить в сепаратор. Пряма схема отримання – найбільш популярний тип геотермальних станцій в світі. Їх роботу забезпечують гарячі підземні води, які закачуються під високим тиском в генераторні установки.





житлових приміщень опалюються завдяки геотермальній енергії. Як показують розрахунки, у цьому випадку собівартість теплової енергії вдвічі нижча за собівартість енергії, отриманої при спалюванні природного газу. За температури термальної води 20 °С і вище її можна використовувати у поєднанні з тепловими насосами, за температури 30-60 °С – в панельних системах, за температури 40-50 °С – в системі теплої підлоги, за температури 30-80 °С – в гарячому водопостачанні. За температури води менш ніж 100 °С її широко застосовують в агропромисловому комплексі (сушарки, теплиці, риборозведення, тощо), у бальнеології (басейни, лікувальні мінеральні води), в промисловості (сушіння матеріалів і продуктів). Після підігріву до 100-120 °С термальна вода може використовуватися при виробництві кормів і паперу, в геотермальних холодильних установках (теплота в холод). Однак у всіх випадках залишається проблема хімічного і газоочищення термальної води [5].

#### *Література*

1. Кудря С. О. *Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії* : Підручник. К. : НТУУ КПІ, 2012.

2. Bertani R. *Geothermal Power Generation in the World 2010-2014 Update Report. World Geothermal Congress 2015. (19-25 April 2015, Melbourne, Australia)*.  
<https://pangea.stanford.edu/ERE/db/WGC/papers/WGC/2015/01001.pdf>.  
World Geothermal Congress 2015. Media Portal.  
<http://www.geothermalpress.com/>.

3. Манушин Э. А., Бирюков В. В. *Паротурбинная установка геотермальной электростанции бинарного цикла для геотермальных месторождений Камчатского края. Наука и образование. 2011. №13*.  
<http://technomag.bmstu.ru/doc/220323.html>.

4. *Geothermal Handbook: Planning and Financing Power Generation. The World Bank. Technical Report 002/12, 72828. Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP)*  
<http://documents.worldbank.org/curated/en/396091468330258187/pdf/728280NWP0Box30k0TR0020120Optimized.pdf>.

*Задорожня С. О., вчитель вищої категорії, вчитель біології  
Степовий Д. Є., учень 8 класу, Лицей №17 «Інтелект»,  
м. Полтава, Україна*

## **МОНІТОРИНГ ІНДИКАТОРІВ БІОКОРОЗІЙНОЇ АКТИВНОСТІ ҐРУНТІВ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Магістральні нафтопроводи є важливим елементом мережі транспортування нафти і відіграє значну роль у забезпеченні енергетичної безпеки країни.

Мережа нафтопроводів є важливим елементом транспортування нафти і відіграє значну роль у забезпеченні енергетичної безпеки країни. Достатньо розгалуженою є мережа нафтопроводів і в Полтавській області. Однією з серйозних проблем екологічної безпеки магістральних нафтопроводів є їх технічний стан та аварійність. Основна частина нафтотранспортної системи України є застарілою: тривалість експлуатації 70% нафтопроводів України більше 20 років. На Полтавщині усі магістральні нафтопроводи експлуатуються більше цього терміну.

Нафтопроводи експлуатуються в природних умовах, головним чином, під землею, тому вони підлягають впливу підземної корозії, яка значною мірою визначається ґрунтовою корозією. Дослідження корозійних властивостей ґрунтів в умовах експлуатації нафтотранспортної системи України, зокрема Полтавської області є особливо доречним, оскільки мережа нафтопроводів є розгалуженою, а ґрунти, в яких вони пролягають, є надзвичайно різноманітними за своїм типом, механічним складом, рН й іншими властивостями [1].

Не існує жодного компонента природного середовища, на який не вплинув би аварійний розлив нафти. За статистичними даними, при аварійних виливах нафти близько 80% нафти потрапляє у ґрунтове середовище, 17% – у водне середовище.

Отже, для надійної та безпечної експлуатації підземних трубопроводів, крім якісного захисного ізоляційного покриття, необхідно враховувати біокорозійну активність ґрунтів, в яких вони прокладені.

Серед основних причин аварій нафтопроводів вчені виділяють корозію, в тому числі мікробну. Особливо небезпечною є біокорозія зовнішньої поверхні нафтопроводів. Умови для її виникнення є завжди. Техногенне забруднення води, повітря, ґрунту, широке використання штучних матеріалів веде до заселення нових екологічних ніш або до змін в структурах мікробних ценозів, що, в свою чергу, впливають на техногенез. Такими антропогенними нішами є й нафтопроводи.

Практично все, що є на Землі, піддається впливу мікроорганізмів – сталь, бетон, скло, дерево, каміння, тощо. Тому проблема біопшкоджень і, зокрема, біокорозії, досягла в наш час небувалих розмірів [2].

На сьогодні основними напрямками вивчення мікробної корозії є встановлення індикаторів та розробка критеріїв біокорозійної активності ґрунтів. Згідно діючого ДСТУ [3] біокорозійна активність ґрунтів залежить від концентрації сірки та заліза, електроопору ґрунту, прилегло до підземних споруд та співвідношення цих показників. Окрім зазначених показників, суттєвий вплив на життєдіяльність сіркобактерій вносить рН ґрунту, вологість та повітряпроникність.

Для ґрунтів Полтавської області було побудовано карти за індикаторами біокорозійної активності ґрунтів: рН, наявність сульфатів, вміст азотних речовин, вологість та електропровідність. За показником рН ґрунтами з найбільшим ризиком формування біокорозійних процесів є основна частина ґрунтів області (північ, схід, захід і центр області) це чорноземи типові. Ґрунтами з найбільшим ризиком формування біокорозійних за вмістом азотних є ґрунти на заході та південному сході області (Пирятинський, Гребінківський, Оржицький, Хорольський, Новосанжарський і Лохвицький райони) [4].

Ґрунти частини території Полтавщини, мають низьку біокорозійну активність за питомим електричним опором. Це піщані, легко- і середньо-суглинисті ґрунти, розташовані майже на всій території області, за винятком західної і північно-західної частини, де наявні важкі суглинки і для яких корозійна активність є середньою. В заплавах річок Оржиця, Удай і Хорол, де наявні торфовища, корозійна активність ґрунтів є високою.

У роботі проведено експериментальні дослідження відібраних проб ґрунтів на такі індикатори біокорозійної активності ґрунтів як рН, наявність сульфатів, вологість ґрунтів, результати яких наведено у таблицях 1-3.

**Таблиця 1. Визначення вологості проб ґрунту, %**

Місце відбору 1			Місце відбору 2			Місце відбору 3		
5 см	25 см	60 см	5 см	25 см	60 см	5 см	25 см	60 см
10,13	10,99	11,13	14,69	15,08	17,3	9,5	10,49	11,43

**Таблиця 2. Результати якісної реакції на сульфати**

Показник	Місце відбору 1			Місце відбору 2			Місце відбору 3		
	5 см	25 см	60 см	5 см	25 см	60 см	5 см	25 см	60 см
Наявність	–	±	+	–	±	+	–	±	+

SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>									
-------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Таблиця 3. **Визначення рН в пробах ґрунтів**

Показник	Місце відбору 1			Місце відбору 2			Місце відбору 3		
	5 см	25 см	60 см	5 см	25 см	60 см	5 см	25 см	60 см
рН	8,05	8,1	8,1	7,8	8,1	8,05	8,05	8,1	8,1

Одержані результати показали, що досліджений ґрунт, однорідний за кислотністю. За величиною рН ґрунти є лужними. Сульфат-йони присутні в ґрунтових пробах на відмітках 60 см в усіх пробах. Тобто у відібраних пробах ґрунтів є умови для розвитку та протікання біокорозії.

У результаті проведення наукових досліджень та розв'язанні поставлених завдань зроблені наступні висновки:

1. За результатами аналізу науково-технічної літератури встановлено основними індикаторами активної життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів, які сприяють біокорозійним процесам є рН, вміст сульфатів, вміст заліза, електроопір ґрунту.

2. Побудовано карти ґрунтів за індикаторами їх біокорозійної активності на прикладі Полтавської області. Встановлено, що за своїми властивостями в ґрунтах Полтавської області існують всі умови для виникнення та розвитку біокорозійних процесів на зовнішніх поверхнях нафтопроводів, це значно підвищує ризики розгерметизації сталевих нафтопроводів та забруднення довкілля.

3. Запропоновано біокорозійну активність ґрунтів оцінювати за обґрунтованим інтегральним показником біокорозійної активності.

4. На основі досліджень проб ґрунту, експериментально встановлено наявність умов для розвитку біокорозійних процесів за індикаторами рН, наявність сульфатів та вологість ґрунту.

#### *Література*

1. Полутренко М. С. Екологічний аудит корозійної активності ґрунтів прокладання магістральних газопроводів/науково-технічний журнал № 2. (10). 2014. 63–69.

2. Бублієнко Н.О., Семенова О. І., Лусенко А. С. Сучасні уявлення про біокорозійну активність ґрунтів «Efektivní nástroje moderních věd - 2013» ♦ D il 37. Ekologie. C. 23–25.

3. ДСТУ 3291-95 Методи оцінки біокорозійної активності ґрунтів і виявлення наявності мікробної корозії на поверхні підземних металевих споруд // Київ : Держстандарт України, 1996. 28 с.

4. Степова О. В. Районування території Полтавської області за показниками корозійної агресивності ґрунтів. Екологічні науки: науково-практичний журнал / Головний редактор О.І. Бондар. К. : ДЕА. 2018. №(3)22. С. 106–112.

*Зворигін К. О., аспірант, Ковров О. С., д.т.н., професор  
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,  
Дніпро, Україна*

## АНАЛІЗ КОРЕНЕВОЇ СИСТЕМИ ФІТОРЕМЕДІАТОРІВ НА РІЗНИХ СУБСТРАТАХ

Фіторе mediaція як метод очищення ґрунтів була розроблена для усунення забруднень важкими металами. Було виявлено, що деякі види рослин здатні не тільки витримувати наявність, а й поглинати і накопичувати в десятки та сотні тисяч разів більше іонів свинцю, ртуті, цинку або інших токсичних металів, ніж інші. Особливої уваги потребує ця проблема в гірничих регіонах [1].

У рамках дисертаційної роботи у сфері фіторекультивачії було проведено експеримент для з'ясування життєздатності та ефективності поширення кореневої системи двох рослин стоколос безостий (*Bromopsis inermis* Holub) та вівсюг звичайний (*Avena fatua*) в умовах зростання виключно на піску 0,65 мм фракції. Обидві рослини успішно зарекомендували себе як фіторе mediaтори, які підходять за кліматичними умовами донбаського регіону, проте в рамках загального дослідження потрібно було вивчити поширення кореневої системи в різних умовах. Варто зауважити, що стоколос безостий згадують як маловивчену рослину, яка, однак, показує відмінні результати як фіторе mediaтор важких металів [2, 3]. Також зазначені властивості вівса як фіторе mediaтора важких металів, що дозволяє його використовувати у цій роботі [4, 5].

Методологія експерименту. Було взято два субстрати – пісок 0,65 мм фракції та суглинок, який було відібрано в рекреаційній зоні Тунельна балка, Дніпро. Далі дві рослини мали дві підгрупи з різним субстратом, всього 4 групи. У кожній групі було висаджено насіння у кількості 15 штук у паралелепіпедні пластикові горщики у субстрат вагою 400 грамів. Кожен день упродовж трьох тижнів додавалося у кожен горщик 50 мл дистильованої води. Результати двох досліджень були зіставлені для з'ясування різниці впливу густини середовища на кореневу систему вибраних рослин.

**Таблиця 1. Пісок, *Avena fatua*, коріння**

№ горщика	№ рослини та її параметри, см										Середнє
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	
№1	8	10	8,5	11,5	8	12	9,5	1,5	11	7,5	8,75
№2	11	4	6,5	17	6	11	14	9	10	8,5	9,7
№3	3,5	5,5	11	6	2	14	11	12	1	5,5	7,15

Таблиця 2. Пісок, *Avena fatua*, паростки

№ горщика	№ рослини та її параметри, см										Середнє
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	
№1	10	8	8	8	11,5	7	11,5	6,5	7	8,5	8,6
№2	7,5	9	8	6	7	7,5	6	6	6	10	7,3
№3	5	10	9	10	9	12	10	10	10	8	9,3

Таблиця 3. Пісок, *Bromopsis inermis* Holub, коріння

№ горщика	№ рослини та її параметри, см										Середнє
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	
№1	10	5,5	6	7	8	10	11	12	21	5	9,55
№2	15	14	7	9	7	7	10	7	7	5	8,8
№3	3,5	5,5	11	6	2	14	11	12	1	5,5	7,15

Таблиця 4. Пісок, *Bromopsis inermis* Holub, паростки

№ горщика	№ рослини та її параметри, см										Середнє
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	
№1	8	8	5	6	6	6,5	7	9,5	10	10	7,6
№2	7	6	8,5	9,5	7	4	9	10,5	9	8,5	7,9
№3	8	5	11	8	10	7	9	10	10	10	8,8

Таблиця 5. Суглинок, *Avena fatua*, коріння

№ горщика	№ рослини та її параметри, см										Середнє
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	
№1	10	8	5	8	7	10	7	9	8	8	8
№2	7	9	4	5,5	7,5	11	8	8	6	6	7,2
№3	9	12	9	12	15	13	8	9	9	6	10,2

Таблиця 6. Суглинок, *Avena fatua*, паростки

№ горщика	№ рослини та її параметри, см										Середнє
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	
№1	11	12	8	13	12	13	10	12	14	13	11,8
№2	7	10	10	9	9	9	10	5	10	9	8,8
№3	5	8	9	8	11	13	13	11	9	13	10

Таблиця 7. Суглинок, *Bromopsis inermis* Holub, коріння

№ горщика	№ рослини та її параметри, см										Середнє
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	
№1	7	7	3	5	3	3	3	3	3	4	4,1
№2	9	5	11	8	9	9	10	7	8	10	8,6
№3	9	8	7	7	6	7	8	8	4	8	7,2



Таблиця 8. Суглинок, *Bromopsis inermis* Holub, паростки

№ горщика	№ рослини та її параметри, см										Середнє
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	
№1	9	10	8	8	8	8	9	9	12	10	9,1
№2	10	7	10	10	10	9	10	11	10	11	9,8
№3	14	12	12	12	8	9	13	8	6	11	10,5

Для кращого розуміння результатів було виведено залежності розвитку коренів і паростків виходячи із середовища – суглинок чи пісок. Було взято середні арифметичні дані щодо кожного горщика.

Таблиця 9. *Avena fatua*, середні значення

№ горщика	<i>Avena ludoviciana</i> , коріння, см		<i>Avena ludoviciana</i> , паростки, см	
	пісок	суглинок	пісок	суглинок
№1	8,75	8	8,6	11,8
№2	9,7	7,2	7,3	8,8
№3	7,15	10,2	9,3	10

Таблиця 10. *Bromopsis inermis* Holub, середні значення

№ горщика	<i>Bromus japonicus</i> , коріння, см		<i>Bromus japonicus</i> , паростки, см	
	пісок	суглинок	пісок	суглинок
№1	9,55	4,1	7,6	9,1
№2	8,8	8,6	7,9	9,8
№3	7,15	7,2	8,8	10,5

Таблиці 9 та 10 показали, що за всіма зразками помітне пригнічення зростання коренів та паростків, що ростуть у піску порівняно із суглинком. Однак саме зменшення зростання кореневої системи віса в піску максимум на 20% менше, ніж аналогічного віса в суглинку, що є додатковим аргументом на користь використання цих рослин у суворих умовах, якими можуть бути техногенні ґрунти, що потребують фітореMediaції. Наприклад, використання цих рослин в умовах відсутності гумусу та споживчих речовин, використання на піщаних землях як частина рекультивації території кар'єру чи використання як фітореMediaнтів схилів гірничих відвалів, бо їх коренева система дозволяє їм добре закріпитися на крутому схилі.

#### Література

1. Kovrov O. & Zvoryhin K. (2019). Justification of phytoremediation technology of degraded landscapes on the basis of ecosystem approach.
2. Phytoremediation potential of twelve wild plant species for toxic elements in a contaminated soil / V. Antoniadis, H. Stärk, S. Shaheen, R. Wennrich. // *Environment International*. 2021. №146. С. 1–14.

3. *The effects of sewage sludge and nitrogen fertilizer application on nutrient and heavy metal concentration of soil and smooth brome grass (emmis hermes Leyss.)* / Keskin, B., Bozkurt, M.A., Akdeniz, H. // *Animal Veterinary Adv.* 2010. №9. С. 896–902.

4. *Effects of Cadmium Stress on Seedlings of Various Rangeland Plant Species (Avena Fatua L., Lathyrus Sativus L. and Lolium Temulentum L.): Growth, Physiological Traits and Cadmium Accumulation* / [L. Marzban, D. Akhzari, A. Ariapour ma in.] // *Journal of Plant Nutrition.* 2017. №40. С. 2127–2137.

5. Григорьева Т. Роль азотфиксирующих микроорганизмов в фитомелиорации промышленных углеродных шламов : Автореф. дисс. ... канд. биол. наук: спец. 03.00.07 «микробиология». Казань, 2009. 23 с.

*Іваненко О. І., д.т.н., доцент,  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,  
м. Київ, Україна*

## **ОЦІНКА РИЗИКУ ЕКОНОМІЧНИХ ЗБИТКІВ ДЛЯ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ВІД НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПРИРОДНОГО ТА ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ**

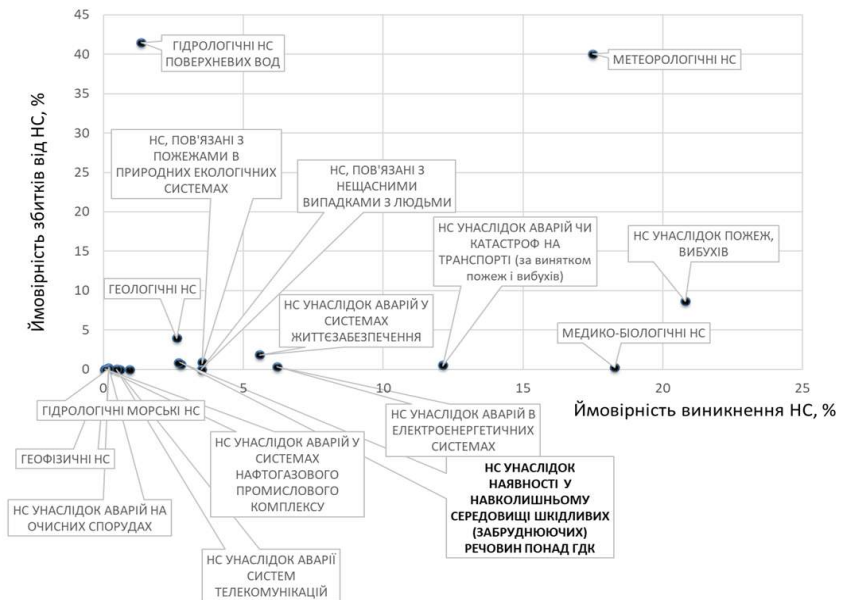
Функціонування численних гірничодобувних, хімічних, енергетичних підприємств, значна кількість промислово-міських агломерацій і висока щільність населення в них зумовлюють зростання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій (НС) з масштабними негативними наслідками через загрозу пошкодження та руйнування об'єктів критичної інфраструктури (КІ). Серед таких об'єктів особливу загрозу становлять просторово розподілені залізничні колії, нафто- й газопроводи, мости, потенційно небезпечні виробництва, магістральні електромережі, безпечна експлуатація яких має першочергове значення для соціально-економічного розвитку України. Об'єкти КІ України забезпечують функції та послуги, порушення яких може призвести до значних негативних наслідків для життєдіяльності суспільства, соціально-економічного розвитку країни та забезпечення національної безпеки. У багатьох країнах світу, особливо в країнах ЄС та НАТО, захист КІ визнається пріоритетом у політиці національної безпеки.

Відповідно до Кодексу цивільного захисту України, НС є обстановка на окремій території чи суб'єкті господарювання на ній або водному об'єкті, що характеризується порушенням нормальних умов життєдіяльності населення, спричинена катастрофою, аварією, пожежею, стихійним лихом, епідемією, епізоотією, епіфітотією, застосуванням засобів ураження або іншою небезпечною подією, що призвела (може призвести) до виникнення загрози життю або здоров'ю населення, великої кількості загиблих і постраждалих, завдання значних матеріальних збитків, а також до неможливості проживання населення на такій території чи об'єкті, провадження на ній господарської діяльності.

Дослідження основних тенденцій і характеру змін НС природного та техногенного походження у світі переконує в тому, що нині відбувається зростання ризику їх виникнення. Актуальні програми і звіти ООН та Світового банку щодо наслідків стихійних лих і техногенних катастроф останніх років демонструють суттєве зростання економічних збитків від

них. Дослідження у сфері запобігання і протидії загрозам різного генезису свідчать про те, що державна система захисту населення від НС природного та техногенного характеру потребує запровадження ризик-орієнтованого підходу для ефективного попередження та зниження ризику катастроф різного походження для об'єктів КІ. Якщо вирішується завдання запобігання та готовності до загрози певного типу, ризик може бути кількісно визначений як функція ймовірності виникнення загрози. Загроза розглядається як небезпечне явище, речовина, діяльність людини або стан, що може призвести до соціальних та економічних збитків, втрати життя, травмування або інших наслідків для здоров'я населення, завдання шкоди довкіллю, втрати майна, засобів до існування та послуг.

Залежність між ймовірностями виникнення НС та ймовірності економічних збитків від НС в Україні за наявними даними ДСНС за попереднє десятиліття України представлена на рис. 1.



**Рис. 1. Залежність між ймовірностями виникнення НС та ймовірностей економічних збитків від НС в Україні**

Очевидно, що отримані значення вказаних ймовірностей не повною мірою відображають загальну картину, оскільки не є співставними в даному випадку. Виникає необхідність подальшого узагальнення у напрямку приведення отриманих значень до того типу, що використовується в ЄС. Для цього було проведено розподіл значень ймовірностей виникнення загроз та економічних збитків від них за п'яти

категоріями, з яких категорія 5 відображає найбільш ймовірну подію (табл. 1).

**Таблиця 1. Розподіл категорій важливості в залежності від значень ймовірності виникнення НС**

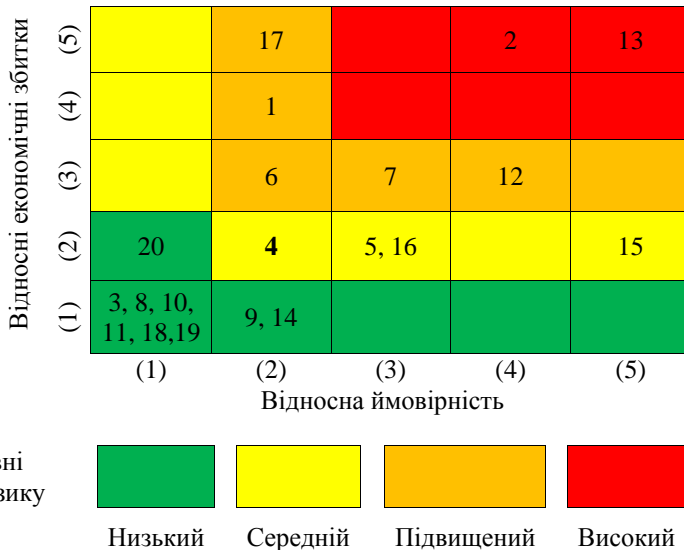
Діапазон зміни ймовірності виникнення НС, %	Категорія важливості
до 2	1
2-3	2
3-6	3
6-15	4
більше 15	5

Ураховуючи отримані результати оцінки ймовірності виникнення НС та економічних збитків від них, було побудовано матрицю ризику відповідно до моделі, що використовується у ЄС.

Аналіз отриманих результатів свідчить, що високий ризик економічних збитків в Україні наявний для НС унаслідок пожеж, вибухів та метеорологічних НС, що становлять перманентну загрозу не лише для об'єктів критичної інфраструктури, але і для населення та довкілля держави (рис. 2). Підвищений рівень ризику економічних збитків характерний для медико-біологічних НС, НС унаслідок аварій, катастроф на транспорті, НС унаслідок аварій в електроенергетичних системах, НС унаслідок аварій у системах життєзабезпечення, геологічних НС. У сучасних умовах для України особливо актуальними стають загрози геологічного походження, що мають стійку тенденцію до активізації через прояв наслідків глобальних змін клімату. Середній рівень ризику економічних збитків відзначається для НС унаслідок наявності у навколишньому середовищі шкідливих забруднюючих і радіоактивних речовин понад ГДК, НС унаслідок раптового руйнування будівель і споруд, гідрологічних НС поверхневих вод, а також НС, пов'язаних із пожежами в природних екологічних системах.

Із позиції прийняття управлінських рішень щодо зниження ризику економічних збитків від НС різного походження очевидно, що першочергова увага має бути спрямована саме на протидію виникненню негативних наслідків реалізації метеорологічних загроз, пожеж і вибухів, у т. ч. на об'єктах критичної інфраструктури.

Запропонований у роботі підхід до оцінки загроз та ризиків із урахуванням міжнародного досвіду, що застосовується у Європейському Союзі, є сучасним науковим рішенням, що може значною мірою сприяти розробці заходів щодо запобігання та мінімізації негативних наслідків надзвичайних ситуацій, можливих в Україні на об'єктах критичної інфраструктури.



**Рис. 2. Матриця ризику економічних збитків від НС:**

1 – НС унаслідок аварій, катастроф на транспорті; 2 – НС унаслідок пожеж, вибухів; 3 – НС унаслідок аварій з викиданням (загрозою викидання) НХР, корисних копалин на інших об'єктах (окрім аварій на транспорті); 4 – НС унаслідок наявності у навколишньому середовищі шкідливих (забруднюючих) і радіоактивних речовин понад ГДК; 5 – НС унаслідок раптового руйнування будівель і споруд; 6 – НС унаслідок аварій в електроенергетичних системах; 7 – НС унаслідок аварій у системах життєзабезпечення; 8 – НС унаслідок аварій систем телекомунікацій; 9 – НС унаслідок аварій на очисних спорудах; 10 – НС унаслідок аварій у системах нафтогазового промислового комплексу; 11 – геофізичні НС; 12 – геологічні НС; 13 – метеорологічні НС; 14 – гідрологічні морські НС; 15 – гідрологічні НС поверхневих вод; 16 – НС, пов'язані з пожежами в природних екологічних системах; 17 – медико-біологічні НС; 18 – посягання на життя державного чи громадського діяча; 19 – встановлення вибухового пристрою у багатолюдному місці, установі (організації, підприємстві), житловому секторі, транспорті; 20 – НС, пов'язані з нещасними випадками з людьми.

*Література*

1. Ivanenko O. Implementation of risk assessment for critical infrastructure protection with the use of risk matrix // ScienceRise. 2020. № 3. P. 26–38.

*Ілляш О. Е., к.т.н., доцент, Билим Л. Р., студентка,  
Національний університет «Полтавська політехніка  
імені Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна*

## **ПЛАНУВАННЯ ПОРЯДКУ ЗАКРИТТЯ СМІТТЄЗВАЛИЩ У ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ**

Національним планом управління відходами передбачені конкретні заходи щодо місць видалення твердих побутових відходів (ТПВ), що не відповідають санітарним та екологічним вимогам, для здійснення їх подальшого закриття [1]. Головним із них є: проведення інвентаризації та оцінки ризику місць видалення відходів (полігонів і звалищ ТПВ); підготовка та затвердження переліків полігонів й звалищ відходів, експлуатація яких повинна бути припинена, та переліку тих, що повинні бути приведені у відповідність із встановленими вимогами, із розробленням та затвердженням відповідних планів заходів; припинення експлуатації/закриття сміттєзвалищ і полігонів відходів, які не відповідають встановленим вимогам; розроблення проектів та проведення рекультивациі сміттєзвалищ і полігонів відходів.

На виконання Національного плану управління відходами у Полтавській області розроблений проект «Регіонального плану управління відходами у Полтавській області до 2030 року» (далі – РПУВ) [2], який пройшов процедуру стратегічної екологічної оцінки у законодавчо визначеному порядку та підготовлений до затвердження й оприлюднення. Над розробкою проекту РПУВ працював колектив наукових експертів Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» та Науково-технічного центру Полтавського відділення Інженерної академії України.

Однак на момент розроблення РПУВ й на даний час на національному рівні відсутні затверджені нормативні документи щодо порядку проведення інвентаризації та оцінки ризику місць видалення відходів, що не є небезпечними.

Для можливості організації роботи із закриття та рекультивациі полігонів і звалищ ТПВ, експлуатація яких повинна бути припинена, у Полтавській області *перший етап* оцінювання (інвентаризації) місць видалення ТПВ був здійснений в рамках розроблення «Комплексної програми поводження з твердими побутовими відходами у Полтавській області на 2017-2021 роки» (затвердженої рішенням Полтавської обласної ради від 14.07.2017 №497). Інвентаризація діючих звалищ і полігонів ТПВ здійснювалася на основі інформаційної бази даних за 54 показниками, згрупованими у 4 блоки (загальні показники; техніко-експлуатаційні;

показники екологічної безпеки; показники організації збору ТПВ), представленої органами місцевого самоврядування за запитом Полтавської облдержадміністрації.

Задачами першого етапу оцінювання (інвентаризації) стану діючих звалищ і полігонів ТПВ було:

- встановлення кількості діючих звалищ і полігонів на території області;
- оцінювання стану їх екологічної безпеки за чотирма категоріями небезпеки, регламентованими Наказом Міністерства екології та природних ресурсів №12 від 14.01.1999 зі змінами від 25.01.2016 Наказ №25 [3];
- оцінювання фактичного експлуатаційного стану звалищ і полігонів та доцільності щодо їх подальшої експлуатації.

Основними критеріями оцінювання стану діючих звалищ і полігонів ТПВ були обрані наступні:

1. Дотримання розмірів санітарно-захисної зони до житлової забудови.

2. Дотримання розмірів водоохоронних зон навколо поверхневих водних об'єктів.

3. Здійснення заходів захисту навколишнього середовища: облаштування ізоляційного донного та бортових екранів, обвалування за периметром, дренажування території.

4. Наявність інформації щодо забруднення навколишнього природного середовища (підземних, поверхневих вод, ґрунтів, атмосферного повітря в районі розташування полігонів й звалищ) хоча б за одним із контрольованих показників (або відсутність системи контролю за забрудненням);

5. Наявність порушень, а саме, відсутність проекту та перевищення проектної ємності (або відсутність інформації щодо цих питань); порушення регламенту складування відходів; відсутність під'їзних шляхів із твердим покриттям.

6. Наявність правоустановчих документів на земельні ділянки.

7. Кількість населення, що обслуговується або потенційно може обслуговуватись цим полігоном/звалищем ТПВ.

8. Місце розташування полігону/звалища, характер місцевості, питання транспортного сполучення.

У результаті проведеного оцінювання (інвентаризації) було проаналізовано стан 672 звалищ й полігонів ТПВ, серед яких було виявлено 337 об'єктів, які є несанкціонованими та такими, що не мають оформлених у встановленому законом порядку документів, що засвідчують право користування земельними ділянками під ними.

Відповідно в рамках Полтавської області у 2017 році був розроблений рекомендаційний документ для органів місцевого самоврядування «Порядок функціонування та припинення експлуатації полігонів і звалищ твердих побутових відходів на території Полтавської



області», що був затверджений рішенням Полтавської обласної ради від 14.07.2017 №529.

У 2020-2021 роках в рамках розроблення РПУВ в Полтавській області був проведений *другий етап* оцінювання (інвентаризації) місць видалення відходів, зокрема ТПВ, з використанням бази даних Мінрегіону [4].

Згідно зведених даних, представлених органами самоврядування області станом на 01.11.2021 рік в Полтавській області функціонує 771 місце видалення відходів, із них:

- місць видалення промислових відходів – 46 об'єктів, у тому числі:
  - площадки компостування – 2 об'єкти;
  - мулові майданчики (мулонакопичувачі) – 7 об'єктів;
  - поля фільтрації – 7 об'єктів;
  - відстійники – 4 об'єкти;
  - ставки-випарники – 5 об'єктів;
  - відвали розкритих порід – 7 об'єктів;
  - місця складування відходів виробництва – 3 об'єкти;
  - шламовідстійник – 1 об'єкт;
  - шламонакопичувачі – 3 об'єкти;
  - технічна водойма – 1 об'єкт;
  - аварійний амбар – 1 об'єкт;
  - полігони промислових відходів – 4 об'єкти;
  - хвостосховище – 1 об'єкт.
- місць видалення побутових відходів (полігонів і звалищ ТПВ) – 725 об'єктів.

Другий етап оцінювання (інвентаризації) стану полігонів і звалищ ТПВ в області був продовжений у рамках розробки проекту «Комплексної програми поводження з твердими побутовими відходами у Полтавській області на 2022-2030 роки», розробниками даного документу є колектив наукових експертів Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

На другому етапі була оновлена інформаційна база щодо експлуатаційних та санітарно-екологічних показників функціонування даних об'єктів та здійснена її розсилка усім територіальним громадам області для можливості узгодження рішень щодо подальшого статусу даних об'єктів. В результаті були визначені для Полтавської області у цілому й окремо для кожної громади об'єкти конкретної категорії (табл.):

- звалища для їх подальшої реконструкції (або розширення) – 11 об'єктів;
- звалища, що не відповідають санітарним та екологічним вимогам й підлягають першочерговому закриттю – 272 об'єкта;
- звалища, що залишаються в експлуатації як необхідні інфраструктурні об'єкти (за сценарієм № 1-початковим) – 33 об'єкти;
- звалища, відносно яких буде прийнято рішення у 2022 році – 409

об'єктів.

За результатами обговорення з територіальними громадами були сформовані окремі переліки місць видалення відходів:

- звалищ ТПВ, які заплановані для закриття й виведення з експлуатації у першочерговий період 2021-2023 роки;
- звалищ ТПВ, що визначені як необхідні об'єкти інфраструктури на початковому етапі реалізації РПУВ й плануються до закриття після будівництва регіональних об'єктів оброблення відходів;
- полігонів і звалищ ТПВ (після відповідної реконструкції), які визначені як перспективні регіональні об'єкти оброблення відходів при реалізації РПУВ.

**Таблиця. Загальна кількість місць видалення побутових відходів у Полтавській області**

Територіальні громади	Місця видалення відходів (полігони, звалища ТПВ)			
	Полігони / звалища під реконструкцію	Звалища, що залишаються в експлуатації	Звалища, що підлягають першочерговому закриттю	Звалища, відносно яких буде прийнято рішення
1	2	3	4	5
Білицька сільська ТГ	–	1	3	3
Білоцерківська сільська ТГ	–	–	3	12
Великобагачанська селищна ТГ	–	1	5	12
Великобудищанська сільська ТГ	–	2	2	3
Великорублівська селищна ТГ	–	–	–	10
Великосорочинська сільська ТГ	–	–	–	14
Гадяцька міська ТГ	–	–	–	5
1	2	3	4	5
Глобинська міська ТГ	1	–	15	15
Гоголівська селищна ТГ	–	–	2	1
Горішньоплавнівська міська ТГ	1	–	1	–
Градизька міська ТГ	–	1	5	8
Гребінківська міська ТГ	–	1	5	13
Диканська селищна ТГ	–	1	4	9
Драбінівська сільська ТГ	–	–	6	1
Заводська міська ТГ	–	1	6	3
Зіньківська міська ТГ	1	–	9	10
Кам'янопотоківська сільська ТГ	–	2	5	–
Карлівська міська ТГ	1	–	6	3
Кобеляцька міська ТГ	–	–	2	4
Козельщинська селищна ТГ	–	–	8	11
Коломацька сільська ТГ	–	–	4	–
Комишянська селищна ТГ	–	–	1	8
Котелевська селищна ТГ	1	–	3	1
Краснолуцька сільська ТГ	–	1	1	6

Кременчуцька міська ТГ	1	–	1	1
Ланнівська сільська ТГ	–	1	–	3
Лохвицька міська ТГ	1	–	4	34
Лубенська міська ТГ	–	2	–	20
Лютенська сільська ТГ	–	–	1	3
Мартинівська сільська ТГ	–	1	–	1
Мачухівська сільська ТГ	–	–	3	3
Машівська сільська ТГ	–	1	–	7
Миргородська міська ТГ	–	1	–	11
Михайлівська сільська ТГ	–	–	15	11
Нехворощанська сільська ТГ	–	1	4	2
Новогаleshинська селищна ТГ	–	1	2	4
Новооржицька селищна ТГ	–	1	–	6
Новосанжарська селищна ТГ	1	–	5	16
Новоселівська сільська ТГ	–	–	5	–
Оболонська сільська ТГ	–	1	1	14
Омельницька сільська ТГ	–	1	3	3
Опішнянська селищна ТГ	–	1	1	4
Оржицька селищна ТГ	–	1	11	6
Петрівсько-Роменська сільська ТГ	–	1	2	1
Пирятинська міська ТГ	1	–	4	7
Піщанська сільська ТГ	–	1	1	6
Полтавська міська ТГ	–	1	11	–
Пришибська сільська ТГ	–	1	8	–
Решетилівська міська ТГ	1	–	10	19
Ромоданівська селищна ТГ	–	–	2	1
Семенівська селищна ТГ	–	1	10	21
Сенчанська сільська ТГ	–	–	14	–
Сергіївська сільська ТГ	–	–	3	2
Скороходівська селищна ТГ	–	1	11	–
Терешківська сільська ТГ	–	–	3	4
Хорольська сільська ТГ	–	1	9	23
<b>І</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Чорнухинська селищна ТГ	–	1	13	13
Чутівська селищна ТГ	–	1	10	5
Шишацька селищна ТГ	1	–	7	6
Щербанівська сільська ТГ	–	–	2	–
<b>ВСЬОГО</b>	<b>11</b>	<b>33</b>	<b>272</b>	<b>409</b>

Таким чином, у Полтавській області проводиться поетапна робота із планування та реалізації заходів щодо оцінки експлуатаційного стану місць видалення твердих побутових відходів (полігонів й звалищ), їх закриття та проведення рекультивациі.

У рамках реалізації «Регіонального плану управління відходами у Полтавській області до 2030 року» заходи з мінімізації місць видалення твердих побутових відходів є одними із головних, виконання яких

дозволить зменшити та пом'якшити негативні наслідки сфери поводження з відходами в області й поступово покращити екологічну ситуацію на територіях громад.

#### *Література*

1. Розпорядження КМУ від 20 лютого 2019 р. №117-р «Про затвердження Національного плану управління відходами до 2030 року». Електронний ресурс: — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/117-2019-%D1%80#Text>

2. Проект «Регіональний план управління відходами у Полтавській області до 2030 року». [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.adm-pl.gov.ua/advert/opriyudnennya-dlya-obgovorennya-proektu-regionalniy-plan-upravlinnya-vidhodami-u-poltavskiy->

3. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів №12 від 14.01.1999 зі змінами від 25.01.2016 Наказ №25. Електронний ресурс: — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0060-99#Text>

4. Інформація щодо полігонів/звалищ побутових відходів в Україні. Електронний ресурс: — Режим доступу: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhhk/terretory/informatsiya-shhodo-poligoniv-zvalishh-pobutovih-vidhodiv-v-ukrayini/>

*Гляш О. Е., к.т.н., доцент, Голік Ю. С., к.т.н., професор,  
Степова О. В., д.т.н., доцент, Бредун В. І., к.т.н., доцент,  
Ганошенко О. М., к.т.н., доцент, Смоляр Н. О., к.б.н., доцент,  
Чухліб Ю. О., стар. викладач  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія  
Кондратюка», Полтава, Україна*

## **РЕГІОНАЛЬНИЙ ПЛАН УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ У ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ ДО 2030 РОКУ**

Основою державної політики у сфері управління з відходами на сьогодні є «Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року», яка спрямована на вирішення той критичної ситуації, що склалася з утворенням, накопиченням, зберіганням, переробленням, утилізацією та захороненням відходів і характеризується подальшим розвитком екологічних загроз. Єдиним можливим шляхом урегулювання ситуації є проведення реформи сфери управління відходами задля створення комплексної системи управління відходами [1].

Для забезпечення виконання стратегічних завдань Національної стратегії розроблений й прийнятий Національний план управління відходами до 2030 року, затверджений розпорядженням КМУ від 20 лютого 2019 р. № 117-р [2].

Відповідно до Національної стратегії управління відходами [1] та згідно пункту 4 Національного плану управління відходами [2] для кожної з областей України повинен бути розроблений та затверджений в установленому порядку проект регіонального плану управління відходами.

На сьогодні розроблено проект «Регіонального плану управління відходами у Полтавській області до 2030 року» (далі – РПУВ) [3], який пройшов процедуру стратегічної екологічної оцінки у законодавчо визначеному порядку та підготовлений до затвердження й оприлюднення. Над розробкою проекту РПУВ працював колектив наукових експертів кафедри прикладної екології та природокористування, кафедри фінансів, банківського бізнесу та оподаткування Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» й фахівці Науково-технічного центру Полтавського відділення Інженерної академії України. Результатом роботи групи експертів став довгоочікуваний документ стратегічного планування в сфері управління відходами.

Значимість етапу регіонального стратегічного планування підвищується в наслідок завершеного процесу децентралізації влади в

Україні й відповідно перенесення повноважень щодо вирішення більшості питань, пов'язаних із розвитком громад саме на місцеві рівні.

Головною метою РПУВ є реформування та удосконалення системи управління відходами у Полтавській області та в її окремих територіальних громадах й населених пунктах.

Досягнення мети планується забезпечити за рахунок:

- об'єднання зусиль територіальних громад за для створення комплексної системи управління відходами, що утворюються на територіях громад, на місцевих та регіональному рівнях;
- прийняття рішень та реалізації заходів, спрямованих на запобігання утворенню відходів і збільшення їх перероблення;
- поетапного впровадження заходів із запобігання утворенню відходів;
- посилення контролю за потоками відходів й запровадження системи моніторингу за об'єктами оброблення та місцями видалення відходів;
- проведення інформаційної діяльності для підвищення обізнаності населення щодо управління відходами та сталого споживання.

Для забезпечення моніторингу виконання РПУВ у Полтавській області розроблено комплекс цільових показників, що враховують:

- цільові показники реалізації Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року;
- показники Національного плану управління відходами до 2030 року;
- положення Стратегії розвитку Полтавської області на 2021-2027 роки;
- результати SWOT-аналізу існуючої системи управління відходами в Полтавській області.

Для ефективного стратегічного планування системи управління відходами у Полтавській області були виконані аналітичні та планувальні роботи за наступними етапами:

- аналіз регіональних особливостей: адміністративно-територіального устрою, природно-географічного стану, особливостей демографічного, соціального та економічного розвитку, які відіграють важливе значення для визначення параметрів системи управління відходами;
- аналіз поточного стану системи управління відходами в регіоні: фактичних обсягів утворення відходів, інституційної спроможності учасників системи управління відходами, особливостей поточного регіонального планування щодо управління відходами, які були характерні для регіону в останні 10 років,
- фінансово-економічного забезпечення функціонування системи управління відходами;
- здійснення планування системи управління відходами в регіоні із визначенням цілей та цільових показників;

- проведенням технічного та фінансово-економічного аналізу, у межах якого були обгрунтовані сценарії розвитку сфери управління відходами та здійснено вибір оптимального з них;
- розробленням плану закриття несанкціонованих сміттєзвалищ та сміттєзвалищ, що не відповідають санітарним та екологічним вимогам;
- розробленням пропозицій щодо управління специфічними потоками відходів;
- розробленням плану розвитку інфраструктури управління побутовими відходами;
- підготовкою плану дій, що орієнтований на пріоритетні заходи та основні інвестиції в інфраструктуру на короткостроковий період до 2025 року та довгостроковий період з 2026 до 2030 роки;
- розробленням інвестиційного плану, що передбачає планування фінансово-економічного забезпечення системи управління відходами, планування тарифної політики в області;
- визначення індикаторів виконання заходів Регіонального плану.

Однією із найбільш вагомих робіт у рамках розробки РПУВ у Полтавській області був аналіз альтернатив та визначення на його основі оптимального сценарію управління побутовими відходами. В основу даного аналізу був покладений кластерний підхід як ключовий елемент регіональної політики у сфері управління відходами. Згідно проекту РПУВ у Полтавській області планується поетапне впровадження кластерної моделі управління відходами, що означає послідовну реалізацію трьох сценаріїв.

Кожний із трьох сценаріїв, перш за все, орієнтований на створення так званих «зон оптимального охоплення», якими можуть бути кластери або підкластери (субрегіони), а також на вибір різних способів збирання (у т.ч. роздільного) та оброблення побутових відходів в межах визначених кластерів. Для Полтавської області розглядалося три варіанти кластерних моделей: 4-х кластерна, 3-х кластерна та 5-ти кластерна. Вибір оптимальної із них було здійснено на основі проведеної техніко-економічної оцінки витрат на перевезення відходів із територій громад до об'єктів перероблення відходів в рамках кожного з варіантів формування кластерів (дана оцінка була зроблена для кожної з 60 громад). Зокрема були визначені громади з різним ступенем витратності системи управління побутовими відходами, передусім, за фактором витрат на магістральні перевезення.

Відповідно на основі результатів даної техніко-економічної оцінки та результатів її обговорення серед територіальних громад для Полтавської області в якості базового варіанту був прийнятий варіант №1, що передбачає формування 4 кластерів, межі яких відповідають межах нових

адміністративних районів: Полтавський; Кременчуцький; Миргородський; Лубенський (рис. 1).

У рамках РПУВ була здійснена оцінка трьох сценаріїв збирання (у т.ч. роздільного) та оброблення побутових відходів.

Згідно сценарію №1 – оброблення відходів планується здійснювати на об'єктах, спеціально визначених у межах однієї або декількох територіальних громад. Даний сценарій є початковим етапом реалізації РПУВ й має наметі зменшення загальної кількості звалищ ТПВ в області й створення передумов для реалізації плану закриття несанкціонованих сміттєзвалищ та сміттєзвалищ, що не відповідають санітарним та екологічним вимогам. Відповідно в рамках даного сценарію планується перехід від 725 місць видалення побутових відходів, що станом на 2021 рік експлуатуються на території Полтавської області до 44 об'єктів захоронення (полігони) та видалення (звалища) побутових відходів, що є контрольованими й паспортизованими об'єктами. Навколо цих об'єктів

формується зони охоплення – одна або декілька територіальних громад – 44 зони охоплення.



**Рис. 1. Варіант №1 (базовий) формування кластерів системи управління побутовими відходами для Полтавської області (до зеленої зони за фактором найменших додаткових витрат на магістральні перевезення належать 26 територіальних громад)**

Згідно сценарію №2 – оброблення відходів планується здійснювати на регіональних об'єктах, спеціально визначених у межах однієї зони



оптимального охоплення як об'єкти спільного користування територіальними громадами незалежно від обраного інституційного рішення. Відповідно в рамках даного сценарію планується перехід до розширення зон охоплення за рахунок закриття й рекультивациі більшості місць видалення відходів (звалищ ТПВ як тимчасових об'єктів). В результаті планується здійснення об'єднання територіальних громад навколо регіональних об'єктів полігонного захоронення та об'єктів перероблення, тобто формування підкласерів. Даний сценарій №2 може реалізовуватись як перехідний до головного стратегічного сценарію №3.

Згідно сценарію №3 – оброблення відходів планується здійснювати на регіональних об'єктах, спеціально визначених для кількох (двох та більше) зон оптимального охоплення як об'єкти спільного користування незалежно від обраного інституційного рішення. Відповідно в рамках даного сценарію планується перехід до формування укрупнених зон охоплення (класерів) за рахунок організації системи транспортування відходів до РООВ комплексної переробки та регіональних полігонів.

Відповідно запланована альтернативність сценаріїв та/або можливість їх послідовного виконання реалізує головний орієнтир РПУВ – етапність впровадження стратегії управління побутовими відходами в області та поступове зменшення місць видалення відходів, що створюють значне навантаження на навколишнє середовище.

Підсумовуючи, результати проведених робіт щодо планування заходів із управління відходами можна констатувати, що:

- пріоритетною задачею РПУВ є збільшення обсягів перероблення відходів й відповідно пріоритетними заходами є створення в області інфраструктурних об'єктів з оброблення/перероблення відходів;
- заплановані рішення в рамках РПУВ першочергово орієнтовані на зменшення техногенного навантаження на довкілля та негативних
- впливів на умови життя людей, й відповідно передбачають поетапне зменшення місць видалення відходів шляхом їх закриття (перш за все тих, що не відповідають діючим екологічним вимогам) та подальшої рекультивациі;
- головним запланованим інструментом реалізації рішень у сфері управління відходами є міжмуніципальне співробітництво територіальних громад.

#### *Література*

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 р. № 820-р «Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80/page>

2. Розпорядження КМУ від 20 лютого 2019 р. № 117-р «Про затвердження Національного плану управління відходами до 2030 року».

*Електронний ресурс: – Режим доступу*

*<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/117-2019-%D1%80#Text>*

3. Проект «Регіональний план управління відходами у Полтавській області до 2030 року». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: *<https://www.adm-pl.gov.ua/advert/oprilyudnennya-dlya-obgovorennya-proektu-regionalniy-plan-upravlinnya-vidhodami-u-poltavskiy->* (in Ukrainian)

*Існюк С. Ю., аспірант, Твердохліб М. М., к.т.н., асистент  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,  
м. Київ, Україна*

## **СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДГОТОВКИ ПИТНОЇ ВОДИ**

Прісна вода є основою існування людства: її відсутність несумісна зі життям, а неякісна вода, яка містить токсичні речовини або заражена хвороботворними мікроорганізмами, гальмує чи повністю виключає нормальний розвиток країн та цивілізацій. Експерти прогнозують, що у 2030 році від нестачі прісної води страждатиме 47%, а до 2050 – 2/3 населення планети. Тому необхідна кількість та належна якість ресурсів прісної води визначають розвиток економіки та здоров'я всіх без винятку країн.

Унаслідок збільшення населення, індустріалізації та нераціонального споживання ресурсів сучасним суспільством забруднення природних вод досягло свого максимуму. За даних умов вода, особливо питна, має відповідати стандартам якості перед постачанням споживачеві. Тому мета будь-якої водопідготовки полягає у видаленні забруднюючих речовин із води та зробити її придатною для використання за призначенням. Підготовка води включає біологічні, хімічні та фізичні процеси для видалення речовин з води.

Вибір технологічної схеми водопідготовки залежить від якості природної води в джерелі, вимог споживача та кількості води для споживання. Якщо забір води здійснюється із поверхневих водойм, то її очищують за традиційною технологією, яка включає процеси прояснення і знебарвлення у відстійниках, прояснювачах із шаром завислого осаду, швидкими і повільними фільтрами та контактними прояснювачами. Завершується підготовка води знезараженням із використанням хлорування чи озонування [1].

Так як вода із поверхневих водойм характеризується значною кольоровістю і каламутністю, то технологія водопідготовки передбачає використання комплексу очисних споруд по знебарвленню та освітленню води.

Сучасна технологічна схема підготовки питної води включає в себе електрокоагулятори, гідроциклони, тонкошарові відстійники, напірну флотацію, акустичні фільтри, контактні прояснювачі КП-3 (КО-3) та контактні фільтри КФ-5, повільні фільтри з механічним розпушуванням піску і гідрозмиванням забруднень після промивання [2]. Дана схема

передбачає реагентну обробку води, в якій прояснення і знебарвлення в шарі завислого осаду та фільтрування відбуваються на швидких фільтрах.

Ще однією із найсучасніших схем очищення води є схема з контактними прояснювачами. В ній на мікрофільтрах видаляють планктон, потім воду обробляють реагентами, які подаються у контактний прояснювач, де завершується прояснення та знебарвлення води. Схема також передбачає знезараження і фторування води [3]. На останньому етапі очищена вода надходить в резервуари чистої води і під тиском насосів другого підйому – в мережу споживача.

Найпоширенішим методом очищення вод є коагуляція – ефективний і надійний метод видалення зважених частинок діаметром  $> 10$  нм із природних і стічних вод. Вона також видаляє розчинені фракції деяких компонентів, наприклад, знижується кольоровість вихідної води, вміст фосфатів у побутовій і промисловій стічних водах. Зважені частинки складаються з колоїдів і твердих частинок, які частково є органічними речовинами (як правило, 40-60 %) і сполуками азоту (зазвичай 15-30 %) у побутових водах [3].

На водоочисних станціях колоїдні частинки відокремлюються за допомогою процесу хімічної коагуляції. В цьому випадку найчастіше використовують сульфат алюмінію хлорид заліза. Проте, останнім часом науковці намагаються знайти альтернативу синтетичним хімічним коагулянтам, замінити їх іншим – більш натуральними [4]. Найбільшою перевагою яких є те, що вони безпечні для споживання (через їх рослинне походження) та біологічно розкладаються в навколишньому середовищі. Найбільшої уваги привернули до себе біокоагулянти отримані на основі екстрактів з квасолі, сочевиці та пажитника, які добре себе зарекомендували в порівнянні з алюмінієвими галунами [5].

Останній етап водопідготовки складається із знезараження, адже епідеміологічний стан питної води є одним з основних критеріїв її якості. Цей критерій має найвагоміший вплив на здоров'я населення, яке споживає воду, тому її мікробіологічний стан повинен бути під постійним контролем. Метод знезараження обирають з урахуванням якості води, ефективності її очищення, надійності знезараження та механізації трудомістких робіт і умов зберігання реагентів.

Із наведених вище методів найбільш широко застосовують реагентні методи. Як окислювачі використовують хлор, двоокис хлору, озон, йод, перманганат калію, перекис водню, гіпохлорим натрію або кальцію. З окислювальних агентів надається перевага хлору, озону та гіпохлориту натрію.

Недоліком традиційних методів дезинфекції води є утворення як органічних, так і неорганічних побічних продуктів дезинфекції. Тому останнім часом, особливо на локальних станціях водопідготовки, перевагу надають використанню комбінованих методів – застосовують хімічні агенти

в поєднанні з УФ-випромінюванням. Тим не менш, загальним недоліком, таких технологій, є висока експлуатаційна вартість, що дещо обмежує їх масштабне застосування. Однак із впровадженням більш ефективних УФ-ламп, каталізаторів видимого світла та покращеної конструкції реактора фотокаталізу на основі сонячних променів мають великий потенціал для широкомасштабного застосування.

#### *Література*

- 1. Технологія та обладнання одержання питної та технічної води. Практикум. Частина I. Навчальний посібник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / Н. М. Толстопалова, М. І. Літинська, Т. І. Обушенко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 101 с.*
- 2. Запольський А. К., Мішкова-Клименко Н. А., Астрелін І. М., Брик М. Т., Гвоздяк П. І., Князькова Т. В. Фізико-хімічні основи технології очищення води : Підручник. К. : Лібра, 2000. 552 с.*
- 3. Орлов В. О., Орлова А. М., Зошук В. О. Технологія підготовки питної води : Навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2010. 176 с.*
- 4. Farhaoui, M. and Derraz, M. Review on Optimization of Drinking Water Treatment Process // Journal of Water Resource and Protection, 2016. Vol. 8. 777–786. DOI: 10.4236/jwarp.2016.88063.*
- 5. ElSayed E. M., Nour El-Den A. A., Elkady M. F., Zaatout A. A. Comparison of coagulation performance using natural coagulants against traditional ones // Separation Science and Technology, 2021. Vol. 56. 1779–1787. DOI: 10.1080/01496395.2020.1795674.*
- 6. Collivignarelli M. C., Abbà A., Benigna I., Sorlini S., Torretta V. Overview of the Main Disinfection Processes for Wastewater and Drinking Water Treatment Plants // Sustainability, 2018. №10. 86–107. <https://doi.org/10.3390/su10010086>.*

*Калюжний А. П., к.т.н., Петраш О. В., к.т.н.,  
Бакуменко Р. В., аспірант, Калюжна В. А., студентка  
Національний університет «Полтавська політехніка імені  
Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна.*

## **ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ПІСЛЯ РЕМОНТУ НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН**

Відповідно до наукових публікацій багатьох авторів [1-3] можливо стверджувати, що згідно як органічної, так і неорганічної теорії походження нафти, утворення пластових флюїдів може відбуватись як недалеко від поверхні, так і на значних глибинах нашої планети. Такі процеси відбуваються постійно, проте проходять дуже повільно внаслідок утруднених шляхів міграції. Внаслідок чого над нафтогазовими родовищами утворюються геохімічні аномалії підвищеного вмісту метану у приповерхневих відкладах. Прискорення міграції може відбуватись внаслідок утворення різноманітних геологічних порушень, у тому числі внаслідок тектонічних рухів порід протягом мільйонів років. Прикладом такої прискореної міграції може бути виверження вулканів, під час цього явища вуглеводні, що можуть мігрувати до поверхні, згорають [4].

Актуальне завдання підвищення ефективності розробки нафтових родовищ – збереження фільтраційних властивостей порід у пласті, близьких до природних. Погіршення цих властивостей відбувається на всіх етапах закачування свердловин: первинному й вторинному розкритті, кріпленні-цементуванні, на стадії порушення припливу, після глушіння в процесі ремонту свердловин.

Регулювання фільтраційних властивостей шару в наврокосвердловинних зонах здійснюють як у процесі закінчування свердловин, так і при їх експлуатації та ремонті свердловин.

Видами ремонтних робіт різного призначення є:

- капітальний ремонт свердловин;
- поточний ремонт свердловин;
- свердловино-операція з підвищення нафтовіддачі пластів і продуктивності свердловини.

При цьому необхідно запроваджувати сучасні екологічні заходи щодо збереження довкілля. Охорону навколишнього природного середовища під час капітального ремонту свердловини повинен здійснювати користувач надрами незалежно від того, хто виконує роботи – чи організація, що

експлуатує свердловину після ремонту, чи підрядна організація, що проводить комплекс ремонтних робіт на свердловині.

Охорона навколишнього природного середовища та надр під час експлуатації свердловини після ремонту, передбачає застосування комплексу організаційних і геолого-технічних заходів, спрямованих на:

- комплексне повторне геологічне вивчення надр, будови родовищ, отримання необхідних додаткових даних запасів вуглеводнів;

- запобігання втратам нафти, газу і конденсату в надрах, порушенню запроєктованої технології розробки покладів нафти і газу, експлуатації свердловин, які призводять до передчасного обводнення пластів, перетоків флюїдів між продуктивними і сусідніми (верхніми і нижніми) горизонтами;

- запобігання передчасному виснаженню родовищ (покладів) під час дослідно-промислової і промислової розробок;

- зведення до мінімуму випуску газу при пробній вводі після ремонту свердловини та її продувку;

- недопущення шкідливого впливу розробки родовища (покладу) на населення, навколишнє природне середовище, сусідні ділянки надр, а також існуючі будівлі та споруди.

На родовищах нафти і газу розбурювання здійснюється за умов забезпечення всіх обґрунтованих заходів із запобігання шкоді іншим продуктивним горизонтам.

Вторинне розкриття продуктивних пластів проводиться на спеціальних промивальних рідинах, які забезпечують збереження природної проникності.

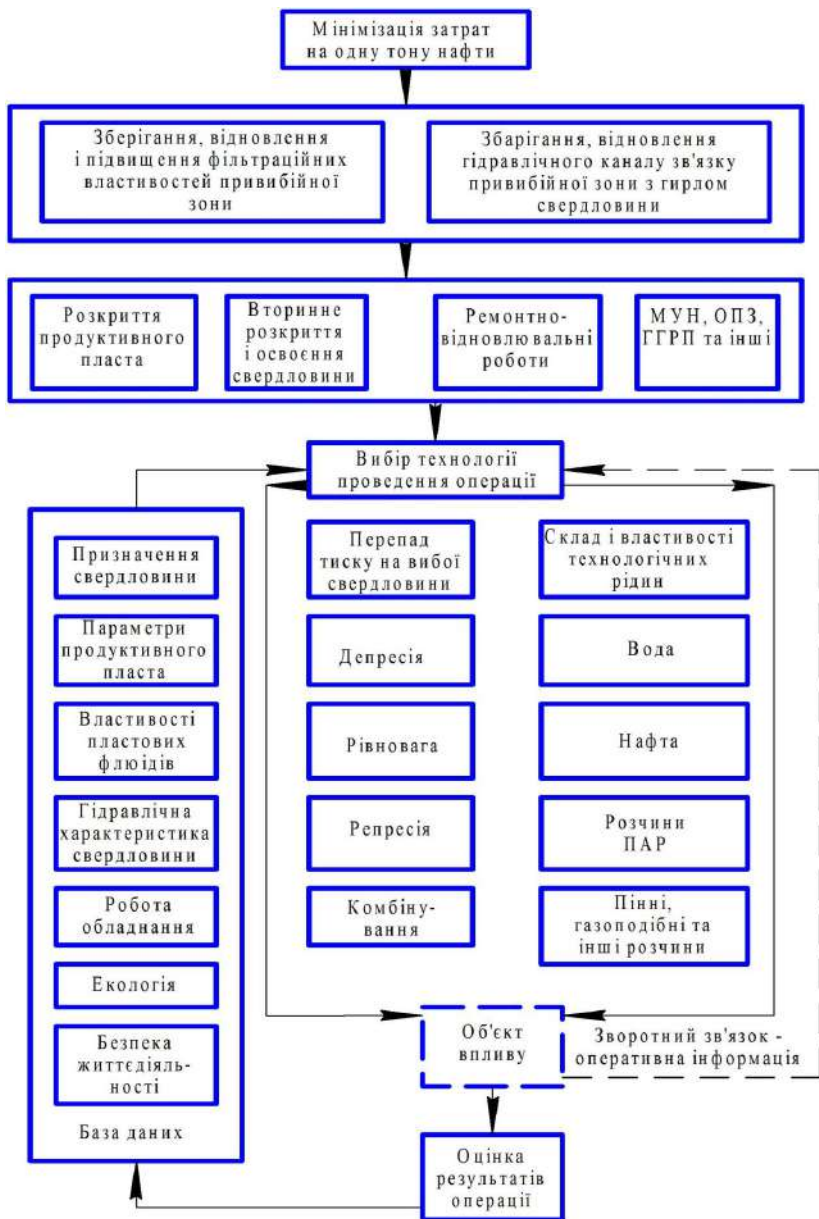
Обсяги видобутку нафти, газу і конденсату, нагнітання води (газу) й депресії (репресії) на пласт повинні встановлюватись з урахуванням умов, які забезпечуватимуть раціональну розробку покладів і безаварійну експлуатацію свердловин.

Експлуатація видобувних і нагнітальних свердловин із порушенням герметичності обсадних труб, експлуатаційної колони, відсутністю цементного каменю за колоною, пропусками фланцевих з'єднань, з іншими дефектами не допускається. У виняткових випадках експлуатація видобувних свердловин з міжколонним тиском допускається відповідно до діючих нормативно-технічних документів [4].

Досягнення зазначених перспектив можливо при паралельному вирішенні двох проблем [5]:

- 1) підвищення якості будівництва та експлуатаційної надійності свердловин;

- 2) інтенсифікації видобутку нафти і газу за рахунок наявних і нововведених виробничих потужностей.



**Рис. 1. Схема вибору технології впливу на пласт, із метою збільшення продуктивності свердловини**



Прагнення до отримання швидкого прибутку часто спонукає підрядників до економії коштів за рахунок зниження якості виконуваних робіт, інтенсифікації нафтовидобутку в порушенні встановлених державою ліцензійних вимог та затверджених техніко-економічних обґрунтувань розробки, що веде до збільшення аварій та забрудненню навколишнього середовища. Тому на родовищах нафти і газу, треба проводити обов'язковий комплекс досліджень і систематичних вимірів для контролю за розробкою відповідно до затвердженого проекту (технологічної схеми) промислової розробки родовищ із метою збереження довкілля планети.

#### *Література*

1. Созанський В. І. Відновлення світових запасів нафти і газу як стратегічна проблема сучасності // *Геологічний журнал*. 2013. №2. С. 68–74.

2. Пукіш А. В., Дригулич П. Г. Екологічні аспекти відновлення вуглеводневих покладів // *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористання*, № 2 (16). 2017. С. 5–10.

3. Вдовиченко А. І., Коваль А. М., Ченіль П. М. Нарощування видобутку вуглеводнів в Україні за рахунок відновлювальних процесів // *Нафтогазова інженерія*. 2017. №1. С. 112–121.

4. Калюжний А. П., Зубричева Л. Л., Лобач Д. С. Екологічні та санітарно-гігієнічні вимоги до споруд водовідведення нафтогазовидобувного комплексу // *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. Кременчук : КрНУ, 2018. Вип. 1(108). С. 117–123.

5. Крупський Ю. З., Марусяк В. П. Відновлення покладів вуглеводнів та виявлення ліквідованих свердловин з пропущеними продуктивними горизонтами (на прикладі західного НГР) // *ScienceRise*. 2015. Т. 8.– №1 (13).

6. *Правила розробки нафтових і газових родовищ, затв. наказом Міністерства екології та природних ресурсів України 15.03.2017. № 118. 33 с.*

*Карпаш М. О., д.т.н, професор, Мандрик О. М., д.т.н, професор,  
Олійник А. П., д.т.н, професор, Фешанич Л. І., к.т.н., доцент  
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
м. Івано-Франківськ, Україна*

## **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗВИТКУ ПАВОДКОВИХ ЯВИЩ В ПРИКАРПАТСЬКОМУ ІНДУСТРІАЛЬНОМУ РЕГІОНІ В ЗОНІ РОЗТАШУВАННЯ НАФТОГАЗОВИХ ОБ'ЄКТІВ**

На першому етапі досліджень проводилась обробка експериментальних даних спостережень на відповідних постах параметрів, що характеризують даний регіон з точки зору паводкової небезпеки, методом ковзаючого середнього надано прогнози стосовно розвитку можливих паводків, методом експертних оцінок [1] виявлено та проранжовано потенційно небезпечні регіони, в яких функціонують підприємства нафтогазового комплексу (НГК). Проаналізовано дані гідрологічних спостережень у контрольних точках за наступним прикладом.

**Таблиця 1. Приклад задання початкових даних**

Дані спостережень при паводках в 2014р								
№ / п. п	Назва поста	Привієдннн	Рівень см.	дата	Температура води	Температура повітря	Сума опаді мм.	Витрата води куб.м /с
1	р.Прут смт. Ворохта	208	244	11.07.	11.2	14.0	45.8	13.6
2	р.Прут с.Татарів	90	280	15.05.	8.2	8.6	73.0	97.0
3	р.Прут м. Яремче	170	370	15.05.	9.3	9.3	104.7	256
4	р. Кам'янка с. Дора	-9	37	15.05.	8.7	9.9	88.0	16.9
5	р. Бистриця - Солотвинська с. Гута	193	384	15.05.	7.3	10.0	101.0	65.8
6	р. Бистриця - Солотвинська м. Івано-Франківськ	1224-870	394	15-16.05.	11.5	12.0	-	302
7	р. Бистриця – Надвірнянська с.Пасічна	148	353	15.05.	9.0	9.8	116.2	243
8	р. Бистриця – Надвірнянська с. Чернів	1177-792	385	11-12.07.	17.1	17.0	57.7	68.0
9	р. Ворона м. Тисмениця	190	355	25.07.	18.0	19.0	9.0	33.3

Такого роду дані збирались упродовж 2008-2020 рр.

Проведено оцінку ступеня ризику виникнення повеневих ефектів, зроблено прогноз про загрозу повеней методом ковзаючого середнього, особливістю якого є короткотермінові прогнози, що особливо корисно при експрес-методах прогнозування.

**Таблиця 2. Проранжовані показники безпеки повеневих явищ**

№	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	4	3	4	3	4	4	4	4	3	3	4	3	4
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
4	0	4	1	0	0	4	4	0	4	4	4	4	3-
5	-	-	0	4	4	3	2	2	2	1	2	1	0-
6	-	-	4	0	0	0	0	0	0	0	3	2	3
7	-	-	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
8	-	-	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
9	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Таблиця 3. Прогноз для 9 пунктів за методом ковзаючого середнього**

	2021	2022
1	3.5333	3.097
2	0	0
3	0.6	0.58766666
4	3.466666	3.622222
5	1.2666666	1.386624
6	1.9333333	1.6533333
7	0	0
8	0	0
9	0	0

**Таблиця 4. Назви територіальних зон**

1	р.Прут – смт Ворохта
2	р.Прут – с.Татарів
3	р.Прут – м. Яремче
4	р. Камянка – с. Дора
5	р. Бистриця-Солотвинська – с. Гута
6	р. Бистриця -Солотвинська – м. Івано-Франківськ
7	р. Бистриця –Надвірнянська – с.Пасічна
8	р. Бистриця – Надвірнянська – с. Чернів
9	р.Ворона – м. Тисмениця

У даній таблиці подані дані про ймовірність паводку в регіонах по роках за такою шкалою: 4 – дуже високий; 3 – високий; 2 – середній; 1 – низький.

У деяких регіонах дані відсутні. Оцінка ймовірності паводкових явищ робилась на основі даних про кількість опадів, інтенсивність потоку води в річках та рівня вод в ріках. Паводконебезпечними можна вважати регіони, в яких багато високих оцінок.

Другий етап присвячений математичному моделюванню паводкових явищ. При цьому вивчаються можливості описання реальних об'єктів та процесів з використанням систем звичайних диференціальних рівнянь, серед яких виділяється клас лінійних систем зі сталими коефіцієнтами [1,2]. Розглядається наступна модель: нехай  $y_1(t)$  – рівень паводкових вод,  $y_2(t)$  – кількісна характеристика здатності поглинання паводкових вод (проникність ґрунтового середовища, рівень зелених насаджень, гідротехнічне забезпечення тощо)  $y_3(t)$  – кількісна характеристика зміни кількості паводкових вод та опадів. При цьому слід зазначити, що в указаній системі присутні дві функції від часу – одна з них  $F_1(t)$  характеризує інтенсивність опадів в регіоні та  $F_2(t)$  характеризує інтенсивність капіталовкладень на протипаводкові заходи [2,3].

$$\begin{cases} \frac{dy_1}{dt} = k_1 y_1(t) - k_2 y_2(t) + k_3 y_3(t) \\ \frac{dy_2}{dt} = -k_4 y_3(t) - k_5 y_1(t) + F_2(t) \\ \frac{dy_3}{dt} = F_1(t) - k y_3(t) \end{cases} \quad (1)$$

з початковими умовами

$$y_1(t) = 0.2, y_2(t) = 1.0, y_3(t) = 0.8. \quad (2)$$

Перше з рівнянь системи (1) встановлює той факт, що швидкість зміни рівня паводкових вод залежить від наступних факторів: початкового рівня води в ріці; кількості опадів в регіоні; здатності ґрунтів поглинати воду, що надходить ззовні.

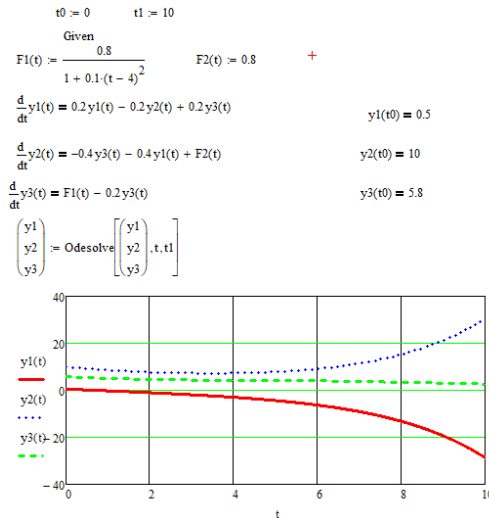
Друге рівняння системи встановлює, що здатність до поглинання наслідків паводку залежить, точніше, її швидкість, залежить від таких факторів: інтенсивності опадів; рівня паводкових вод; коштів, що виділяються на заходи по боротьбі з паводками.

Третє рівняння системи встановлює, що швидкість надходження опадів в регіон залежить від експериментально визначеної функції інтенсивності опадів та самого рівня опадів, який не може безкінечно зростати.

Функції  $F_1(t)$  та  $F_2(t)$  задаються таким чином:

$F_1(t) = c1/(1/0 + c2(t - t_1)^2)$  – функція, яка характеризує швидкість зміни опадів та надходження паводком води.  $F_2(t)$  – модельна функція, що характеризує витрати на протипаводкові заходи. На першому етапі вважається сталою, 0.2-0.6

Система типу (1) є певним розширенням відомої моделі типу «хижак – жертва». Запропоновано алгоритми знаходження коефіцієнтів системи (1) методом експертних оцінок, причому при моделюванні системи (1) встановлено додаткові умови на її коефіцієнтів з точки зору одержання асимптотично стійких розв’язків. Введення нелінійних складових в систему (1) дозволяє одержати розв’язки, які точніше відображають суть явищ та процесів, що моделюються. Приклад розрахунку з використанням відповідного пакету прикладних програм наведено нижче



**Рис. Приклад розрахунку з використанням програми Mathcad**

Тут шляхом проведення параметричної ідентифікації системи [1] вдалося встановити параметри системи в безрозмірному вигляді, які адекватно описують фізичну сутність повеневих явищ.

Практичні розрахунки проводились з використанням чисельних схем методу Рунге-Кута четвертого порядку точності для систем звичайних диференціальних рівнянь.

### *Література*

1. *Моделювання та оптимізація систем* : підручник / Дубовой В. М., Квстний Р. Н, Михальов О. І., Усов А. В. Вінниця : ПП «Едельвейс», 2017. 804 с.
2. *Flood development process forecasting based on water resources statistical data* / Mandryk O., Oliynyk A., Mykhailyuk R., Feshanych L. *Grassroots Journal of Natural Resources*. 2021. 4(2). 65–76.
3. Олійник А. П., Фешанич Л. І. Використання апарату звичайних диференціальних рівнянь при моделюванні екологічних та економічних систем. *Нафта і газ. Наука : освіта- виробництво: шляхи інтеграції та інноваційного розвитку: матеріали VI Всеукр. наук.-техн. конф., 10-11 лист. 2020 р. Дрогобич* : ТзОВ «Трек – ЛТД», 2020. С. 53

<sup>1</sup>Клімчук М. Р., здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»,

<sup>1</sup>Шелест З. М., к.б.н., доцент, <sup>2</sup>Жуковський О. В., к.с.-г.н., н.с.,

<sup>1</sup>Державний університет «Житомирська політехніка»,

<sup>2</sup>Поліський філіал УкрНДІЛГА ім. Г. М. Висоцького, м. Житомир, Україна

## **ВПЛИВ КЛІМАТИЧНОЇ КРИЗИ НА МАСОВЕ ПОШИРЕННЯ ВЕРХІВКОВОГО КОРОЇДА В ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ**

Досить часто клімат порівнюють із погодою, але це не так. Між ними є суттєва різниця. Погода – це те, що ми спостерігаємо кожного дня. Наприклад, часом іде дощ, часом настає спека або мороз. А от клімат – це характер погодних умов протягом тривалого періоду для значної території. За період існування планети Земля клімат змінював свій характер багато разів. Вченим відомо близько семи льодовикових періодів, після яких наступало потепління. Нині світ стоїть на межі глобального потепління. Але стрімке потепління в наш відбувається в 10 разів швидше, ніж це бувало раніше, тому його доцільно називати не лише природнім процесом. Науковці, щоб підкреслити серйозність даної проблеми, все частіше вживають замість терміну «зміни клімату» термін «кліматична криза». Кліматична криза – це понадміру стрімка зміна клімату через підвищення глобальної середньої температури повітря.

То що ж саме стало причиною кліматичної кризи? Вчені вважають, що найголовнішою причиною кліматичної кризи виступає різке зростання парникових газів у атмосфері. Парниковий ефект – це процес, за якого парникові гази затримують тепло на поверхні Землі та в атмосфері і не перешкоджають його поверненню назад у космос. Простіше кажучи, парниковий ефект підтримує на Землі комфортну температуру для життя. Якби не існувало даного ефекту, то середня температура на планеті становила б не + 15°C, а – 8°C. Отже, парниковий ефект – це нормальне природне явище. Але після промислової революції з середини ХІХ ст. концентрація в атмосфері парникових газів почала різко збільшуватись. Найбільш впливовою причиною, що призводить до збільшення парникових газів в атмосферному повітрі є діяльність людини.

До парникових газів відносять диоксид Карбону (CO<sub>2</sub>), метан (CH<sub>4</sub>), оксид Нітрогену (I) (N<sub>2</sub>O), озон (O<sub>3</sub>) і водяну пару. Зростання концентрації парникових газів в атмосфері відбувається внаслідок спалювання викопного палива, а саме вугілля, нафти, природного газу та інших. Під час горіння такого палива вивільняється вуглець, який потрапляючи в повітря з'єднується з киснем та утворює CO<sub>2</sub>. За останні 150 років середня

температура повітря збільшилась 1,5 °С. Іншими джерелами додаткових парникових газів є викиди в атмосферу промислових підприємств, особливо хімічної та металургійної галузей.

Люди не часто задумуються про наслідки своєї діяльності, спричиненні нашій планеті. Досить часто зв'язок між різними явищами доволі неочевидний. Наприклад, одним із наслідків стрімкої зміни клімату в лісових екосистемах Житомирського Полісся стало масове всихання соснових насаджень, зумовлене, в свою чергу, поширенням короїда верхівкового (*Ips acuminatus* Gyllenhal, 1827).

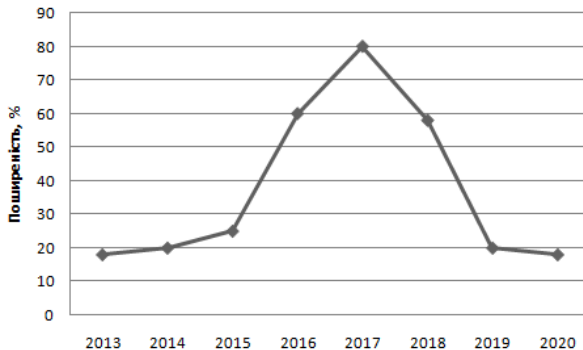
Як відомо, Житомирщина є однією з найбільш лісистих областей України (36,6% даної території займають ліси). В регіоні поширені чисті та мішані насадження з переважанням сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.). Не варто вважати, що саме кліматична криза призвела до появи короїда верхівкового в соснових лісах Житомирського Полісся. Короїд верхівковий є постійним мешканцем соснових насаджень, заселяючи переважно ослаблені дерева в осередках кореневої губки, дерева, пошкоджені внаслідок вітровалу. Короїд верхівковий мешкає в гілках крони та близькій до крони частині стовбура (район тонкої та перехідної кори). Ураження сосни відбувається за верхівковим типом. Тобто, комахи спочатку заселяють товсті гілки та стовбур крони. Самець прогризає ходи, згодом туди проникають самки. Самки, після спарювання, прогризають маточні ходи і відкладають в них яйця. Через 7-10 днів яйця перетворюються в личинки. Через пошкодження значної площі крони та стовбура дерева уповільнюється процес надходження поживних речовин та води до хвої, порушується фотосинтетичний апарат. Саме через це можна спостерігати зміну забарвлення хвої сосни. Колір поступово змінюється із зеленого на тьмяно-сіро-зелений, а згодом на рудий. Гілки такої сосни починають відмирати та опадати на землю, що призводить до швидкої загибелі дерева. Одночасно з ураженням крони короїдом верхівковим по стовбуру сосни поширюються «деревофарбуючі» гриби (трахеомікоз, «посиніння» деревини). Якщо ж короїд намагається атакувати за всіма ознаками здорове дерево сосни звичайної, то в таких випадках він зазнає поразки. Це обумовлено тим, що здорове дерево сосни при пошкодженні луба і деревини виділяє живицю. Живиця у своєму складі містить ефірні олії (терпени), токсичні для стовбурових шкідників.

Однак, починаючи з 2009 року, на території України спостерігався тривалий посушливий період. На Житомирському Поліссі м'яка малосніжна зима, мала кількість опадів протягом весняного та літнього періоду призвели до зменшення рівня ґрунтових вод, чим спричинили ослаблення соснових дерев. З квітня місяця почався масовий літ та заселення сосни короїдом верхівковим. Зазвичай, ці комахи розвиваються в двох поколіннях на рік. Але через значення ослаблення соснових



насаджень, почали фіксуватися три, чотири, а подекуди, навіть п'ять поколінь жуків.

Інтенсифікація розмноження призвела до спалаху чисельності популяції шкідників, що, в свою чергу, викликало збільшення площі заселення. Ускладнення ситуації з масовим всиханням соснових насаджень спостерігалось з осіннього періоду 2013 року. За даними Обласного управління лісового та мисливського господарства Житомирської області, фіксувалися значні площі всихання соснових насаджень, на яких почались масові розмноження комах-шкідників. Проаналізовані дані показали, що 2013-2015 років поширеність короїду верхівкового зростає з 17% до 25% площі лісових насаджень регіону (рис. 1). У 2017 році пошкодженими виявились 30% соснових насаджень на території державних лісгосподарських підприємств Житомирської області. Поширення шкідників викликало масове всихання соснових насаджень, яке можна пояснити зниженням тиску живиці у стовбурах сосни звичайної, спричинене, в свою чергу, зменшенням рівня ґрунтових вод через тривалість посушливого періоду, починаючи з 2009 року.



**Рис. 1.** Динаміка поширення короїдів в осередках всихання лісового фонду Житомирського ОУЛМГ

Таким чином, глобальні зміни клімату здатні впливати на підтримання екологічної рівноваги та динаміку чисельності популяцій різних видів, у тому числі й комах-шкідників.

#### *Література*

1. Гетьманчук А. І., Кичилюк О. В., Войтюк В. П., Бородавка В. О. Регіональні зміни клімату як причина гострих всихань сосняків Волинського Полісся. // Науковий вісник НЛТУ України, 2017, т. 27 №1. С. 120–124.

2. Завада М. М. Лісова ентомологія. К. : КВЦ, 2007. 216 с.

3. Клімчук М. Р., Шелест З. М., Жуковський О. В. Огляд методів боротьби з короїдом верхівковим // Тези доповідей XVII Всеукраїнської

наукової on-line конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнародною участю «Сучасні проблеми екології». С. 22.

4. Лісовий М. М., Чайка В.М. Екологічна функція ентомологічного біорізноманіття. // Фауна комах-фітофагів деревних і чагарникових насаджень Лісостепу України : Монографія.. Кам'янець-Подільський: Аксіома, 2008. 384 с.

5. Орлов О. О. Жуковський О. В., Кушнір Л. С. Комахи-ентомофаги в осередках розмноження стовбурових шкідників у Житомирському // Екологічна наукова діяльність: в концепції сталого розвитку : Матеріали конф. С. 222–227.

*Коваль М. Г., к.т.н., Яворська В. В., студентка  
Черкаський державний технологічний університет,  
м. Черкаси, Україна*

## **ФАРБУВАННЯ ТКАНИНИ ПРЯМИМИ БАРВНИКАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ СТІЧНОЇ ВОДИ, ЯК ОБОРОТНОЇ, ФАРБУВАЛЬНО- ОЗДОБЛЮВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА**

Вода необхідна для здоров'я та безпеки людини. Проте, мільярди людей у всьому світі стикаються із серйозними проблемами, пов'язаними з водою, від нестачі води та нерівномірного доступу до неї, поганої якості та відсутності санітарних умов, до таких катастроф, як повені та посуха.

Екологічно незбалансована економічна діяльність, яка використовує значні водні ресурси для потреб виробничого сектору, штучна зміна природного режиму водних об'єктів, призвели до деградаційних процесів, які почали переважати над здатністю до самовідновлення та самоочищення водних систем.

Найважливішими видами споживання води є міські (домогосподарства та промисловість, підключені до системи загального водопостачання), промисловість, сільське господарство та енергетика (охолодження на електростанціях). У середньому 44% загального вилучення води в Європі використовується для сільського господарства, 40% для промисловості та виробництва енергії (охолодження на електростанціях) і 15% для водопостачання населення [1].

Промисловість фарбування та оздоблення текстилю створила величезну проблему забруднення, оскільки це одна з найбільш хімічно інтенсивних галузей промисловості на Землі та забруднювач чистої води. Текстильна промисловість сьогодні виробляє понад 3600 індивідуальних барвників для тканин і використовує для цього понад 8000 хімічних речовин у різних процесах текстильного виробництва, включаючи фарбування та набивання [2].

Текстильна промисловість споживає значну кількість води у своїх виробничих процесах, переважно при фарбуванні та обробці тканин. Крім того, підвищений попит на текстильні вироби та пропорційне збільшення їх виробництва, а також використання синтетичних барвників сприяє тому, що стічні води фарбувально-оздоблювального виробництва стали суттєвим джерелом проблем забруднення води в сучасний час.

Основні екологічні проблеми фарбувально-оздоблювального виробництва пов'язані із технологічними стічними водами, що містять в

своєму складі органічні барвники. При фарбуванні тканин лише прямими барвниками, приблизно 40-50% барвника залишається у стічній воді. Також додаткова кількість барвника потрапляє у стічні води при промиванні обладнання після фарбування.

Тож, очищення та повторне використання стічних вод, як оборотних, фарбувально-оздоблювального виробництва, є актуальним та перспективним рішенням для збереження та збільшення наявних водних ресурсів, енергозаощадження і зменшення викидів шкідливого забруднення в навколишнє середовище.

У виробничих умовах лабораторії ПрАТ «Черкаський шовковий комбінат» (Україна, м. Черкаси) здійснено фарбування тканини «Бязь» (арт. 3399) барвниками Прямим червоним світлостійким та Прямим синім Direct B2RL (Китай) за базовою рецептурою ПрАТ «ЧШК».

Прямі барвники є розчинними у воді натрієвими солями органічних сульфокислот. Вони мають спорідненість до целюлозних волокон і фарбують безпосередньо із фарбувального розчину в присутності електролітів. Переходять на волокно у вигляді солей [3].

Досліджено фізико-хімічну стійкість та технологічні властивості стічної води, залежність зміни властивостей стічної води від часу її зберігання, вплив зберігання стічної води на інтенсивність та якість пофарбованої тканини. Практично пофарбовано зразки тканини «Бязь» (арт.3399) прямими барвниками з використанням стічної води, яка зберігалась одну добу, 14 діб та 30 діб. Практичним шляхом визначено, що зміна базової рецептури фарбувального розчину із використанням одержаної стічної води ґрунтується лише на додаванні певної маси барвника, так як значення рН і густини фарбувальних розчинів та стічної води не відрізняються (табл. 1). Маса барвника, яка додавалася до стічної води, вираховувалася математично та ґрунтувалася на спектрофотометричних дослідженнях фарбувальних розчинах і одержаних стічних вод.

**Таблиця 1. Властивості фарбувального розчину та одержаних стічних вод**

Барвник	Густина, г/мл				рН			
	Базова рецептура	Стічна вода			Базова рецептура	Стічна вода		
		1 доба	14 діб	30 діб		1 доба	14 діб	30 діб
Прямий червоний світлостійкий	1,000	1,002	1,003	1,005	10,02	10,0	9,6	9,1
Прямий синій Direct B2RL	1, 001	1,003	1,005	1,002	9,97	9,8	9,9	9,5

Досліджено колірні характеристики пофарбованих зразків, здійснено їх порівняльний аналіз за еталомом. В якості еталону обрано зразки, пофарбовані за базовою рецептурою ПрАТ «ЧШК», інтенсивність забарвлення яких прийнято за 100% (табл. 2).

**Таблиця 2. Колірні характеристики фарбування тканини «Бязь» прямими барвниками**

Барвник		Світлість dL	Відтінок dA	Відтінок dB	Колірне відхилення dE*	Інтенсивність забарвлення, % до еталону
Прямий червоний світлостійкий	базова рецептура					100
	стічна вода 1 доба	-0,1 темні- ший	+2,22 червоні- ший	-0,96 сині-ший	1,4	99
	стічна вода 14 діб	+0,33 світлі- ший	+2,07 червоні- ший	+0,23 жовті- ший	2,18	97
	стічна вода 30 діб	+0,59 світлі- ший	+1,96 червоні- ший	+0,72 жовті- ший	2,32	94
Прямий синій Direct B2RL	базова рецептура					100
	стічна вода 1 доба	+0,26 світлі- ший	-0,3 зелені- ший	-0,07 сині-ший	0,41	97,4
	стічна вода 14 діб	+1,58 світлі- ший	-0,42 зелені- ший	-0,88 сині-ший	1,73	85,2
	Стічна вода 30 діб	+2,57 світлі- ший	-0,59 зелені- ший	-1,23 сині-ший	2,91	74,3

\* Згідно з державними стандартами на текстильну продукцію, колірне відхилення dE не повинне перевищувати 2.

Досліджувалися якісні показники стійкості забарвлень пофарбованих зразків бавовняної тканини «Бязь» (арт. 3399) відповідно до ДСТ 9733.27-83 «Шкала сірих еталонів», зокрема, показники стійкості забарвлення до сухого та мокрого тертя. Визначено, що показники стійкості забарвлення до сухого тертя однаково високі як в еталонів (за рецептурою ПрАТ

«ЧШК»), так і у зразків, пофарбованих із використанням стічної води (4-5 бали). Стійкість до мокрого тертя у всіх зразків на рівні двох балів.

За результатами проведених досліджень, можна зробити висновки:

1. Досліджуваний термін зберігання стічної води практично не впливає на її фізико-хімічні властивості, що дозволило прогнозувати використання стічної води, як оборотної, в технологічному процесі фарбування тканини.

2. Практичним шляхом визначено, що зміна базової рецептури фарбувального розчину із використанням одержаної стічної води ґрунтується лише на додаванні певної маси барвника так, як значення рН і густини фарбувальних розчинів та стічної води не відрізняються.

3. Інтенсивність забарвлення зразків, пофарбованих барвником Прямим червоним світлостійким із використанням стічної води (через одну добу) складає 99%, (через 14 діб.) – 97% та барвником Прямим синім Direct B2RL із використанням стічної води (через одну добу) -97%, значення яких близькі до еталону 100%, що свідчить про можливість використання стічних вод протягом 14 діб для фарбування тканин барвником Прямим червоним світлостійким та використання стічних вод протягом однієї доби для фарбування тканин барвником Прямим синім Direct B2RL.

4. Показники стійкості забарвлень досліджуваних пофарбованих зразків до сухого тертя є близькими до еталону (4-5 бали), стійкість досліджуваних зразків до мокрого тертя на рівні двох балів.

#### *Література*

1. *Water use by sectors [Електронний ресурс] // <https://www.eea.europa.eu/archived/archived-content-water-topic/water-resources/water-use-by-sectors>*
2. *Ел. ресурс: <https://www.intechopen.com/chapters/41411>*
3. *Бородкин В. Ф. Химия красителей. М. : Химия, 1981. 248 с.*

*Колієнко А.Г., к.т.н., проф., Голік Ю. С., к.т.н., проф.,  
Турченко В. С. студент,  
Національний університет «Полтавська політехніка  
Імені Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна*

## **БРИКЕТИ ІЗ ВІДХОДІВ ВУГЛЕЗБАГАЧУВАЛЬНИХ ФАБРИК І БІОМАСИ – АЛЬТЕРНАТИВНИЙ ВИД ПАЛИВА ДЛЯ ШАХТАРСЬКИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ В УМОВАХ ПЕРЕХОДУ НА «ЗЕЛЕНУ» ЕНЕРГЕТИКУ**

Щорічно шахти та вуглезбагачувальні фабрики в Україні утворюють біля 70 млн.т вугільних відходів, з яких 40-45 млн.т складають у відвали. В Україні утворилось 1063 породних відвалів, із яких біля 15-20% – ті, що горять, при цьому значна частина з них діючі. Вони займають площу 7188,0 га, де зберігається біля 1,7 млрд. м<sup>3</sup> породи. Основна частина відвалів порід (1009) розташована в Донбасі. Площа, яку вони займають, становить 6733,0 га, і в них зберігається більше 1,5 млрд. м<sup>3</sup> породи. Вуглезбагачувальними фабриками (ВЗФ) скидаються в мулонакопичувачі біля 2 млн.т на рік тонкодисперсних відходів флотаційного збагачування. Всього в мулонакопичувачах фабрик зберігається більш 70 млн.т відходів, і вони займають площу 850,0 га. За прогнозом шахтами ДХК «Павлоградвугілля» при вийманні всіх балансових запасів вугілля буде виведено з обігу 12,6 тис.га земельних угідь, у тому числі 2,5 тис. га орних земель, 1,3 га лісових угідь, 1,75 тис. га територій під населеними пунктами.

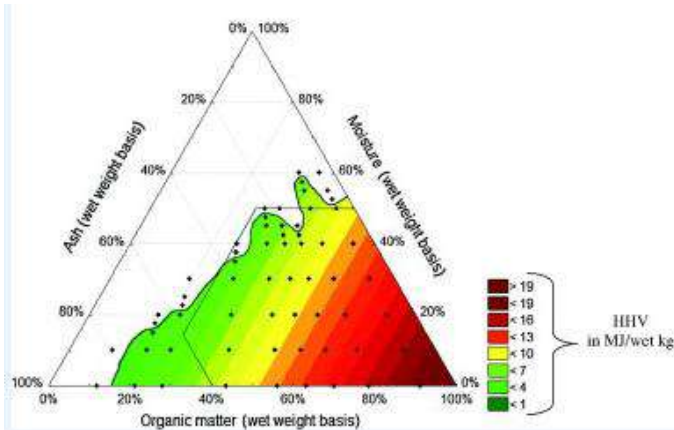
Вугільні шлами складаються із мілкодисперсних частинок мінеральних та органічних компонентів вугілля, а також води, котра міститься у вільному та зв'язаному стані. Вони мають значний енергетичний потенціал, а запаси їх значні.

Склад шламу, що отримують на ВЗФ наведено в таблиці. Проблемаю його використання є висока зольність, вологість, низька теплота згорання і нестабільність брикетування палива із такої сировини.

Використання шламів як енергетичного палива, можливо як у вигляді водно шламових сумішей ( для потужних енергетичних котлів) так і у вигляді брикетів (для котлів малої і середньої потужності). Але у будь якому випадку використання шламів стає доцільним лише у випадку їх невисокої зольності (до 40% за масою), незначної вологості (не більше 30%) і достатньо високої теплоти згорання (не менше 5...6 МДж/кг). Висока зольність призводить до ускладнень при спалюванні такого палива й низької теплоти згорання. Зменшити зольність можна шляхом

формування брикетів із суміші вугільного шламу й біомаси із поживних решток (наприклад, подрібненої соломи).

Аналіз складу палива, що надано у таблиці й діаграми, представленої на рис.1) показують, що шлам ЦЗФ і брикети із шламу й біомаси належать до речовин, котрі можуть використовуватись у якості енергетичного палива й підтримують самостійно процес горіння.



**Рис. 1. Діаграма «зольність-вологість – уміст горючих речовин» (кольором виділено теплоту згорання палива)**

У разі переходу котельних з вугілля на комбіновані брикети з використанням біомаси паливні характеристики брикетів повинні бути близькими до вугілля, що зараз використовується як за характеристиками, так і за розміром.

Склад вугілля, котре використовується на котельних, склад шламу ВЗФ, біомаси і прогнозований склад паливних комбінованих брикетів наведено в таблиці 1.

Як видно із таблиці, горючі властивості палива покращуються при збільшенні в суміші частки біомаси.

Таким чином можливо отримання брикетів із водно-шламової суміші шляхом пресування суміші відходів вуглезбагачення із біомасою у вигляді поживних решток (соломою зернових культур, стеблами і лущинням соняшника, качанами кукурудзи,). Таке змішування не лише покращує процес брикетування за рахунок активації поверхні вугільних частинок, а й дозволяє зменшити зольність шламу і збільшити його теплоту згорання.



**Таблиця 1. Основні характеристики біомаси, вугілля, шламу й паливних брикетів**

Показники	Солома	Деревина	Вугілля	Шлам ЦЗФ	Брикет з шламу і соломи з часткою соломи, %	
					50	75
Елементарний склад, % мас.						
Карбон, С	43	45	49	21...23	32,5	37,0
Оксиген, О	34	31	9	3,8	18,9	26,2
Гідроген, Н	5	5,7	4	-	2,5	3,7
Хлор, Сl	0,4	-	-	-	0,2	0,3
Сірка, S	0,2	-	1,94	1	0,6	0,4
Вологість, W	11,4	17,7	9,8	38-42	25,7	18,5
Зольність, А	6	0,6	23,3	66-68	36,5	21,2
Нижча теплота згорання, МДж/кг	14,4	16,0	21,7	11,7-14,7	13,8	14,1

Спалювання паливних комбінованих брикет у якості енергетичного палива в котельних міст Донбасу матиме такі позитивні наслідки:

1. Заміна викопного енергетичного палива – вугілля на комбіноване паливо з високим умістом відновлювального джерела енергії – біомаси.
2. Скорочення витрат вугілля.
3. Скорочення викидів  $CO_2$  в атмосферу на величину.
4. Переведення землі шламовідстійників із промислового призначення в сільськогосподарське.
5. Створення нових робочих місць.
6. Запасів існуючих відстійників вистачить для виробництва паливних брикетів упродовж 160...200 років.

*Коломісць С. В., к.т.н., Ярошенко Є. Р., здобувач першого рівня вищої освіти, Національний транспортний університет, Київ, Україна*

## **РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД НА МИЙЦІ АТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА**

Стічні води від мийки автомобілів складають 80-85% від обсягу виробничих стічних вод автотранспортного підприємства (АТП) [1]. Основними забрудненнями стічних вод є зважені речовини і нафтопродукти. Концентрація зважених речовин залежить від великої кількості факторів: типу автомобіля, його розміру, характеру дорожнього покриття, сезонних умов, складу ґрунту в районі експлуатації, періодичності миття автомобілів і типу застосовуваної мийки. Для стоку від мийки легкових автомобілів може бути прийнятий наступний гранулометричний склад суспензії [2]: 12% частки з розміром 300-2500 мкм; 75% розмір 300-100 мкм; 13% – розміром менше 100 мкм.

Основною особливістю нафтопродуктів є їх слабе емульгування і адсорбція на висококонцентровану суспензію, що істотно ускладнює використання осаду з відстійників без його додаткової обробки та утилізації. Відпрацьовані масла є основними органічними забруднювачами, затримуються на очисних спорудах АТП, частина їх спливає на поверхню відстійників, частина збирається на мінеральних частинках шламу і осідає на дно відстійників. Застосування при мийці автомобілів синтетичних миючих засобів веде до емульгування нафтопродуктів і вимагає іншого способу їх очистки, тому що відстій, коагуляція й фільтрація не забезпечують необхідної ефективності, тому для цих цілей необхідно використовувати інші методи очистки води.

Згідно вимог до стічних вод у відстійники забороняється скидати [3]:

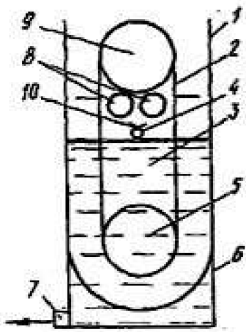
- речовини, здатні засмічувати трубопроводи (окалина, вапно, пісок, металева стружка та ін.);
- речовини, які створюють руйнівну дію на матеріали труб і споруд;
- нерозчинні масла, смоли, мазут та ін.;
- біологічні важкоокисні органічні речовини;
- біологічно жорсткі стоки;
- зважені та спливаючі речовини, що перевищують 500 мг/л, для яких не встановлені вловлювачі в воді водних об'єктів;
- кислоти, горючі домішки, токсичні та розчинені газоподібні речовини (розчинники, бензин, бензол та ін.);
- стічні води, які мають температуру понад 40°C, рН нижче 6,5 і вище 9,0;
- концентровані маточні розчини;

- сміття, одноразові скиди виробничих стічних вод.

Нафтопродукти належать до речовин, які з великими труднощами, піддаються окисленню при біологічному очищенні стічних вод. При великій концентрації нафтопродукти можуть мати несприятливий вплив на якість активного мулу й ускладнювати експлуатацію відстійників. У зв'язку з цим, виникає проблема локального очищення нафтовмісних стоків перед їх спуском. Максимальна допустима концентрація нафтопродуктів у стоках, які надходять на біологічне очищення, не повинна перевищувати 2,5 мг/л. Практично в умовах АТП знизити концентрацію вдається по зважених речовинах до 5-10 мг/л, по нафтопродуктах до 5,0 мг/л. Тому, ми вважаємо, що підприємство повинно застосувати технологію вторинного використання в системах оборотного водопостачання мийних стоків із щоденним поповненням в кількості 10% від загального обсягу за умови обмивання з водопроводу для легкових автомобілів. Зворотна система при цьому повинна поповнюватися водою від домиву автомобілів, частково свіжою водою й водою після промивання фільтрів.

Одним із напрямів в області очищення стічної води від мастил і нафтопродуктів на АТП є використання фільтрів із застосуванням еластичного пінополіуретану.

В очищенні стічних вод рекомендується використовувати фільтр «Полімер-25», схема якого наведена на рис. 1. Фільтр призначений для очищення невибухонебезпечних стічних вод від нафтопродуктів і олій, що мають рН в межах від 6 до 9. Фільтр складається з наступних основних вузлів: резервуар; ковшовий ланцюгової елеватор; віджимні барабани; привід; опорна металоконструкція і прийомний бункер.



**Рис. 1. Пінополіуретановий фільтр типу «Полімер-25»:**

1 – смінь фільтра; 2 – ланцюговий ковшовий елеватор; 3 – пінополіуретанове завантаження; 4 – подаючий трубопровід; 5 – ведена зірочка; 6 – сітчасте днище; 7 – відвідний трубопровід; 8 – віджимні барабани; 9 – ведуча зірочка; 10 – жолоб для прийому і відведення віджатих мастил.

Підготовка фільтра до роботи має здійснюватися в наступній послідовності: ємність фільтра завантажується пінополіуретаном із дотриманням рекомендованих значень крупності, щільності й висоти фільтруючого шару, потім в ємність подається стічна вода в кількості 1,5 – 2 м<sup>3</sup> і відбувається віджимання на барабанах протягом 2-3 годин для видалення з неї пухирців повітря. Після цього здійснюється спорожнення фільтра в голову споруди та включення його в роботу.

Очищення стічних вод на фільтрах має здійснюватися наступним чином. Стічні води надходять у розподільні камери, що забезпечують рівномірний розподіл потоку. Пройшовши шар завантаження 3, стоки звільняються від мастил і зважених речовин і через перфороване днище по відповідному трубопроводу 7 виводяться з фільтра. У процесі фільтрування завантаження насичується маслами і зваженими речовинами і по завершенні фільтро-циклу ківшами елеватора 2 подається на прорезинені віджимні барабани 8 для регенерації. При обертанні барабанів із завантаження віджимаються накопичені в ній забруднення і по відповідному трубопроводу виводяться з фільтра. Перед початком регенерації фільтр спорожняється, а перший фільтрат після регенерації направляється в голову очисних споруд. У ємність фільтра після його спорожнення перед регенерацією подається очищена вода для розпушення завантаження, під час регенерації завантаження подача стічних вод на даний фільтр не проводиться.

Однак, після очищення на таких фільтрах у воді залишається 10-15 мг/л нафтопродуктів. Застосування пінополіуретанових фільтрів обмежується недостатньою міцністю завантаження, яка з плином часу деформується й втрачає пористість, особливо при потраплянні у воду кислот або лугів.

Таким чином, виконуючи рекомендації щодо вдосконалення роботи мийного обладнання та врахування способу поліпшення та удосконалення автоматички на АТП, який полягає у встановленні фільтр «Полімер-25». Ця установка дозволить суттєво зменшити витрати води та миючих засобів і дотримуватись всіх норм та вимог до якості води.

### *Література*

- 1. Коробочка О. М., Скорняков Е. С., Сасов О. О. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту. Дніпродзержинськ : 2009. 253 с.*
- 2. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. К. : Знання-Прес, 2003. 511 с.*
- 3. Гутаревич Ю. Ф., Зеркалов Д. З., Говорун А. Г. Екологія та автомобільний транспорт : Нанчальний посібник. К. : Арістей, 2006. 267 с.*

*Красовський С. А., аспірант, Ковров О. С., д.т.н., професор,  
Клімкіна І. І., к.б.н., доцент  
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,  
м. Дніпро, Україна*

## **АНАЛІЗ ВМІСТУ ВОДОРОЗЧИННИХ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ З ВІДВАЛУ ВУГІЛЬНОЇ ШАХТИ**

Накопичення відвалів гірських порід є великою екологічною проблемою гірничодобувної промисловості. Зараз в українській частині Донбасу нараховується 1185 відвалів порід шахт. ДТЕК Енерго є ключовим гравцем вугільної галузі України. Виробничі потужності даного сегмента представлені 13 шахтами та 4 вуглезбагачувальними фабриками. Відвали та шламонакопичувачі містять близько 1,3 млрд. т порід із щорічним поповненням близько 60 млн. т. Дані території займають великі площі і потребують рекультивациі в майбутньому [1].

Гірничовидобувна промисловість має широкий спектр впливу на елементи довкілля, один з різновидів якого є явище кислотного шахтного дренажу гірських порід (Acid Mine Drainage, AMD). Зазначене явище спостерігається у пустих розкривних породах, що складаються у відвали, і багаті за вмістом на сульфідні мінерали, солі заліза та міді. Внаслідок хімічних трансформацій знижується рН, що сприяє мобілізації важких металів із породного масиву та забрудненню прилеглих до відвалу територій.

Кислотні стічні води з поверхні відвалів вуглевидобування потрапляють до навколишнього середовища, погіршуючи його стан та зменшуючи його біорізноманіття. Кислотні стоки – це процес, який відбувається в результаті контакту між насиченою киснем водою та мінералом піритом ( $\text{FeS}_2$ ), що призводить до його окислення та утворенню кислот [2]. Через вплив на навколишнє середовище кислотні стічні води викликають різнопланові екологічні наслідки в країнах із інтенсивною розробкою корисних копалин.

Кислі шахтні води характеризуються низьким рН і дуже високим вмістом сульфатів, заліза і важких металів. Концентрація важких металів в шахтних водах викликає більше занепокоєння щодо шкоди для навколишнього середовища ніж низький рівень кислотності [3]. Кожне гірниче підприємство має свої характеристики кислотних стічних вод та спектр впливу залежно від географічних та кліматичних умов регіону.

Метою даної роботи було визначення вмісту водорозчинних хімічних елементів у породному відвалі вугільної шахти ВСП ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля», «Шахта ім. Героїв Космосу» й проаналізувати

потенційну небезпеку, яку можуть створити кислотні стічні води даного відвалу. Головною ідеєю було визначити фізико-хімічні параметри вугільного відвалу ДТЕК ШУ «Героїв Космосу» та спроектувати вплив водного вимивання при рН5 та рН7 з даного субстрату.

Зразки породи були відібрані з вугільного відвалу шахти «Героїв Космосу», який на даний момент є активним і на нього складається гірська порода від проходки вугільних виробок. Було проведено комплексний аналіз таких фізико-хімічних показників породи як: рН, питома електропровідність ґрунту (ЕС), потенційне вимивання хімічних речовин та «потенційно активний» вміст важких металів та інших токсичних елементів.

Проби були доведені до рівноважного повітряно-сухого стану, після чого підготовлено ґрунтово-водні витяжки у співвідношенні 1:10. рН водної витяжки визначали за ГОСТ 17.5.4.01-84, питому електропровідність – за ДСТУ ISO 11265:2001. «Потенційно активний» вміст мікроелементів в ґрунтах визначали на підставі методу мас-спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP-MS). Підготовку проб для аналізу вмісту елементів здійснювали згідно ДСТУ ISO 14869-1:2005 при розчиненні проб ґрунту мікрохвильовим методом у суміші азотної, хлоридної та ортофосфорної кислот. Даний аналіз був зроблений у трьох повторностях. Статистичну обробку результатів дослідження виконано за допомогою пакету програми «Microsoft Excel 2010».

Аналіз фізико-хімічних даних показав, що середнє значення рН ґрунту з трьох повторностей проб відібраних з відвалу вуглевидобування складає 7,68, середнє значення питомої електропровідності становить 1200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . ICP-MS аналіз «потенційно активних» й рухомих форм мікроелементів в пробах взятих з вугільного відвалу дозволив встановити, що концентрація таких елементів як Co; As; Cu; Pb; Mn та Zn перевищує норми ГДК в 59; 38; 47; 11,5; 2,5 та 25 рази відповідно.

Водорозчинний вміст хімічних елементів визначали на підставі методу мас-спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP-MS). При аналізі потенційно небезпечних елементів, які можуть бути вилугувані з даної гірничої породи було виявлено що при водному розчині ацетату амонію (рН=7 та рН=5), небезпечних форм, які можуть потрапити у навколишнє середовище не було виявлено.

Таким чином, даний відвал має потенційно негативний вплив на навколишнє середовище, що спонукає у майбутньому підбирати доцільні методи та технології фіторе mediaції породних відвалів та порушених земель в межах гірничого відводу з визначенням оптимального складу толерантних видів рослин, здатних не тільки виживати в умовах надмірного забруднення, але й знижувати його.

*Подяка/ Acknowledge:*

Автор висловлює щирю вдячність проф. д-ру Герману Хайльмайєру за надання можливості проведення досліджень на базі лабораторії Інституту біології Технічного Університету «Фрайберзька гірнича академія» (м.Фрайберг, Німеччина).

The authors express special thanks to Prof. Dr. Hermann Heilmeier for the support and possibility to use the technical equipment of the Institute of Bioscience, TU Bergakademie Freiberg.

Представлені результати було виконано в рамках проекту DAAD «EcoMining: розробка інтегрованої програми аспірантів для сталої гірничодобувної та екологічної діяльності» та співпраці між Технічним університетом «Фрайберзька Гірнича Академія», Фрайберг Німеччина, та Національним технічним університетом «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна (2019-2022).

Presented research was supported in the frame of the DAAD project «EcoMining: Development of Integrated PhD Program for Sustainable Mining & Environmental Activities» and cooperation between Technische Universität Bergakademie Freiberg, Germany, and Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine (2019-2022).

#### *Література*

1. Звіт «Основні проблеми розвитку вугільної галузі і регіону Донбасу», Київ, 2002, 128 с.
2. Evangelou, V. P. (1995): *Pyrite Oxidation and its Control*. – CRC Press, New York: 275.
3. Kleinman, R. L. P. (1990): *Acid mine drainage, US bureau of mines researches and develops: control methods for both coal and metal mines*. – *Environmental Science and Technology* 24(9): 1278–1285.

*Кузьменко І. М., вчитель біології,  
Карлівський ліцей №1 Карлівської міської ради  
Полтавської області,  
м. Карлівка, Полтавська область, Україна*

## **ПЕРСПЕКТИВИ РОЗШИРЕННЯ ТЕРИТОРІЙ ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «ПЩАНКА» В ОКОЛИЦЯХ С.ВЕРХНЯ ЛАННА ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Формуванню цілісної екологічної мережі Полтавської області, як складової національної екологічної мережі України, передують організація та розширення об'єктів і територій природно-заповідного фонду. Станом на 01.01.2020 (за уточненими даними спільно з Головним Управлінням Держземагентства у Полтавській області) природно-заповідний фонд (ПЗФ) Полтавської області налічує 391 територію та об'єкти загальною площею 142550,1915 га, що складає 4,96% від загальної площі області [5], а норма цього показника в країнах Західної Європи знаходиться у межах 8-10%. Усвідомлення екологічних наслідків такого відставання як на державному, так і на громадському рівні є досить високим. Отож, необхідність розширення площі та збільшення числа об'єктів ПЗФ Полтавської області не викликає сумнівів і заперечень. Це завдання визнається за одне з пріоритетних напрямів екологічної політики держави, що й законодавче затверджено загальнодержавними програмами в галузі розвитку екологічної мережі та заповідної справи (Програма «Заповідники», Загальнодержавна програма формування національної екологічної мережі України). Однак при цьому актуальним залишається питання пошуку компромісів між екологічними пріоритетами та станом навколишнього природного середовища з одного боку та нагальними суспільними, передусім економічними, інтересами держави й її фінансово-економічним потенціалом із іншого.

Із 391 територій та об'єктів ПЗФ – 30 мають статус загальнодержавного значення: два – національні природні парки, 20 – заказники, одна ботанічна пам'ятка природи, один ботанічний сад, один дендрологічний парк, чотири – парки – пам'ятки садово-паркового мистецтва.

Кількість територій та об'єктів ПЗФ місцевого значення складає 361, із яких: п'ять регіональних ландшафтних парків, 158 заказників (52 ландшафтних, три лісових, 38 ботанічних, сім загальнозоологічних, два орнітологічних, чотири ентомологічних та 52 гідрологічних), 136 – пам'ятки природи (12 комплексних, 110 ботанічних, два зоологічні, три гідрологічних, дев'ять геологічних), 48 заповідних урочищ, один



дендрологічний парк та 13 парків – пам'яток садово-паркового мистецтва [5].

Природно-заповідні території та об'єкти, виконують роль банку генофонду рослинного й тваринного світу. Стале використання біосфери в майбутньому залежить від збереження всього видового різноманіття планети, а також її окремих регіонів, забезпечення умов для еволюційного розвитку видів. Природно-заповідні території відіграють у вирішенні цієї проблеми особливу роль, так як вони створюються в першу чергу на ділянках, що виділяються багатством флори і фауни, а також їх різноманіттям. Як приклад, у міжнародній та вітчизняній практиці для вибору місця природних заповідників є: оптимальне місцезростання для одного або декількох видів, що знаходяться під загрозою зникнення; місця з максимальною різноманітністю фауни та флори; ділянки з максимальною ендемічністю; ділянки на яких забезпечується максимально тривале збереження об'єктів біорізноманіття [2].

Природно-заповідна мережа територій, що входили до Карлівського району, та нараховувала сім природно-охоронних об'єктів, на сьогодні розділена між трьома територіальними громадами: Ланнівською, Мартинівською, Карлівською.

Першим на території Карлівської ТГ (Карлівський район) та й Полтавської області в цілому було створено заповідник місцевого значення «Академічний степ» – 1922 року. Пізніше рішенням облради 20.12.1993 року було створено «Климівський» (81,7 га) – ботанічний заказник (с. Климівка, Ланнівська ТГ), «Олегова балка» (52,7 га) – ландшафтний заказник (с. Мартинівка, Мартинівська ТГ), та перейменовано заказник місцевого значення «Академічний степ» в «Академію» (33,6 га) – комплексну пам'ятку природи (с. Лип'янка, Карлівська ТГ).

Наступними стали «Климівський» (415,0 га) – ландшафтний (с. Климівка, Ланнівська ТГ), «Красноперівка» (317,0 га) – ландшафтний заказник (м. Карлівка, Карлівська ТГ), «Капусник» (301,0 га) – ботанічний заказник (с. Варварівка, Маритнівська ТГ), створені рішенням Полтавської облради від 28.02.1995 року [1].

Останнім стало створення заказника місцевого значення «Піщанка» (26,0 га) в с.Верхня Ланна (Ланнівська ТГ) рішенням Полтавської обласної ради від 16 лютого 2018 року.

Метою створення та функціонування цього об'єкта стала необхідність збереження перспективних місць із унікальними рослинними угрупованнями та рідкісними видами, що є характерними саме для лучно-степових ділянок. Урочище «Піщанка» в с. Верхня Ланна Карлівського району характеризується високими показниками біорізноманітності й потребує розширення площі заказника за рахунок територій, які не ввійшли до його складу.

У ході дослідження суміжних до заказника територій виявлені місцезнаходження рідкісних рослин на території балкової системи с.Верхня Ланна, а саме: *Anemone sylvestri* L., *Astragalus pubiflorus* D&c., *Bellevalia sarmatica* (Pall. ex Georgi) Woronow, *Oxytropis pilosa* DC., *Adonis vernalis* L., *Caragana frutex* K. Koch., *Stipa pulcherrima* K. Koch. (S. grafiana Steven), *Vinca herbacea* Waldst. & Kit, *Clematis integrifolia* L., *Muscari neglectum* Guss., *Stipa pennata* L., *Amygdalus nana* L., *Adonis vernalis* L., *Iris halophila* Pall., *Crocus reticulatus* Steven ex Adam. та ін. [4].

Балкова система «Піщанки» знаходиться в околицях с. Верхня Ланна, Ланнівської ТГ Полтавської області. Перспективна площа всієї ділянки з урахуванням заказника місцевого значення 167,0 га.

Територія складається з кількох об'єднаних балок «Піщанка», «Різничка» та «Голубиха», репрезентована лучно-степовими та степовими ділянками на схилах балок та лучно-болотними ділянками рослинності, що сформувався на дні балок. Основні площі зайняті лучно-степовими та степовими природними комплексами.

Саме на схилах балки «Піщанка», що належать до північної та північно-східної експозиції створено ландшафтний заказник місцевого значення у 2018 році.

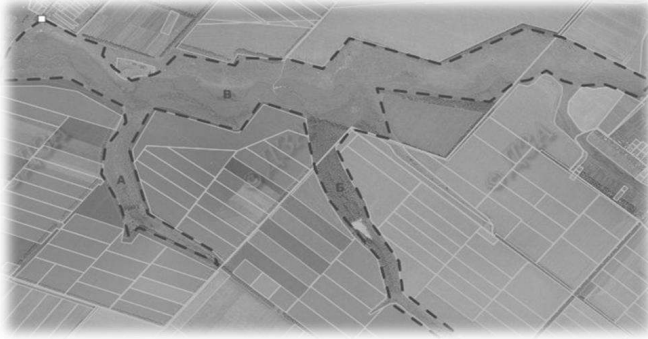
У зв'язку з тим, що суміжні балки мають високу ботанічну та зоологічну цінність ми пропонуємо провести розширення вже існуючого ландшафтного заказника місцевого значення «Піщанка», за рахунок включення двох прилеглих балок «Голубихи» та «Різнички». За такого підходу ми зможемо збільшити площу заказника на 141,0 га та забезпечити охороною більше унікальних біотопів й підвищити відсоток біорізноманітності.

Схили балки «Голубиха» приурочені до південно-західної та східної експозиції. На дні балки протікає струмок, тому схили характеризуються лучною рослинністю з чагарниками, так як дана балка межує з лісовим масивом. Схил південно-східної експозиції характеризується такими асоціаціями: осоково-пирієво-різнотравна та ломиносово-різнотравно-пирієва. На середній частині схилу західної та східної експозиції розміщуються досить значні ценопопуляції *Clematis integrifolia* L. та *Asparagus officinalis* L. На верхній частині схилу південно-західної експозиції зростають: *Caragana arborescens* Lam., *Vinca herbacea* Waldst. & Kit, *Anemone sylvestris* та ін.

Схили балки «Різничка» відносяться до західної та східної експозицій. Дані схили повторюють рослинні угруповання що відмічались у балці «Піщанка». Але для даних схилів основною є злаково-різнотравно-ковилова асоціація. Домінантами виступають злаки – *Poa pratensis* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Stipa capillata* L. та *Stipa pulcherrima* K. Koch (S. grafiana Steven); субдомінантами – представники різнотрав'я: *Phlomis tuberosa* L., *Salvia pratensis* L. та *Salvia nutans* L., *Agrimonia eupatoria* L.,

*Galium verum* L., *Trifolium montanum* L. та *T. ambiguum* M. B., *Potentilla nigrum* L., *Bellevalia sarmatica* Woronow, *Oxytropis pilosa* (L.) DC та інші [4].

На досліджуваній території виявлено локалітети 17 видів судинних рослин, які потребують охорони різного рівня. З них чотири види включені до діючого видання Червоної книги України і 13 видів – до регіонального списку, тобто ті, які охороняються в Полтавській області.



**Рис. Картохема урочища «Піщанка» з включенням перспективних ділянок в с. Верхня Ланна Ланнівської ТГ (167,0 га)**

А – балка «Різничка»,  
Б – балка «Голубиха»,  
В – балка «Піщане».

Пропоновані для заповідання ділянки майже не використовуються місцевим населенням як пасовища та сінокіси, через досить віддалене розташування від населених пунктів. Невиснажливий режим такого використання їх ресурсів не загрожує збереженню біорізноманіття.

*Література:*

1. *Заповідна краса Полтавщини* / Андрієнко Т. Л., Байрак О. М., Залудяк М. І. та ін. Полтава : ІВА «Астрєя», 1996. 184 с.
2. Байрак О. М. *Оцінка ботанічної цінності природно-заповідних територій Лівобережного Придніпров'я* // *Заповідна справа в Україні*. Т.5, вип.1, 1999. С. 13–20.
3. Байрак О. М. *Флора і рослинність степів Полтавщини та їх охорона* // *Зб. наук. пр. Полтава*, 1995. С. 33–37.
4. Байрак О. М., Стецюк Н.О. *Атлас рідкісних і зникаючих рослин Полтавщини*. Полтава : Верстка, 2005. 248 с.
5. *Стан природно-заповідного фонду області та перспективи розвитку*. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eko.adm-pl.gov.ua/pzf.htm>

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ СИНТЕЗУ ГАЗОВИХ ГІДРАТІВ

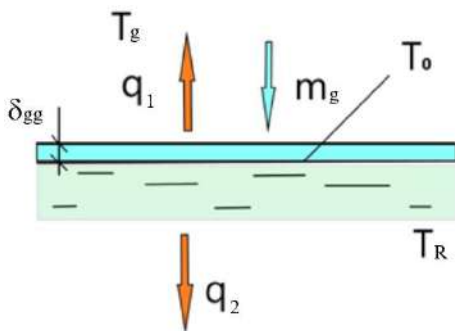
Створення термобаричних умов існування газових гідратів не гарантує їх швидкого отримання. Зокрема процес гідратуотворення може відбуватися дуже повільно, що і відмічають автори різних робіт. Метою оптимізації процесів синтезу газових гідратів є визначення найкращих конструктивних особливостей установки для синтезу ГГ. В синтезі ГГ приймають участь одночасно два процеси: відвід теплоти з міжфазної поверхні та підвід газу до цієї поверхні. Для отримання максимальної швидкості гідратуотворення ці два процеси повинні бути збалансовані - це перша умова.

Під час гідратуотворення на міжфазній поверхні формується ГГ кірка, яка має теплоізоляційні та герметизуючі властивості. Це другий важливий фактор, який сповільнює процес гідратуотворення. Тому, необхідно враховувати розвиток тепломасообмінних процесів в часі.

Третім фактором є гідродинаміка міжфазної поверхні, яка залежить від конструктивних особливостей того чи іншого апарату. Процес гідратуотворення може відбуватися на поверхні крапель рідини, на поверхні кристалів льоду, на поверхні осцилюючих газових бульбашок, на металевих поверхнях та ін. Як правило інтенсивність тепломасообмінних процесів виражається через критеріальні рівняння, які отримують експериментальним шляхом.

Таким чином, для оптимізації гідратуотворюючих тепломасообмінних процесів необхідно комплексно врахувати усі три фактори та визначити область їх найбільш перспективних співвідношень. Зазвичай математично процес оптимізації полягає у пошуку екстремуму оптимізаційної функції: мінімум енерговитрат, максимум ККД, максимум швидкості гідратуотворення та ін.

Розглянемо фізичну модель процесу гідратуотворення на відкритій поверхні води (рис). Для утворення ГГ необхідно відводити теплоту в газове середовище ( $q_1$ ) та у рідину ( $q_2$ ). Оскільки ГГ фактично є теплоізолятором, то після утворення ГГ кірки відбувається збільшення опору теплопередачі ( $\delta_{gg}/\lambda_{gg}$ ). Разом з тим збільшується опір масопередачі ( $\delta_{gg}/\sigma_{gg}$ ), оскільки газогідратна кірка погано пропускає газ. Товщина кірки залежить від інтенсивності масообміну ( $m_g$ ) та часу ( $\tau$ ).



**Рис. Схема теплових та масових потоків біля міжфазної поверхні**

Для розрахунку гідратуутворення на плоскій міжфазній поверхні можна застосувати систему рівнянь тепло- і масообміну (1), яка складається з рівняння теплового потоку від поверхні до газу та до рідини, диференційного рівняння для визначення товщини газогідратної кірки, рівняння визначення маси газу, яка використовується на формування газowego гідрату, рівняння масового потоку газу до міжфазної поверхні, рівняння теплонадходжень від процесу гідратуутворення та рівняння для визначення коефіцієнта масообміну біля міжфазної поверхні

$$\left\{ \begin{array}{l} q = \frac{T_0 - T_g}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{gg}}{\lambda_{gg}}} + \alpha_2 (T_0 - T_R) \\ \frac{d\delta_{gg}}{d\tau} = \frac{m_g}{\bar{m}_{gg} \rho_{gg}} \\ m_g = \frac{\rho_g - \rho_0}{\frac{1}{\beta} + \frac{\delta_{gg}}{\sigma_{gg}}} \\ q = \frac{m_g \cdot r_{gg}}{\bar{m}_{gg}} \\ \frac{\alpha_1}{\beta} = \frac{Nu}{Nu'} \frac{\lambda_g}{D_g} \end{array} \right. , \quad (1)$$

де  $q$  – питомий тепловий потік;  $T_0$  і  $\rho_0$  – температура і густина газу на лінії гідратуутворення;  $T_g$  та  $\rho_g$  – температура і густина газу в апараті;  $\alpha_1$  – коефіцієнт теплообміну біля міжфазної поверхні зі сторони газової фази;  $\alpha_2$  – коефіцієнт теплообміну біля міжфазної поверхні зі сторони рідини;  $T_R$  – температура рідини;  $\delta_{gg}$  –

товщина газогідратної кірки;  $\sigma_{gg}$  – газопроникність газогідратної кірки;  $\lambda_{gg}$  – коефіцієнт теплопровідності газових гідратів;  $m_g$  – питомий масовий потік;  $\beta$  – коефіцієнт масовіддачі;  $r_{gg}$  – теплота дисоціації газогідратів;  $\bar{m}_{gg}$  – масовий газовміст газогідрату;  $Nu$  і  $Nu'$  – відповідно теплообмінний та дифузійний критерії Нуссельта;  $D_g$  – коефіцієнт молекулярної дифузії;  $\lambda_g$  – коефіцієнт теплопровідності газу.

Для розв'язання систему рівнянь (1) доповнено теплофізичними характеристиками газових гідратів, рівнянням стану газу, критеріальними рівняннями тепло- та масообміну біля міжфазної поверхні. Також розглянуто принципи побудови комп'ютерної програми для вирішення цієї математичної моделі.

*Куц О. Ю., магістрант, Ганошенко О. М., к.т.н.,  
Національний університет «Полтавська політехніка  
імені Юрія Кондратюка», Полтава, Україна*

## **АНАЛІЗ ВИНИКНЕННЯ БІОКОРОЗІЇ НАФТОГАЗОПРОВІДІВ**

Трубопровідні мережі щодня транспортують і розподіляють значну кількість нафти й газу по всьому світу. Однак під час тривалої експлуатації нафтогазопроводи піддаються впливу підземної корозії. Корозія також може спричинити витік нафти та газу, а також розрив трубопроводу. Це може статися з будь-якої із внутрішніх або зовнішніх поверхонь трубопроводу, матеріалів основи, зварних швів та інших зон. Враховуючи фізичне старіння нафтогазопроводів, забезпечення їх надійної експлуатації є особливо актуальним.

Біокорозією називають корозію металу, що виникає внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів. У ґрунтах і природних поверхневих водах міститься безліч мікроорганізмів – бактерій, грибів, водоростей, найпростіших тощо. Причинами розвитку корозійних процесів у підземному шарі є неоднорідність сольового складу та кислотності ґрунтів, порушення на окремих ділянках суцільності ізоляційного покриття, неоднакова вологість ґрунтів. Характер і кількість водорозчинних солей у ґрунті визначають його корозійну активність. За оцінками закордонних експертів, від 10 до 50% випадків корозійних руйнувань підземних металоконструкцій пов'язано з діяльністю ґрунтової мікрофлори [1].

На сталевих трубопроводах під дією біокорозії з участю сульфатвідновлювальних бактерій утворюються окремі каверни або піттинги, в деяких випадках може мати місце і рівномірна корозія. Продукти корозії переважно характерного чорного кольору (включають сульфідні, карбонатні, гідрати оксидів заліза і численні колонії СВБ), пахнуть сірководнем, містять близько 40% двовалентного заліза і 5% сірки у вигляді сульфідів, ледь прилягають до поверхні металу, який під їхнім шаром зберігає блискучу поверхню [2]. Сульфатвідновлювальні бактерії присутні практично у всіх ґрунтах, але значний корозійний процес відбувається, коли присутня їх відносно велика кількість.

Експлуатація нафтопроводів потребує ретельного дотримання правил безпеки, адже біокорозія магістральних нафтопроводів завдає великих збитків, призводячи до їх передчасного зношування, скорочення міжремонтних періодів, розривом нафтогазопроводу, що супроводжується аварійним розливом великих обсягів нафти та як наслідок забрудненням довкілля.

Розливи нафти, зазвичай, важко ліквідувати і наслідки аварій ще довго дають про себе знати. Найкращий спосіб уникнути великомасштабних наслідків від розривів нафтопроводів – це вжити заходи, що зменшують ймовірність їх утворення.

Магістральні нафтопроводи захищають від біокорозії двома способами: накладенням на поверхню нафтопроводу: ізолюючих покриттів (тип ізоляційного покриття підбирається в залежності від ступеня корозійної активності ґрунту) та електричними методами (на поверхню, що захищається, впливає постійне електричне поле з певною напругою залежно від характеристик конкретного металу. Дія струму здійснюється від стороннього джерела або за допомогою приєднання протекторів до конструкції, що захищається. Електродний потенціал металу підвищується, внаслідок чого утворюється перешкода для появи корозії) [3].

Ефективний захист від біокорозії підземних нафтогазопроводів забезпечує використання бактерицидів для надання біостійкості захисним ізоляційним покриттям. Важливим також є використання біоцидів для оброблення поверхні нафтогазопроводів перед нанесенням ізоляційного покриття (зокрема ділянок трубопроводів у важкодоступних місцях) під час ремонту нафтогазопроводів у трасових умовах. Використання інноваційних біостійких модифікованих мастик на бітумно-полімерній основі, поліфункціональними інгібіторами корозії (біоцидами) з підвищеними гідрофобними та фізико-механічними показниками. Крім біостійкості ізоляційних покриттів захист підземних нафтогазопроводів від біокорозії повинен обов'язково включати результати попереднього аналізу біокорозійної активності ґрунтів на основі комплексного визначення їх кислотності, вологості, питомого опору, наявності сульфатвідновлювальних бактерій, які є головними у мікробній асоціації ґрунтових мікроорганізмів.

Отже, надзвичайно важливим є розроблення та впровадження заходів щодо перешкоджання утворень біокорозії нафтогазопроводів, для усунення збитків, передчасного зношування, скорочення міжремонтних періодів, наслідків розливів нафти. Важливим завдання є дослідження методів захисту нафтогазопроводів від біокорозії, їх надійність та ефективність застосування на практиці .

#### *Література:*

- 1. Booth G. H., Tiller A. K. Cathodic characteristics of mild in suspension of sulphate-reducing bacteria // Corr. Sci. 1968. V. 8. P.583–600.*
- 2. Андреюк К. І. Мікробна корозія підземних споруд / К. І. Андреюк, І. П. Козлова, Ж. П. Коптєва [та ін.]. К. : Наукова думка, 2005. 258 с.*
- 3. Рахманкулов Д. Л. Электрохимическая защита от коррозии в примерах и расчетах. Том 2, 2003, 160 с.*



*Левицька А. С., учениця 10 класу, Вальчук А. Р. учитель біології, спеціаліст вищої кваліфікаційної категорії, вчитель-методист, Білецьківського ліцею Кам'янопотоківської сільської ради Кременчуцького району Полтавської області, Україна*

## **НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ ПРОЄКТ «ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРИЗНОМАНІТТЯ ОКОЛИЦЬ СЕЛА ПІДГІРНЕ КРЕМЕНЧУЦЬКОГО РАЙОНУ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ШЛЯХОМ РОЗШИРЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ МЕРЕЖІ»**

Біорізноманіття планети вже давно знаходиться під загрозою збіднення та зникнення. Вивчення його відчинить перед нами багато нових можливостей. Серед рослин, що зростають на Кременчуччині, майже третя частина є рідкісними. Не виключенням є околиці села Підгірне. Село Підгірне знаходиться в південно-західній частині Кременчуцького району Полтавської області на правому березі долини р. Дніпро. Через територію таких сіл, як Маламівка, Підгірне, Білецьківка, Новоселівка проходить південна межа лісостепової зони. На південний схід населеного пункту в двох км розміщений ландшафтний заказник місцевого значення «Балка Широка» площею 383 га. Заказник створено відповідно до рішення обласної ради від 27 жовтня 1994 року. Підпорядкований ДП «Кременчуцький лісгосп» (Крюківське лісництво, квартал 30-36 і є місцем зростання мигдалю степового (*Amygdalus nana* L.)). Рельєф околиць території дослідження представлений яружно-балковою мережею. На південь від населеного пункту поширені еолові форми рельєфу (так звані, «кучугури»). Глибина ярів місцями сягає п'яти метрів.

Метою наших досліджень є моніторинг стану збереження ландшафтної та біологічної різноманітності на (ландшафтному, ценотичному, видовому та популяційному рівнях), біорізноманіття околиць села Підгірне, аналіз ефективності функціонування природно-заповідної мережі та її розширення.

Завдання дослідження: вивчити природні умови околиць села Підгірне Кременчуцького району Полтавської області, вплив природних та антропогенних чинників на їх існування; проаналізувати фіторізноманітність ландшафтного заказника місцевого значення «Балки Широка» та екологічну ситуацію околиць села Підгірне; визначити причини зникнення видового складу фітобіоти території дослідження; визначення комплекс природоохоронних робіт щодо його оздоровлення;

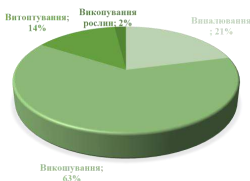
організувати просвітницько-інформаційну компанію серед місцевих жителів і учнів щодо збереження природно-заповідних територій рідного краю та розробити рекомендації по їх охороні.

Матеріалом для моніторингу слугує Кадастрова картка на об'єкт (форма 1ДКПЗФ «Широка балка»), розроблена в 2008 році кандидатами біологічних наук Н.О. Смоляр та М.В. Слюсарем. Види рослин (на природній території), занесені до Червоної книги України: *Tulipa quercetorum* Klokov et Zoz). В лісокультурах ясена звичайного, одна куртина значна за площею, по масиву – спорадично різночисельними групами.

Упродовж двох років останніх проводились фенологічні спостереження за фітобіотою району дослідження. Встановлено: науково цінним є схил балки західної експозиції, що прилягає до ґрунтової дороги, неподалік від якої знаходиться невеликий степовий курган. Саме на ньому виявлений чисельний локалітет тюльпана дібровного. Площа куртини – близько 2000 м.

Основною лісоутворюючою породою лісів у районі досліджень є *Quercus robur* L., а його супутниками – *Acer platanoides* L., *Acer tataricum* L., *Tilia cordata* Mill., *Sambucus nigra* L., *Fraxinus* L., різні види роду *Populus* L. Ділянки степової рослинності представлені *Stipa borysthena*, яка прикрашає кучок степу навесні. Встановлено: східний напрям – екотопи відкритого типу, які представлені сухими луками, агрополями; південний та західний напрями – екотопи закритого типу: лісонасадження у вигляді лісосмуг. У ході проведених нами досліджень фітобіоти, відмічено захоплення деяких ділянок агресивними адвентивними видами, наприклад, амброзією полинолістою. В цілому, рослинний світ заказника репрезентує природні та штучно створені природні комплекси – осередки типової фіторізноманітності.

Досліджуючи біотопи заказника «Балка Широка», доведено, що степова рослинність на території району збереглася фрагментарно невеликими ділянками на схилах ярів та балок. Так рідкими екземплярами став *Adonis vernalis* L., вид включений до Червоної книги України, особини якого виявлені на двох ділянках у 2018 року. Аналіз навесні складу популяцій ранньовесняних ефемероїдів довів їх присутність. Під час квітучання зазнають масового знищення регіонально рідкісні першоцвіти (*Scilla sibirica* Haw., S., *Corydalis cava* L., *C. marshalliana* (Pall. ex Willd.) Pers.), *Anemone sylvestris* L., *Gagea lutea* (L.) Ker Gawl., *Pulmonaria obscura* Dumort., які відмічені на території заказника. Проаналізувавши усереднену щільність рінньовесняних квітів робимо висновок, що чим ближче до доріг, кількість рослин різко зменшується. Дана територія використовується місцевим населенням. Тут постійно випасають домашню



худобу, проводять весняні та осінні пали сухостою, викопують квітучі види (рослинне браконьєрство).

Оцінка масштабів впливу негативних чинників та ризиків на фіторізноманітність заказника «Балка Широка» показала, що серед найвпливовіших негативних чинників та ризиків, які поширені на території дослідження за масштабами є випалювання та викошування, за ступенем впливу – випалювання, викопування цінних степових видів, а також надмірне випасання худоби.

Під час дослідження навесні 2021, яка за кліматичними умовами була холоднішою за весну 2020 року, встановлено, період вегетації прискорений, що негативно вплинуло на утворення плодів. Причиною такої невідповідності є, на нашу думку: недостатнє запилення, екологічні стреси, шкідники й хвороби.

Екологічна мережа – єдина територіальна система, повинна стати коридором шляхів міграції тварин із екосистем Кіровоградщини на територію Кременчуччини Полтавської області та сприяти поліпшенню умов формування та відновлення довкілля, підвищенню природно-ресурсного потенціалу регіону, збереженню ландшафтного та біологічного різноманіття.

**Висновки.** Вивчено: збереження біорізноманіття є основою для функціонування біосфери та підтримання її рівноваги, а також необхідною умовою сталого розвитку не тільки даного регіону, але й держави в цілому. Проаналізовано фіторізноманітність ландшафтного заказника місцевого значення «Балки Широка» та екологічну ситуацію околиць села Підгірне. Встановлено, що степова рослинність на території району дослідження збереглася фрагментарно невеликими ділянками на схилах ярів та балок. Визначені причини зникнення видового складу фітобіоти території дослідження та намічено комплекс природоохоронних робіт по її оздоровленню. Організовано просвітницько-інформаційну компанію серед місцевих жителів і учнів щодо збереження природно – заповідних територій рідного краю та розроблено рекомендації щодо їх охорони.

#### *Література*

1. Байрак О. М., Стецюк Н. О. *Конспект флори Полтавщини. Вищі судинні рослини.* Полтава : Верстка, 2008. 196 с.
2. Байрак О. М. *Парки Полтавщини: історія створення, сучасний стан дендрофлори, шляхи збереження і розвитку* / Байрак О. М., Самородов В. М., Панасенко Т. В. Полтава : Верстка, 2007. 276 с.

*Магась Н. І., к.т.н., доцент, Соченінова І. О.  
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова,  
м. Миколаїв, Україна*

## **ОЦІНКА РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ В МІСТІ МИКОЛАЄВІ**

Атмосферне повітря є одним із найважливіших компонентів природного середовища, тому вивченню його якісного стану має приділятися належна увага. Забруднення повітря посідає перше місце за ступенем хімічної небезпеки для людини. Особливо гостро проблема забруднення атмосферного повітря відчувається в урбанізованих регіонах. Урбанізовані території є зонами ризику для здоров'я населення, оскільки атмосферне повітря цих територій містить підвищену кількість шкідливих домішок антропогенного походження. Сьогодні сумарний рівень забруднення повітря великих і середніх міст України в 2-4 рази перевищує гранично допустимий і є небезпечним для здоров'я населення.

Стан і якість повітряного басейну окремих міст України в останні роки значно погіршується через вплив стаціонарних і пересувних джерел забруднення. В окремих містах, до яких належить і м. Миколаїв, переважаючими джерелами викидів є пересувні. Слід також зазначити, що в останні роки м. Миколаїв входить до 10 найбільш забруднених міст України. Тому тема дослідження є актуальною і необхідною в сучасних умовах.

Метою даної роботи є оцінка і аналіз рівня забруднення повітряного басейну м. Миколаїв основними забруднюючими речовинами (пил, діоксид сірки, діоксид азоту, оксид вуглецю, формальдегід).

В якості вихідних даних в роботі були використані дані літературних джерел інформації, а також матеріали моніторингових спостережень на мережі стаціонарних пунктів спостережень (ПСЗ) за якістю атмосферного повітря у 2019-2021 рр., надані Миколаївським обласним центром з гідрометеорології.

Серед загального переліку забруднюючих речовин атмосферного повітря, що викидаються стаціонарними і пересувними джерелами забруднення, особливу увагу слід приділити таким домішкам, як завислі речовини (аерозолі, пил), монооксид вуглецю і, як показують останні дослідження [1, 2, 4-7], – двооксиду азоту та формальдегіду. Адже середні концентрації в атмосферному повітрі саме цих речовин останнім часом стрімко збільшуються.

Спостереження за концентраціями завислих речовин протягом останніх десятиліть головним чином необхідні через вплив цих домішок на

здоров'я та клімат. Зниження видимості, як результат розсіювання і поглинання світла аерозолями, є ще однією проблемою, що пов'язана із забрудненням завислими частинками [1, 3]. Антропогенний окис вуглецю (СО) є важливим попередником озону та вторинних органічних аерозолів та виділяється переважно із котелень і транспортних засобів у містах [1]. Двоокис азоту (NO<sub>2</sub>) негативно впливає на людський організм [1-4]. Вплив на здоров'я населення відбувається як за рахунок впливу високих концентрацій NO<sub>2</sub> протягом короткого періоду часу, так і за рахунок порівняно низьких, але типових для урбанізованих територій концентрацій NO<sub>2</sub> у повітрі, яким мешканці міста дихають протягом всього життя. Високі концентрації формальдегіду в повітрі великих міст світу останнім часом стають серйозною проблемою. Навіть такі незначні концентрації формальдегіду в повітрі, як 100 част. на мільярд, призводять до значного подразнення слизової оболонки очей, носової порожнини, горла. Якщо ж концентрація зростає до 100 част. на мільйон, то це стає вкрай небезпечним не лише для людського здоров'я, але й для життя [8].

Спостереження за якістю атмосферного повітря у м. Миколаїв виконуються Миколаївським обласним центром із гідрометеорології на чотирьох стаціонарних пунктах спостережень: ПСЗ №1 – вул. Обсерваторна, 1 (санітарна зона), що розташований у Заводському районі; ПСЗ №2 – вул. Погранична – пр. Богоявленський (район інтенсивного руху) у Інгульському районі; ПСЗ №3 – вул. 12Лінія – 7<sup>а</sup> Повздовжня (промзона) у Інгульському районі; ПСЗ №4 – вул. Соборна, обласний Палац культури (центр міста) у Центральному районі.

Спостереження в рамках моніторингу (повна програма) проводяться о 1, 7, 13, 19 годині в усі дні, крім неділі та святкових днів. У м. Миколаїв виконуються спостереження за вмістом 7 ЗР, які й враховувались при виконанні оцінки якості атмосферного повітря: пил, окис вуглецю (СО), двоокис азоту (NO<sub>2</sub>), окис азоту (NO), двоокис сірки (SO<sub>2</sub>), формальдегід (H<sub>2</sub>CO), фтористий водень (HF). В окремі роки також аналізувався вміст бенз(а)пірену та важких металів, але ці дані не є систематичними і в наших дослідженнях не враховувались.

Дані спостережень аналізуються і надаються місцевим органам влади [9], Управлінню екології та природних ресурсів Миколаївської облдержадміністрації [10] та по запитам всім зацікавленим організаціям.

За результатами виконаних досліджень було встановлено, що переважаючими джерелами викидів ЗР в атмосферне повітря в регіоні і в м. Миколаїв є пересувні джерела. Обсяги викидів від пересувних джерел по області складають 75% і більше. Така ж ситуація відзначається і для міста. За вмістом пилу відзначається тенденція збільшення вмісту у осінньо-зимовий період. Найчистішою є територія міста в районі розташування ПСЗ №1, в районі вул. Обсерваторної. Збільшення концентрацій пилу відзначалось у східному напрямку. Найбільш

забрудненими були район міжміського автовокзалу (ПСЗ №2) і центральна частина міста (ПСЗ № 4), що пояснюється інтенсивним рухом автотранспорту.

Максимальні концентрації діоксиду сірки відзначались у літньо-осінній період. Абсолютний максимум відзначено у липні та серпні, що обумовлено більш інтенсивною роботою малих підприємств. Перевищень значень ГДК діоксиду сірки по всій території міста не було. Найбільші концентрації спостерігались в районі інтенсивного руху автотранспорту (міжміського автовокзалу – ПСЗ №2), і складали 0,56 ГДК<sub>с.д.</sub>. Підвищення вмісту діоксиду азоту відзначається у літній період року у 2019 р. і складає 1,25-1,75 ГДК<sub>с.д.</sub>, що пов'язано з інтенсифікацією руху автотранспорту. У 2020 та 2021 роках спостерігається підвищення концентрації даної ЗР у осінньо-зимовий період. Основним джерелом забруднення у ці періоди є стаціонарні джерела, а підвищення концентрації викликане викидами при спалюванні палива у котлах.

Збільшення середнього вмісту оксиду вуглецю відзначається у весняно-літній період, що пов'язано з інтенсифікацією руху автомобільного транспорту. Максимальні концентрації відзначаються у східній частині міста поблизу міжміського автовокзалу (ПСЗ № 2) та в районі Промзони (ПСЗ № 3), де концентрація СО досягала 1,9 ГДК<sub>м.р.</sub>.

Найгірша ситуація спостерігається по вмісту формальдегіду, концентрація якого за весь період дослідження у всіх точках контролю значно перевищувала значення ГДК. Чітко відстежується збільшення концентрацій у літньо-осінній період. Найвищі концентрації спостерігаються на ділянках з інтенсивним рухом автотранспорту ПСЗ № 2, 3, 4. Відсоток повторюваності концентрацій вищих за ГДК<sub>м.р.</sub> був найбільшим в районах міжміського автовокзалу та Промзони.

Результати розрахунку індексу забруднення атмосфери  $I_i$  показали, що він перевищує 1 для оксиду вуглецю, діоксиду азоту та формальдегіду, що свідчить про недотримання санітарно-гігієнічних вимог якості атмосферного повітря у м. Миколаїв. Стан повітряного басейну м. Миколаїв у 2019 році характеризувався категорією «забруднена» – «сильно забруднена», у 2020 та 2021 роках – категорією «забруднена». Покращення ситуації можна пояснити значним, майже у два рази, зниженням рівня забруднення формальдегідом.

За результатами ранжування рівня забруднення атмосферного повітря м. Миколаїв за вмістом основних ЗР за вказаний період дослідження отримано, що за вмістом пилу та діоксиду сірки у всі роки, а також за вмістом оксиду вуглецю у 2020-2021 роках характеризується як допустимий; за вмістом діоксиду азоту і оксиду вуглецю (у 2019 році) як підвищений; за вмістом формальдегіду як екстремально високий.

Отримані результати дослідження є основою для розробки регіональних природоохоронних програм з метою зниження рівня

забруднення атмосферного повітря міста, а також пропозицій щодо оптимізації мережі моніторингу атмосферного повітря.

#### *Література*

1. Яценко Ю., Шевченко О., Сніжко С. Класифікація міст України за рівнем забруднення атмосферного повітря. Вісник КНУ ім. Тараса Шевченка. Серія: Географія. 2017. № 3 (68). 4 (69). С. 25–30.

2. Беляева И. В., Орлова С.А., Боробова Н.А. Анализ источников загрязнения атмосферного воздуха города Донецка формальдегидом. Экологические проблемы индустриальных мегаполисов : Сб. трудов междунар. науч.-практ. конф., Донецк, 26-28 мая 2010 г. Донецьк, 2010. С. 78–82.

3. Гомонай В. І., Лобко В.Ю., Ходаковський В.С. Формальдегід – головний компонент забруднення атмосфери автомобільним транспортом в містах України. Еколог. вісн. 2007. №1 (41). С. 10–12.

4. Сніжко С. І., Шевченко О. Г. Урбометеорологічні аспекти забруднення атмосферного повітря великого міста. К. : Обрії, 2011. 297 с.

5. Сніжко С. І., Шевченко О. Г., Данілова Н .О. Оцінка сучасного рівня та тенденцій забруднення формальдегідом атмосферного повітря міст України. Укр. гідрометеоролог. журн. 2014. Вип. 15. С. 5–15.

6. Сніжко С., Шевченко О., Яценко Ю., Данілова Н. Особливості часових змін концентрацій формальдегіду в атмосферному повітрі міст України. Вісн. Київ. ун-ту. Військово-спеціальні науки. 2016. Вип. 2(35). С. 24–29.

7. Шевченко О. Г., Кульбіда М.І. Сніжко С.І. Рівень забруднення атмосферного повітря міста Києва формальдегідом. Укр. гідрометеоролог. журн. 2014. № 14. С. 25–34.

8. Snizhko S., Shevchenko O., Jacenko Ju., Danilova N. Osoblyvosti chasovyh zmin koncentracij formal'degidu v atmosfernomu povitri mist Ukrainy. Visn. Kyi'vs'kogo universytetu. Vijs'kovo-special'ni nauky. 2016. Vyp. 2(35). P. 24–29.

9. Стан навколишнього природного середовища м. Миколаїв. Електронний ресурс: URL: <https://mkrada.gov.ua/content/stan-navkolishnogo-prirodnogo-seredovishcha.html>

10. Стан атмосферного повітря у м. Миколаїв. Електронний ресурс: URL: <https://ecolog.mk.gov.ua/ua/standovk/air/>

*Макас А. М., аспірант, Крусір Г. В., д.т.н., проф.,  
Сагдеева О. А., к.т.н., доцент, Шпирко Т. В., к.т.н., доцент  
Одеська Національна Академія Харчових Технологій,  
м. Одеса, Україна*

## **МІКОКУЛЬТИВУВАННЯ ЯК ТЕХНОЛОГІЯ УТИЛІЗАЦІЇ КАВОВОГО ШЛАМУ**

Кава – це напій, що виготовляють зі смаженого насіння плодів «бобові» кавового дерева. На сьогоднішній день, індустрія кавового бізнесу набула світових масштабів. За даними Міжнародної організації кави, протягом кількох десятків років торгівля кавою в усьому світі продовжує стабільно розвиватися та рости. Випереджаючи золото, високі технології та зброю, кавовий бізнес займає в світі друге місце по обігу коштів, після нафти. За статистичними даними, річне споживання кави світовим населенням складає більше, ніж 500 млрд. порцій кавових напоїв на рік. Ринок кави активно розвивається та зростає попит на каву в світі загалом, та зокрема в Україні. Наша держава показує один із найвищих темпів росту споживання натуральної зернової кави і знаходиться на третьому місці за кількістю кав'ярень серед країн Європи.

Але, за умов стрімкого розвитку кавової промисловості, відбувається і постійний ріст кількості її органічних відходів, більшу частину з яких складає кавовий шлам. Споживання кави в Європі лише за один 2019 рік склало близько 3356 тис. тонн кави, що сягає 34% від світового споживання. Це свідчить і про величезну кількість утворених відходів лише за один рік.

Як правило, на підприємствах малого та середнього бізнесу такі відходи не використовують, а просто утилізують. Основні, найпопулярніші методи утилізації кавового шламу, це захоронення на сміттєзвалищах, або спалення. Однак, ці методи утилізації є досить неефективними та безперспективними, до того ж, завдає надзвичайно великої шкоди стану навколишнього середовища. Коли кавовий шлам попадає на сміттєзвалище, починається процес розкладання з утворенням метану, парникового газу, який більше, ніж у 20 разів перевищує здатність двоокису вуглецю до глобального потепління. Також це потенційні джерела небезпечних патогенних речовин, що можуть забруднювати і ґрунтові води. При спалюванні утворюються тверді частинки, що негативно впливають на якість повітря поблизу.

Проте, завдяки своєму складу та властивостям, кавовий шлам можна використовувати повторно, що відіграє велику роль у забезпеченні екологічної безпеки світу, а також позитивну динаміку розвитку



економіки. Доцільно використовувати більш продуктивні та безпечні методи його утилізації. Існує багато способів переробки кавового шламу: отримання з нього біопалива та біогазу; додавання до будівельних матеріалів; використання в фармацевтичній, парфумерній чи косметичній галузі; отримання масел; виробництво добрива тощо.

Одним із перспективних методів утилізації кавового шламу можна розглядати біотехнологію за допомогою культивування грибів гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) на субстраті з кавового шламу. Вони є напрочуд важливим родом їстівних грибів, який має ряд своїх вагомих переваг, а також займає друге місце за обсягом виробництва в Україні після печериці. У світі вирощується понад 200 тис. тонн плодкових тіл гливи звичайної. Головним чином, це пояснюється не лише високою поживної цінністю гливи звичайної, а й її дивовижними лікарськими властивостями. Вона має низький вміст ліпідів і достатньо високий вміст мінералів та вітамінів, вуглеводів, протеїнів, клітковини. Відомо, що екстракти гливи звичайної мають протизапальну, гіпоглікемічну та гепатопротекторну дію, сприяють зниженню рівня холестерину в крові, мають антибактеріальні, противірусні та протигрибкові властивості, виявляють протипухлинну та імуномодельную активність. Має ряд переваг для культивування в штучних умовах: є досить невибагливим грибом; швидкість росту міцелію є високою; не потребує спеціальних комбів; процес її виробництва можна вважати безвідходним і багатощільовим, так як субстрат на якому вирощували гливу можна використовувати у якості добавок до корму худобі, добрива, очищення ґрунту й води від ксенобіотиків, тощо. Проаналізувавши потенційний об'єм продажу продукту гливи на українському ринку стає очевидним, що об'єм ринку досить великий та має високий потенціал. Бізнес по промислового вирощуванню може зайняти власну стабільну нішу на ринку, при цьому не потрібно відривати частку ринку у конкурентів, ринок потрібно тільки освоювати.

Із метою вдосконалення процесу культивування грибів гливи звичайної використовують суміш пастеризованого кавового шламу з 20% пастеризованої пшеничної соломи, 2% карбонату кальцію та 10% грибного міцелію. Такий субстрат дозволяє досягти до 153% врожайності. Проте, слід зазначити, що додавання соломи не є обов'язковим, якщо кількість субстрату не перевищує 1кг. При використанні більшої кількості, кавовий шлам стає більш щільним, що може призводити до порушення обміну повітря та згубного впливу на розвиток міцелію. Додавання соломи робить субстрат більш пухким, що забезпечує достатній обмін повітря в субстраті та зменшує щільність кавового шламу.

Така технологія проста, не вимагає довго тривалості процесу, а використаний субстрат придатний в якості добрива чи добавки до корму

худобі. Цю біотехнологію можна вважати безвідходною, безпечною з екологічної точки зору, та досить перспективною з економічної точки зору.

Цілком зрозуміло, що кавовий шлам це не сміття, а сировина, яка досить доступна і може бути перероблена та використана повторно, завдяки своїм властивостям. Кавовий шлам має значний потенціал, а сучасні біотехнологічні методи його утилізації відіграють величезну роль у питаннях екологічної безпеки навколишнього середовища.

#### *Література*

1. Алексеенко О. М., Полішко М., Вінніков А. І. Пищевая, лечебная и экологическая ценность грибов *Pleurotus ostreatus* // Вісн. Дніпропетр. ун-ту. Біологія. Екологія. 2010. Вип. 18, т. 1. С. 3–9.

2. Ароматичний бізнес. Як заробляти на каві різних форматів. (2021, 11 травня). [pro-consulting.ua](https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/aromatnyj-biznes-kak-zarabatyvat-na-kofe-razlichnyh-formatov-dannye-pro-consulting-ekonomicheskaya-pravda). Вилучено з <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/aromatnyj-biznes-kak-zarabatyvat-na-kofe-razlichnyh-formatov-dannye-pro-consulting-ekonomicheskaya-pravda>

3. Бурдо О. Г., Терзів С. Г., Шведов В. В., & Ружицька, Н. В. (2010). Переробка шламу в технологіях виробництва розчинної кави. Наукові праці ОНАХТ, (37). 252–255.

4. Лобанкова О. Ю. Грибоводство [Текст] : учебное пособие / О. Ю. Лобанкова, А. Н. Есаулко, В. В. Агеев и др. Ставрополь : АГРУС, 2012. 140 с.

5. Рынок кофе в Украине в 2020 году. In *Venture* : веб-сайт. URL: <https://inventure.com.ua/analytics/investments/rynok-kofe-v-ukraine-or-2020>.

6. Сычев П. А., Сычев П. А., Негруцкий С. Ф., Ксаров Г. Н. Субстрат для выращивания съедобного гриба вешенки обыкновенной [Текст] // Мир теплиц. 2001. №4. С. 27–28.

7. Технология выращивания вешенки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.universalinternetlibrary.ru/book/20193/ogl.shtml>

8. Хашипянц Б. О., Красина И. Б., Красин П. С. (2015). Исследование химического кофейного шлама с целью получения биологически активных добавок. Пищевая технология, (4). 79–80.

*Максюта Н. С., Ph.D, Голік Ю. С., к.т.н., професор  
Національний університет «Полтавська політехніка імені  
Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна*

## **ВСТАНОВЛЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА ЗАБРУДНЕНOSTІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ**

Якість повітряного середовища міста має важливий характер як складова середовища проживання, а тому має вплив на здоров'я громадян. Важливою задачею є створення мережі моніторингу стану забруднення атмосферного повітря міста, що дозволить здійснити незалежне спостереження за забрудненням повітря, враховуючи нормативні документи та постанови, а також врахування метеорологічних параметрів впливу на стан забруднення атмосфери, задля його обґрунтування та прогнозування.

В ході експерименту було зібрані дані щодо забруднення атмосферного повітря міста Полтава твердими частками PM2.5 та PM10. Поставивши задачею визначення впливу метеорологічних умов на забрудненість атмосферного повітря міста пилом, було складено базу даних, для значень забрудненості PM2.5 в наступні години: 00:00, 06:00, 12:00, 18:00 щоденно протягом третього тижня кожного місяця. Також зазначені метеорологічні умови в ці години, а саме: температура та вологість повітря, швидкість вітру. Значення щодо метеорологічних умов було отримано з відкритої бази даних meteomanz.com [1].

Для оптимізації кількості даних, що використані для встановлення залежності забрудненості атмосферного повітря пилом та метеорологічних умов, було виділено значення отримані о 12 годині щопонеділка третього тижня кожного місяця експерименту. Дані зведені в таблицю, де  $x_1$  – температура повітря ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $x_2$  – швидкість вітру (м/с),  $x_3$  – вологість повітря (%) та  $u$  – концентрація PM2.5 (мкг/м<sup>3</sup>).

**Таблиця. Запиленість повітря міста та метеорологічні умови**

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$u$
1	5	3	7	5
	1	3	8	6
	-	6	7	5
2	3	4	3	2
			9	

6	1	7	8	1	5
4	2	3	6	2	3
7	2	5	3	5	5
3	2	6	2	6	9

Для встановлення вище згаданої залежності складено квадратичне рівняння (1).

$$a_{11}x_1^2 + a_{12}x_1x_2 + a_{13}x_1x_3 + a_{22}x_2^2 + a_{23}x_2x_3 + a_{33}x_3^2 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + c = u \quad (1)$$

Щоб встановити величини коефіцієнтів  $a$ ,  $b$  та  $c$ , значення таблиці 3.2 було підставлено в формулу 1. В результаті отримано систему квадратичних лінійних рівнянь:

$$25a_{11} + 15a_{12} + 390a_{13} + 9a_{22} + 234a_{23} + 6084a_{33} + 5b_1 + 3b_2 + 78b_3 + c = u$$

$$a_{11} + 3a_{12} + 87a_{13} + 9a_{22} + 261a_{23} + 7569a_{33} + b_1 + 3b_2 + 87b_3 + c = u$$

$$4a_{11} - 12a_{12} - 142a_{13} + 36a_{22} + 426a_{23} + 5041a_{33} - 2b_1 + 6b_2 + 71b_3 + c = u$$

$$9a_{11} + 12a_{12} + 117a_{13} + 16a_{22} + 156a_{23} + 1521a_{33} + 3b_1 + 4b_2 + 39b_3 + c = u$$

$$256a_{11} + 112a_{12} + 288a_{13} + 49a_{22} + 126a_{23} + 324a_{33} + 16b_1 + 7b_2 + 18b_3 + c = u$$

$$576a_{11} + 72a_{12} + 624a_{13} + 9a_{22} + 78a_{23} + 676a_{33} + 24b_1 + 3b_2 + 26b_3 + c = u$$

$$729a_{11} + 135a_{12} + 1431a_{13} + 25a_{22} + 265a_{23} + 2809a_{33} + 27b_1 + 5b_2 + 53b_3 + c = u$$

$$529a_{11} + 138a_{12} + 1426a_{13} + 36a_{22} + 372a_{23} + 3844a_{33} + 23b_1 + 6b_2 + 62b_3 + c = u$$

У даній системі знаходиться вісім рівнянь і десять невідомих. Для рішення такої системи лінійних рівнянь можливо використати метод Жордана-Гауса (метод повного виключення невідомих). Це – метод, який використовується для вирішення квадратних систем лінійних алгебраїчних рівнянь, знаходження зворотної матриці, знаходження координат вектора в заданому базисі або відшукування рангу матриці. Метод є модифікацією методу Гауса.

Для зручності знаходження рішення складено матрицю наступного виду:

25	15	390	9	234	6084	5	3	78	1	5
1	3	87	9	261	7569	1	3	87	1	6
4	-12	-142	36	426	5041	-2	6	71	1	5
9	12	117	16	156	1521	3	4	39	1	2
256	112	288	49	126	324	16	7	18	1	5
576	72	624	9	78	676	24	3	26	1	3
729	135	1431	25	265	2809	27	5	53	1	5
529	138	1426	36	372	3844	23	6	62	1	9

Результатом розв'язку є наступні рівняння:

$$a_{11} = 0,03b_3 - 0,02$$

$$a_{12} = 0,17b_3 + 0,11$$

$$a_{13} = -0,01b_3 - 0,01$$

$$a_{22} = 0,82b_3 + 0,04c - 0,14$$

$$a_{23} = -0,01b_3 + 0,04$$

$$a_{33} = 0,01b_3$$

$$b_1 = 0,03b_3 - 0,03c + 0,53$$

$$b_2 = -9,96b_3 - 0,38c - 0,92$$

Враховуючи, що значення  $u$  не може бути від'ємним, тобто концентрації забруднювача не може бути нижче нуля, наступним кроком було знаходження коефіцієнтів  $b_3$  та  $c$  за умови отримання  $u \geq 0$ . Щоб знайти коефіцієнт  $b_3$  було проведено наступні перетворення:

$$0,03b_3 > 0,02$$

$$0,17b_3 > -0,11$$

$$-0,01b_3 > 0,01$$

$$-0,01b_3 > -0,04$$

$$0,01b_3 > 0$$

Отже, коефіцієнт  $b_3$  за умови  $u \geq 0$  може приймати значення в наступному діапазоні  $0,66 < b_3 < 1$ .

Щоб знайти коефіцієнт  $c$  було проведено наступні перетворення:

$$0,04c > 0,14 - 0,82b_3, c > 3,5 - 20,5b_3$$

$$-0,03c > -0,53 - 0,03b_3, c < 17,7 + b_3$$

$$-0,38c > 9,96b_3 + 0,92, c < -26,2b_3 - 2,4$$

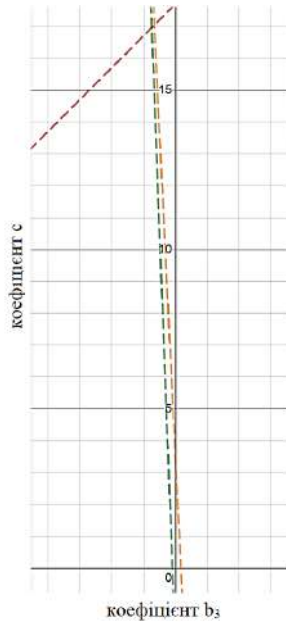
На основі отриманих нерівностей складено систему рівнянь:

$$c = 3,5 - 20,5b_3$$

$$c = 17,7 + b_3$$

$$c = -26,2b_3 - 2,4$$

Побудувавши графік, на основі вказаних вище рівнянь, де вісь  $x=b_3$  та вісь  $y=c$  (рис. 1).



**Рис. 1.** Графік для знаходження діапазону значень коефіцієнту  $c$

Отже прийнявши  $b_3 = 0,7$  та  $c = 3$ , знайдено наступні коефіцієнти:  $a_{11} = 0,001$ ;  $a_{12} = 0,23$ ;  $a_{13} = -0,017$ ;  $a_{22} = 0,037$ ;  $a_{23} = 0,033$ ;  $a_{33} = 0,007$ ;  $b_1 = 0,46$ ;  $b_2 = -9$ ;  $b_3 = 0,7$ ;  $c = 3$ .

Підставивши коефіцієнти в рівняння 1 отримано залежність 2:

$$u = 0.001x_1^2 + 0.23x_1x_2 - 0.017x_1x_3 + 0.037x_2^2 + 0.033x_2x_3 + 0.007x_3^2 + 0.46x_1 - 9x_2 + 0.7x_3 + 3 \quad (2)$$

Отже, рівняння 2 представляє собою залежність впливу сукупності метеорологічних параметрів, а саме температури повітря ( $x_1$ ), швидкості вітру ( $x_2$ ) та вологості ( $x_3$ ), на стан забруднення атмосферного повітря міста твердими частками PM2.5 ( $u$ ).

Для більш чіткого уявлення даної залежності слід використати представлення за допомогою графіка. Але враховуючи, що в даному випадку має місце залежність 4 складових, то така модель буде представлена у чотирьох вимірному просторі, що є неможливим для графічного зображення.

Вивівши функції залежності метеорологічних параметрів та забруднення повітря побудовано графік (рис. 2) у трьох вимірному просторі, що відображає залежність параметру забруднення PM2.5 від температури повітря та швидкості вітру.

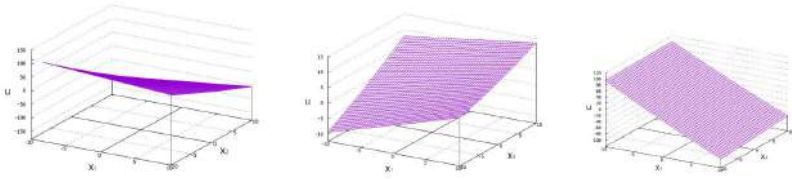


Рис.2. Графіки функцій  $u = f(x_1, x_2)$ ,  $u = f(x_1, x_3)$   
та  $u = f(x_2, x_3)$

Отже, на основі спостережень за допомогою громадського моніторингу за запиленістю повітря міста, складено базу даних для встановлення взаємозв'язку з метеорологічними параметрами, виведено рівняння залежності їх впливу.

#### Література

1. *Weather data* – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.meteomanz.com>.

<sup>1</sup>Мальований М. С., д.т.н., <sup>1</sup>Тимчук І. С., к.с.-г.н., <sup>1</sup>Жук В. М., к.т.н.,  
<sup>1</sup>Сторощук У. З., аспірант, <sup>2</sup>Гречаник Р. М., к.с.-г.н.,  
<sup>1</sup>Онишкевич Л. І., аспірант

<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна  
<sup>2</sup>Департамент екології та природних ресурсів  
Львівської обласної державної адміністрації

## **КОМПЛЕКСНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОРИСТАННЯ СУБСТРАТІВ НА ОСНОВІ ОРГАНОВМІСНИХ ВІДХОДІВ І ПРИРОДНИХ СОРБЕНТІВ ДЛЯ ПОТРЕБ БІОЛОГІЧНОЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ТА РЕМЕДІАЦІЇ ТЕХНОГЕННО ПОРУШЕНИХ ЗЕМЕЛЬ**

Упродовж останніх десятиліть катастрофічно зростають масштаби утворення та накопичення техногенних відходів, які в своєму складі містять органічну складову, що призводить до відчуження нових територій та забруднення довкілля. Одним із видів таких стрімко зростаючих за кількістю відходів є осади стічних вод, що утворюються на очисних станціях населених пунктів після стадії біологічного очищення. Сьогодні надзвичайно гострою є проблема їх знешкодження та утилізації. Осади в необробленому вигляді протягом десятків років складували на переобтяжених мулових майданчиках, у відвалах, кар'єрах, що призвело до порушення екологічної безпеки й умов проживання населення.

Загальний об'єм осадів стічних вод (ОСВ), що утворюються внаслідок очищення міських стічних вод на каналізаційних очисних спорудах (КОС) становить 0,5-1,0% від кількості очищених стічних вод за вологості осадів відповідно 97-98%. Отож, за рік утворюється в середньому близько 1 м<sup>3</sup> осадів вологістю 97 % із розрахунку на одного еквівалентного мешканця. Виходячи зі сумарної фактичної продуктивності КОС, в Україні щороку утворюється близько 40-50 млн. м<sup>3</sup> ОСВ вологістю 97% або 1,2-1,5 млн. т осадів у перерахунку на суху речовину. Згідно з ДСТУ 8727:2017 «Осад стічних вод. Підготування органо-мінеральної суміші з осаду стічних вод», загальна кількість накопичених «старих» осадів стічних вод в масштабах України оцінена в 1 млрд. тонн. Цей стандарт пропонує використання біогермічного компостування, як одного з економічно найдоцільніших методів знезараження ОСВ, та встановлює вимоги до технології приготування органо-мінеральної суміші з ОСВ для подальшого її використання у сільському та лісовому господарстві.

Також за кордоном, і з недавнього часу в Україні, активно почали розвиватись станції для виробництва біогазу, на яких в кінцевому етапі



накопичуються відходи відпрацьованої біомаси, що також потребують утилізації. Поряд із тим, в Україні наростають потреби у проведенні біологічної рекультивациі на відпрацьованих техногенних об'єктах (сміттєзвалища, терикони та ін.) адже цей процес потребує значних ресурсних та фінансових затрат, отже пошук засобів для його здешевлення і збереження природних ресурсів є надзвичайно перспективним.

Великого поширення в Україні на цей час набуло біокомпостування сільськогосподарських органічних відходів тваринного походження. Реалізація біокомпостування ОСВ значно менш поширена внаслідок як меншої енергетичної цінності ОСВ, так і з причини складності реалізації кінцевого продукту з огляду на можливий підвищений вміст у ОСВ різних токсичних забруднень. Разом із тим, компостування ОСВ достатньо широко застосовується у багатьох країнах Європи, зокрема в Угорщині за цією технологією обробляють близько 78% осадів, у Чехії – 39%, у Німеччині – 12%, у Польщі – 9%. Можливий підвищений вміст у ОСВ сполук важких металів та інших хімічних і біологічних забруднень унеможливує застосування компосту на їх основі у сільськогосподарських цілях, зате відкриває перспективи використання таких компостів для біологічної рекультивациі порушених земель (відпрацьовані кар'єри, терикони, сміттєзвалища та інші). Заборона щодо використання ОСВ та дигестату, який отримують в результаті зброджування сировини на основі ОСВ, в сільськогосподарських цілях на сьогоднішній день відсутня в Україні. Але згідно із Регламентом (ЄС) 2019/1009 щодо правил доступу на ринок ЄС удобрювальних продуктів, дигестат, отриманий внаслідок зброджування сировини, в склад якої входять ОСВ, заборонено використовувати як добрива у сільськогосподарському виробництві. Тому єдиними перспективними напрямками утилізації таких продуктів на майбутнє, який дозволяв би залучати потенціал елементів живлення рослин, які є в складі ОСВ, є використання їх в цілях біологічної рекультивациі або в лісовому господарстві. Введення в склад компостів природних сорбентів дозволяє використовувати субстрати і в цілях ремедіациі (досить часто на практиці необхідність в проведенні біологічної рекультивациі супроводжується і потребою в ремедіациі).

Нами проводилась серія експериментальних та теоретичних досліджень щодо підбору оптимальних умов компостування для знешкодження патогенних для людини й фітопатогенних мікроорганізмів та балансування складу субстратів для різних об'єктів біологічної рекультивациі та ремедіациі.

Термогравіметричні дослідження зразків дигестату водних суспензій очерету, анаеробно зброджених із використанням бродильної затравки, а також самої біомаси показали, що зразок ензиму (бродильної затравки), у порівнянні із зразками сумішей біомаси із бродильною затравкою,

відзначаються вищою термічною стійкістю. Початок інтенсивної втрати маси цього зразка зміщений в область вищих температур (215°C). При протіканні термічної деструкції в температурному інтервалі 215-374°C він менш інтенсивно втрачає масу (31,48%) у порівнянні із зразками 1-4 (35,56-41,74%). На четвертій стадії термолізу, в температурному інтервалі 348-700 °C, відбувається згорання піролітичного залишку зразків, яке супроводжується появою стрімких екзофектів на кивих ДТА. Формування негорючого залишку зразків пояснюється присутністю в них незначної кількості силікатної складової.

Визначення кількості небезпечних сполук (особливо вмісту важких металів, які можуть бути лімітуючим чинником для використання цього виду відходів як добавки для ростового субстрату) на рентгенофлуоресцентному аналізаторі EXPERT 3L показав, що ні одного із елементів, вміст яких у сировині для виробництва добрив лімітований (кадмію, свинцю та арсену) в дигестаті не знайдено, отже він може використовуватися у якості компоненту до ростового субстрату. Центрифугування дигестату дозволило знизити його вологість дигестату перед біоіндикаційними дослідженнями в границях 13,39% 31,65%.

Усереднені результати дослідження впливу дигестату на схожість культурних рослин свідчать, що схожість в усіх досліджуваних варіантах була досить хорошою і становила 87-93%, райграс в загальному показав кращий відсоток схожості рослин (91-93%), проте на ячмені краще видно позитивний вплив дигестату на схожість культурних рослин. Отже, найкраща схожість двох культур було відмічена на варіанті з вмістом дигестату 20%, для райграсу вона становила 93,33% (на 1,67% більше від контролю, та 0,33% більше від стерильного контролю), для ячменю звичайного – 91,33% (на 4,00% більше від контролю, та 0,67% більше від стерильного контролю).

Результати проведених біоіндикаційних досліджень показали, що недоцільно використовувати свіжу біомасу як компонент субстрату: вона створює інгібуючий вплив і не дає змоги розвиватися рослинам, проте дослідження щодо використання відпрацьованої біомаси (дигестату) засвідчили, що в усіх досліджуваних варіантах із вмістом дигестату спостерігався позитивний вплив на проростання культурних рослин в порівнянні із контролем та стерильним контролем.

Враховуючи відмінності між антропогенно порушеними об'єктами різних типів були отримані загальні рекомендації щодо складу та відношень відповідних ростових субстратів та сировини для їх виготовлення. Найбільш перспективним компонентом для створення ростового субстрату є біокомпост із вмістом суміші свіжих і старих ОСВ, який у поєднанні з незначною часткою природних сорбентів може бути ефективним для рекультиваци об'єктів всіх типів, що зводить до мінімуму необхідність у використанні родючого ґрунту.

*Машков О. А., д.т.н., проф., Іващенко Т. Г., к.т.н., с.н.с.,  
Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління,  
м. Київ, Україна*

## **МЕТОДОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМИ РИЗИКАМИ ТА ПІДТРИМАННЯ ГАРАНТОВАНОГО РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПЛАНОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

Стаття присвячена розгляду нового підходу до організації управління екологічною безпекою, як складової національної безпеки Держави. Управління екологічною безпекою пропонується здійснювати з використанням аерокосмічних технологій. Відомо, що у теперішній час екологічні питання вирішуються на основі обробки даних екологічного спостереження шляхом дистанційного зондування Землі, використання літальних апаратів та наземних пунктів спостереження. Такий підхід має суттєвий недолік – втрата часу у разі виникнення надзвичайних екологічних ситуацій та їх ліквідації. Для усунення цих недоліків пропонується застосовувати аерокосмічних технологій при управлінні екологічною безпекою не шляхом попереднього моніторингу, а в процесі планової діяльності.

Згідно з Законом України «Про оцінку впливу на довкілля», (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 29, ст.315) {Із змінами, внесеними згідно із Законами № 199-IX від 17.10.2019, ВВР, 2019, № 51, ст.377, № 733-IX від 18.06.2020} планована діяльність – планована господарська діяльність, що включає будівництво, реконструкцію, технічне переоснащення, розширення, перепрофілювання, ліквідацію (демонтаж) об'єктів, інше втручання в природне середовище; планована діяльність не включає реконструкцію, технічне переоснащення, капітальний ремонт, розширення, перепрофілювання об'єктів, інші втручання в природне середовище, які не справляють значного впливу на довкілля відповідно до критеріїв, затверджених Кабінетом Міністрів України.

Серед усього спектру завдань планової діяльності автори пропонують застосовувати аерокосмічні технології при управлінні планової діяльності на всіх етапах: стратегічне екологічне оцінюванні, оцінка впливу на навколишнє середовище, екологічних контроль. Реалізація зазначених процедур має відповідні особливості які й формалізовано у статті. А саме:

- аналіз екологічного ризику (ідентифікація факторів екологічного ризику, оцінка екологічного ризику, управління екологічним ризиком);

- формування рекомендацій щодо оцінки екологічного ризику в екосистемі (з урахуванням особливостей управління екологічним ризиком в екосистемі);

- підтримка прийняття управлінських екологічних рішень та визначення стратегії управління ризиком (запобігання причинам виникнення катастроф аж до відмови від продукції небезпечних виробництв, закриття аварійних об'єктів; запобігання виникненню надзвичайних ситуацій у випадку, коли неможливо усунути причини катастроф (будівництво захисних споруд, дамб, створення підземної економіки, завчасна евакуація населення тощо); пом'якшення наслідків катастроф, впровадження стабілізаційних і компенсаційних заходів.

Із огляду на статистику за останнє десятиріччя по надзвичайним екологічним ситуаціям питання забезпечення гарантованого рівня екологічної безпеки планової діяльності є найбільш актуальними, оскільки недоліки і проблеми планової діяльності пояснюються відсутністю загальнотеоретичного базису та загальноприйнятих науково-обґрунтованих підходів до управління екологічною безпекою планової діяльності, розробка яких має орієнтуватися на європейські екологічні вимоги.

Управління екологічною безпекою планової діяльності – це головна менеджерська функція, яка повинна розглядатися на рівні, щонайменше адекватному за ступенем важливості іншим функціям будь-якого екологічного небезпечного об'єкта, реалізація якої повинна спиратися на збалансоване виділення ресурсів на виробничі завдання і засоби захисту, що сприятиме встановленню простору екологічної безпеки. Схожість природи появи екологічних ризиків і необхідність їх зниження до прийнятного рівня обумовлює актуальність створення методології забезпечення і підтримки гарантованого рівня екологічної безпеки планової діяльності. Призначення методології полягає в об'єднанні в єдиний комплекс завдань оцінки, забезпечення та верифікації екологічної безпеки планової діяльності, як складної ієрархічної структури з незалежними критичними елементами (апаратними, програмними, мережевими й ергатичними компонентами), які є і засобом забезпечення екологічної безпеки.

Забезпечення гарантованого результату полягає в реалізації процесів екологічного управління таким чином, щоб не допустити перехід інфраструктури або її систем в потенційно небезпечний екологічний стан і забезпечити блокування (виключенні) відповідного техногенне небезпечного об'єкта в разі загрози переходу або при переході в небезпечний стан і мінімізація наслідків такого переходу.

Зазвичай, фахівцями при розгляді питань створення системи підтримки інформаційних екологічних рішень як системне забезпечення екологічної безпеки держави, переважно робиться наголос на окремі технічні аспекти створення апаратної частини автоматизованих систем підтримки прийняття

рішень. Однак питання створення систем управління екологічною безпекою при плановій діяльності потребують удосконалення.

На підтримання цільового рівня екологічної безпеки пропонується комплекс таких заходів:

- заходи підтримання цільового рівня екологічної безпеки;
- встановлення критеріїв та рівня екологічної безпеки;
- проведення відповідних перевірок та інспектування суб'єктів/об'єктів планової діяльності;
- контроль за проведенням коригуючих дій суб'єктами планової діяльності;
- заборони, скасування, тимчасове припинення виконання планової діяльності у разі виявлення загрози екологічної безпеки або їх невідповідності встановленим екологічним стандартам;
- анулювання, тимчасове припинення дії сертифікатів, свідоцтв, ліцензій накладення штрафів та вжиття інших заходів щодо забезпечення екологічної безпеки;
- дозволи, обмеження прав, наданих цими документами.

Основними завданнями системи управління екологічною безпекою плановою діяльністю є розробка, впровадження та контроль дотримання об'єктами планової діяльності принципів, положень і вимог стосовно функціонування ефективної системи нагляду за екологічною безпекою.

Ці завдання визначаються наступним:

1. Визначення пріоритетних ключових елементів (покращення безпеки на об'єктах планової діяльності, зменшення інцидентів, пов'язаних антропогенною діяльністю при плановій діяльності, зменшення інцидентів, пов'язаних з впливом зовнішніх факторів та збурень).

2. Забезпечення безпечного виконання планової діяльності (розроблення та прийняття принципів та положень на підставі стандартів та рекомендованої практики безпечної екологічної діяльності, впровадження механізмів досягнення цільового рівня екологічної безпеки).

3. Формування механізмів реалізації (виявлення загроз екологічної безпеки, гарантування впровадження заходів, направлених на дотримання показників екологічної безпеки, безперервний моніторинг та оцінку показників екологічної безпеки).

Екологічні події при виконанні планової діяльності можливо класифікувати наступним чином: екологічні катастрофи, екологічні аварії; серйозні екологічні інциденти; екологічні інциденти.

Управління екологічними ризиками передбачає виконання таких процедур (етапів):

- визначення цілей і завдань екологічного захисту району планової діяльності;
- розробка і впровадження ефективної системи екологічної оцінки та управління екологічними ризиками;

- визначення якісних і розрахункових кількісних оцінок екологічних ризиків, що впливають на досягнення цілей планової діяльності;
- використання спеціального набору інструментів і методів оцінки та управління екологічними ризиками.

Із урахуванням вищевикладеного встановлено, що для підвищення ефективності управління екологічними ризиками планової діяльності необхідні формалізація й автоматизація управління екологічними ризиками на різних етапах. Таке завдання може бути вирішено шляхом розробки системи підтримки прийняття екологічних рішень при управлінні екологічною безпекою. Така система повинна ґрунтуватися на сучасних методах обробки екологічної інформації в умовах суттєвої невизначеності і дозволяти проводити аналіз екологічних ризиків, виробляти, оцінювати і приймати ефективні управлінські екологічні рішення. Для цього система повинна використовувати моделі, що інтегрують якісні та кількісні фактори, що визначають екологічні ризики планової діяльності.

Стратегія реагування на екологічні ризики визначає:

1. Ухилення від екологічного ризику. Ця стратегія має на увазі повне виключення впливу екологічного ризику на планову діяльність за рахунок відмови від реалізації деяких функцій планової діяльності або розробки альтернативного сценарію реалізації проекту планової діяльності.

2. Передача екологічного ризику. Стратегія передачі має на увазі виключення екологічної загрози шляхом передачі екологічного ризику і відповідальності за реагування сторонньої організації. При цьому даний процес супроводжується виплатою премії за прийняття можливих негативних наслідків.

3. Прийняття екологічного ризику. Стратегія має на увазі, що проектна команда не ухилиться від екологічного ризику.

4. Зниження екологічного ризику. Стратегія передбачає застосування методів і процедур, що сприяють зниженню впливу найбільш небезпечних екологічних загроз на цілі проекту до прийнятних меж. Наприклад, застосування додаткового обладнання, розробка прототипу проектного продукту, додаткове залучення до роботи досвідчених фахівців.

Застосування інструментів, що використовуються для оцінки ризику передбачає визначення відповідних інструментів та методик. Процес оцінки екологічного ризику визначає: ідентифікацію екологічного ризику, аналіз екологічного ризику (наслідок, ймовірність, рівень ризику), обчислення екологічного ризику.

Реалізація забезпечення гарантованого результату полягає в реалізації процесів екологічного управління таким чином, щоб не допустити перехід інфраструктури планової діяльності або її систем в потенційно небезпечний стан і полягає в блокуванні (виключенні) відповідного об'єкта в разі екологічної загрози переходу або при переході в небезпечне (аварійне) становище і мінімізація наслідків такого переходу.

*Мезенцева Д. О., здобувачка середньої освіти, учениця 10 класу,  
Мовчан В. В., вчитель географії та біології, вчитель-методист,  
Березоволицький заклад загальної середньої освіти I-III ступенів  
Петрівсько-Роменської сільської ради  
с. Березова Лука, Миргородський район, Полтавська область*

## **ОБҐРУНТУВАННЯ СТВОРЕННЯ ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА ПОБЛИЗУ СЕЛА МЕЛЕШКИ**

Згідно з сучасною концепцією Національної програми збереження біологічного та ландшафтного розмаїття України основним пріоритетним завданням є збереження максимально можливої біорізноманітності та багатства ландшафтів шляхом охорони, поліпшення стану та відтворення екосистем, середовища існування видів та компонентів ландшафтів, а також створення екологічної мережі України як складової Всеєвропейської загально-екологічної мережі. Такий підхід передбачає збереження біоти через її заповідання та невиснажливе використання і застосовується у веденні заповідної справи в полтавському регіоні.

У межах Петрівсько-Роменської громади знаходиться чотири природно-заповідних об'єкти (ПЗО), а саме: один заказник і три заповідних урочища. Всі вони приурочені до долинно-річкової системи (ДРС) Хоролу. Найпівденнішим ПЗО є заповідне урочище «Перевалкове» поблизу села Мелешки. Проте, поряд із заповідним урочищем розміщені не менш цінні в соціологічному плані природні комплекси, які могли б збільшити площу природно-заповідного фонду (ПЗФ) громади. Саме вони і стали об'єктом досліджень у 2021 році.

Мета дослідження – обґрунтувати доцільність заповідання лучно-болотних та лісових природних комплексів в межах долинно-річкової системи Хоролу поблизу села Мелешки та подальше їх об'єднання з заповідним урочищем «Перевалкове»

Територія дослідження належить до Гадяцько-Миргородського геоботанічного району лучних степів, дубових лісів, заплавних лук та долинних евтрофних боліт [2].

Досить цікавими на ключовій ділянці ДРС Хоролу є болотні відклади у вигляді торфу. Згідно опрацьованих матеріалів[3, 4], тут у 50-70-х роках ХХ століття розроблялося Велико-Сагське родовище. Проте, є факти незаконного видобутку жителями сусідніх сіл торфу з метою продажу і в наш час. Може бути так, що в недалекому майбутньому поновляться цілком законні розробки родовища, що є неприпустимим, оскільки природні комплекси зазнають значного антропогенного навантаження.

Єдиним порятунком цінних лучно-болотних та лісових угідь є створення в межах даної території ПЗО та об'єднання його із заповідним урочищем «Перевалкове». До того ж, збереження даної території відповідатиме меті Рамсарської конвенції про збереження водно-болотних угідь [5].

Варто зауважити, що на одній із ділянок родовища після видобутку торфу утворилося озеро розміром близько 10,0 га – біотопи гніздування та перебування птахів іодно-болотного комплексу. Саме тут, зі слів місцевих жителів, вже не один рік гніздяться лебеді (*Cygnus olor* L.). Вони не потерпають від браконьєрів, адже озеро розташоване поряд із 'сільськими садибами, в одній із яких живе лісник. На узбережжі озера, на окремих його ділянках, можна спостерігати боброві хатки.

Тобто, можна стверджувати, що в даному випадку антропогенний чинник мав позитивне значення. Щоправда, невідомо, чи не були втрачені назавжди рідкісні види рослин під час видобутку торфу, оскільки на той час це питання нікого не цікавило.

Окрім лучно-болотних угідь заплава досліджуваної території репрезентована вільшняками та кленово-дубовими лісами, які належать до Комишнянського лісництва ДП «Миргородське лісове господарство». Серед жителів села Мелешки цей ліс має назву «Засага». На захід від нього знаходиться заповідне урочище «Перевалкове»

Навесні 2021 року нами проведене детальне обстеження лісу «Засага» За результатами проведених флористичних досліджень встановлено, що територія «Засаги», незважаючи на межування із населеним пунктом, все ж характеризується високими показниками флоросозологічної цінності, оскільки у складі флори виявлено сім рідкісних видів, із яких два – *Listera ovata* (L.) R. Br. ) та *Allium ursinum* L. включені до Червоної книги України [1, 6], – п'ять до регіонального списку [1]: *Scilla siberica* Haw., *Chrisosplenium alternifolium* L., *Convallaria majalis* L., *Dentaria quiquefolia* Vieb., *Corydalis marschalliana* (Pall.ex Willd.) Pers. Під час літніх обстежень вдалося виявити регіонально-рідкісну папороть *Matteuccia struthiopteris*.

Найціннішою знахідкою весняного етапу дослідження стала *Listera ovata*. До цього на Гадяччині було відомо лише два місця де зустрічається цей вид. Ще однією не менш цінною знахідкою було встановлення місця зростання *Allium ursinum*, яка теж в нашій місцевості зустрічається рідко. Проте, поблизу села Мелешки масив даного виду має досить значну площу та значний кількісний склад. Розпочинається масив *Allium ursinum* безпосередньо біля озера і тягнеться вглиб лісу. Особини її популяції зустрічаються навіть на ґрунтовій дорозі, яка проходить через ліс. Можна сказати, що на даному етапі розвитку рослини нічого не загрожує.

Варто зауважити, що зараз проходять дебати стосовно статусу *Allium ursinum*. Багато хто пропонує виключити її зі списку Червоної книги України у зв'язку із масовим поширенням рослини в північних лісах



України. Однак, із просуванням на південь кількість її місцезнаходжень помітно зменшується. То ж, заповідання території дослідження набуває ще більшої актуальності, адже в разі поновлення тут видобутку торфу, або проведення санітарних рубок цей рідкісний вид може безповоротно зникнути. На деяких лісових ділянках *Allium ursinum* зростає поряд із регіонально рідкісним видом – *Dentaria quiquefolia*. Хоча основні ділянки, зайняті цим видом, приурочені до дещо сухіших ділянках заплавної лісу.

Також, цінною знахідкою було встановлення місця зростання регіонально рідкісного виду – *Chrisosplenium alternifolium*. У Полтавській області відомо лише декілька місць зростання даного виду. Ще на початку 2000-х років науковцями області висловлювалася думка про доцільність створення в притерасному вільшняку р. Псел, де поширений вид, гідрологічного заказника [1]. То ж, нове виявлення *Chrisosplenium alternifolium* є досить важливим, оскільки біля р. Хорол таких знахідок є лише дві.

На окремих ділянках лісового масиву можна спостерігати зростання *Convallaria majalis*, яка в Полтавській області має статус регіонально рідкісного виду. Здебільшого в наших лісах конвалія є досить поширеною рослиною. Але в даному випадку вона зустрічається лише декількома локалітетами, що надає їй тут ще більшої значущості. На дещо підвищених ділянках заплавної лісу вдалося виявити та обстежити популяцію регіонально рідкісного *Corydalis marschalliana*, який поширений тут в значній кількості.

Під час обстеження нагірної діброви серед грабових масивів було виявлено такі регіонально рідкісні види як *Vinca minor* L. *Lamium galeobdolon* (L.) L.). Цей вид на Полтавщині зустрічається не часто, то ж, його виявлення можна вважати вдалою знахідкою. На відміну від нього барвінок малий має більше місць зростання в нашій області, але в даному випадку вражає суцільне масове поширення на значних лісових площах. Також, поряд із *Carpinus betulus* L. тут зростають поодинокі екземпляри *Prunus avium* Mill. На узліссі нагірної діброви вдалося виявити популяцію *Primula veris* L., який теж має статус регіонально рідкісного виду на Полтавщині.

Варто зауважити, що на початку 2000-х років подібні грабово-дубові ліси поблизу сусіднього з Мелешками села Березова Лука обстежував гадяцький краєзнавець Торяник М.Ф. Він повідомив, що виявив тут окремі екземпляри *Galanthus nivalis* L. У 2005 році в Березовій Луці провели свої дослідження полтавські науковці О. М. Байрак О.М. і Н. О. Смоляр та підтвердили повідомлення М.Ф. Торяника. Хоча, на жаль, на даний час не вдається тут зустріти цей рідкісний червонокнижний вид. Проте, зважаючи на близьку відстань між лісовими масивами, можна зробити припущення, що в грабовому лісі поблизу села Мелешки є вірогідність зростання цього рідкісного ефемероїда.

Улітку 2021 року також були обстежені лучно-болотні комплекси на заплаві Хоролу в околицях с. Мелешки. У ході дослідження встановлено місцезнаходження восьми созофітів, із яких чотири – *Gladiolus tenuis* Bieb., *Orchis palustris* L., *Dactylorhiza incarnata* Soo, *D. fuchsia* (Druce) Soo, включені до списку Червоної книги України, і ще чотири – *Valeriana officinalis* L., *Inula helenium* L., *Potentilla palustre* (L.) Scop., *Nymphaea alba* L. – до регіонального списку.

Усього на досліджуваній території виявлено та описано місцезнаходження 20 видів рідкісних рослин, сім із яких включено до Червоної книги України і вісім – до регіонального списку

Таким чином, можна стверджувати, що ділянка долинно-річкової системи Хоролу поблизу села Мелешки повністю відповідає критеріям природно-заповідного об'єкту. Складовими ПЗО мають стати лучно-болотні та лісові природні комплекси ДРС Хоролу.

Доцільним буде об'єднати досліджуваної території із заповідним урочищем «Перевалкове» та створити ландшафтний заказник «Мелешківський». У перспективі цей об'єкт може стати одним із ядер майбутнього Хорольського філіалу регіонального ландшафтного парку «Гадяцький».

#### Література

1. Байрак О. М., Стецюк Н. О. Атлас рідкісних і зникаючих рослин Полтавщини. Полтава :Верстка, 2005. 248 с..
2. Булава Л. М. Фізико-географічне районування : Карта // Полтавська область : Географічний атлас. К., 2004.
3. Геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Серия Днепро-Донецкая, лист М-36-ХVI / Объяснительная записка. Киев, 1972. 85 с.
4. Карта четвертичных отложений. Масштаб 1:200000. Серия Днепро-Донецкая, лист М-36-ХVI. Киев, 1971.
5. Рамсарська конвенція – Природно-заповідний фонд України URL: <https://wownature.in.ua/pro-nas/nasha-diialnist/mizhnarodna-diialnist/ramsarska-konventsii/> (дата звернення: 15.05.2021)
6. Червона книга України. Рослинний світ ; [за ред. Я.П. Дідуха]. К. : Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.

## **ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ОСНОВНИХ ПРИТОК РІЧКИ СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ У МЕЖАХ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Сіверський Донець по праву вважається головною артерією східного регіону України. Її басейн є основним джерелом водозабезпечення промисловості, сільського господарства та населення, що обумовлює високе господарське навантаження на екосистеми. Разом з тим, рівень задоволення потреб у воді для зазначеної території з урахування транзитного стоку у вісім разів нижчий за середнє значення по Україні [2], тому особливо гостро стоїть проблема захисту водних об'єктів басейну Сіверського Дінця від антропогенного забруднення.

Головним джерелом надходження забруднюючих речовин у притоки Сіверського Дінця виступають скиди промислових і господарсько-побутових стічних вод. Станом на 2017 р. до поверхневих водних об'єктів басейну р. Сіверський Донець здійснювали скид 173 підприємства, якими було скинуто 412,6 млн.м<sup>3</sup> стічних вод. При цьому найбільший об'єм скиду надійшов до басейну р. Уда 193,7 млн.м<sup>3</sup> (47%), безпосередньо русла р. Сіверський Донець – 95,15 млн.м<sup>3</sup> (23%), а також басейну р. Казенний Торець – 86,97 млн.м<sup>3</sup> (21%) [3].

Найбільшу загрозу для водних екосистем басейну Сіверського Дінця несе надходження разом зі стічними водами нафтопродуктів, жирів, СПАР, а також сполук важких металів. Зазначені вище речовини можуть значно погіршувати якість води, при цьому особливою токсичністю відзначаються саме важкі метали, тому контроль їхнього вмісту у поверхневих водах є необхідним та актуальним.

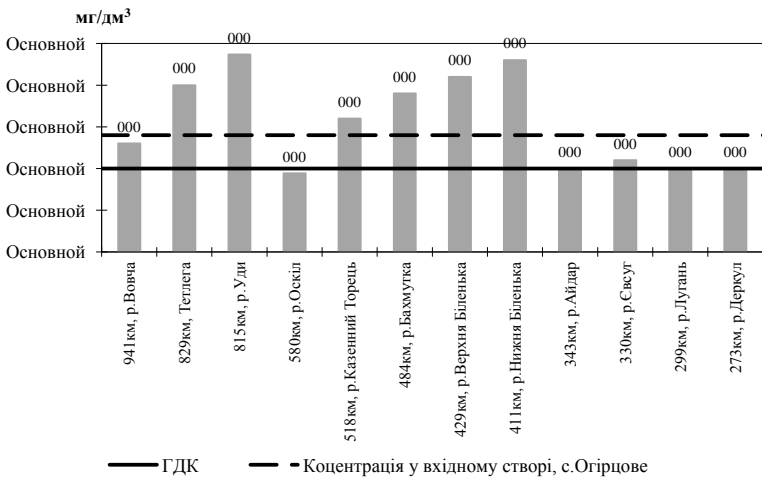
Потенційна небезпечність важких металів для гідробіонтів проявляється у їхній здатності відігравати подвійну роль у біохімічних процесах. З одного боку, важкі метали забезпечують нормальне протікання фізіологічних процесів у живих організмах, а з іншого – у підвищених концентраціях можуть мати дуже токсичний вплив. Рухомі форми важких металів здатні взаємодіяти з великою кількістю ферментів, пригнічуючи таким чином їхню активність.

Дана робота була спрямована на дослідження рівня забруднення важкими металами води приток басейну річки Сіверський Донець у межах Донецької області. У фокусі дослідження опинилися такі метали, як

манган (Mn), кобальт (Co) та залізо (Fe). Крім того важливим аспектом було визначення можливих методів і засобів зменшення техногенного навантаження на поверхневі водні об'єкти досліджуваної території.

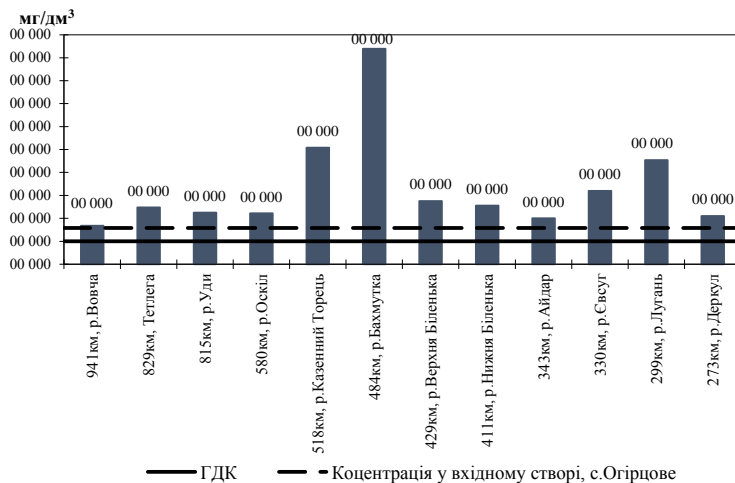
У ході дослідження було зроблено аналіз надходження забруднюючих речовин, а саме Mn, Co та Fe, зі скидами основних підприємств-водокористувачів. З цією метою були використані дані статистичної звітності за формою 2-ТП (водгосп) за 2019 р. у залежності від наявної інформації по підприємствам, які надали звіти про використання вод. Вміст металів у стічних водах визначався за допомогою атомно-абсорбційного спектрального аналізу.

У результаті проведеного дослідження було встановлено, що вміст Co загалом перебуває в межах ГДК<sub>рибогосп</sub> [1]. Однак спостерігається підвищені концентрації Fe (рис. 1) та Mn (рис. 2).



**Рис. 1. Середньорічні концентрації Fe (заліза загального) у гирлі основних приток р. Сівєрський Донець (2019 р.)**

Найвищі показники вмісту заліза загального виявлені для у гирлі річок Уди, Верхня та Нижня Біленька, Тетлега та Бахмутка (1,9–2,4 ГДК), тоді як концентрації у районі гирла річок Оскіл, Айдар, Євсуг, Лугань та Деркул знаходяться у межах норми. Для Mn простежується дещо інша ситуація (див. рис. 2). Для всіх 12 досліджуваних створів було виявлено недотримання нормативу ГДК. Найбільші показники характерні для гирла р. Бахмутка (9,4 ГДК), р. Казенний Торець (5,1 ГДК) та р. Лугань (4,5 ГДК). Концентрації в інших створах варіюються в межах 1,7-3,2 ГДК.



**Рис. 2. Середньорічні концентрації Mn у гирлі основних приток р. Сіверський Донець (2019 р.)**

Виходячи з отриманих результатів, якість води розглянутих поверхневих водойм можна вважати незадовільним, тому існує нагальна потреба у впровадженні додаткових заходів щодо покращення їхнього екологічного стану. Зазначимо, що підвищений вміст у воді Fe та Mn може бути зумовлений впливом не лише антропогенних факторів, але й природними геохімічними особливостями басейнів річок, зокрема: наявності покладів залізо-марганцевих руд та деяких мінералів; процесів хімічного вивітрянання гірських порід; концентрації органічних сполук у підземних водах, що їх живлять; процесів відмирання та розкладання гідробіонтів (синьо-зелених і діатомових водоростей, вищих водних рослин) та ін. Тож ці фактори слід врахувати у подальших дослідженнях.

#### Література

1. *Гранично допустимі значення показників якості води для рибогосподарських водойм. Загальний перелік ГДК і ОБРВ шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм (№ 12-04-11 від 09.08.1990). Київ : Мінрибгосп СРСР, 1990. 45 с.*
2. *Крайнюков О. М. Сучасний екологічний стан водних об'єктів басейну річки Сіверський Донець. // Людина та довкілля. Проблеми неоекології: № 3-4 (2015). С. 71–77.*
3. *Рацлав В. В. Оцінка якості з проблемами екологічного та економічного використання поверхневих вод басейну річки Сіверський Дінець. Економічний форум, 1(3), 2019. С. 96–105.*

*Наконечна Ю. О., аспірант, Чугай А. В., д.т.н., доцент,  
Одеський державний екологічний університет, м. Одеса, Україна*

## **ЕКОЛОГО-ГІДРОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РІЧКИ САСИК**

Дослідження екологічного стану малої степової річки Сасик, виконані в 2020-2021 рр. показали, що за обмеженої водності та сезонного режиму проточності цей водотік має лише місцево-локальне водогосподарче значення. Проте річка зберігає функціональну значимість, забезпечуючи дренацію водозбірної площі та утримання підземного стоку. За гідрохімічними параметрами води Сасику сезонно нестабільні, загалом тяжіючи до гідрокарбонатно-кальцієво-хлоридному типу. Основні забруднення річкових вод нині пов'язані виключно з агрогенною міграцією залишків мінеральних добрив і пестицидів із поверхневим стоком.

**Ключові слова:** річка Сасик, гідрохімія Сасику, Тилігуло-Березанське межиріччя, водогосподарчий потенціал Сасику, екологічний стан річки Сасик.

На відміну від озерно-лиманних водойм Північно-Західного Причорномор'я – Сасик-Кундук і Сасик-Сиваш, невеличка річка Сасик мало відома навіть вченим-гідроекологам. Довжина її всього 45 км, площа басейну 551 км<sup>2</sup>, похил русла 1,5 м/км. Розташований Сасик цілком у західній частині Миколаївської області, забезпечуючи разом із річкою Березань дренацію та водовідведення з території Тилігуло-Бузького Пониззя [1]. Обидві ці річки мають власний виток, формуючи Сасикську та Березанську затоки-вершини Березанського лиману (рис.).

Огляд публікацій щодо річки Сасик і питань, пов'язаних із її екологічними оцінками та гідрологічними характеристиками, показує дуже обмежений обсяг інформації, що свідчить про відсутність системних досліджень даного водотоку.

Перші історичні дані по річці Сасик представлені в військово-статистичних описах земель Херсонської губернії [3]. Новітні матеріали щодо стану цього водотоку епізодично та дуже обмежено присутні у щорічних звітах Регіонального офісу водних ресурсів у Миколаївській області [4], в Екологічному паспорті Миколаївської області [5], а також у спеціальних оглядах малих річок і водосховищ України [6, 7]. Проте системних даних щодо гідрохімічних параметрів води цієї річки, чи хоча б орієнтовних оцінок її екологічного стану украй обмаль, що практично унеможливорює ретроспективний екологічний моніторинг долини Сасику.

Враховуючи особливості розташування водотоку на території посушливого Тилігуло-Березанського межиріччя та його водогосподарчі перспективи, як потенційного джерела водопостачання для низки населених пунктів, метою роботи стало встановлення сучасної екологічної та гідрологічної характеристик даного водотоку. Головні завданнями роботи передбачали проведення комплексного обстеження річки Сасик та оцінювання водно-господарчого потенціалу цієї маловивченої степової річки.



Рис. Басейн та гідрографічна мережа річки Сасик [2]

Базисним матеріалом слугували результати власних експедиційно-польових обстежень долини і річки Сасик – від витоків до її гирла у вершині Березанського лиману, а також результати гідрохімічного контролю проб води. Піші та автомобільні маршрутно-оглядові обстеження річки Сасик виконували впродовж 4-х сезонів – із 18 жовтня 2020 року до 24 жовтня 2021 року. Лабораторні дослідження відібраних проб води виконували згідно діючих настанов на базі спеціалізованої (сертифікованої на відповідність вимогам міжнародного стандарту ДСТУ ISO/IEC 17025) лабораторії води – структурного підрозділу кафедри екології та природоохоронних технологій Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова.

Мала степова річка Сасик розташована у посушливій, здавна важко доступній і донині малолюдній місцевості на межі Миколаївської та Одеської областей. Водозбірна територія річки піддана значній польовій трансформації, балки частково заліснені, схили їх вкриті степовими

чагарниками. Проте у витоках, розташованих на території Широколанівського військового полігону, ще збережені залишкові ділянки природного ландшафту з ксерофітною, переважно галофітною рослинністю полиново-типчакового типу. Сама річка Сасик у реальності являє собою сезонно існуючий водотік струмкового типу, який протікає в ґрунтових берегах неглибокої балки, що поступово розширюється, поглиблюється і в пониззі формує нешироку вирівнючу заплаву. Остання містить напівгідроморфні, досить засолені чорноземно-суглинкові ґрунти лучного типу, характерні для ділянок із лучно-степовим характером зволоження і сезонно зворотним сольовим режимом.

Верхів'я Сасику влітку-восени має вигляд зневодненої балки з сухим річкаком, порослим суто степовою рослинністю. Обводненість цієї ділянки украй короткочасна і виникає лише навесні та влітку після потужних злив. За 5-8 км нижче витоків, Сасик починає приймати порівняно неглибокі балки, формуючи в районі села Гамове класичну долину з дуже пологими схилами шириною до 200-300 м. Через 12 км вниз від витоків, на північній околиці села Комісарівка Сасик приймає Зеленопільську балку (справа), а дещо нижче – дві Єлизаветівські балки, в кожній з яких присутні невеликі ставки. Надалі річкова долина набуває трапецієвидного профілю та розширюється до 1,2 км при глибині тальвегу 30-40 м.

Нижня ділянка долини Сасику містить декілька проточних ставків, глибиною до 3 м, які нині значно замулені, проте зберігають функцію водонакопичення. Поблизу смт Березанка долина річки розширюється до 2,5 км, поглиблюється до 40-45 м і формує нешироку (до 120 м) заплаву, в ґрунтових берегах якої розташоване звивисте річище шириною до 6-8 м. Витікаючи власним гирлом, Сасик у районі села Василівка формує Сасикську (праву) вершину Березанського лиману. Гирлова частина Сасику, певніше утворена ним мікродельта у вершині лиману, вкрита масивом очерету і куги, витягнутого за обрисами нині замуленого давнього річища. Нижче від траси Одеса-Миколаїв і до села Василівка, по суті в межах давнього конусу виносу, тальвег утворює депресію до -2,5 м, яка більшу частину року являє собою солонець. Влітку, в товщі привнесених водою рослинних решток виникають мікробно-гнилісні процеси з переважанням анаеробних складових, що супроводжується виділенням газів із домішкою сірководню.

Водність річки Сасик зовсім незначна, навесні 2021 року обсяги стоку склали від 0,3 м<sup>3</sup>/с у вершині до 3,8 м<sup>3</sup>/с у створі смт Березанка при швидкості течії 0,4-0,5 м/с. Впродовж березня-травня-липня 2021 року на фоні частих дощів проточність Сасику мала безперервний характер, проте влітку і восени 2020 року та впродовж зими 2020-2021 рр. більша частина водотоку являла собою абсолютно сухе русло. Ставки, побудовані в руслі Сасику, суттєво впливають на локальні гідрологічні характеристики, але й вони є залежними від опадів та водності річкового водотоку, часто



висихаючи влітку та переповнюючись навесні. В умовах сезонного припинення поверхневого стоку річка продовжує підземний стік, завдяки якому по всій долині питна вода присутня в колодязях та в неглибоких свердловинах. Дебіт останніх порівняно невеликий – до 1,3-2,5 м<sup>3</sup>/годину, проте цілком задовольняючи потреби місцевого населення.

Відібрані в процесі польових досліджень проби води з різних ділянок річки Сасик піддавали гідрохімічному контролю, який виконували в умовах спеціалізованої лабораторії кафедри екології та природоохоронних технологій Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. Отримані результати представлені в таблиці 1. Проби води з різних ділянок водотоку загалом показують гідрокарбонатно-сульфатно-кальцієвий характер мінералізації, сумарний рівень якого в умовах весняного водопілля 2021 року утримується в межах ГДК. Проба води, взята зі ставку восени 2020 року – на піку межені, закономірно демонструє майже вдвічі вищий вміст обсяг мінералізації, переважно за рахунок сульфатів, кальцію та хлоридів, при помітно високій концентрації сполук магнію. Подібна структура сольових компонентів загалом типова для поверхневих і приповерхневих вод Причорноморського артезіанського басейну, особливо для ділянок поширення потужних вапняків, поширених у Тилігуло-Бузькому межиріччі [8].

Має місце також і виражена динаміка коливань більшості гідрохімічних показників проб води впродовж весни-літа 2021 року, що явно пов'язані з динамікою обсягів поверхневого стоку. Останній прямо впливає на рівень мінералізації води та склад забруднювачів через привнесення з полів і сільських населених пунктів сполук амонійного азоту, фосфору, нітратів тощо. Із обсягами поверхневого стоку коригує і показник вмісту розчиненого кисню в ставковій воді.

Певні невідповідності демонструють проби води із верхів'я Сасику, відрізняючись підвищеним умістом амонійного азоту, фосфору та заліза, джерела яких практично відсутні в цій малозаселеній місцевості. Єдиним поясненням їх присутності може бути вплив військового полігону.

#### Висновки:

1. Водогосподарче значення річки Сасик, а по суті сезонно обводненого струмка – мінімальне, його води обмежено і несистемно використовують для поливу городини та ставкового рибицтва. Головне значення водотоку – в забезпеченні дренації, водовідведення та регуляції водного балансу місцевості в межах Тилігуло-Березанського межиріччя.

2. Долина Сасику, прорізаючи товщі неогенових вапняків, не має водотривкої основи тальвегу, тому практично непридатна для створення в її межах великих водонакопичувальних водойм, для водонаповнення яких відсутні джерела водопостачання. Проблемним для даної місцевості також

будуть і питання водовідведення стічних і забруднених вод, закономірні за наявності та експлуатації каскаду накопичувальних водосховищ.

3. Незначна чисельність населення, обмежена потреба водоспоживання, відсутність промислових виробництв і видобутку корисних копалин, загалом сприяють задовільним екологічним оцінкам річки Сасик, стану її долини та пов'язаних із нею підземних вод.

4. Основні джерела забруднення в басейні річки зумовлені виключно агрогенним фактором, що спричиняє міграцією залишків мінеральних добрив і пестицидів із поверхневим стоком до дренуючого водотоку, а потім і до підземних горизонтів.

Таблиця 1. Гідрохімічні параметри вод річки Сасик

Дата та місце відбору проб води	Гідрохімічні показники води, мг/дм <sup>3</sup>													
	pH, од.	Мінералізація, Σ	Гідрокарбонати HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Сульфати SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Хлориди Cl <sup>-</sup>	Кальцій Ca <sup>2+</sup>	Магній Mg <sup>2+</sup>	Натрій Na <sup>+</sup>	Калій K <sup>+</sup>	Розч. кисень	Амонійний азот NH <sub>4</sub>	Нітратний азот NH <sub>3</sub>	Фосфор загальн. P <sub>мін</sub>	Залізо загальнє
ГДК за ДСанПіН 2.2.4-171-10														
Показники	6,5-8,5	До 1000	н/р	До 250	До 250	н/р	До 50	До 200	н/р	Від 5,0	До 0,5	До 50	н/р	До 2,0
Вода з річки, відібрана на околиці села Гамове														
26.03.2021 р.	7,9	1690	614	411	308	176	120	52	9	-	0,1	0,1	0,05	0,32
11.04.2021 р.	7,9	1515	640	395	203	166	104	62	7	-	0,1	0,1	0,05	0,28
24.07.2021 р.	8,1	1404	587	320	180	142	104	65	6	-	0,1	0,1	0,05	0,30
Вода з річки, відібрана в районі села Комісарівка														
26.03.2021 р.	7,8	720	340	132	56	73	52	61	5	-	0,1	0,1	0,05	0,1
11.04.2021 р.	8,0	671	327	147	62	75	48	65	5	-	0,1	0,1	0,05	0,07
24.06.2021 р.	7,6	730	357	130	66	78	39	54	6	-	0,1	0,1	0,05	0,1
Вода зі ставка села Дмитрівка														
27.10.2020 р.	8,3	1636	503	572	201	188	78	87	7	6,1	0,50	0,12	0,18	0,01
26.03.2021 р.	8,0	1118	411	417	118	130	60	67	6	12,5	0,37	0,32	0,19	0,01
11.04.2021 р.	8,2	1054	370	402	104	109	63	69	6	11,6	0,32	0,15	0,08	0,01
24.07.2021 р.	8,2	1184	418	380	128	124	68	58	8	8,5	0,28	0,1	0,06	0,01

#### Література

1. Малі річки України. 1991 / за ред. А.В. Яценка. Київ. 296 с.

2. Карти-Google.

URL: <https://www.google.com/maps/@46.9671302,31.3176928,571m/data=!3m1!1e3!5m1!>

3. Новороссийские губернии, Бессарабская область, область Войска Донского. 1858. Военно-статистическое обозрение Российской империи. Т.11. Ч.1-5. СПб. 307 с. URL:<http://elib.shpl.ru/nodes/1>
4. Водний фонд Миколаївщини: Аналітична довідка. 2021. Регіональний офіс водних ресурсів у Миколаївській області. URL:[https://mkvodres.davr.gov.ua/water\\_resources](https://mkvodres.davr.gov.ua/water_resources)
5. Екологічний паспорт Миколаївської області. 2019. Миколаїв. 78 с. URL:<https://data.gov.ua/dataset/dc9c9445-3eed-423b-9879-092756bfe326>
6. Вишневський В. І., Косоцький О. О. 2003. Гідрологічні характеристики річок України. Київ. 324 с.
7. Гонченко Е. Д., Лобода Н. С. 2005. Водные ресурсы Северо-Западного Причерноморья (в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях). Киев. 188 с.
8. Маринич О. М. та ін. 2007. Фізико-географічне районування України: Карта (1:2500000). Національний атлас України. Київ, С. 228–229. URL:<http://www.geograf.com.ua/physical-school-course/456-fiziko-geografichne-rajonuvannya-ukrajini>

*Некос А. Н., д.геогр.н., Головка М. П., д.т.н., Білецька Я. О., д.т.н.,  
Брайнінгер О. І., аспірант  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,  
м. Харків, Україна*

## **ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ «ГРУНТ – РОСЛИНА» В УМОВАХ АНТРОПОГЕНЕЗУ**

Екологічної безпека продуктів харчування рослинного походження є майже одним з основних питань, які необхідно вирішити для збереження здоров'я та нормальної життєдіяльності людини, бо ці продукти повсякденно присутні у харчовому раціоні будь-якого народу. Визначено, що з продуктами харчування до організму людини надходить до 70% полутантів різного походження [1-3].

Організація об'єднаних націй запропонувала проєкт «Здоров'я нації у боротьбі із COVID – 19», одним із напрямів якого є зменшення інтоксикації важкими металами, що надходять до організму людини з продуктами харчування [4]. А вони, у більшості випадків, рослинного походження і відповідно залежні за своїми якісними характеристиками від процесів, що протікають у системі «грунт – рослина». На показники поглинання та накопичення токсичних концентрацій важких металів у рослинній продовольчій сировині впливає багато факторів, у т. ч. якість ґрунтів, поливних вод, атмосферних опадів, добрив, ядохімікатів тощо та здатність самих рослин до біоаккумуляції речовин із навколишнього середовища. Перелік речовин, які можуть потрапляти до рослини як аеральним шляхом так і через кореневу систему дуже великий, і в цьому переліку суттєву роль відіграють важкі метали [5]. Поглинання важких металів рослинами і подальше накопичення їх вздовж харчового ланцюга є потенційною загрозою для здоров'я людини і тварин. Також це призводить до масової деградації українських чорноземів, зосереджених в областях із розвиненою промисловістю. Також, специфічною особливістю забруднення ґрунтів важкими металами є дуже низька швидкість самоочищення ґрунту.

Відомо [6], що джерелом токсичного забруднення ґрунтів важкими металами є промислові підприємства, викиди автотранспорту, підприємства енергетичного комплексу та з переробки вторинної сировини тощо. Так, до небезпечних речовин належить свинець та його сполуки. Він належить до першого класу небезпеки і тому важливими є дослідження його впливу на якість рослинних продуктів харчування через систему «грунт – рослина». У цьому аспекті необхідно, в першу чергу, визначити технології детоксикації ґрунтів, на яких вирощують культурні рослини.

Представляється актуальним отримання закономірностей щодо визначення сортів зернобобових (сої та нуту), які мають найменші біоаккумулятивні властивості до накопичення свинцю через процес транслокації із ґрунту до рослин під час їх життєвого циклу. Надходження Pb та його сполук із ґрунтовими розчинами у харчові рослинні продукти залежить від багатьох чинників, серед яких найбільше значення має тип і якість ґрунту для вирощування продовольчої сировини, що використовується, як інгредієнт у складі продуктів харчування. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я свинець (Pb), відноситься до глобальних забруднювачів довкілля, який призводить до великого числа хвороб [7].

Експериментальні дослідження проводились упродовж 2017-2021 років у межах тестових полігонів на території колекційного розсадника «Агротек» у Київській області. Там же для досліджень було відібрано біологічний матеріал – зразки зернобобових (зерна сої та нуту), вирощених на чорноземних ґрунтах. Під час проведення експериментальних досліджень встановлено, що строки вирощування сої та нуту становили від 75 до 125 діб, що є оптимальним для кліматичних умов України. Об'єктами дослідження були двадцять сортів нуту різного вегетаційного періоду.

У багатьох наукових публікаціях визначено, що Pb, то його високі концентрації у ґрунтових розчинах призводить до деградації та зменшення кількості та різноманіття ґрунтових мікробіоценозів. Виходячи із вищенаведеного, необхідним є визначення показників концентрації Pb у зернах сої та нуту в залежності від хімічного складу ґрунтів для вирощування цих культур. Для проведення експериментів щодо детоксикації свинцю у ґрунті були обрані вапно та гній для спільного внесення на тестові ділянки з чорноземними ґрунтами.

Результати експериментальних досліджень показали, що найменша концентрація Pb у зернах сої, що отримані від рослин, вирощених на забруднених свинцем ґрунтах, отримано на ділянках із використанням вапна, гною та мінеральних добрив – схема  $N_{180}P_{180}K_{180} + Pb + \text{вапно} + \text{гній}$ .

На дослідних ділянках із забрудненими свинцем чорноземами, де використовували подвійну дозу мінеральних добрив та гній, показники концентрації токсичного металу у сім'ядолях сої мають однакову тенденцію до накопичення.

Значно меншого впливу на процес детоксикації штучно забрудненого на свинець ґрунту ніж подвійна доза мінеральних добрив (схема  $N_{360}P_{360}K_{360} + Pb$  та гній – схема  $N_{180}P_{180}K_{180} + Pb + \text{гній}$ ), має внесення вапна (схема  $N_{180}P_{180}K_{180} + Pb + \text{вапно}$ ).

І ще один аспект досліджень. Під час експериментів було визначено показники концентрації Pb у чорноземах та зернах ранньостиглих сортів сої та нуту із різним вмістом білків, жирів та вуглеводів. Науковцями

визначено, що мікроелементи та метали на 90...97 % акумулюються у сім'ядолях зернобобових, а вміст нативного білка у зерні прямо пропорційний вмісту акумульованої речовини. Відомо [8], що одним із основних шляхів надходження рухомих форм важких металів до рослини є процес транслокації їх з ґрунту та поглинання кореневою системою рослин. Рослини та їх органи запасання асимілянтів здатні акумулювати Pb під час вегетаційного періоду, де і відбувається процес взаємодії з білком, а концентрація Pb у рослині напряму стає залежною від вмісту білка. Доведено, що на ступінь акумуляції мікроелементів (у нашому випадку свинцю) в зерні під час вегетації впливає вміст білка у нативному зерні. В результаті дослідження встановлено, що вміст білка в зернах нуту значно менший за вміст білка у зернах сої. Результати експерименту показали, що як об'єкт дослідження для встановлення залежностей щодо вмісту білка в зерні та ступенем біоаккумуляції свинцю в ньому через систему «ґрунт – рослина» найбільший інтерес викликають ранньостиглі сорти сої та нуту, оскільки за вмістом білка перевищують середньостиглі сорти на 5,35 та 0,85 % (відповідно), а за вегетаційним періодом дозрівають на 20–25 діб раніше. Також при визначенні показників біоаккумуляції бобових експериментально встановлено, що масова частка Pb в чорноземі на тестовому полігоні колекційного розсадника «Агротек» у Київській області до посіву бобових була у межах 6,52...10,17 мкг/кг. Після збору урожаю бобових спостерігається зменшення концентрації Pb у ґрунті на 0,45...0,59 мкг/кг. Тобто у даному випадку можливо спостерігати прояви процесу фіторемідації, при якому певна кількість розчинів важких металів внаслідок транслокації у системі «ґрунт – рослина» переходить до рослини, тим самим зменшуючи показники концентрації полютанта у ґрунті, однак при цьому відбувається біоаккумуляція його у самій рослині. Виходячи з цього, внаслідок проведених експериментальних лабораторних досліджень встановлено збільшення масової концентрації Pb у зернах, із отриманого врожаю у порівнянні із насінним матеріалом на 0,07 та 0,08 мкг/кг у сортах сої «Алмаз» та «Юг – 30» (відповідно) та на 0,08 та 0,05 мкг/кг у сортах «Єдда» та «Єрдем» (відповідно).

Таким чином, результати усіх етапів експериментальних досліджень показали, що зміни хімічного складу ґрунту, впливають на акумуляцію Pb у органах запасання асимілянтів сої та нуту. Встановлено, що інтенсивність накопичення Pb знижується при сумісному використанні мінеральних добрив, вапна та гною. Використання одного вапна на процес детоксикації впливає не суттєво. Також визначено, що на показники біоаккумуляції Pb у зернобобових суттєво впливає вміст білка у зерні.

#### *Література*

*1. Некос А.Н., Холін Ю.В. Трофогеографія: теорія і практика: монографія. Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2015. 296 с.*

2. Biletska Y., Bilovska O., Zaitseva A. Design of new food for diet purposes according to consumer preferences // *Technology audit and production reserves*. 2019. Vol. 6, No. 4 (50). P. 21–25.

Режим доступу: <http://journals.uran.ua/tarp/article/download/185931/18788>

3. Biletska Y., Badyhina H., Semeniuk A. Development of an integrated method for implementation of food diets medical end health institutions // *Technology audit and production reserves*. 2020. Vol. 2, No. 4 (52). P. 32–34.

Режим доступу: <http://journals.uran.ua/tarp/article/view/199911>

4. Biletska Y., Bakirov M. Identification of promising chickpea varieties for enrichment with selen // *Technology audit and production reserves*. 2019. Vol. 5. No. 3 (49). P. 41–44.

Режим доступу:

<http://journals.uran.ua/tarp/article/download/185137/184930>

5. Петринич В. В. Свинець – клінічна та експериментальна патологія. 2017.

Режим доступу: <http://cep.bsmu.edu.ua/article/download/1727-4338.XVI.2.60.2017.20/108629>

6. Білик Т.І. Екологічна оцінка забруднення свинцем ґрунту та рослинності біля автозаправних станцій // *Наукові технології*, 2009. №3. С.1–3. Режим доступу:

<https://jrn1.nau.edu.ua/index.php/SBT/article/view/5107/5401>

7. Дюкарева Г. І., Білецька Я. О. Перспективи використання еламіну під час виробництва зефіру // *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі* : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Х., 2009. С. 136–143. Режим доступу: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&S21P03=FILA=&S21STR=Pt\\_2009\\_2\\_22](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&S21P03=FILA=&S21STR=Pt_2009_2_22)

8. Білецька Я. О., Юрченко Ю. А., Халін В. В. Дослідження споживчої безпечності нових видів борошна бобових із вмістом мікроелементів // *Сталий розвиток – стан та перспективи: II міжнарод. наук. симпозіум «SDEV'2020», 12-15 лютого 2020 р.: тези доп.* / Нац. ун-т «Львівська політехніка». Славське, 2020. С. 123–126.

9. Biletska Y., Plotnikova R., Skyrda O., Bakirov M., Iurchenko S., Botshtein B. Devising a technology for making flour from chickpea enriched with selenium // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2020 Vol. 1, Is. 11. P. 50–58.

Режим доступу: <http://journals.uran.ua/ejet/article/view/193515/195994>

*Некос А. Н., д.геогр.н., професор, Шатрава Л. В., студ.,  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,  
м. Харків, Україна*

## **ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВОД ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ: АСПЕКТИ СОЛЬОВОГО СКЛАДУ**

Вода є невід'ємною частиною складної комбінації, в якій виникло життя. Вона – єдина речовина на Землі, що є унікальним середовищем, яка зв'язує живу і неживу матерії.

Унікальність складу води та її властивості дозволяють людині отримувати всі необхідні для нормальної життєдіяльності мінеральні компоненти. Вони допомагають підтримувати водно-сольовий баланс організму, беруть участь в правильній роботі всіх систем і органів. Як відомо, людина може прожити кілька тижнів без їжі, але організм перестане функціонувати вже через 2-4 доби без води. Саме тому особливу увагу людство приділяє якості води, яка використовується не тільки для харчування, але й у побуті.

У законодавстві України вміст хлоридів у поверхневих водоймах не регламентується жодним нормативним документом, тому ці показники у воді доречно оцінювати, порівнюючи їх з нормативами вод, призначених для питного (централізованого) водопостачання (ДСанПІН 2.2.4-171-10 та ДСТУ7525:2014). Гранично допустима концентрація хлоридів у воді встановлюється за органолептичними показниками – смаковим якість. При концентрації хлориду натрію більше 250 мг/дм<sup>3</sup> вода вже має солонуватий смак. А ось хлоридів кальцію або магнію для такого ж ефекту потрібно не менше 1000 мг/дм<sup>3</sup>. Усереднена норма хлоридів у питній воді становить не більше 250 мг/дм<sup>3</sup>.

Присутність хлоридів у воді може бути викликана вимиванням покладів хлоридів або ж вони можуть потрапити до води внаслідок присутності стоків. Якщо аналіз води на хлориди і СІ показав перевищення норми, то небезпечно не тільки пити таку воду, а й купатися в ній. Оскільки СІ легко проникає в організм і через шкіру. Підвищений вміст СІ і хлоридів у воді не тільки робить її неприємною на смак, при цьому вона стає практично непридатною для багатьох господарських потреб. Тому дуже важливо знати та контролювати вміст цих речовин у воді.

Відомо, що СІ ефективний при боротьбі з бактеріями, тому він вирішує проблему чистоти води. Але, в той же час, у воді після додавання СІ можуть виникати так звані токсини тригалометани. Вони утворюються



при реакції Cl з хімічними сполуками, що містяться у природніх водах. У разі високого вмісту хлоридів у питній воді відбувається інтенсивне та довготривале напруження видільної функції організму, зокрема посилюється фільтрувальна та реабсорбційна властивість нирок, активізуються гормональні процеси, що пов'язані з розподіленням хлориду натрію в організмі між позаклітинною рідиною та кров'ю. Найнебезпечніше те, що тригалометани є канцерогенами і провокують розвиток онкологічних захворювань. Українські вчені прийшли до висновку, що для оцінки концентрації тригалометанів, які утворюються в процесі водопідготовки, можна використовувати такий показник як загальний органічний вуглець. Він також, як і хлориди, визначається при хімічному аналізі води.

Дослідження щодо виявлення вмісту хлоридів у колодязних водах, які можна віднести до децентралізованого водопостачання та їх впливу на організм людини проведено у невеличкому селищі на півдні Харківської області, де населення використовує колодязну воду для побутових потреб і пиття води з колодязів, розташованих у межах приватних садиб. Район дослідження знаходиться у степовій зоні в межах Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну. Селище Іванівка розташоване на правому схилі давньої Бузкової Балки, на вододілі річок Берека та Беречка, які є притоками Сіверського Дінця. На території дослідження, скоріше за все, розташовані водоносні горизонти еолово-делювіальних відкладів водозбірних схилів, які представлені суглинками, лесовидними суглинками, вапнистими ґрунтами. Перепади висот розташування точок відбору зразків колодязної води складають майже 30 м. Відбір зразків проводився у серпні 2021 року, середньомісячна температура складала приблизно 25°C, місяць був без опадів з незначною сухістю повітря. Саме в літній період часто спостерігається маловодність колодязів та, розміщених на території дослідження, ставків, що сприяє збільшенню концентрацій забруднюючих речовин на одиницю об'єму. Отже, для досліджень було відібрано зразки води, на приватних подвір'ях з колодязів різної глибини. Відповідно до місцезоташування схилом балки глибина колодязів становить: №1 – 12 м, №2 – 9 м, №3 – 8 м, №4 – 23,5 м.

Аналіз зразків колодязної води проводився у навчально-дослідній лабораторії аналітичних екологічних досліджень Каразінського ННІ екології за допомогою титриметричного метода. Результати дослідження виявились вищими, ніж очікувалось. Так, у зразку води з колодязя №1 показник хлоридів перевищує норматив (250 мг/дм<sup>3</sup>) маже у 1,5 рази, а у зразку води з колодязя №2 – у 2,4 рази. Отримані результати показують, що концентрації хлоридів у воді перевищують норму майже у 2-3 рази.

Можливо припустити, що джерелом підвищених концентрацій хлоридів і перевищень від нормативного значення ймовірно може буди розташований вище за рельєфом на відстані 175 м давніший занедбаний

водовідстійник, який функціонував 15 років потому і використовувався як приймач побутових стічних вод селища. Також можливо припустити, що найбільше перевищення нормативного значення у зразку води з колодязя №2 обумовлено тим, що приватне подвір'я з колодязем розташовано на відстані 1,16 км від відстійника, що ближче ніж усі інші. Колодязі №3 та №4 розташовані нижче схилом, тому в них концентрація хлоридів помітно зменшується. Так, порівнюючи вміст хлоридів, наприклад, у зразках води з колодязів №2 та №3, можна визначити, що концентрація хлоридів у зразку води №3 у порівнянні зі зразком води №2 зменшується на 20 %, а у зразку води №4 – на 17%.

Тож, вода з підвищеним вмістом хлоридів перед використанням в побутових або сільськогосподарських потребах обов'язково повинна пройти очищення. Відразу відзначимо, що кип'ятіння жодним чином не допомагає знизити рівень хлору. Більше того, при нагріванні хлор реагує з солями які знаходяться у воді і утворює ще більш небезпечні речовини. Тому до способів, які «реально працюють» варто віднести два: 1 – відстоювання (хлор дуже летючий і на повітрі його вміст у воді різко знижується); 2 – фільтрація. Однак дуже часто при перевищенні хлоридів у воді підвищена також мінералізація води. У цьому випадку для очищення води від солей ефективним є тільки метод зворотнього осмосу.

#### *Література*

1. Holia, V. (2017). *Ukrayna na hrany ekolohycheskoho bedstviya: vodokhozyaistvennie problemi usuhublyayutsa. [Ukraine is on the verge of ecological disaster: water management challenges are exacerbated]. URL: <http://vgolian.com/ukraina-na-grani-ekologicheskogo-bedstviya> [In Ukrainian].*

2. Коткова Т. М., Карась І. Ф., Піциль А. О., Стоцька С. В. (2021). *Екологічне оцінювання стану поверхневих водойм Житомирського району на вміст хлоридів і сульфатів. Науковий вісник НЛТУ України, 31(2). С. 52–56. URL: <https://doi.org/10.36930/40310208>*

3. Гігієна та екологія : підручник / [В. Г. Бардов, С. Т. Омельчук, Н. В. Мережкіна та ін.];. Вінниця : Нова Книга, 2020. 472 с.

4. Гончарук В. В. (2018). *Особливості проходження води на планеті Земля. Нові підходи к оцінці якості води [Особливості походження води на планеті Земля. Нові підходи до оцінки якості води]. Хімія і технологічні води, 40(1). С. 3–22.*

*Нестеренко Т. М., к.т.н., Нестеренко М. М., к.т.н.,  
Магас Н. М., к.т.н.  
Національний університет «Полтавська політехніка імені  
Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна*

## **ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТЕЙ ЕРОЗІЙНОГО ЗНОСУ ОБЛАДНАННЯ ТА ШЛЕЙФІВ СВЕРДЛОВИН КУЛИХІВСЬКОГО НАФТОГАЗОКОНДЕНСАТНОГО РОДОВИЩА**

Безпека експлуатації нафтогазопроводів безпосередньо залежить від забезпечення надійної роботи його елементів та вузлів. Ерозійний знос внутрішньої поверхні трубопроводу з'являється при його експлуатації і є найбільш поширеним і швидкопротікаючим видом зносу, особливо схильні криволінійні ділянки трубопроводів.

Актуальність вищезгаданої проблеми обумовлена тим, що ерозійне зношування є одним із складних із усіх видів зношування (витрати, пов'язані з наслідками абразивного зношування, досить високі – в межах від 1 до 4%) та основною причиною відмов трубопроводів, штуцерів, насадок, елементів запірної арматури на промислах. Зношування навіть малої інтенсивності здатне руйнувати захисні покриття, прискорюючи процес корозійної дії.

Наслідком дії ерозійного зношування можуть бути раптові відмови лінійних частин нафтогазопроводів, запірної арматури, штуцерів тощо, що може призвести до негативної дії на людину та ґрунтово-рослинний шар, а також до аварій. Негативна дія на ґрунтово-рослинний шар зводиться, в основному, до зниження біологічної продуктивності ґрунтів і фітомаси рослинного покриву. Тому потрібно виконувати моделювання роботи нафтогазопроводів з визначенням швидкостей ерозійного зношування.

Розглянемо результати розрахунків ерозійного зносу шлейфів свердловин №100, 101, 105 Кулихівського нафтогазоконденсатного родовища (НГКР) з використанням програмного забезпечення PIPESIM (Schlumberger).

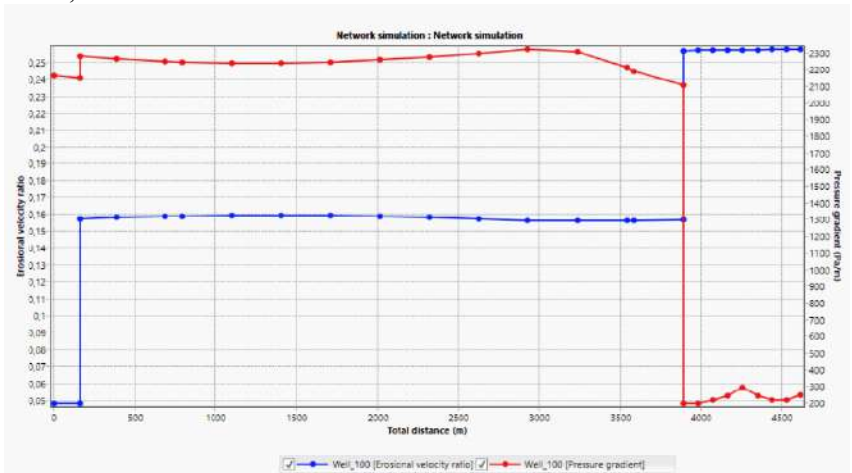
До складу Кулихівської установки комплексної підготовки газу і нафти (УКПГіН) входить наступне технологічне обладнання: установка низькотемпературної сепарації з блоком вхідного сепаратора та вузлами заміру розходу газу; установка стабілізації конденсату, яка містить колонне, теплообмінне обладнання, технологічний підігрівач, насосне обладнання, вузли заміру розходу газу та конденсату; установка регенерації метанолу (рис.1). Установка призначена для експлуатації в

кліматичних зонах із температурою повітря від  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

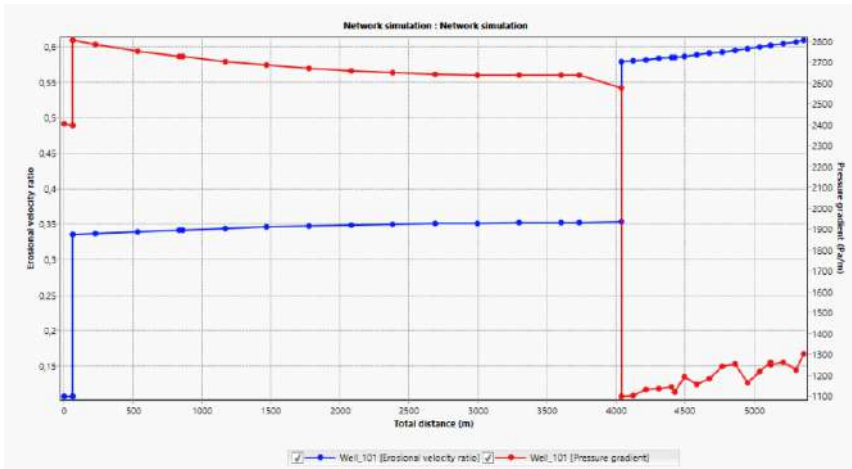


**Рис.1 Розрахункова схема трубопроводів та обладнання на GIS карті**

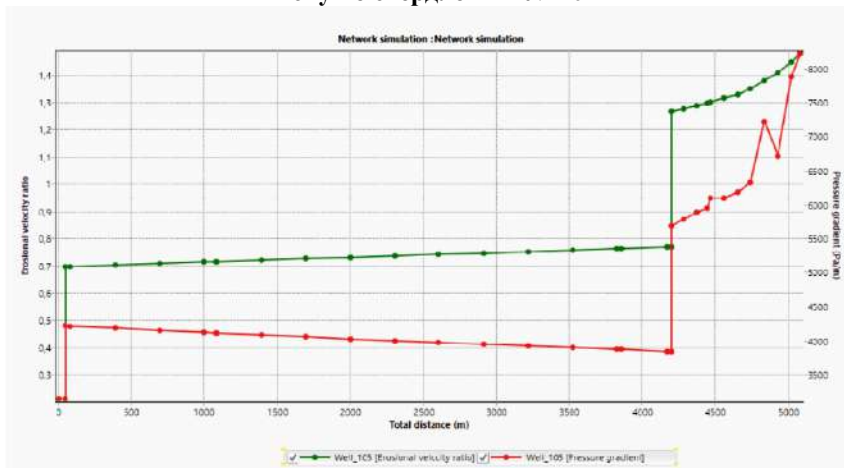
На рис. 2-4 представлено графіки розподілу тисків, температур, відношення швидкостей ерозійного зносу по довжині від свердловин №100, №101 та №105.



**Рис. 2 Відношення швидкостей ерозійного зносу та градієнту тиску по свердловині № 100**



**Рис. 3 Відношення швидкостей ерозійного зносу та градієнту тиску по свердловині № 101**



**Рис. 4 Відношення швидкостей ерозійного зносу та градієнту тиску по свердловині № 105**

Відношення швидкостей ерозійного зносу (Erosional velocity ratio) для свердловин змінюється ступінчато: перша зміна відповідає ділянці вибою свердловини (середнє значення інтервалу перфорації), а друга – відповідає ділянці переходу газової суміші із НКТ до шлейфу. В обох випадках відбувається зміна діаметру, що призводить до збільшення швидкості потоку газової суміші. Оскільки відношення швидкостей ерозійного зносу (EVR) визначається відношенням швидкості потоку газу до максимальної швидкості ерозійного зносу.

У випадку, коли відношення EVR менше одиниці, ерозійний знос не відбувається, тобто швидкість руху газової суміші менше максимально допустимої.

Розподіл тиску по довжині для свердловини № 105 має інший характер на відміну від свердловин №100 та №101. Вздовж стовбура свердловини тиск падає лінійно (інтервал 0-4250 м), далі спостерігається збільшення темпу падіння тиску. Такий характер зміни може бути пов'язаний із різницею пластових тисків: для свердловини №105 – 31 МПа, а для свердловин №100 та №101 – 24 МПа та 21 МПа відповідно. У зв'язку з високим тиском на вибої свердловини №105, швидкість потоку газової вуглеводневої суміші буде значною. Враховуючи це, а також збільшення швидкості потоку газу внаслідок переходу до трубопроводу з меншим діаметром, відношення EVR буде зростати. У точці з відміткою 4250 м  $EVR > 1$ , тоді є ризик швидкого ерозійного зносу шлейфу свердловини №105, обладнання та запірної арматури. Тому для цієї свердловини потрібно вирішити задачу оптимізації за тиском.

#### *Література*

1. Mokhatab S. *Handbook of Natural Gas Transmission and Processing. Principles and Practices* / Saeid Mokhatab, William A. Poe, John Y. Mak. – Gulf Professional Publishing, United States, 2019. 826 p. ISBN: 978-0-12-815817-3.
2. Nimir O. *Natural Gas Processing from Midstream to Downstream* / Elbashir, Mahmoud M. El-Halwagi, Ioannis G. Economou, Kenneth R. Hall. – John Wiley and Sons Ltd, 2019. 496 p. ISBN 9781119269632
3. Kidnay A.J. *Fundamentals of Natural Gas Processing* / Arthur J. Kidnay, William R. Parish. – CRC Press, 2006. 418 p.
4. Devold H. *Oil and gas production handbook. An introduction to oil and gas production, transport, refining and petrochemical industry* / Devold Havard. – ABB ATPA Oil and Gas, Oslo, 2013. 152 p. ISBN 978-82-997886-3-2.
5. *Ефективні конструктивно-технологічні рішення об'єктів транспортування нафти і нафтопродуктів у складних інженерно-геологічних умовах : монографія* / Онищенко В. О., Винников Ю.Л., Зоценко М. Л., Пічугін С. Ф., Харченко М. О., Степова О. В., Савик В. М., Молчанов П. О., Винников П. Ю., Ганошенко О. М. – Полтава : ПолтНТУ імені Юрія Кондратюка, 2018. Полтава : ПолтНТУ імені Юрія Кондратюка, 2018. 304 с.
6. *Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України» (електронний режим доступу)* <https://geoinf.kiev.ua/>.

*Пічугін С. Ф., д.т.н., професор, Клочко Л. А., аспірантка  
Національний університет  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
м. Полтава, Україна*

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ СТАЛЕВИХ РЕЗЕРВУАРІВ – ЗАПОРУКА ЇХ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ**

Сталеві резервуари різного призначення мають широке використання у всьому світі та належить до будівельних об'єктів (споруд) підвищеного рівня небезпеки (відповідальності) відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013 «Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва» [1].

Високий рівень відповідальності такого типу споруд зумовлений особливостями їх використання та призначення у різних сферах, особливо у нафтогазовій промисловості та виробництвах, пов'язаних із зберіганням та використанням різноманітних небезпечних хімічних речовин. Нерідко у подібних будівельних об'єктах виникають катастрофічні та раптові відмови, які призводять до значних економічних та неекономічних наслідків, включаючи небезпечний вплив на екологічне середовище навколо споруди. Прикладами таких катастрофічних відмов може бути потрапляння блискавки у масляний бак, якщо резервуар не заземлений. Або, наприклад, поступовий вихід із ладу резервуару, коли починає з'являтися точкова корозія стінки і постає необхідність у ремонтних роботах. Також варто зазначити, що досить часто резервуари споруджуються групами на близькій відстані один біля одного, що підвищує вірогідність їх одночасної або послідовної відмови (у результаті вибуху чи пожежі полум'я швидко охоплює усі інші прилеглі споруди поблизу зони відмови).

Звернемося до історичного досвіду, який і відніс резервуари до одних із найбільш небезпечних будівельних об'єктів.

Офіційна назва екологічної трагедії, що відбулася століття тому у Бостоні (США) – затоплення міста патокою [2]. Інцидент відбувся 15 січня 1919 року у результаті вибуху величезного резервуару із мелясою (побічний продукт буряко-цукрового виробництва, який використовувався у той час для отримання етанолу). Після вибуху утворилася хвиля рідини, яка хлинула потоком по усьому місту. Потік патоки був дуже високого тиску, а утворена хвиля досягла 2,5-4,5 м. В результаті затоплення 21 людина загинула, в основному від асфіксії, та більше, ніж 150 були травмовані.

Причиною руйнування резервуару було те, що він був переповнений рідиною, внаслідок чого листи металу розійшлися і відбулося руйнування усієї конструкції. Можливою причиною могла бути також втома металу резервуару. За іншою версією, резервуар був підірваний анархістами. Здебільшого після Бостонського екологічного лиха вчені у будівельній галузі починають вивчення причин та наслідків руйнування сталевих вертикальних резервуарів.

Поштовхом до вирішення першочергового питання безпеки та створення сучасних екологічних директив, особливо для Європейського регіону, слугувала екологічна катастрофа у липні 1976 в Італії. На хімічному заводі в італійському місті Севезо відбувся раптовий збій у процесі виробництва трихлорфенолу, в реакторі різко підвищився тиск та температура, у свою чергу спрацював запобіжний від вибуху клапан, в результаті чого почався витік діоксину. Даний тип газу є одним із найбільш токсичних речовин на землі. Утворена біла хмара у результаті містила приблизно 2 кг смертоносного газу.

Трагічні наслідки того, що трапилося, повною мірою почали проявлятися через два дні після трагедії. Сотні людей, які отримали серйозні отруєння, опинилися у лікарнях. Шкіра постраждалих покрилася екземою, рубцями та опіками, вони мучилися від блювоти та сильного головного болю. Почалася масова загибель тварин. Вони отримували смертельні дози отрути набагато швидше, ніж люди через те, що вони пили дощову воду і їли траву, в яких містилися великі дози діоксинів. Цього ж дня була проведена нарада мерів міст, на якій було ухвалено план першочергових дій. Наступного дня було ухвалено рішення про спалення всіх дерев, а також врожаю фруктів та овочів, зібраних на забрудненій території.

Тільки через 12 днів після трагедії (причинами чого є замовчування аварії та надання хибної інформації із приводу токсичних речовин) розпочалася евакуація мешканців із найбільш забруднених територій. Ця зона була обгороджена колючим дротом, і навколо неї було розставлено поліцейські кордони. Після цього туди увійшли люди в захисних комбінезонах для знищення тварин і рослин, що залишилися. Уся рослинність у найбільш забрудненій зоні була випалена, на додачу до 25 тисяч померлих тварин було вбито ще 60 тисяч. На цих ділянках досі неможливе здорове існування людини [3].

Ця всесвітньо відома катастрофічна аварія призвела до ухвалення законодавства Європейського Союзу, спрямованого на запобігання нещасним випадкам у певних галузях промисловості з використанням небезпечних речовин і, таким чином, обмеження впливу на робітників, населення та середовище. В результаті стандартом стала Директива 82/501/ЕЕС [4], більш відома як Seveso I. Ця нормативна база встановлює, що виробнича компанія, яка використовує у своїй обробці небезпечні



речовини, перелічені в Додатку А, або зберігає небезпечні речовини, перелічені у Додатку В, повинна розробити (серед інших документів) плани внутрішнього та зовнішнього захисту та плани дій у надзвичайних ситуаціях, включаючи оцінку ризиків.

Із запровадженням Seveso I в Європі сталося понад 130 серйозних аварій, і внаслідок технічного прогресу з'явилися нові ризики. Тому Європейська комісія ввела в дію Директиву 96/82/ЄС (названу Директивою Севезо II) у 1996 році. Ця директива вперше класифікувала ризики як «незначні», «низькі ризики» та «високі ризики» залежно від кількості небезпечних речовин.

Севезо II було переглянуто у Директиві 2012/18/ЄС або Севезо III з метою підвищення рівня захисту людей, майна та навколишнього середовища.

Зокрема, в Іспанії в 2016 р., за даними Головного управління цивільної оборони [5], відповідно до Директиви Севезо налічувалося 422 об'єкта високого ризику та 470 об'єктів низького ризику.

У хімічній промисловості було впроваджено систему забезпечення безпеки процесів та захисту навколишнього середовища за допомогою чотирьох стратегій: безпечніша конструкція; процеси оцінки ризиків; використання інструментальних систем безпеки та впровадження систем управління безпекою.

У процесі оцінки ризиків найчастіше використовується метод HAZOP виявлення ризиків [6]. Дослідження HAZOP, розроблене Imperial Chemical Industries (ICI) як метод критичного дослідження, було виконано в середині 1960-х років. Із впровадженням методу інтерес до питання дослідження аварій вертикальних резервуарів та причин їх виникнення, моделювання шляхів запобігання таких аварій, набули широкої популярності серед вчених по всьому світі.

На наш час виконаний ряд досліджень, вдосконалень та розробок методики роботи із ризиками на будівельних об'єктах найвищого рівня відповідальності, якими є сталеві резервуари різного призначення. Список робіт, присвячених цій проблемі, очолюють такі вчені, як Ханухов Х. М., Березін В. Л., Беляєв Б. І. та інші. Особливо слід відзначити повноту та якість обробки матеріалу в роботах таких вчених, як Мангушев Р. А., Коновалов П. А., Тарасенко А. А., Галєєв В. Б., Землянський А. А., Розенштейн І. М.

Руйнування резервуарів можуть мати катастрофічні матеріальні, екологічні та соціальні наслідки. Серед основних типів аварій можна виділити такі:

- повне або часткове руйнування самого аварійного резервуару, а також інших близько розташованих резервуарів, будівель і споруд;

- забруднення ґрунту і водних об'єктів нафтою, нафтопродуктами та іншими небезпечними речовинами, а також забруднення атмосфери продуктами горіння;
- травмування та загибель людей.

Статистична інформація, приведена в наукових джерелах, вказує на можливі збитки в результаті виникнення аварії сталевих вертикальних резервуарів, що можуть перевищувати в 500 разів первинний кошторис їх зведення [7].

Отже, зберігання нафти та інших небезпечних речовин у сталевих резервуарах при певних несприятливих умовах може призвести до надзвичайних ситуацій техногенного характеру, забруднення довкілля при аваріях і відмовах, створивши таким чином небезпеку для населення, інженерних споруд та природного середовища. Тому сталеві резервуари віднесені до об'єктів підвищеної небезпеки з гарантованим високим рівнем надійності [8].

#### Література

1. ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013 *Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва. К., Мінрегіон України, 2013. 40 с.*

2. *Great Molasses Flood*; [(accessed on 11 November 2021)]; Available online:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Great\\_Molasses\\_Flood](https://en.wikipedia.org/wiki/Great_Molasses_Flood)

3. Pichugin S. F., Klochko L. A. *Accidents analysis of steel vertical tanks. In: Onyshchenko V., Mammadova G., Sivitska S., Gasimov A. (eds) Proceedings of the 2nd International Conference on Building Innovations. ICBI 2019. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 73. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42939-3\_21*

4. *European Union Directive 82/501/CEE of the Council of 24 June 1982 on the major accident hazards of certain industrial activities. Off. J. Eur. Union. 1982;1:1–18.*

5. *Dirección General de Protección Civil (DGPC) ¿Qué Hacemos?/ Riesgos: Prevención y Planificación/ Tecnológicos/ Químicos/Distribución. [(accessed on 17 January 2017)]; Available online: www.proteccioncivil.es/riesgos/quimicos/distribucion. (In Spanish)*

6. *International Electrotechnical Commission (IEC) Hazard and Operability Studies (HAZOP Studies)–Application Guide. IEC; Geneva, Switzerland: 2016. IEC 61882:2001.*

7. *Кондаков Г. П. Проблемы отечественного резервуаростроения и возможные пути их решения / Г.П. Кондаков // Промышленное и гражданское строительство. 1998. №5.*

Пічугін С. Ф. *Розрахунок надійності будівельних конструкцій : монографія. Полтава : ТОВ «АСМІ», 2016. 520 с.*

*Пічугін С. Ф. , д.т.н., професор, Оксененко К. О., аспірант  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія  
Кондратюка», м. Полтава, Україна*

## **ТРИСКА ДЕРЕВИНИ – ЕКОЛОГІЧНЕ ПАЛИВО ДЛЯ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ**

Україна має значний запас лісу для виробництва біопалива, що визначає її ресурсний потенціал в біоенергетиці.

Подрібнена деревина у різних своїх формах, насамперед у вигляді тріски, є невід'ємним компонентом сучасної структури промислового виробництва та споживання. Щорічно на підприємствах лісопромислового комплексу утворюється близько 50 млн. м<sup>3</sup> деревних відходів, а потенційно вони можуть зрости до 200 млн. м<sup>3</sup>. Рациональній переробці піддається менш третини з них. Подрібнена деревина, представляючи собою продукт переробки круглих лісоматеріалів, у великих обсягах може використовуватись не тільки як сировинна основа для виробництва паливних брикетів, гранул та ін., а й як самостійне біопаливо.

Тріска деревини впевнено посіла своє місце серед найпоширеніших видів біопалива. Спеціалісти пояснюють це її дешевизною і простотою виробництва. Використання тріски деревини як біопалива – екологічно і економічно виправданий шлях скорочення витрат на лісопромислових та інших підприємствах. Таке біопаливо не порушує природної рівноваги, оскільки вуглекислий газ, який виділяється при його згоранні, повністю поглинається зеленими насадженнями в процесі фотосинтезу. Зниження використання викопного палива (вугілля, мазут, газ) і перехід на біопаливо поліпшують екологічну обстановку, дозволяють досягти певного економічного ефекту. В табл.1 наведені дані теплотворної здатності та дані по викидах в атмосферу в залежності від виду палива [1].

**Таблиця 1. Порівняльна характеристика різних видів палива**

Вид палива	Теплотворна здатність, МДж/кг	Вміст сірки, %	Вміст золи, %	Вміст вуглекислого газу, кг/ГДж
Природний газ	35-38 МДж/м <sup>3</sup>	0	0	57
Кам'яне вугілля	15-25	1-3	10-35	60
Мазут	42	1,2	1,5	78
Тріска деревини	10,5-12	0	2	0

Як видно з табл.1, тріска є екологічно чистим паливом. Теплота згорання 1 кг деревної тріски відповідає 0,43 кг кам'яного вугілля, 0,31 кг залишків нафти та 0,5 кг сухого торфу.

Найважливішими якісними показниками деревного палива є вологість, фракційний склад, частка дрібних фракцій, вміст золи, питома вага, тепломісткість, наявність механічних домішок.

Тріска характеризується як однорідний сипучий матеріал. Структура тріски як сипучого тіла є найважливішим фактором, що визначає її механічні властивості. Для тріски характерні зв'язність частинок, їх рухливість, здатність змерзатись та злежуватись, ущільнюватись при статичних і динамічних впливах, утворювати склепіння при витіканні з бункерів і силосів. При вільному відсіпанні частинки тріски утворюють конусну купу з певним кутом до основи.

Як матеріал органічного походження, тріска гігроскопічна, схильна до ураження мікроорганізмами. Подібно іншим рослинним матеріалам, велика маса тріски володіє здатністю самозигріватись і при певних умовах самозайматися. Основними параметрами, що характеризують властивості тріски, є об'ємна маса, вологість, коефіцієнт повнодеревності, коефіцієнт ущільнення, кут природного ухилу, коефіцієнт внутрішнього тертя, початковий опір зрушенню, коефіцієнт тертя-ковзання по різній поверхні [2].

Об'ємна маса тріски характеризує щільність її укладання і визначається вмістом маси вологої деревини у вимірному обсязі тріски. Об'ємна маса залежить від щільності подрібненої деревини, вологості сировини, коефіцієнта повнодеревності тріски, а також ступеня її ущільнення і фракційного складу.

Переведення обсягу тріски в щільну деревну масу, визначається коефіцієнтом повнодеревності – найважливішою характеристикою в системі обліку вироблюваної тріски. Коефіцієнт залежить від гідротермічного стану тріски, умов її завантаження та дальності транспортування. Однак тріску у вільно насипаному стані можна вважати лише в момент відсіпання. Через нетривалий час під дією статичних навантажень від власної ваги тріска поступово самоущільнюється, змінюється її коефіцієнт повнодеревності. Значне ущільнення тріски спостерігається під впливом динамічних навантажень, що виникають, наприклад, при пневмозавантаженні або транспортуванні.

Значення коефіцієнта повнодеревності:

- для вільно насипаної тріски –  $k = 0,36$ ;
- транспортування до 50 км –  $k = 0,4$ ;
- перевезення понад 50 км –  $k = 0,42$ ;
- в кінці транспортування на відстань від 500 км –  $k = 0,43$

У залежності від фракційного складу, форми часток, ступеню наповненості пор вологою, ущільнення значення об'ємної маси одного й того ж матеріалу може відхилитися на 200-250%.

У табл. 2 наведена об'ємна вага вільно-насіпної тріски в залежності від її вологості [2, 3].

Таблиця 2. **Об'ємна маса тріски при вільно-насіпному стані**

Порода деревини	Об'ємна маса при вільно-насіпному стані, кг/м <sup>3</sup> , при вологості, %									
	12	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Сосна	187	213	231	245	260	274	292	306	321	335
Ялина	162	187	202	216	231	241	256	270	285	295
Модрина	239	277	295	317	335	357	374	396	414	436
Береза	234	263	285	303	321	339	360	378	396	414

Рухливість тріски характеризується кутом природного ухилу, коефіцієнтом внутрішнього тертя, початковим опором зрушенню, коефіцієнтом тертя по поверхні. Кут природного укусу утворюється площиною природного укусу вільно відсіпаной купи тріски з горизонталлю.

Величина кута природного укусу змінюється для тріски в межах 30-40° [2] і залежить від рухливості частинок. Чим більшою рухливістю вони володіють, тим менше цей кут. Кут природного ухилу для тріски сосни фракції 20 мм в межах 39-49°, 10 мм – 36-46°, 5 мм – 32-58°. Хоча експериментальні дослідження, проведені Бечериковим І.В. [4], доводять, що кут природного ухилу тріски може приймати значно більші значення.

Отже, використання відходів лісозаготівель і деревообробки, а саме тріски деревини як біопалива, є екологічним та перспективним засобом розвитку біоенергетики країни.

#### Література

1. Свистунова І. В., Глотова В. О., Філатова А. В. Тверде біопаливо в теплозабезпеченні села // Збірник наукових праць. 7/2011. С. 119–122.
2. Никишов В. Д. Комплексное использование древесины : Учебник для вузов. М. : Лесн. пром-сть, 1985. 264 с.
3. Щільність тріски деревини [ Інтернет ресурс ]. – Режим доступу – <https://elfa93.ru/raznoe/plotnost-shhepy-drevesnoj-tablicza-plotnosti-shhepy-i-opilok.html>
4. Бечериков И. В. Совершенствование функционирования закрытых складов древесных сыпучих материалов : дис. канд. техн. наук : 05.21.01. Санкт-Петербург, 2017. 138 с.

<sup>1</sup>Проскурнін О. А., с.н.с., <sup>2</sup>Рибалова О. В., доц., <sup>3</sup>Блоконь К. В., доц.,

<sup>1</sup>УКРНДІЕП, м. Харків, Україна

<sup>2</sup>НУЦЗ, м. Харків, Україна

<sup>3</sup>Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потєбні ЗНУ,  
м. Запоріжжя, Україна

## **ПРОПОЗИЦІЇ З УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАКОНОДАВСТВА ПО НОРМУВАННЮ СКИДІВ СТИЧНИХ ВОД У ВОДНІ ОБ'ЄКТИ**

Із метою запобігання неприпустимо високого рівня забрудненості водних об'єктів (ВО) стічними водами (СВ) для підприємств-водокористувачів розробляються та затверджуються проекти гранично допустимих скидів (ГДС) забруднюючих речовин [1]. Методичною та законодавчою проблемою при цьому є те, що при реалізації басейнового принципу розрахунку ГДС за розрахункові ділянки, згідно Методичним рекомендаціям [2], слід брати ділянки між першим за течією місцем випуску та останнім створом повного змішування. Таким чином, для великих річок розмір розрахункової ділянки може бути дуже великим. У роботі [3] були наведені аргументи на користь того, що такий підхід нереалізований через масштабність ділянок, і висувалася ідея поділення басейну річки на невеликі локальні ділянки. При поділення басейну на ділянки пропонувалося брати до уваги не лише межі адміністративних територій, а також фізико-географічні фактори та нерівномірність техногенного навантаження. При цьому наголошувалося, що поділення басейну на ділянки тягне за собою проблему встановлення регіональних нормативів якості природної води. На сьогоднішній день в Україні діє єдина система нормативів якості поверхневих вод у вигляді гранично-допустимих концентрацій (ГДК) у прив'язці лише до виду водокористування. Але якщо на всьому протязі річки використовувати єдиний норматив, то підприємства-водокористувачі виявляться в нерівному становищі – підприємства верхніх ділянок матимуть можливість скидати забруднюючі речовини у значно більшому обсязі, ніж нижні, що призведе або до наднормативного забруднення річкової води, або до зупинки підприємств у нижній частині басейну. Тому необхідно встановлювати регіональні нормативи якості природної води, які не суперечать існуючим нормативам (тобто не перевищують ГДК) та забезпечують рівномірний розподіл техногенного навантаження на річкову систему. Можливий механізм визначення таких нормативів наводився у роботі [3].

Іншою серйозною законодавчою проблемою нормування відведення СВ у ВО є ігнорування стохастичного характеру складу СВ. У зв'язку з

цим пропонується враховувати європейську тенденцію до здійснення управління екологічною безпекою на основі оцінки екологічного ризику. У задачах нормування скидів СВ як ризик доцільно розглядати ймовірність перевищення в контрольному створі (КС) допустимого рівня забрудненості [4]:

$$r = P(C_{KC} > ГДК), \quad (1)$$

де Р – Позначення ймовірності; СКС – концентрація речовини у КС.

Задача зводиться до знаходження концентрації речовини у стічній воді  $C_{ce}$ , при якій:

$$P(C_{KC} \leq ГДК) \geq 1 - \alpha, \quad (2)$$

де  $\alpha$  – прийнятий допустимий ризик.

Якщо розглядається один випуск СВ та нормальний імовірносний закон розподілу концентрації, то шукане значення  $C_{ce}$  знаходиться з рівняння

$$\frac{1}{B\sqrt{2\pi} \cdot C_{ce} \cdot v} \cdot \int_{-\infty}^{ГДК} \exp\left(-\frac{(y - A - B \cdot C_{ce})^2}{2B^2 C_{ce}^2 v^2}\right) dy = 1 - \alpha \quad (3)$$

де  $C_{фон}$  – концентрація речовини у фоновому створі (ФС) вище випуску СВ;  $Q_{фон}$  – витрата річки в ФС;  $A = C_{фон} \cdot Q_{фон} / Q$ ,  $B = q / Q$ ;  $q$ ,  $Q$  – відповідно витрата стічних вод та витрата води у КС;  $v$  – коефіцієнт варіації концентрації речовини в СВ.

Оцінювати екологічний ризик доцільно, принаймні, для підприємств підвищеної екологічної небезпеки. Як допустимий ризик можна прийняти рівень  $\alpha = 5\%$ .

За третю законодавчу проблема слід зазначити відсутність нормативів тимчасово погоджених скидів (ТПС) речовин для ефективного переходу від фактичного стану водовідведення до дотримання вимог ГДС. ТПС поділяється на етапи, і кожного етапу призначаються водоохоронні заходи й допустимий склад СВ. Проект ТПС повинен бути також обов'язковим при отриманні документів на спецводокористування для підприємств-водокористувачів.

Четвертою проблемою можливо вважати відсутність комплексних показників якості природної води. Доцільність їх використання пояснюється схожістю впливу різних забруднюючих речовин на організм людини та екосистему. В попередній методиці екологічного нормування скидання забруднюючих речовин [5] комплексна дія різних забруднюючих речовин враховувалася наступним чином. Забруднюючі речовини поділялися на групи по ознаках шкідливості, що лімітують (ЛОШ): органолептичний, загально санітарний, санітарно-токсикологічний тощо. Врахування ЛОШ полягало у вимозі дотримання наступної умови:

$$\sum_j \frac{C_j}{C_{ГДК, j}} \leq 1 \quad (4)$$

де  $C_j$  – концентрації речовин з даним ЛОШ.

Але в діючих Методичних рекомендаціях [2] цей показник відсутній. Неврахування комплексного показника якості може призвести до екологічно небезпечної ситуації при неперевищенні ГДК за кожним окремим показником. (У ряді джерел наведена до ГДК сума концентрацій називається «інтегральним показником». Однак, на погляд авторів даної роботи, більш адекватним найменуванням є «комплексний», оскільки розглядаються фактори забруднення, які не підлягають прямому підсумовуванню).

Таким чином, із метою підвищення екологічної безпеки водовідведення пропонуються такі зміни водоохоронного законодавства у сфері нормування скидів СВ:

1. Басейни великих річок поділяти на локальні ділянки, в межах яких буде проводитися одночасний для всіх підприємств-водокористувачів розрахунок ГДС.

2. Запровадити регіональні нормативи якості поверхневих вод та на їх основі проводити розрахунки ГДС.

3. Для підприємств-водокористувачів призначати нормативи ТПС для поетапного досягнення ГДС.

4. Для підприємств підвищеної екологічної небезпеки запровадити обов'язкову оцінку екологічного ризику, викликаного скиданням стічних вод.

5. Повернутися до використання комплексних показників якості природної води під час розрахунків ГДС.

#### *Література*

1. *Водний кодекс України*. К. : Видавничий Дім «Ін Юре», 2004. 13 с.

2. *Методичні рекомендації з розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти із зворотними водами (Затв. Указом №173 Міндовкілля 05.03.2021 р.)* // <https://mepr.gov.ua/documents/3331.html>.

3. *Проскурнин О. А. Разбиение бассейна реки на локальные участки с целью осуществления бассейнового принципа расчета допустимых сбросов сточных вод. Коммунальное хозяйство городов. Серия технические науки и архитектура. 2014. №112. С. 82–87.*

*Проскурнин О. А. Нормирование состава сточных вод путем оценки экологического риска // Вода и экология: проблемы и решения. С.Пб., ООО «Борвик полиграфия», 2013. №4. С. 65–73.*

*Інструкція про порядок розробки та затвердження гранично-допустимих скидів (ГДС) речовин у водні об'єкти із зворотними водами: Затв. Мінприроди України 15.12.94. Харків : УкрНЦОВ, 1994. 79 с.*



## **ОСОБЛИВОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ ВІДХОДАМИ ПЛАСТИКОВИХ МАТЕРІАЛІВ ДОВКІЛЛЯ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Домінуючим способом поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) в Одеській області та інших областях України залишається їх вивезення та захоронення на сміттєзвалищах і полігонах. Наприклад, у 2016 р. лише 3,09 % утворених ТПВ спрямовано на переробку. На території України працює 39 підприємств переробки відходів пластикових матеріалів (ВПМ). Виробнича потужність цих підприємств складає 260 тис. т при завантаженості 170 тис. т на рік (в т.ч. 53,4 тис. т за рахунок імпорту відходів пластикових матеріалів). Діючі підприємства з переробки ВПМ недовантажені на 35% і працюють частково на імпортній сировині, в той час, як щорічно на сміттєзвалищах та полігонах ТПВ розміщується велика кількість ВПМ. Якщо імпорт ВПМ у 2015-2019 рр. варіював в діапазоні 16,1-68,4 тис. т/рік при вартості \$ 7,6 млн. – 89,8 млн., то експорт ВПМ у ці роки коливався лише в діапазоні 0,5-1,0 тис. т при вартості \$ 0,3 млн. – 1,4 млн. [1].

На території Одеської області щорічні обсяги утворення ВПМ в потоці ТПВ можуть досягати понад 88 тис. т. Враховуючи низький рівень охоплення населення роздільним збиранням ТПВ, можна вважати, що домінуюча частина ВПМ надходить до місць видалення відходів (МВВ), зокрема, на сміттєзвалища.

За даними Департаменту екології та природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації на території області розташовано 608 сміттєзвалищ, які займають близько 1300 га земель. За інформацією районних державних адміністрацій Одеської області кількість МВВ в області складає 614 одиниць, із яких паспортизовано 495. За даними Департаменту систем життєзабезпечення та енергоефективності Одеської обласної державної адміністрації лише на території Одеської області налічується 628 звалищ («полігонів») ТПВ (у т.ч. 58 – перевантажених, 104 – не відповідають нормам санітарно-епідеміологічної та екологічної безпеки).

За даними картографічного Інтернет-сервісу Google Earth Pro на території Одеської області налічується 1243 місця розташування ТПВ (у т.ч. «сірих» і стихійних звалищ), які охоплюють площу 1274 га. Їх розподіл за кластерами, які визначені із застосуванням основних критеріїв та методів, наведених у «Методичних рекомендаціях з розроблення

регіональних планів управління відходами» [2], що враховують рівномірність розподілу показників чисельності населення, площ території, кількості утворення побутових відходів, наведені в табл. 1.

**Таблиця 1. Розподіл обсягів відходів пластикових матеріалів і кількості звалищ твердих побутових відходів на території Одеської області**

Кластер	Кількість звалищ ТПВ	Площа звалищ ТПВ, га	ВПМ, т	Частка від суми ВПМ, %
Кластер I	148	60,4	6498,99	7,38
Кластер II	259	166,5	5507,19	6,25
Кластер III	314	452,0	60383,12	68,55
Кластер IV	360	399,4	7330,87	8,32
Кластер V	162	196,0	8367,22	9,50
Усього	1243	1274,3	88087,39	100

Як бачимо з наведеної таблиці, максимальна кількість і площа звалищ ТПВ (314 на 452 га) припадає на кластер III, що охоплює Одеську промислово-міську агломерацію і прилеглу територію, а також на південно-західні райони Одеської області (кластери IV та V), де зафіксована найбільша кількість звалищ ТПВ (522) на площі біля 600 га. Основна кількість ВПМ також припадає на III, IV та V кластери – відповідно 60383,12 т (68,55 %), 7330,87 т (8,32 %) і 8367,22 т (9,50 %). Найменші кількості звалищ ТПВ, а також площі, які вони охоплюють з мінімальними кількостями ВПМ в потоці ТПВ, характерні для північних і північно-східних районів Одеської області (кластери I та II).

Морфологічний склад ВПМ в потоці ТПВ на території Одеської області наведений у таблиці 2.

**Таблиця 2. Морфологічний склад відходів пластикових матеріалів в потоці твердих побутових відходів на території Одеської області**

Кластер	<i>PETE</i>	<i>LDPE</i>	<i>PEHD, PVC, PS</i>
Кластер I	2277,78	2341,82	1879,35
Кластер II	1924,31	2020,08	1562,87
Кластер III	18509,19	22572,29	19301,68
Кластер IV	2562,47	2682,50	2085,94
Кластер V	2937,78	2984,33	2445,16
Усього	28211,37	32601,02	27275,00

Кількість поліетилентерфталату (*PETE*) в потоці ТПВ Одеської області сягає 2811,27 т, поліетилену низької щільності (*LDPE*) – 32601,02 т, поліетилену високої щільності (*PEHD*), полівінілхлориду (*PVC*) та полістиролу (*PS*) – 27275,00 т. Незважаючи на те, що абсолютна більшість цих ВПМ (за винятком окремих видів поліетилентерфталату –

білі, жовті та чорні пляшки, упаковки із полістиролу тощо) піддається переробці, а їх сумарна кількість складає майже чверть виробничої потужності підприємств країни з переробки ВПМ [1, 3], вони розмішуються на численних звалищах ТПВ та забруднюють природні складові довкілля Одеської області.

Окрім того, значна частина ВПМ (до 80 %) із неорганізованих звалищ ТПВ та інших берегових джерел забруднення виноситься повітряними і водними потоками в акваторію північно-західної частини Чорного моря. Як зазначено вище, переважна частина місць розташування ТПВ (у т.ч. «сірих» і стихійних звалищ) розташована у прибережній зоні Одеської області, а тому вони є основним джерелом формування морського сміття. Дослідженнями в рамках проекту ЄС-ПРООН «Посилення екологічного моніторингу Чорного моря» (EMBLAS-Plus) протягом 2017-2019 рр. встановлено, що 83% морського сміття становить ВПМ [4]. Відходи пластикових матеріалів (макропластик) можуть піддаватися тривалому переносу морськими течіями, вітрами і хвилями. Вони несуть пряму загрозу морським організмам і є «сировиною» для генерування мікропластику, тобто частинок розміром від 0,5 до 5,0 мм. Частинки мікропластику можуть потрапляти в морське середовище також зі стічними та іншими зворотними водами (наприклад, гранули у складі косметичних скрабів або промислові синтетичні абразиви) або утворюватися за рахунок фрагментації ВПМ (макропластика) [5]. Вважається, що основним механізмом генерації мікропластику є деструкція ВПМ (макропластика), які потрапляють у акваторію із суші. Через пандемію коронавірусу кількість ВПМ різко збільшується, оскільки використані медичні маски і рукавички, флакони дезінфікуючих рідин тощо також виробляються з пластичних матеріалів.

Гідрографічна мережа Одеської області розташована у межах басейнів великих річок Дунаю, Дністра і Південного Бугу. Щільність ВПМ близька до щільності води, тому вони легко виносяться з водозборів великих річок, а також численних середніх і малих річок. Водосховища на цих річках, їх пригирлові зони та відкриті лимани з водно-болотною рослинністю є своєрідними «пастками» для ВПМ, але значна частина макропластику і практично весь мікропластик досягає морського басейну.

Майже вся берегова смуга Одеської області довжиною понад 300 км активно використовується в рекреаційних цілях. Враховуючи велику кількість рекреантів, насамперед, влітку, неважко уявити їх роль у формуванні пляжного сміття (у т.ч. ВПМ). Крім того, береговими джерелами надходження сміття можуть бути населені пункти, морегосподарські комплекси та сільськогосподарські угіддя, що розташовані вздовж прибережної смуги. На окремих урбанізованих територіях ВПМ потрапляють у морський басейн під час злив. Решта ВПМ утворюється у межах самої акваторії (судноплавство, рибальство,

днопоглиблювальні роботи, дампінг тощо). Потрапляючи в північно-західну частину Чорного моря, ВПМ втягуються в загальну циркуляцію, що активує їх переміщення по поверхні моря [6].

Отже, ВПМ несуть пряму загрозу морським організмам і є «сировиною» для генерування МП. Тому питання формування ефективної системи збирання, перевезення, переробки та утилізації ВПМ на території Одеської області є актуальним з екологічних і соціально-економічних позицій. Система управління ВПМ повинна базуватися на таких принципах: відмовлення від використання пластикових виробів, які не здатні до біорозкладання; скорочення обсягів використання пластикових виробів; вторинне використання пластикових виробів; переробка використаних пластикових виробів.

### *Література*

1. Семко П. П. Реалії співробітництва бізнесу та органів місцевого самоврядування в галузі поводження з ТПВ в Україні та напрями покращення ситуації. URL: <http://greenchamber.org.ua/files/files/2019/TBO/BUSINESS%20REALITIES.pdf> (дата звернення: 21.10.2021 р.).

2. Методичні рекомендації з розроблення регіональних планів управління відходами (затверджено Наказом Міністерства екології та природних ресурсів України 12.04.2019 р. №142). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0142737-19#Text> (дата звернення: 21.10.2021).

3. Сафранов Т. А. Можливості переробки окремих ресурсоцінних компонентів твердих побутових відходів в Одеській області. VIII-ий Міжнародний з'їзд екологів (Екологія/Ecology–2021. Збірник наукових праць. Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 122. URL:<https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/view/666/1174/2379-1> (дата звернення: 21.10.2021).

4. *National Pilot Monitoring Studies and Joint Open Sea Surveys in Georgia, Russian Federation and Ukraine, 2017. Draft Final Scientific Report. November 2018.* URL: [http://emblasproject.org/wpcontent/uploads/2019/07/EMBLASII\\_NPMS\\_JOSS\\_2017\\_ScReport\\_FinDraft2.pdf](http://emblasproject.org/wpcontent/uploads/2019/07/EMBLASII_NPMS_JOSS_2017_ScReport_FinDraft2.pdf) (дата звернення: 21.10.2021).

5. Козловский Н. В., Блиновская Я. Ю. Микропластик – макропроблема Мирового океана. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.* 2015. №10-1. С. 159–162.

6. Сафранов Т. А., Берлінський М. А., Змієнко Д. М. Пластик твердих побутових відходів прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я як складова морського сміття. *Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна. Серія «Екологія».* 2020. Вип. 23. С. 57–66.

*Синяцик В. Ф., аспірант, Харламова О. В., д.т.н., доц.  
Кременчуцький національний університет  
імені Михайла Остроградського  
м. Кременчук, Україна*

## **ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБУ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ ЗАДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ РЕГІОНУ**

Потрапляючи на полігон, небезпечні компоненти побутових відходів стають потенційним джерелом забруднення, що становить реальну загрозу природі та людині. Видалення відходів на необладнаних сміттєзвалищах призводить до забруднення навколишнього природного середовища [1].

Через відходи, розміщені на полігоні, просочується 1/3-1/4 річної кількості опадів. Вода вимиває токсичні речовини, що містяться в відходах, таким чином, у різних напрямках постійно йде міграція різноманітних хімічних сполук [2].

Фільтрат містить широкий спектр компонентів-забруднювачів, таких як Fe, SO<sub>4</sub>, Cl, NH<sub>4</sub>, феноли, роданіди, PO<sub>4</sub>, F, Hg, Ni, Ba, Se, Mn, Al, Pb, Cd [3].

За результатами аналізу вмісту фільтратів встановлено наявність у них 58 органічних речовин, 33 металів та 13 одноосновних кислот аліфатичного та ароматичного характеру. Рівень забруднень у фільтраті, що мігрує з тіла звалища, у більшості випадків у 10-20 разів перевищує показники, характерні для побутових стічних вод. Так, вміст завислих речовин може коливатися від 800 до 1600 мг/л, міді – від 0,1 до 9 мг/л, нікелю – до 0,8 мг/л, свинцю – 0,37 мг/л.

Значний вплив полігон може чинити на водні об'єкти прилеглої території. Воно виявляється при попаданні фільтрату, що накопичується в основі полігону, в ґрунтові та поверхневі води території. Заміщаються первинні породи у зоні водонасичення, змінюються їх фізикомеханічні властивості. Інтенсивне локальне забруднення на ділянках виходу фільтрату зазнають ґрунти. Елементи геологічного середовища – підстилаючі полігон і водовмісні породи також можуть забруднюватися при просочуванні фільтрату у водоносні горизонти.

У мешканців, які проживають поблизу сміттєзвалищ, відзначається підвищена захворюваність, у тому числі у дітей розвивається онкологічна патологія [4].

Небезпека від полігонів, в яких захоронені відходи, не обмежується часом їхньої активної експлуатації, а зберігається ще дуже тривалий час.

Іноді їх вплив через 20-30 років після закриття лише починається. Тому сьогодні у світі велика увага приділяється запобіганню потраплянню небезпечних компонентів побутових відходів на звалища.

Першочерговими завданнями при розробці стратегії поводження з небезпечними побутовими відходами та формування структури ринку вторинної сировини є визначення переліку відходів, що утворюються, та оцінка їх кількості.

Для визначення пріоритетного списку відходів, розміщення яких на полігонах ТПВ має бути виключено, може бути використаний досвід, який перейнятий у країнах Євросоюзу та США. У більшості країн ЄС перелік небезпечних відходів, які підлягають роздільному збору та утилізації, визначено законодавчо. Як правило, до нього входять: відпрацьовані елементи живлення, використані мастила, лаки, фарби та клеї, лампи, що містять ртуть, та інше обладнання, непридатні медикаменти, аерозолі. Для широкого використання населенням Агентством з охорони навколишнього середовища США розроблено Посібник із побутових відходів, який містить перелік небезпечних продуктів, що застосовуються в домашньому господарстві, та правила поводження з ними.

Перелік небезпечних компонентів побутових відходів можна визначити трьома методами.

Перший полягає в ідентифікації товарів та продукції, призначеної для використання у побуті, що містить небезпечні речовини та після втрати споживчих властивостей стає небезпечними відходами.

Другий метод ґрунтується на аналізі потоку відходів, що надходять на полігон ТПВ.

Третій метод ґрунтується на визначенні емісії забруднюючих речовин у навколишнє середовище від полігонів ТПВ. Найбільш точні дані можуть бути отримані виходячи з переліку товарів і продуктів, що містять небезпечні для навколишнього середовища компоненти.

Проте, для українських умов цей спосіб важко використати, так як статистичне спостереження за номенклатурою та кількістю товарів, продукції, що виробляється та ввозиться на територію, не налагоджено.

Найбільш прийнятним методом визначення переліку небезпечних відходів є аналіз потоку ТПВ.

Дослідження, проведені на сміттєсортувальному комплексі, показали, що основними небезпечними компонентами, що входять до складу ТПВ, є токсичні та пожежонебезпечні речовини [5].

Перелік основних небезпечних відходів, які у потоці ТПВ, представлений у таблиці.

У даний час розроблені та широко застосовуються в зарубіжних країнах ефективні технології переробки та знешкодження практично всіх небезпечних відходів. Досвід розвинених країн показує, що виведення небезпечних компонентів відходів із загального потоку ТПВ самим

населенням є більш прийнятним, ніж поділ на спеціалізованих підприємствах із наступних причин:

- у цьому випадку, як правило, менші витрати, що накладаються на міський бюджет та міську владу;
- у вирішенні проблеми муніципальних відходів беруть безпосередню участь ті, хто виробляє відходи – це вважається морально правильним і створює стимул зменшення їх кількості.

**Таблиця. Основні небезпечні компоненти, які входять до складу ТПВ**

Види відходів	Основні небезпечні компоненти	Властивості
Відпрацьовані елементи живлення	Свинець, Ртуть, Кадмій	Токсичність
Залишки мінеральних олів	Вуглеводні	Токсичність, пожежонебезпека
Фарби та лаки	Вуглеводні, тяжкі метали	Токсичність, пожежонебезпека
Ртутні лампи та термометри	Ртуть	Токсичність
Залишки лікарських та косметичних засобів	Олії, ефіри, пігменти, га логени, тяжкі метали	Токсичність, пожежонебезпека, висока реакційна здатність
Засоби захисту рослин	Пестициди, інсектициди	Токсичність
Залишки засобів для чищення та миючих засобів	Кислоти, луги, вуглеводні, пігменти	Токсичність, пожежонебезпека, висока реакційна здатність
Оброблена деревина	Інсектициди, фунгіциди	Токсичність, пожежонебезпека

У країнах із налагодженою системою селективного збирання небезпечних побутових відходів, як правило, використовується комбінація двох методів.

У першому випадку збирання відходів здійснюється муніципальними та спеціалізованими організаціями, які встановлюють спеціальні контейнери на майданчиках для збору сміття за місцем проживання, або організують вивіз відходів кілька разів на рік у заздалегідь обумовлені терміни або за заявками населення.

У другому випадку населення саме доставляє небезпечні відходи в контейнери, встановлені в магазинах або спеціально відведених місцях.

Обов'язковою умовою для організації селективного збору небезпечних відходів є активна участь населення, що досягається екологічною освітою

мешканців та застосуванням різних економічних стимулів. За даними деяких муніципалітетів, запровадження диференційованої плати скорочує обсяг відходів на 18%.

Організована таким чином система селективного збору дозволяє практично повністю виключити потрапляння небезпечних відходів у місця поховання та переробити чи знешкодити їх безпечними для довкілля методами.

Таким чином, проведено аналіз та оцінку існуючої практики поводження з небезпечними побутовими відходами, з точки зору оцінки життєвого циклу, визначено перелік кількості таких відходів, розроблено пропозиції щодо мінімізації їх негативного впливу на навколишнє середовище.

Розроблено та запропоновано методи визначення небезпечних відходів на полігоні твердих побутових відходів.

Найбільш доцільною технологією видалення небезпечних відходів є система селективного збору.

#### *Література*

1, Shmandiy V., Bezdeneynych L., Kharlamova O., Rigas T. *Improving the Method for Producing Adsorbents from Agro-Industrial Wastes. Journal of Ecological Engineering.* 2020, Vol. 21, No. 6, 2020, pp. 147–154.

2. Шмандій В. М., Солошич І. О., Колеснік Д. В. *Управління екологічною безпекою твердих побутових відходів регіону. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.* 2021. Вип. 2/2021. С. 60–65.

3. *Study on hazardous household waste (HHW) with a main emphasis on hazardous household chemicals (HHC). European Commission – Directorate-General Environment, Report No.: CO 5089–2, 2009.*

4. Горюх М. П. *Екологічна оцінка шкідливих речовин за комплексної утилізації муніципальних відходів // Комунальне господарство міст.* 2005. № 63. С. 172–181.

5. *Класифікатор відходів ДК 005-96 : наказ Державного комітету України по стандартизації, метрології та сертифікації № 89 від 29.02.1996 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/FIN7371.ht](http://www.search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/FIN7371.ht)*



*Смоляр Н. О., к.б.н., доцент, Кобелецька Н. М., студентка  
Національний університет «Полтавська політехніка  
імені Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна*

## **БІОТОПІЧНЕ РІЗНОМАНІТТЯ ПРИРІЧКОВОГО ПАРКУ (М. ПОЛТАВА) ЯК ІНДИКАТОР ЙОГО ЕКОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ**

В умовах розвитку сучасного міста досить актуально постають проблеми визначення і створення нових об'єктів рекреаційного та природоохоронного призначення, одним із яких є природно-рекреаційна територія, що знаходиться в межах водоохоронної зони річок Ворскли та її притоки Коломаку, відома під назвою Прирічковий парк (далі парк).

Прирічковий парк (без визначення території та площі) у м. Полтава є важливим структурним елементом зеленої зони міста – одним із 22, визначених Генеральним планом. Останнім часом увага до парку посилюється й в контексті його збереження як водоохоронної та природно-рекреаційної зони міста, оскільки все гостріше постає питання про забудову його частини.

У природному відношенні територія Прирічкового парку являє собою частину заплави річок Ворскли та її лівої притоки Коломак у гирловій частині останньої, в минулому зайнятих вологими тополевыми лісами, а нині – їх фрагментами, які на підвищених ділянках чергуються з відкритими трав'яними фітоценозами, що формуються на галявинах, узліссях, висвітлених місцях.

Незважаючи на значне рекреаційне навантаження, територія Прирічкового парку є важливим осередком збереження й відтворення типового біорізноманіття й навіть раритетних видів [1, 3].

Показники видового та ценотичного біорізноманіття будь-якої території залежать, насамперед, від різноманіття й збереженості її біотопів.

У ході оригінальних польових досліджень, проведених упродовж останніх п'яти років, нами встановлюється видовий склад судинних рослин, тварин (хребетних четвероногих), мікобіоти, вивчається територія й у ценотичному та біотопічному відношенні.

Виходимо з того, що біотоп – це історично сформована екосистема, що забезпечує збереження відповідної організації, структури, цілісності впродовж тривалого часу й в процесі функціонування визначає кругообіг речовин, метаболізм, трансформацію енергії, ґрунтоутворення, існування біоти на популяційному рівні через репродукцію й еволюцію, певним чином впливає на довкілля, змінюючи дію зовнішніх факторів. Біотоп розглядається

як тип екосистем, який має просторове вираження (топологічну розмірність), часовий інтервал – такі сукцесійні стадії, що не виходять за рамки цього типу. Це – основний об’єкт класифікації, виміру, одиниця картування екосистем. Біотоп – основний об’єкт збереження та охорони біорізноманітності, бо включає сукупність видів організмів, історично адаптованих один до одного і навколишнього середовища, і забезпечує функціонування екосистеми та збереження її цілісності [2].

Саме з таких позицій ми підходили до визначення біотопів Прирічкового парку. Далі надаємо загальну класифікаційну схему біотопів парку, максимально наближеної до EUNIS (European Nature Information System, що розробляється із 1996 року) із дотриманням її кодів.

### **Водні біотопи (C).**

*Непроточні водойми (C<sub>1</sub>)* представлені невеликими за розмірами заплавними озерами, які утворилися на місці старого річища Ворскли на лівобережжі річки. Вони неглибокі, здебільшого з рівним дном із мулистопищаними та мулистими донними відкладами. За трофічністю та сапробністю непроточні водойми у межах Прирічкового парку належать до мезотрофних, бетамезаспробних та евтрофних водойм із переходом до політрофних й альфамезаспробних.

Класифікаційна схема непроточних водойм:

C1.3 Постійні (невисхаючі) евтрофні озера, ставки та басейни.

C1.32 Евтрофні водойми з угрупованнями вільно плаваючих рослин.

C1.33 Евтрофні водойми з угрупованнями вкорінених напівзанурених рослин.

C1.34 Евтрофні водойми з угрупованнями вкорінених рослин із листям на поверхні.

C1.341 Мілководдя з угрупованнями вкорінених рослин із листям на поверхні.

C1.3411 Мілководдя з водяним жовтецем (*Batrahium circinatum*).

C1.35 Планктонні угруповання евтрофічних непроточних водойм.

C1. 6 Тимчасові озера, ставки та водні блюдця.

C1.63 Евтрофні тимчасові водойми.

*Проточні водойми (C<sub>2</sub>)* репрезентовані наземними водотоками з наявною течією. У межах Прирічкового парку вони представлені руслами річок – Ворскли (лівобережної притоки Дніпра – річки 2-го порядку) й Коломаку (лівобережної притоки Ворскли – річки 3-го порядку). Внаслідок антропогенного впливу нині спостерігається надмірна евтрофікація цих водойм, розвиток у них нитчастих, зелених і синьо-зелених водоростей, що викликає явище «цвітіння води», особливо в спекотний літній період (липень-серпень). Такі біотопи представлені угрупованням вільно плаваючих рослин ряски (C1.32), занурених (C1.33) рослин і планктонних водоростей (C1.35), які характеризуються домінуванням видів *Microcystis*, *Anabena* тощо.

На руслах річок Ворскли й Коломаку у межах Прирічкового парку макрофіти не утворюють суцільних заростей, а формують різної ширини смуги вздовж берегів, що залежить від характеру нахилу дна, швидкості течії, глибини води. Макрофіти відсутні при наявності швидкості течії більше 0,5м/с.

Класифікаційна схема цих біотопів має таку структуру:

C2.34 Евтрофні річки з повільною течією.

*Літоральна зона внутрішніх поверхневих водойм (C<sub>3</sub>)*

Літоральній зоні водойм характерні алювіальні піщані або мулисті наноси різного характеру. Зона розподілена на чотири групи:

C3.2 Береги водойм (річок), вкриті високими гелофітами (очеретом звичайним, рогазами вузьколистим та широколистим, кугою озерною, лепехою, лепешняками високим та плаваючим, півниками болотними, сусаком зонтичним, стрілолистом стрілолистим та ін., які не займають значних площ, а трапляються у вигляді розірваних смуг уздовж річок чи фрагментарно.

C3.5 періодично затоплювані прибережні ділянки з піонерними та ефемерними, як правило, однорічними рослинним угрупованнями ситника жаб'ячого, череди три роздільної, лободи сизої, гірчаків тощо.

C3.6 незарослі або слабо зарослі береги з м'яким і рухливим субстратом, що утворені піщаними та мулистими алювіальними наносами, які відкладаються і змиваються щорічно. В умовах Прирічкового парку ці біотопи формуються на ділянках пляжів на лівобережжі Ворскли.

Класифікаційна схема цих водойм має таку структуру:

C3.2 Береги водойм, що вкриті високими гелофітами.

C3.21 Прибережні біотопи з очеретом (*Phragmites australis*).

C3.22 Прибережні біотопи з кугою озерною (*Schoenoplectus lacustris*).

C3.23 Прибережні біотопи з рогазом (*Typha angustifolia*, *T. latifolia*).

C3.24А Прибережні біотопи з злаковими угрупованнями.

C3.241 Прибережні біотопи з стрілолистом (*Sagittaria saggitifolia*).

C3.244 Прибережні біотопи з лепехою звичайною (*Acorus calamus*).

C3.245 Прибережні біотопи з сусаком зонтичним (*Butomus umbelatus*).

C3.246 Прибережні біотопи з омегом водяним чи водяним хроном (*Oenanthe aquatica*, *Rorippa amphibia*).

C3.248 Прибережні біотопи з вехом широколистим (*Sium latifolium*).

C3.24В Прибережні біотопи з півниками болотними (*Iris pseudacorus*).

C3.25 Прибережні біотопи із злаковими угрупованнями середньої висоти.

C3.248 Прибережні біотопи з лепешняками (*Glyceria maxima*, *G. fluitans*).

C3.5 Періодично затоплювані прибережні біотопи з піонерними та ефемерними рослинними угрупованнями.

C3.51 Прибережні біотопи з рослинними угрупованнями низькорослих однорічників.

C3.513 Прибережні біотопи з низькорослими угрупованнями.

- C3.5131 Прибережні біотопи з ситником жаб'ячим (*Juncus bufonius*).
- C3.52 Прибережні біотопи з високорослими однорічниками (*Bidention tripartiti*)
- C3.53 Прибережні біотопи на річковому мулі з домінуванням однорічників (*Chenopodium glauca*, *Polygonum persicaria*, *Xanthium strumarium*, *X. spinosa*).
- C3.61 Незарослі піщані річкові береги.
- C3.63 Незарослі мулисті річкові береги.

**Болотні біотопи (D).** На території Прирічкового парку фрагменти цих біотопів формуються у депресивних елементах рельєфу, різних за формою та площами. Болотні біотопи на території Прирічкового парку представлені в основному осоково-очеретяними комплексами.

Евтрофні трав'янисті болота представлено двома категоріями:

- D5.1 гелофітні зарості високих трав (очерет, рогози, куга), що близькі до літоральної зони (C3.2), але формуються за відсутності постійного обводнення й наявності відкладів торфу.
- D5.2 осокові лучно-болотні біотопи, що представлені угрупованнями з домішуванням осок гострої, гостроподібної, лисячої та ін. Вони зустрічаються у вигляді незначних за площею фрагментів.

Класифікаційна схема цих біотопів така:

- D5. Болотні біотопи з гелофітними заростями поза відкритою водою.
- D5.1 Гелофітні зарості з очеретом, рогозами, кугою (*Phragmites australis*, *Typha sp.*, *Schoenoplectus lacustris*).
- D5.11 Болотні біотопи з гелофітними заростями очерету (*Phragmites australis*).
- D5.13 Болотні біотопи з гелофітними заростями рогозу (*Typha latifolia*, *T. angustifolia*).
- D5.2 Осокові лучно-болотні біотопи поза відкритою водою.
- D5.21 Лучно-болотні біотопи з високими осоками.
- D5.212 Лучні болотні угруповання з *Carex acuta* та *Carex acutiformis*.
- D5.2121 Лучно-болотні біотопи з осокою гострою (*Carex acuta*).
- D5.212 Лучні болотні угруповання з домінуванням осоки гостроподібної (*Carex acutiformis*).
- D5.213 Лучні болотні біотопи з осокою побережною (*Carex riparia*).
- D5.2191 Лучні болотні біотопи з осокою лисячою (*Carex otrubae*).

**Трав'яні біотопи (E).** Лучні біотопи в межах Прирічкового парку знаходяться на заплавах річок Ворскли й Коломаку в межах першої алювіальної тераси. На підвищених елементах рельєфу на горбах алювіального піску формуються угруповання псамофітних (пустецьких) лук.

Класифікаційна схема лучної рослинності є такою:

*Лучні степи, остепнені та пустецькі луки (E1).*

- E1.74 Трав'яні біотопи з суничником наземним (*Calamagrostis canescens*).
- Мезофітні луки (E.2).* Формуються в умовах достатнього зволоження.
- E2.14 Низинні затоплювані луки з високим біорізноманіттям.

*Гігрофітні луки (E3).*

Ці луки формуються в умовах надмірного зволоження, хоча торф при цьому не відкладається й формуються дерново-лучні ґрунти.

E3.442 Заплавні луки, що піддаються періодичному затопленню.

E3.4421 Заплавні луки з лисохвостом колінчастим (*Alopecurus geniculatus*).

E3.4422 Заплавні луки з мітлицею повзучою (*Agrostis stolonifera*).

*Маргінальні трав'яні угруповання (E5).* Такі біотопи представлені різнотрав'ям і мають досить локальне поширення на території досліджень на узліссях та вздовж русел річок та інших водотоків (старорічищ).

E5.1 Антропогенні маргінальні угруповання.

E5.12 Синантропні травостої біля нещодавно покинутих урбанізованих будівель.

E5.4 Гігрофітні та мезофітні високотравні угруповання.

E5.41 Багаторічні високотравні смуги біля водотоків.

E5.414 Прирічкові високотравні угруповання з гадючником оголеним (*Filipendula ulmaria*).

T5.43 Затінені узлісся (*Aegopodium podagraria*, *Alliaria petiolata*).

*Лісові біотопи (G).* Лісові біотопи території Прирічкового парку представлені листяними лісами. В минулому вони в комплексі з болотною рослинністю вкривали заплави Ворскли і Коломаку. Нині збереглися неширокими смугами, є розрідженими, і мають вигляд «галерейних». Вони на території Прирічкового парку займають основні площі. Їх класифікаційна схема є такою:

G1 Листяні ліси.

G1.1 Прирічкові та галерейні ліси з *Alnus*, *Populus*, *Salix*.

G1.112 Прирічкові вербово-тополеві ліси на піщаних терасах (*Salix alba*, *S. fragilis*, *P. nigra*).

G1.225 Заплавні діброви.

Отже, найбільшу частку території Прирічкового парку міста Полтави займають листяні ліси, що є залишками природних листянолісових угруповань, які виконують важливі водоохоронні та кліматоформуючі функції. Із них серед лісових біотопів найбільшого поширення набули вербово-тополеві ліси в притерасній та центральній частині заплав річок. Інші території парку зайняті лучними, лучно-болотними та болотними угрупованнями, які формуються на знижених елементах заплав в різних умовах залягання ґрунтових вод. Лучні біотопи виявлені на ділянках заплав, де дерева випали, або знищені, як правило, в умовах рекреаційного навантаження, і підтримуються завдяки цьому фактору, оскільки випасанню та викошуванню нині не піддаються.

Ураховуючи, цінність території як важливої водоохоронної зони Ворскли та Коломаку, добре збережене біорізноманіття, насамперед, біотопічне, пропонуємо зберегти цю територію природною й повністю заборонити її забудову. При територіальному плануванні цього об'єкту для

підвищення ефективності його рекреаційно-оздоровчої функції доцільним є впровадження методів ландшафтно-композиційного планування, основним завданням яких є гармонійне поєднання елементів міської архітектури з елементами природних комплексів, які добре збереглися на території в межах парку та на суміжних приворсклянських та приколомацьких заплавах ділянках і потребують обов'язкового збереження їх біорізноманіття.

#### *Література*

1. Билим Л.Р., Семеренко Н.М., Смоляр Н.О. Прирічковий парк у Полтаві як важлива у рекреаційному відношенні зелена зона міста // мат. V Міжн. наук.-практ. конф., Харків, Харківський національний автомобільно-дорожній університет. – Х. : ХНАДУ, 2019. – С. 36-39.

2. Дідух Я. П., Альошкіна У. М. Біотопи міста Києва. К. : НаУКМА, АграрMediaГруп, 2012. 163 с.

3. Смоляр Н. О., Семеренко Н. М., Корнішина А. В. Прирічковий парк як перспективний природно-заповідний об'єкт у Полтаві // Актуальні проблеми озеленення населених місць: освіта, наука, виробництво, мистецтво, формування ландшафту : мат. IV Міжн. наук.-практ конф., 14-16 травня 2020 р., м. Біла Церква, Білоцерківський НАУ. Біла Церква : Білоцерківський НАУ, 2020. С. 84–87.

*Смоляр Н. О., к.б.н., доцент, Петюренко В. О., студент  
Національний університет «Полтавська політехніка  
імені Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна*

## **КОНЦЕПЦІЯ СТВОРЕННЯ РЕГІОНАЛЬНОГО ЛАНДШАФТНОГО ПАРКУ «ГОРА ПИВИХА» НА ПОЛТАВЩИНІ ЯК ЗАПИТ НА РЕАЛІЗАЦІЮ ВНУТРІШНЬОГО ТУРИЗМУ**

Ситуація із проблемами COVID-19 всесвітнього масштабу нині визначає певною мірою зміну в різних сферах діяльності людей, у тому числі й туристичній.

І для України, в умовах проблемності реалізації зовнішнього туризму, актуально постають акценти на внутрішньому. Однак, багато чого в цьому відношенні є не відпрацьованим, законодавчо не підсиленим і природоохоронно недопустимим. Основне навантаження від туристів та рекреантів витримують природні території та природоохоронно цінні, насамперед, біосферні заповідники, національні природні та регіональні ландшафтні парки. Незважаючи, що ці об'єкти природно-заповідного фонду України мають спеціальні адміністрації, на які й покладені завдання збереження, охорони природи, організацію наукових досліджень, а також – регулювання господарської та рекреаційної діяльності, часто вони виявляються не готовими до неконтрольованих потоків відвідувачів. Ще більше нині страждають від рекреаційного навантаження природно-заповідні об'єкти природного блоку (заказники, пам'ятки природи, заповідні урочища та ін.), у яких відсутні спеціальні адміністрації, а землевласники та землекористувачі, на які покладені охоронні зобов'язання, не можуть, а часто й не бажають, забезпечити рекреаційну функцію або належним чином проконтролювати несанкціоновані потоки відвідувачів. За таких умов реально можуть бути втраченими (затоптаними, засміченими, знищеними та ін.) цінні природоохоронні об'єкти.

Для прикладу, в засобах масової інформації навесні доводиться бачити фото рекреантів, які витоптують заповідні високогірні луки та полонини Карпат із крокусами. Чисельними є заклики туристичних агенцій різного роду про можливість відвідати навесні «Холодний яр» (Черкаська область) із підсніжниками, і це в той час, коли студенти екологи Черкаського національного університету намагаються зберегти цю місцевість, організовуючи рейди, патрулювання та проживання в наметах у найбільш «гарячий час» квітування рослин-ендемів. Тобто виникає

колізії, туристів запрошують, але ж ці території не пристосовані для організованого туризму, й ризикують бути знищеними.

Ця проблема постала актуально й для Полтавської області. Значно посилюється рекреаційне навантаження на об'єкти природно-заповідного фонду, зокрема й на «Гору Пивиху» – унікальне геологічне утворення з виявленими палеонтологічними знахідками на березі Кременчуцького району в на відрізьку «селище Градизьк та с. Максимівка). Згідно фізико-географічного районування України об'єкт знаходиться в межах Південно-Дніпровської терасової низовинної області Лівобережно-Дніпровської лісостепової області Лісостепової зони Східно-Європейської країни [1].

У 1994 році з метою збереження цієї території, природних комплексів та біорізноманіття рішенням Полтавської обласної ради від 27.10.1994 року було створено ландшафтний заказник місцевого значення «Гора Пивиха» на площі 162,5 га в Глобинському та на площі 145,0 га в Кременчуцькому (нині – це Кременчуцький адміністративний район) [2]. Навіть такі дії не оберігають вразливу Пивиху від постійного впливу водосховища, що виявляється в активних абразивних процесах.

Знаходження об'єкта в околицях Градизька та на узбережній лінії із підходами до води завжди визначало цю місцевість як привабливу для нерегульованої рекреації, що виявлялося в створенні несанкціонованих стежок та під'їздів автотранспорту, облаштуванні відпочинкових зон, самопалів від розведених багать, значному засміченні території. Свого часу «Гора Пивиха» була базою проведення фестивалю «Пивиха-Квест», що з одного боку, рекламувало її, а з іншого, – було екологічно невиправданим.

У світлі останніх подій виявлення інтересу до внутрішнього туризму «Гора Пивиха» стала місцем значних потоків рекреантів, особливо в літній період.

Зважаючи на природоохоронну цінність цього об'єкта з одного боку, а з іншого – необхідності врегулювання рекреаційного навантаження та створення належних умов для рекреації, зокрема й екологічного туризму, пропонуємо оптимізувати цю територію шляхом створення регіонального ландшафтного парку (далі – РЛП, парк) на площі понад 10 тис. га, в тому числі й у межах Черкаської області.

На РЛП покладається виконання таких основних завдань: охорона й збереження цінних природних й історико-культурних комплексів та об'єктів; забезпечення раціонального природокористування; створення умов для ефективного туризму, відпочинку та інших видів рекреаційної діяльності в природних умовах із додержанням режиму охорони заповідних природних комплексів і об'єктів, сприяння екологічній освітньо-виховній роботі [2].



Основними критеріями, що визначають доцільність створення РЛП «Гора Пивиха» є: високі показники природного біорізноманіття (видового, ценотичного, біотопічного, ландшафтного), зокрема й за показниками унікальності – флористичної (один вид рослин, включений до Червоної книги України, 5 видів – до регіонального списку), зоологічної (3 види тварин включено до Червоної книги України, 11 – до регіонального списку, 70 – до додатку 1 Бернської конвенції), ценотичної (степові угруповання *Stipa capillata* L. включені до Зеленої книги України); функціонування вже функціонуючого ландшафтного заказника «Гора Пивиха», який репрезентує заповідну зону перспективного РЛП; необхідність стабілізувати антропогенне, насамперед, рекреаційне навантаження; можливість створення зони стаціонарної рекреації, в тому числі й на території існуючої поряд із Пивихою бази відпочинку, що стала б у перспективі візит-центром парку з виконанням адміністративно-організаційних, рекреаційних та еколого-просвітницьких завдань; можливість створення екологічних стежок і маршрутів (один із таких нами закладений у 2020 році); можливість зонування території з метою раціонального використання природних комплексів території та фоні забезпечення збереження й охорони біорізноманіття; привабливість територій (ландшафтний, історико-культурний імідж) для регламентованої рекреації й розвитку екологічного туризму. Одним із важливих завдань, яке буде реалізоване зі створенням парку, є утворення його спеціальної адміністрації, на яку будуть покладені важливі завдання організації діяльності в межах парку й забезпечення контролю використання ресурсів території на засадах збалансованого розвитку.

Концепція створення РЛП «Гора Пивиха» нами була презентована 19.11.2021 року на території ландшафтного заказника «Гора Пивиха» під час прес-туру «Екологічний туризм на заповідних територіях Полтавщини», організований у межах реалізації проекту громадською організацією «Зелене серце» спільно з КУ ПЗФ РЛП «Диканський» Полтавської обласної ради.

#### *Література*

1. Булава Л.М. Фізико-географічне районування : Карта // Полтавська область: Географічний атлас. К., 2004.
2. Еталони природи Полтавщини. Родповіді про заповідні території / Колектив авторів ; під заг. ред. О.М. Байрак. Полтава : Верстка, 2003. С. 157–187.
3. Природно-заповідний фонд Полтавської області / Укладач: Н.О. Смоляр. Полтава : ШвидкоДРУК, 2014. 149 с.

*Степова О. В., д.т.н., доцент, Корнішина А. В., аспірант  
Національний університет «Полтавська політехніка  
імені Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна*

## **АНАЛІЗ СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ м. ПОЛТАВА**

Для сучасних середніх та великих міст світу, зокрема України проблема погіршення екологічного стану навколишнього середовища є досить актуальною. З розвитком та розбудовою міста зростає кількість міського населення, відповідно кількість транспортних засобів постійно збільшується, що сприяє підвищенню антропогенного навантаження та негативно впливає на екологічний стан компонентів довкілля, зокрема атмосферного повітря населених пунктів.

Автотранспортні потоки чинять як пряму, так і опосередковану дію на компоненти довкілля: шум, забруднення повітря та ґрунтів, вплив на рослинний покрив біля доріг, ущільнення ґрунтів та ін. До складу відпрацьованих газів входить понад тисячу різноманітних шкідливих речовин, які негативно впливають на стан здоров'я людини і компонентів довкілля, 200 з них уже розпізнано. Основними забрудненнями є оксид вуглецю (CO), оксиди азоту (NO<sub>x</sub>), вуглеводні (C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>), сполуки сірки (основна сполука – двооксид сірки SO<sub>2</sub>), тверді частинки (в основному сажа, що складається з вуглецю C), альдегіди (загальна формула RCHO), канцерогенні речовини, до яких належать складні ароматичні вуглеводні поліциклічної будови (основний елемент – найтоксичніший і якого найбільше, бенз(а)пірен – C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>), сполуки свинцю (PbO<sub>4</sub>), які стають причиною смогів та кислотних дощів, а також впливають на частоту респіраторних захворювань населення [1].

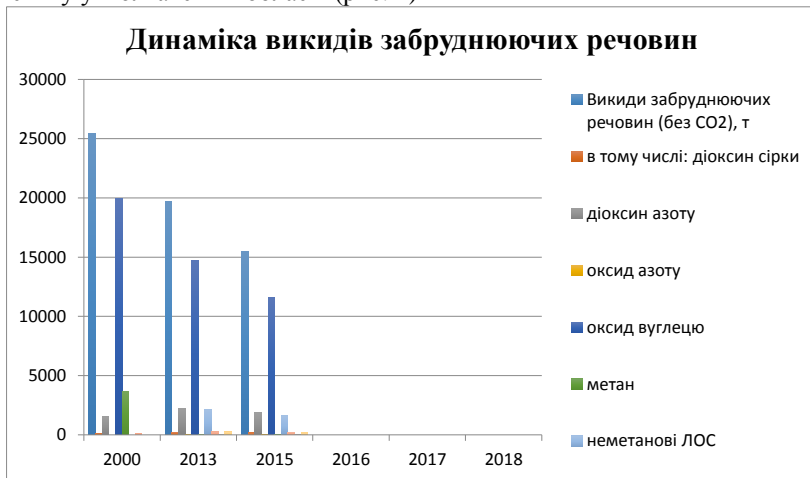
Особливо значне забруднення спостерігається поблизу перехресть перед світлофором, де автомобілі змінюють швидкість, або двигуни працюють на холостому ходу. У порівнянні з вільним пробігом у ситуації затримки перед світлофором на пішохідному переході має місце збільшення концентрації забруднюючих речовин у повітрі: CO, C<sub>m</sub>H<sub>n</sub> – в 10-14 разів, C – в 5-7 разів, NO<sub>2</sub> – в 1,5-2 рази, Pb – в 5-7 разів [2].

У зоні зупинки перед світлофором інтенсивність руху автомобілів на годину є критичною, відповідно до перевищення санітарних норм концентрації свинцевих сполук. Для інших інгредієнтів, за виключенням сажі завантаженість доріг становить 1,6-5 тис. автомобілів за годину.

На рівень забруднення атмосферного повітря викидами автомобільного транспорту впливає: щільність руху, розвиток транспортної мережі, особливості клімату регіону та рельєфу певної

місцевості, час доби й року, метеорологічні умови, наявність регулюючих дорожніх знаків та дорожніх розміток. Не останню роль відіграє спосіб керування автомобілем, стан дорожнього полотна, розміщення АЗС та станцій технічного обслуговування.

Більшу частину викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря міста Полтава вносять пересувні джерела викидів, переважно автотранспорт. Доля викидів автотранспорту залежно від пори року складає 88-93% загальної кількості викидів. Аналізуючи динаміку викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від пересувних джерел забруднення, за даними Головного управління маємо таку статистику у Полтавській області (рис. 1)



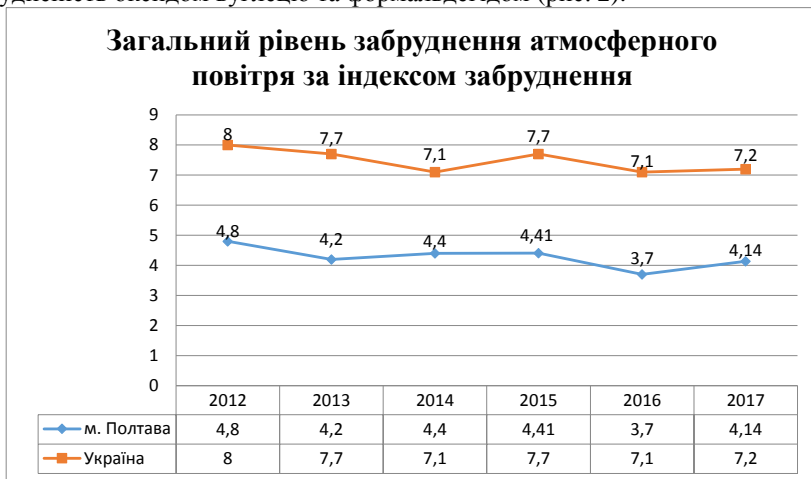
\* – у 2016-2019 рр. розрахунки щодо обсягів викидів забруднюючих речовин від пересувних джерел забруднення не проводилися.

**Рис. 1 Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від пересувних джерел забруднення м. Полтава**

Автомобільний транспорт у місті Полтава налічує близько 65 тис. одиниць, ц тому числі фізичним особам належить понад 54 тис. одиниць. Легкові автомобілі, які є основними пересувними джерелами забруднювачами, більше ніж 41 тис. одиниць. Найбільш несприятлива ситуація складається на центральних вулицях міста, де інтенсивність руху може досягати до 20 тисяч транспортних засобів на добу. Це вулиці – Європейська, Соборності, Сінна, Маршала Бірюзова, Великотирнівська, Зінківська, Київське та Харківське шосе. Інтенсивність забруднення вздовж цих магістралей в годину «пік» на окремих ділянках, та особливо на перехрестях, може становити понад 2 ГДК.

Постійні спостереження за вмістом забруднюючих речовин в атмосферному повітрі м. Полтави проводяться лабораторією Полтавського центру з гідрометеорології на 4 стаціонарних постах (пост №1 – просп. Першотравневий, 20; пост №3 – вул. Зінківська, 2; пост №6 – вул. Івана Мазепи, 45; пост №7 вул. Заводська, 1) по 10 забрудникам. Щомісячно по даних постах аналізується близько 1800-2000 проб повітря. Упродовж 2019 року в Полтаві не відмічалось випадків високого рівня забруднення атмосфери (5 ГДК і вище максимально разової концентрації).

Згідно даних Регіональної доповіді про стан навколишнього природного середовища у Полтавській області у 2018 році за результатами спостережень середньомісячних концентрацій в динаміці за останні 5 років (2014-2018 роки) можна зазначити, що спостерігається тенденція стабілізації вмісту у повітрі розчинних сульфатів, аміаку, фтористого та хлористого водню. Знизилась забрудненість пилом, діоксидом сірки, оксидами азоту, у порівнянні з попереднім роком дещо зросла забрудненість оксидом вуглецю та формальдегідом (рис. 2).



**Рис. 2. Загальний рівень забруднення атмосферного повітря за індексом забруднення атмосферного повітря (ІЗА) в м. Полтава у 2012-2019 роках у порівнянні із загальнодержавним показником**

Усі значення індексу забруднення атмосфери, що визначалися, були нижчими за середній в Україні й визначалися як низький у 2012-2017 роках, при ІЗА менше 5,0; та підвищений у 2018-2019 роках, при ІЗА від 5,0 до 7,0. У 2018-2019 роках показник ІЗА по м. Полтава мав тенденцію до зростання відносно попередніх років, що відповідало загальній тенденції по території держави.

Поліпшення стану повітря лишається однією з важливих природоохоронних проблем міста. Актуальними є питання:

- зменшення забруднення повітря викидами від автотранспорту та шкідливими викидами промислових підприємств;
- підвищення ефективності роботи існуючих пилогазоочисних установок, в тому числі модернізація, реконструкція та їх ремонт;
- будівництво та введення в дію нових газоочисних споруд і установок;
- розробка або перегляд проектів СЗЗ (при зміні технологічних регламентів виробництва) по зменшенню викидів від стаціонарних джерел забруднення, розташованих у сельбищній зоні;
- створення зон зелених насаджень вздовж вулиць для захисту від шуму та загазованості житлових територій;
- розвантаження від транспортних потоків центру міста з організацією одностороннього руху транспорту його центральної частини;
- удосконалення руху транспорту для забезпечення постійних швидкостей автомобілів, особливо в районах житлової забудови;
- удосконалення технологічних процесів, у тому числі перехід на інші види палива [3].

Аналіз літературних джерел показав, що існує низка факторів, які можуть суттєво впливати на рівень викиду шкідливих речовин в атмосферне повітря від автотранспорту. Роботи науковців, які досліджували проблему забруднення атмосферного повітря від автомобільного транспорту підтверджують, що значна частка всіх забруднень атмосферного повітря у містах припадає саме на пересувні джерела викиду, зокрема, в м. Полтава.

#### *Література*

1. Гутаревич Ю. Ф., Зеркалов Д. В., Говорун А. Г., Корпач А. О. *Екологія автомобільного транспорту : Навч. посіб. // Національна транспортна академія. К. : Основа, 2002. 312 с.*

2. Славін В. В. *Дослідження показників бензинового двигуна з різними системами живлення в режимі примусового холостого ходу/ Автошляховик України. 2013. №2. С.6–9.*

3. Сугак Н., Шидловська Т, Сухина В. *Звіт про стратегічну екологічну оцінку проекту містобудівної документації «Внесення змін до генерального плану м. Полтава». Київ, 2020. С.13–16.*

## **ОЦІНКА ТА УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМИ РИЗИКАМИ В НАФТОВІЙ ГАЛУЗІ**

Нафтова галузь України являє собою складну систему, яка включає геологорозвідувальні роботи, видобуток, транспортування, зберігання та переробку нафти. Майже кожен об'єкт даної системи здійснює негативний вплив на навколишнє середовище. Основними екологічними проблемами, пов'язаних з функціонуванням нафтової галузі є [2]: бурові роботи під час пошуків, розвідки та підготовки до експлуатації нафтових об'єктів; технічні проблеми, які виникають під час видобування і транспортування нафти й газу магістральними нафтопроводами, вирішення проблеми екологічної безпеки під час експлуатаційних робіт; екологічна безпека під час зберігання і транспортування нафти.

Однією з найбільших техногенних загроз для населення і навколишнього середовища є об'єкти підвищеної небезпеки. Аварії на цих об'єктах, у тому числі пожежі, вибухи, витікання небезпечних речовин, можуть призвести не тільки до ураження людей сильнодіючими отруйними речовинами, а й до негативного впливу на навколишнє середовище, руйнування будинків, споруд. У зв'язку з цим, питання оцінки небезпеки та існуючих на підприємстві ризиків виникнення аварій, їх практичне застосування для забезпечення стійкого функціонування потенційно небезпечних об'єктів, складання декларації безпеки, обґрунтування управлінських рішень щодо зниження небезпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям є актуальними для безпеки будь-якого суспільства.

Основною метою оцінки ризику є управління ризиком, тобто забезпечення такої експлуатації потенційно небезпечного об'єкта, яка б дала змогу мінімізувати ймовірність виникнення аварії внаслідок відмов устаткування і помилок обслуговуючого персоналу, виявлення можливих небезпечних зовнішніх впливів, що можуть спричинити аварію, а також вироблення рекомендацій зі зменшення масштабів і ліквідації наслідків аварії в разі її виникнення.

У наш час існують як математичні методи, так і методи обчислень для створення ймовірнісних схем моделювання. Необхідне тільки наукове обґрунтування їхнього вибору й надійні експериментальні дані.

У роботі було використано ймовірнісний підхід. Його застосування можна пояснити здатністю моделювати усі можливі сценарії аварій на

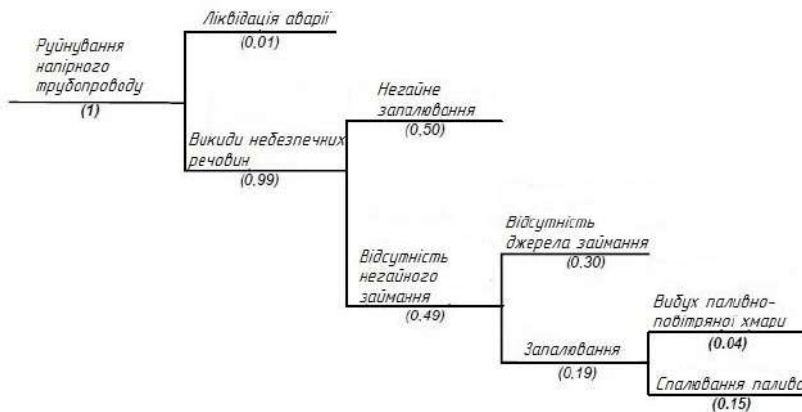
трубопроводах. Різні методи (статистичні дані, аналіз дерева подій, помилка аналіз дерева тощо) дозволяє ідентифікувати та кількісно оцінити всі сценарії, а також визначити захисні дії у разі виникнення надзвичайної ситуації. За екстреного моделювання застосовуються методи прямого аналізу подій. Усі можливі події виникають після аварії, пов'язані з причинно-наслідковими зв'язками, в залежності від операції або несправність компонентів системи захисту. У роботі для виявлення причинно-наслідкових зв'язків в екстрених випадках використовується метод «дерева подій», що дозволяє забезпечити якісну та (або) кількісну оцінку ризику. Перевагою цього методу є можливість аналізу ініціювання події, які можуть призвести до різних наслідків (теплове випромінювання, надлишковий тиск, викиди, токсичні ефекти тощо) тощо.

Метод [3] допомагає виявити сценарії аварій з різними наслідками ініціювання подій; для визначення послідовностей аварій, які найбільшою мірою сприяють ризику через їх високу ймовірність.

Аналіз розвитку сценаріїв аварійних подій за допомогою формалізованих моделей «дерев подій» є складовою частиною системи аналізу та управління мінімізацією ризику, що дозволяє на стадії проектування врахувати вплив вражаючих факторів і розробити організаційні й технічні заходи щодо раннього запобігання аварійним ситуаціям.

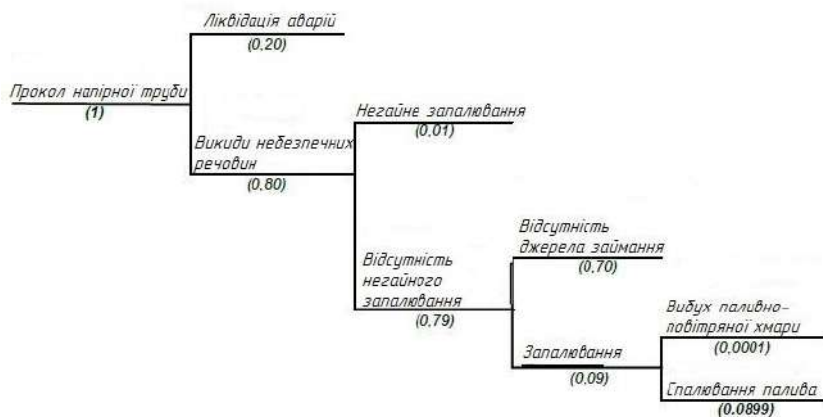
Для аналізованих ділянок об'єкта дослідження були визначені такі сценарії:

Тип 1. Розлив нафти через розрив трубопроводу – розрив гільйотини (рис. 1).



**Рис. 1. «Дерево подій» розливу нафти через розрив напірного трубопроводу**

Тип 2. Розлив нафти через прокол трубопроводу – газова кишенька (рис. 2).



**Рис. 2.** «Дерево подій» розливу нафти через прокол напірної труби

Наслідки розливу нафти будуть різними. Це залежить від режиму несправності (розрив, прокол), сезон (літо, зима), місцеві умови (суха земля, болото, водні об'єкти). Для оцінки максимального ризику є вагомим підставою вважати виникнення аварії влітку, оскільки протягом цього часу температура повітря є найвищою, і поява несприятливих факторів більш ймовірна.

Проведення аналізу ризиків нафтопроводів є важливою складовою в системі заходів, спрямованих на підвищення надійності, ефективності та безпеки експлуатації газопроводів. Аналіз надасть змогу виявити фактичне становище на ділянках нафтопроводів, спрогнозувати можливі негативні наслідки в разі виникнення надзвичайних ситуацій та дозволить вчасно вжити необхідні заходи з метою їх попередження

#### *Література*

1. Гомеля М. Д., Степова О. В. Оцінка рівня техногенно-екологічної безпеки експлуатації нафтопроводів. *Екологічні науки: науково-практичний журнал / Головний редактор О.І. Бондар. К.: ДЕА. 2019. №(2)25. Т.2. С. 12 – 15.*
2. Мандрик О. М. Аналіз причин аварійних ситуацій та руйнувань магістральних газопроводів. *Науковий вісник НЛТУ України. 2015. Вип. 25.1. С.157–162.*
3. Хрутьба В. О., Вайганг Г. О., Стегній О. М. Аналіз екологічних небезпек під час експлуатації та ремонту магістральних нафтопроводів. *Екологічна безпека. № 2/2017 (24). С.75–82.*



*Степова О.В., д.т.н., доцент, Тягній Л.М., аспірантка  
Національний університет «Полтавська політехніка  
імені Юрія Кондратюка», м.Полтава, Україна*

## **ВПЛИВ АНТРОПОГЕННИХ ФАКТОРІВ НА СТІК МАЛИХ РІЧОК ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ В КОНТЕКСТІ ЗМІН КЛІМАТУ**

Останнім часом різко посилюється антропогенний вплив на водну систему, що призводить до порушення процесу саморегулювання водної системи. Одним з аспектів негативних змін характеристик стоку малих річок є глобальні і регіональні кліматичні зміни. Значна кількість науковців, фахівців-екологів досліджують питання впливу змін клімату на характеристики стоку, в тому числі й малих річок. Особливо гостро при цьому постає питання про співвідношення антропогенних і природних його складових.

Басейн річок – перший і головний регулятор зовнішніх впливів на систему. Ще в 1884 р А.І. Воейков привів крилату фразу: «Річки – суть продукту клімату їх басейнів», тим самим підкресливши роль клімату у формуванні стоку річок. Саме він визначає кількість і розподіл опадів як в часі, так і в просторі, їх агрегатний стан, випаровування, характер рослинності та інші фактори, тому роль клімату важко переоцінити [1].

Метою досліджень є визначення антропогенних факторів, що впливають на процес саморегулювання стоку в річці Ворскла та її притоку Коломак, що описаний за допомогою ряду гідрологічних характеристик а саме: характеристики руслових процесів, характеристики стоку річкових наносів.

Основними антропогенними факторами впливу на водний стік є скидання неочищених господарсько-комунальних та промислових стоків, розорювання земельних масивів, меліорація і зрошення територій, а також спостерігається утворення несанкціонованих сміттєзвалищ твердих побутових відходів біля водойми, та порушення території кар'єрними видубками піску, глини, яка складає 81,2 га.

За несприятливими екзогенними процесами природного та техногенного характеру, що проявляються ерозією площинної глибини крутих схилів, або зсувонебезпечної території площа яких склала – 604,0 Га. Згідно даних УНС міської ради м. Полтави від 23.04.2020 №1-13/02-01/407 зареєстровано 39 випадків зсувів загальною площею 75,3 Га, із яких 15 – III категорії ризику, згідно Каталогу зсувів за 2003 рік правого берегу річки Ворскли, також затоплення паводковими водами і підтоплення заплави – 0,5-2,0 м (до 10% території міста); просідання ґрунтів I, II типу.

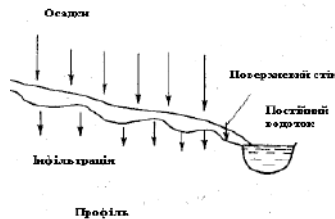
Процес стоку в гідрографічній мережі водойми починається після того, як всі поглиблення будуть заповнені водою, яка зливається невеликими потоками, прорізаючи вододіли між окремими зниженнями, утворюючи первинні струмочки та тимчасові водотоки [2].

Річка Ворскла не має сильних змін до коливання води, так як русло його прорізає два водоносних горизонти. В нижньому шарі горизонту ніколи не вичерпується вода в період весняного сніготанення або випадання інтенсивних дощів. А в верхньому ґрунтовому шарі виникають тимчасові водоносні горизонти, що залягають на відносних водоупорах.

У зв'язку наявності ухилу, який складає 0,3 м/км водоносного горизонту, р. Ворскла вода пересувається паралельно ухилу по поверхні ґрунту

Відмінність у величині стоку р. Ворскла та її притоку р. Коломак визначається з різною часткою участі в річному стоці підземного живлення в даній місцевості.

Схематичне зображення процесу формування поверхового стоку відображено на рис. 1.



**Рис. Схеми утворення поверхового стоку**

Поверхневий стік триває впродовж всього часу випадання опадів або сніготанення і деякого часу після їх закінчення, також до появи окремих калюж на поверхні ґрунту, та до рівня їх вододілів. Частина води, що залишилася в калюжах частково випаровується, просочується й надходить в мережу гідрографії через верхній шар ґрунту у вигляді внутрішньо-ґрунтового або через більш глибокі шари ґрунту у вигляді підземного стоку.

За основними характеристиками водного режиму норма річного стоку р. Ворскла (3,7 м<sup>3</sup>/с), р. Коломак (5,05 м<sup>3</sup>/с).

За розподіленням середній обсяг стоку для річки Ворскли й її притоку визначались за середнім розподіленням стоку в лісостеповій зоні (таблиця 1).

**Таблиця 1. Середнє розподілення стоку в р. Ворскла та її притоку Коломак в лісостеповій зоні в 2020 році**

Річка	Притока	Площа водозбору, А км <sup>2</sup>	Лісистість, %	Середній сток, л/с з 1 км <sup>2</sup>		
				зима	весна	літо-осінь
Коломак	ліва	186,5	9,0	1,15	1,9	2,0
Ворскла	–	1470,0	10,0	1	1,3	1,4

Обсяг стоку р. Ворскли  $W_0$ , м<sup>3</sup>, км<sup>3</sup> – кількість води (опадів), що протікає через поперечний переріз водотоку за будь – якої проміжок часу (добу, місяць, сезон, рік) складає – м<sup>3</sup>, р. Коломак – м<sup>3</sup>.

Модуль стоку р. Ворскли  $q = 2,48$ , л/с · км<sup>2</sup>, змінний та залежить від кількості води, що стікає з 1 км<sup>2</sup> площі водозбору в одну секунду.

Річкова система Ворскли у поведінці з процесами, що протікають в ній являє собою щось набагато більше, ніж просто русло з водою в меженний період, та включає в себе донні ґрунти, берега і заплаву. Заплава є в значній мірі горизонтальною алювіальною формою рельєфу, яка прилягає до русла річки, та з відокремленими від нього берегами. Вона формується річкою з наносів в існуючих кліматичних умовах, у водному режимі та затоплюється під час помірних паводків [3].

Таким чином, річкова система басейну Ворскли має розпливчасті кордони з наземними системами і системами підземних вод, прибережною та під русловою зоною відповідно. Вона включає мілини, бічні рукави, заплавні озера та інші елементи, створені в ході алювіальних процесів в межах заплави. Ці руслові і заплавні елементи змінюються з часом. У зв'язку з цим можна вважати, що річкова екосистема має три просторових виміри: поздовжнє – в напрямі течії; поперечне – в бік заплави; і вертикальне – в сторону алювіальних відкладень.

Руслоформуюча здатність річок у межах Полтавської області постійно змінюються з морфологічною побудовою русла водотоку, що обумовлено дією поточної води, що відслідковуються зі змінами морфологічних показників, а саме критерієм відносної здатності транспортного потоку, який визначається як співвідношення транспортуючої здатності потоку до швидкості надходження в річку наносів. Перевищення обсягу поступаючих наносів над транспортуючою здатністю потоку призводить до їх осадження. У разі, якщо обсяг надходження наносів менше транспортуючої здатності, відбувається формування меандр.

За результатами дослідження гідрологічного стану річки Ворскла в'язку з антропогенним навантаженням виявлено схильність до зменшення

величини річного стоку, який досяг 15-30% в цій зоні, що постійно змінюється з часом.

Зміна умов землекористування на водозбірній площі Ворскли та її притоку (наприклад, у зв'язку з несанкціонованими виробками кар'єрних територій по видобуток піску, глини) призводить до збільшення кількості наносів, що позначається негативно на процесах формування русла [3, 4].

Антропогенні фактори оказують на річку Ворсклу все зростаючий вплив на саморегулюючу систему водойми, що призводить до істотного зменшення стоку. Передбачається, поступова зміна клімату яка пов'язана не з поступовим потеплінням, а скільки зі зростанням інтенсивності погодних явищ, таких як повені, урагани, сильні засухи, що призведе до повного та необоротного порушення процесу саморегулювання геосистем і в кінцевому підсумку до їх руйнування.

#### *Література*

1. Сніжко С. І. *Оцінка та прогнозування якості природних вод* : Підручник. К. : Ніка-Центр. 2001, 264 с.

2. Приходько М. М. *Экологическая безопасность природных и антропогенно измененных геосистем* : Монография. Киев : Информационный центр экологического просвещения. 2013, 201 с.

3. Карасев И. Ф. *Морфометрические инварианты русловых потоков* // Труды Академии водохозяйственных наук. М., 1995. Вып. 1. С. 19–27.

4. Степова О. В., Гах Т. О. *Екологічний стан поверхневих водойм Полтавської області. Екологічні науки: науково-практичний журнал. Головний редактор Бондар О. І. К. : ДЕА. №2 (29). Т 2. С. 87–91.*

*Тихенко О. М., к.т.н., Паскал Н. О., студентка  
Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ МІСТА КИЄВА**

За оцінкою експертів, Україна вважається однією з найменш забезпечених у Європі країн за запасами місцевих водних ресурсів – 1000 м<sup>3</sup> на 1 жителя. Для порівняння, у Швеції та Німеччині – 2500 м<sup>3</sup>, Франції – 3500 м<sup>3</sup>, Великобританії – 5000 м<sup>3</sup> [1].

Водночас, використання водних ресурсів в нашій державі є неефективним та нераціональним. Тенденція до погіршення якості води поверхневих джерел водопостачання спостерігається за рахунок збільшення впливу таких антропогенних чинників як безсистемна господарська діяльність з порушенням допустимих меж освоєння територій, надмірна інтенсифікація використання природних ресурсів, замулення, забруднення та заростання річок. Хімізація сільського господарства, забудова прибережних територій, екологічні негаразди призвели до забруднення річок великою кількістю неочищених і недостатньо очищених стічних вод.

В Україні відсутні механізми для відшкодувати збитків завданих здоров'ю населення внаслідок споживання неякісної питної води. Якісна питна вода є основною складовою внутрішнього і зовнішнього середовища людини та природи.

Важливим стратегічним загальнодержавним завданням України є забезпечення населення якісною питною водою, що обумовлює актуальність та безперечну важливість проблеми, що досліджується.

Місто Київ забезпечується питною водою з трьох джерел водопостачання – річок Дніпро, Десна та підземних водоносних горизонтів. Артезіанський водопровід експлуатує свердловини глибиною від 90 до 340 м. Загальна проектна потужність господарсько-питного водопроводу м. Київ за 2020 рік складає 2100 тис. м<sup>3</sup>/добу [2].

ПрАТ «АК «Київводоканал» зобов'язаний забезпечити населення м. Києва питною водою, що відповідає вимогам Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [3].

Якість питної води централізованої системи господарсько-питного водопостачання міста Київ цілодобово контролюється 3-ма хіміко-бактеріологічними лабораторіями ПрАТ «АК «Київводоканал». Щодоби відбирається та аналізується приблизно 1000 проб води, які

контролюються за 22 показниками. Щомісяця якість питної води контролюється за 50 показниками, а у широкому спектрі інгредієнтів питна вода щорічно досліджується за 80 показниками. Контроль за показниками якості питної води здійснюється щодня в 35 контрольних точках мереж, 19 насосних водопровідних станціях [2].

Оцінка якості питної води з централізованої системи водопостачання міста Києва за останні кілька років була проведена за усередненими даними ПрАТ «АК «Київводоканал» щодо якості питної води у 2020. На рис. 2 наведені співвідношення кількості проб води задовільної якості (зеленим і синім кольорами), до тих, які не відповідають нормативним документам (жовтим кольором).

Як видно з рис. 2 питна вода з централізованого водопостачання не завжди надходить до споживачів належної якості, зокрема за такими показниками як запах, каламутність, окислюваність, вміст хлору, вміст мангану, вміст заліза.



**Рис. 2. Оцінка якості водопровідної води в місті Києві**

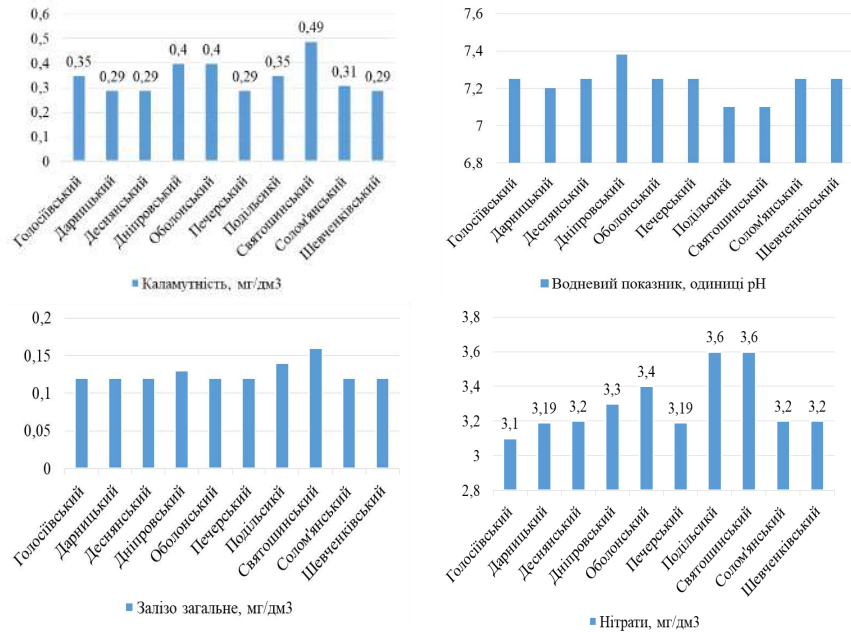
Якість питної води централізованої системи водопостачання в місті Києві, значно коливається впродовж року. Це пояснюється зміною якості води в поверхневих водоймах. Забруднення природного походження

насамперед пов'язано з тим, що води річок Дніпро та Десни формуються в північних районах українського і білоруського Полісся, яке є потужним джерелом надходжень органічних речовин природного походження. На відміну від поверхневих джерел підземні води більш захищені від антропогенного забруднення. Водопостачання з артезіанських свердловин є альтернативним при критичному забрудненні поверхневих джерел централізованого водопостачання як природного характеру, так і через техногенну діяльність людини. Спостерігається погіршення якості дніпровської та деснянської води за мікробіологічними та фізико-хімічними показниками у весняно-літній період.

Також за даними ПрАТ «АК «Київводоканалу» [2] були проведені дослідження якості води централізованої системи у різних районах міста Києва за такими показниками як каламутність,  $\text{мг/дм}^3$ , водневий показник, од. рН, вміст заліза загального та нітратів,  $\text{мг/дм}^3$  (рис. 3).

Нормативні значення досліджених показників, відповідно до [3] наступні: каламутність,  $\text{мг/дм}^3 \leq 2,03$ ; водневий показник, од. рН – 6,5–8,05; залізо загальне,  $\text{мг/дм}^3 \leq 1$ ; нітрати,  $\text{мг/дм}^3 \leq 50$ .

Як видно з рис. 3 усі досліджені фактичні фізико-хімічні показники якості води районів м. Києва перебувають в межах допустимих рівнів.



**Рис. 3. Вміст у питній воді системи централізованого водопостачання**

Можливо покращення якості питної води пов'язано з тим, що у 2020 році було модернізовано кілька важливих об'єктів водопостачання та водовідведення у столиці, також була впроваджена нова технологія знезараження питної води [4]. В 2021 році було завершено реконструкцію всіх 14 артезіанських водопровідних насосних станцій, що забезпечують 10% міського водопостачання. Замість рідкого хлору тепер тут використовується більш сучасний і безпечний реагент – гіпохлорит натрію. На Дніпровській водопровідній станції було збудовано та запущено завод з виробництва діоксиду хлору, яким тепер знезаражується ще 30% водопровідної води у столиці. Таким чином, вже 40% питної води у Києві знезаражується без використання газ-хлору, завдяки чому вона має покращений смак та запах.

### *Література*

1. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2019 році. Режим доступу: <https://www.minregion.gov.ua/wpcontent/uploads/2020/11/proekt-nacz.-dop.-za-2019.pdf>.

2. Контроль якості питної води в водопровідних мережах міста Києва. Режим доступу: <https://vodokanal.kiev.ua/news/kontrol-yakosti-pitnoi-vodi-v-vodoprovidnix-merezhax-kyiva>.

3. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною (СанПіН 2.2.4-171-10). Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>

4. Цільова програма «Питна вода міста Києва на 2011-2020 роки». Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/MR101430>



*Тітова А. О., аспірант, Шмандій В. М., д.т.н., проф.,  
Ригас Т. Є., к.т.н., доц., Бігдан С. А., аспірант,  
Павлюк Г. О., студентка  
Кременчуцький національний університет імені Михайла  
Остроградського, м. Кременчук, Україна*

## **ВИКОРИСТАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ СМІТТЄЗВАЛИЩ**

У рамках Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року та Національного плану управління відходами до 2030 року в Україні повинно бути створено ряд сучасних регіональних полігонів побутових відходів. З метою зниження негативного впливу на довкілля всі полігони, які вичерпали свій ресурс та не обладнані захисними спорудами, а також несанкціоновані сміттєзвалища повинні бути рекультивовані.

Проблема накопичення твердих побутових відходів на несанкціонованих звалищах існує у всіх регіонах України. За даними Регіонального плану управління відходами у Полтавській області до 2030 року в області налічується 725 місць видалення побутових відходів (полігонів і звалищ ТПВ). Із них 272 не відповідають санітарним та екологічним вимогам й підлягають першочерговому закриттю. Тобто вони підлягають рекультивації. Такі об'єкти становлять небезпеку для довкілля, адже потрапляння на них відходів майже не контролюється, відсутні дані про кількісний та якісний склад відходів. Це негативно впливає не лише на довкілля, але і становить підвищену пожежну небезпеку. Відбувається погіршення санітарно-епідеміологічної ситуації в районах розташування цих об'єктів [1, 2].

Із огляду на те, що в Україні значна кількість сміттєзвалищ потребує рекультивації, а в сучасних умовах господарювання при недостатньому фінансуванні такі роботи майже не виконуються, нами було досліджено можливість заміщення необхідних для рекультивації матеріалів відходами. Важливість рішення цієї проблеми обумовлена дефіцитністю ґрунту для вирівнювання полігону, а також має місце висока вартість матеріалів, які можуть використовуватись у будівельних роботах. Тому, така альтернатива, як застосування відходів, зменшить потребу у використанні корисних копалин, дозволить повторно використати відходи виробництва, утилізувавши їх у безпечний для довкілля спосіб, а також дозволить ефективно планувати площі для подальшої рекультивації сміттєзвалищ.

Зазвичай, рекультивація полігонів включає два етапи, а саме: технічний (вирівнювання полігону ТПВ, облаштування захисних споруд) і

біологічний (створення рекультиваційного покриття на поверхні полігону ТПВ та рослинного шару на всій площині).

Саме для технічного етапу розглядалась можливість заміни глини, необхідної для ізоляції та вирівнювання куполу сміттєзвалищ, інертними відходами [3].

Стрімкий розвиток галузі видобування корисних копалин, зумовив утворення значної кількості відходів бурових шламів в регіоні. В теперішній час більша частина відходів буріння захоронюється в амбарах, які займають значні площі. Тому, з метою утилізації та раціонального використання цих відходів нами розглянуто можливість їх використання при рекультивації сміттєзвалищ.

Дослідивши сучасний технологічний цикл із приймання, оброблення та утилізації відходів буріння, який вперше було запроваджено у Полтавській області, встановлено що за умови відповідності бурових шламів 4 класу небезпеки, такі відходи могли б знайти застосування при проведенні робіт з рекультивації полігонів.

Після оброблення відходів буріння з використанням флокулянтів та коагулянтів, утворений сухий залишок за показниками санітарно-хімічних досліджень і гігієнічного аналізу є малотоксичними відходами (за умови запобігання пилоутворенню на усіх етапах поводження із цим відходом), за вмістом токсичної компоненти (важкі метали: Pb, Ni, Cr, Cd, Zn) не належить до небезпечних відходів. За результатами аналізу складу водної витяжки встановлено рівень кислотно-основної рівноваги та вміст важких металів, проведено лабораторно-модельні дослідження впливу різних концентрацій бурового шламу на розвиток зростання рослин ячменю. На підставі проведених досліджень встановлено що раціональним шляхом утилізації відходів є використання:

- при створенні полігонів для складування твердих побутових та промислових відходів, а також їх подальшої експлуатації – підсипання та шарування;
- в якості наповнювача при виготовленні бетонних сумішей, шлакоблоків при будівництві підсобних та складських приміщень;
- для підсипання фундаментів при плануванні територій в будівництві промислових об'єктів та автомобільних доріг;
- з метою облаштування обвідних та загороджуючих валів і дамб.

Сухий залишок бурового шламу в якості ізолюючого матеріалу використано на полігоні ТПВ м. Кременчук. За результатами моніторингових досліджень спостерігалось зменшення рівня забруднення підземних вод. Аналіз проводився за наступними показниками: рН, нітрити, нітрати, сухий залишок, хлориди, сульфати, залізо, мідь, свинець, нікель, кадмій. Висновки зроблено на підставі порівняння показників наявності забруднюючих речовин у воді за попередні роки.

Аналіз впливу полігону ТПВ при використанні відходів бурового шламу на ґрунти (показники: рН, свинець, кадмій, цинк, нафтопродукти) та атмосферне повітря (азоту діоксид, ангідрид сірчистий, вуглецю оксид, формальдегід, сірководень) проводився по 5 точках на території полігону, а також у межах його санітарно-захисної зони. В цілому на всіх точках концентрації забруднюючих речовин не перевищують гранично допустимі норми. Загалом, є тенденція до зменшення ступеня забрудненості ґрунтів із віддаленням від контурів полігону ТПВ. У порівнянні з попередніми роками простежується збільшення концентрації кадмію, але вона знаходиться у межах допустимих норм.

Завдяки глинистій структурі відходів бурових шламів стає можливим якісне ущільнення та ізоляція ТПВ. Ці заходи в першу чергу доцільні для запобігання вибухам, пожежам, рознесення відходів вітром на полігонах ТПВ.

Отже, за результатами проведених досліджень ми прийшли до висновку що сухий залишок бурових шламів за технологією «Фільтрувальний басейн» доцільно використовувати не тільки для шарування та укріплення укосів полігону побутових відходів (сміттєзвалищ), але й у технологічному процесі рекультивації сміттєзвалищ. Це матиме як економічний так екологічний позитивний ефект, а саме:

- зменшиться кількість амбарів для видалення бурових шламів;
- вирішиться питання утилізації відходів, стане можливим повторне використання відходів у технологічному процесі рекультивації сміттєзвалищ;
- зменшиться кошторисна вартість виконання робіт із рекультивації полігонів і сміттєзвалищ.

#### *Література:*

1. Шмандій В. М. *Управління екологічною безпекою на регіональному рівні (теоретичні та практичні аспекти): дис. докт. техн. наук: 21.06.01 «Екологічна безпека».* Харків, 2003. 356 с.

2. Харламова О. В. *Антропоцентричний підхід в управлінні екологічною безпекою на регіональному рівні. Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування.* 2014. №2. С. 142–149.

3. *Державні будівельні норми України. Проектування. Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування.* ДБН В.2.4-2-2005.

*Ткаченко Т. М., д.т.н., Федорова Д. А., студентка  
Київський національний університет будівництва і архітектури,  
м. Київ, Україна*

## **ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ КИЄВА У НАПРЯМКУ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТОГО МІСТА**

Київ має великий потенціал для того, щоб стати одним з найбільш екологічно чистих міст у Європі. Задля цього потрібно зосередитися на вирішенні проблем, котрі сповільнюють цей процес. Ці проблеми не мають простих рішень і потребують тривалих системних робіт.

*Чиста вода.* Вода у водопровідній мережі Києва забирається безпосередньо, з ріки Дніпро, на берегах якої місто і розташоване. 70% території України це басейн Дніпра. Все, що відбувається на цій території так чи інакше опиняється в річці. Основними чинниками забруднення поверхневих вод у межі столиці є скидання промислових стічних вод та комунально - побутових стоків, через міську систему каналізації, третина якої перебуває в аварійному стані. Однією з основних хімічних речовин, що забруднюють Дніпро у Києві, є фосфати (мийні засоби, пральні порошки, інша побутова хімія). Коли фосфати потрапляють у ріки, вони призводять до надлишкового розмноження водоростей – евтрофікації. Чим більше утворюється водоростей, тим менший у воді рівень кисню. За нестачі кисню гинуть гідробіонти. Надлишок органічних речовин призводить до гниття та зараження води. З метою покращення якості питної води, в Україні прийнято програму «Питна вода України» на 2022-2026 рр. [1].

*Чисте повітря.* Порівняно з іншими містами Європи, Київ знаходиться посередині рейтингу міст за забрудненням повітря. Забруднення здійснюється стаціонарними та пересувними джерелами. Серед стаціонарних джерел забруднення найбільш впливовими є Дарницька та Трипільська (Київська область) ТЕС, Бортницька станція аерації, сміттєспалювальний завод «Енергія», полігон твердих побутових відходів № 5 тощо [2]. До пересувних джерел належить транспорт, що використовує двигуни внутрішнього згорання. Серед викидів від обох видів забруднювачів є викиди в атмосферу сполук азоту та оксиду вуглецю, що можуть викликати у людей напади задухи та кисневої недостатності, вражати серцево-судинну та дихальну системи (ТЕС, завод «Енергія»); викиди хлору та аміаку, які можуть вражати дихальну та нервову системи (Дніпровська водопровідна станція).

*Чисті вулиці.* Жодна екологічна програма не стане ефективною, якщо не вирішити проблему утилізації та переробки сміття. В цьому випадку

головним моментом буде розвиток вторинної переробки та програм, які стимулюватимуть сортування відходів мешканцями міста. Також варто створити пункти, де збирають різні види сміття. На сьогодні, смітники, призначені для розподілу, розташовані здебільшого у центральних районах, проте не всі мешканці використовують їх за призначенням. У дворах віддалених районів, кількість сортувальних баків значно менша. За санітарними нормами і правилами, у всіх громадських місцях обов'язково мають бути урни для сміття. Відстань між урнами на тротуарах вулиць має становити не більше 60 м. На перехрестях вулиць вони повинні бути встановлені на кожному з кутів [3].

*Система транспорту.* Автомобілі завдають великої шкоди навколишньому середовищу: двигуни внутрішнього згоряння виробляють велику кількість шкідливих викидів в атмосферу. Найкращим вирішенням даної проблеми, звісно є перехід на транспорт, котрий не спричиняв би шкоди навколишньому середовищу: електро чи водневі автомобілі, велосипеди, самокати тощо. Вирішення цієї проблеми для Києва – це питання часу. На сьогодні ми бачимо реконструкцію доріг, де зроблено велодоріжки. Однак, частина з них є непроїзною через паркування автомобільного транспорту. Електросамокати спричиняють аварії, особливо при пересуванні на тротуарах та переїзді пішохідних переходів. Тому за можливості краще скоротити кількість поїздок на власному автомобілі. Тим паче обслуговування власного автотранспорту обходиться набагато дорожче, ніж поїздка на метро. Однак, на сьогодні з громадським транспортом пов'язано іншу небезпеку: розповсюдження вірусу Covid-19. За необхідності переміщення на короткі відстані, кращим рішенням буде прогулянка пішки.

*Озеленення міста.* Затишна та комфортна атмосфера міста може бути створена за допомогою правильного зонування паркових територій, здатних поєднати місця для пікніків, атракціони, дитячі майданчики, місця проведення спортивних заходів. Відновлення занедбаних парків, засадження скверів деревами та іншою рослинністю, зведення клумб біля свого під'їзду – все це не тільки покращить стан навколишнього середовища Києва, а й додасть столиці візуального комфорту. Крім того, варто звернути увагу на озеленення саме житлових комплексів та правильну забудову території міста (уникнення щільної забудови).

*Перехід до зеленого будівництва.* Зелене будівництво – це зведення будівель, комфортних для людини та дружніх до навколишнього середовища. Досягнути цього можливо за рахунок введення зелених технологій: будівництво за класом енергоефективності А і вище, використання вторинних і відновлюваних джерел енергії, зелених конструкцій тощо. На сьогодні в Україні чинні «Концепція сталого розвитку до 2030 р.» [4], закон України «Про енергоефективність» [5], Методики визначення енергетичної ефективності будівель [6], ДБН В.2.6 –

31: 2016 [7] «Теплова ізоляція будівель» [], різні програми фінансової підтримки та кредитування енергоефективних проєктів. Однак, на цьому шляху постають серйозні проблеми через дискредитацію кредитної системи та низьку екологічну свідомість населення. Крім того, очевидним є той факт, що «зелені» технології – дорога річ, і споживач за нинішніх умов не спроможний платити. А бізнес не готовий будувати те, що не матиме попиту.

*Екологічна свідомість.* Кожен мешканець міста Києва, насамперед, повинен пам'ятати, що всі значні зміни починаються з малого, а саме – з нас самих. Декілька порад, якими варто скористатися:

1. Заощаджувати ресурси. Економити електроенергію не так складно, достатньо вимикати побутову техніку та освітлення, коли в них немає потреби. Не залишати зарядні пристрої та техніку приєднаними до електромережі – вони споживають електроенергію, навіть коли не використовуються. При покупці побутових приладів та ламп варто вибирати енергоощадні моделі, зокрема, світлодіодні лампи з ефективністю не нижче 90 лм/Вт. При виборі світильників перевагу слід віддавати тим, що мінімально поглинають світло та максимально спрямовують його в нижню зону приміщення. При оздобленні приміщення та виборі меблів, слід надавати перевагу світлим кольорам. Для заощадження води необхідно використовувати важільні змішувачі з аераторами, економні душеві насадки, змивні системи унітазних бачків зі змінним об'ємом спуску, пральні машини та посудомийні машини з меншим споживанням води тощо.

2. Сортувати сміття. Намагайтеся збирати відходи окремо. Для цього можна користуватися кількома баками для різних видів сміття.

3. Користуватися багаторазовими виробами з тривалим терміном експлуатації, а також використовувати речі, що були у вжитку, та віддавати або продавати непотрібні речі, які ще можуть бути використані іншими споживачами.

4. Зменшити обсяг споживання пластику. Повністю відмовитися від пластику неможливо, але можна максимально скоротити його споживання. Наприклад, не купувати воду у пластикових пляшках, відмовитися від поліетиленових пакетів та посуду.

5. Не заощаджувати на обслуговуванні речей. Наприклад, не залишати пристрої з акумуляторами без заряджання (втрати енергії в акумуляторі призводять до його повільного розрядження, а далі – руйнування), не залишати струминні принтери надовго без періодичного ввімкнення (щоб не засихало чорнило в соплах), вчасно чистити механічні, кварцові годинники, принтери, сканери або інші механічні пристрої (подовжує термін експлуатації механізмів у разі), не залишати батареї у пристроях, що довго не використовуються тощо.

6. Відмовитися від одноразових батарейок. На сьогодні розроблено достатньо різних типів акумуляторів, що замінюють їх. Це – нікель-метал-гідридні акумулятори з малою втратою енергії (маркуються Always Ready, Ready 2 Use тощо), які можна використовувати десятки років у пристроях як малого, так і великого енергоспоживання. Останнім часом для пристроїв високого енергоспоживання з'явилися літій-полімерні акумулятори, що замінюють звичайні батарейки різних типів. Вони заряджаються зарядним пристроєм до мобільного телефону й мають підвищену ємність порівняно з попередніми.

### *Література*

1. Павлиш О. На програму «Питна вода України» на 2022-2026 роки з бюджету планують виділити 17 мільярдів [Електронний ресурс] // Українська правда: Економічна правда. – URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2021/09/30/678317/>. – Дата публікації: 30 вересня 2021.

2. Губарева В. ТОП-7 проблем з екологією в Києві. Як вижити в столиці [Електронний ресурс] // Рубрика: Екорубрика. – URL: <https://rubryka.com/article/ecology-kyiv/>. – Дата публікації: 28 вересня 2020.

3. Державні санітарні норми і правила утримання територій населених місць. URL: [https://moz.gov.ua/uploads/2/13157-pro\\_20190625\\_1\\_dod.pdf](https://moz.gov.ua/uploads/2/13157-pro_20190625_1_dod.pdf). – Дата звернення: 06.11.2021.

4. Стратегія сталого розвитку України до 2030 року [Електронний ресурс]. –

URL: [https://www.undp.org/content/dam/ukraine/docs/SDGreports/UNDP\\_Strategy\\_v06-optimized.pdf](https://www.undp.org/content/dam/ukraine/docs/SDGreports/UNDP_Strategy_v06-optimized.pdf). – Дата доступу: 08.11.2021.

5. Про енергетичну ефективність будівель: Закон України від 22.06.2017 № 2118-VIII. Відомості Верховної Ради. 2017. №33. С. 359.

6. Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель: Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11.07.2018 №169.

7. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. [Чинний від 01.05.2017]. Київ: Укрархбудінформ, 2017. III, 31 с. (Державні будівельні норми України).

Трохименко Г. Г., д.т.н, професор,  
Недорода В. М., аспірант, Почечуєв В. В., бакалавр  
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,  
м. Миколаїв, Україна

## ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННИХ ТЕСТ-СИСТЕМ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ФІТОТОКСИЧНОСТІ ЗАБРУДНЕНОГО НАФТОПРОДУКТАМИ ҐРУНТУ

Ґрунт є одним із головних екологічних об'єктів, центральною сполучною ланкою між біотичною та абіотичною складовими біосфери. Для оцінки якості ґрунтів та ґрунтового покриву потрібно розуміння та застосування цілого комплексу аналітичних та теоретичних методів, доступних в арсеналі ґрунтознавства. У представленій роботі наведено результати дослідження фітотоксичності ґрунтів з високим рівнем вмісту нафтошламу при використанні біопрепарату нафтодеструктору. Застосований біопрепарат створений на основі штамів мікроорганізмів *Bacillus amyloliquefaciens subsp. plantarum* НШ-2, *Bacillus amyloliquefaciens* НШ-3 та *Bacillus subtilis* НШ-4. Дані мікроорганізми були ізольовані з бурового шламу Семиренківського газоконденсатного родовища Миргородського району Полтавської області.

Огляд опублікованих даних показує, що мікроорганізми роду *Bacillus* мають високу стійкість до змін рН, температури, солоності та ефективні емульгуючі властивості при взаємодії з нафтовими вуглеводнями [1]. Висока адгезія мікроорганізмів, зниження поверхневого натягу, емульгуюча активність, вироблення біоактивних речовин навіть при екстремальних умовах навколишнього середовища, зниження в'язкості та висока швидкість деградації вказують на потенціал даних мікроорганізмів для обробки нафтового забруднення [2, 3].

Нині існує ряд сучасних методик оцінки токсичності ґрунту, але їх застосування зазвичай обмежене через їх високу трудомісткість та вартість. При цьому ефективний і відносно недорогий підхід до оцінки токсичності забруднених ґрунтів базується на застосуванні методів біотестування з використанням тест-систем. Біотестування спрямоване на оцінку загальної токсичної дії всього комплексу забруднюючих речовин за допомогою досліджуваних об'єктів. Основними перевагами методу є: наочність, зручність і простота експериментів, повторюваність і надійність результатів, економічність та об'єктивність [4]. Для виявлення токсичності ґрунту та водного середовища застосовують фітотести, в яких рослини здатні реагувати на забруднення, які фіксуються параметрами проростання

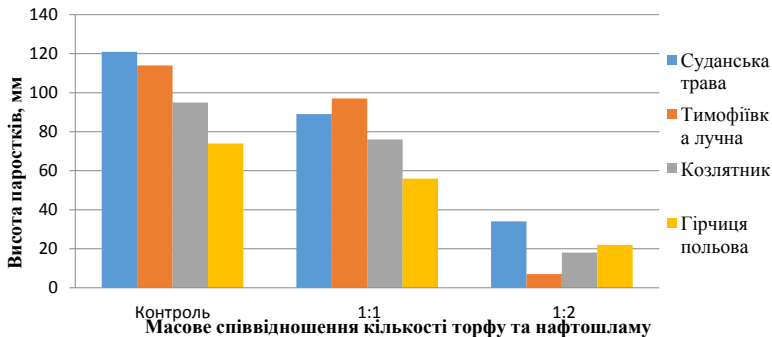


насіння, швидкістю росту коренів та пагонів, тобто виступають як показники рівня токсичності ґрунту [5].

Визначення ефективності біопрепарату здійснювали з використанням стандартної методики «Ростового тесту». Його сутність полягає в обліку змін показників проростання індикаторної культури, вирощеної на досліджуваних зразках ґрунту [6]. В ході експерименту використовувалися декілька різних рослинних тест-систем, а саме суданська трава (*Sorghum bicolor subsp. Drummondii*), тимофійка лучна (*Phleum pratense*), козлятник (*Galéga officinális*), гірчиця польова (*Sinapis arvensis*). Різноманітність використаних індикаторних рослин забезпечила комплексний аналіз результатів нафтодеструкції, а також дозволила оцінити чутливість насіння кожного окремого виду до токсичних речовин.

Дослідження були проведені на базі Екологічної лабораторії Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. Зразки штучно забрудненого ґрунту були підготовлені у співвідношенні маси нафтошлему до незабрудненої частини у частках 1:1, 2:1 та 4:1 відповідно. Результати проростання рослин зображені на рисунку 1.

Експеримент проводився в однакових пластикових склянках ємністю 180 мл. Проби нафтозабрудненого ґрунту (відповідну кількість нафтошлему вносили у ґрунт до потрібної концентрації і перемішували) в однаковій кількості поміщали у склянки, після чого вирівнювали поверхню та зволожували однаковим (5 мл) об'ємом води. Як контрольних зразок, були використанні рослинні тест-системи пророщені в зразках без забруднення та без використання біопрепарату.



**Рис. Висота рослин в умовах нафтового забруднення при використанні нафтодеструкторів**

Для біотестування зразки ґрунту (масою 70 г кожен) були поміщені в однакові умови освітленості та температурного режиму (20-24°C). У підготовлені ґрунти висаджували насіння рослинних тест-систем (не менше 40-50 штук). Дослідження проводилося впродовж 12 повних

тижнів. Токсичність досліджуваних ґрунтів оцінювали виходячи з різниці між контрольними та ураженими зразками. Результати наведені в таблиці.

Фітотоксичність ґрунту – загальний показник, який може бути використаний для характеристики впливу ґрунту на рослини. Якщо в ґрунті є токсичні речовини, вони можуть вплинути на схожість насіння або розвиток рослин. Одним із головних критеріїв токсичності ґрунту є оцінка динаміки схожості насіння та кількості пророщеного насіння протягом певного періоду. Рівень пригнічення визначався у відсотках до висоти рослин в контрольних, незабруднених зразках.

**Таблиця 1. Фітотоксичний ефект забрудненого ґрунту за використання нафтодеструкторів, %**

Рослинна тест-система	Співвідношення кількості незабрудненого ґрунту до масової частки нафтошламу		
	1:1	1:2	1:4
Суданська трава	26,45	71,91	100
Тимофіївка лучна	14,92	100	100
Козлятник	19,86	81,05	100
Гірчиця польова	24,32	70,27	100

Окремо слід виділити, що подальше зниження концентрації нафтошламу є недоцільним, оскільки значно підвищується використання незабруднених ґрунтів.

Для кожної окремої рослинної тест-системи при кожному рівні концентрації нафтошламу проводився контроль на зразках які не піддавалися впливу біопрепарату нафтодеструктору. Без використання мікроорганізмів в більшості випадків насіння не проростає. Відомо, що насіння здатне адсорбувати нафту, яка, у свою чергу, призводить до розвитку змін метаболічних реакцій, унаслідок чого зменшується схожість або насіння взагалі не проростає [7].

В окремих зразках, а саме суданської трави та гірчиці польової насіння приймається, в таких випадках відбуваються стабільні процеси зів'язання, рослини вище 4-5 мм не проростають. В усіх контролях без використання мікроорганізмів нафтодеструкторів рослини повністю зів'язали ще до етапу закінчення експерименту.

За даними отриманих зразків виявлено стимулюючу дію біопрепарату на біологічні показники сходів рослинних тест-систем.

Таким чином, встановлено що використання біопрепаратів на основі консорціуму штамів мікроорганізмів-нафтодеструкторів *Bacillus*

*amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* НШ-2, *Bacillus amyloliquefaciens* НШ-3 та *Bacillus subtilis* НШ-4 є раціональним підходом у методах біоремедіації. Застосування даного біопрепарату на досліджених зразках нафтозабруднених ґрунтів забезпечило зменшення фітотоксичного ефекту на рівні 73,55-85,48% при невисоких, та 18,95-29,73% при значних (до 70%) рівнях забруднення нафтошлямом.

#### Література

1. Nayak N. N., Purohit M. S., Tipre D. R., Dave S. R. 2020. Biosurfactant production and engine oil degradation by marine halotolerant *Bacillus licheniformis* LRK1. *Biocatal. Agric. Biotechnol.*, 29. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101808>

2. Ossai I. C., Ahmed A., Hassan A. et al. 2019. Remediation of soil and water contaminated with petroleum hydrocarbon: A review. *Environmental Technology & Innovation*, 17. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2019.100526>

3. Zhang B., Guo Y., Huo J., Xie H., Xu C., Liang S. 2020. Combining chemical oxidation and bioremediation for petroleum polluted soil remediation by BC-nZVI activated persulfate. *Chemical Engineering*, 382. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2019.123055>

4. Гродзинський Д. М., Шиліна Ю. В., Куцоконь Н. К. та ін. Застосування рослинних тест-систем для оцінки комбінованої дії факторів різної природи. К. : Фітосоціоцентр, 2006. 60 с.

5. Джура Н. М. Можливості використання рослинних тест-систем для біомоніторингу нафтозабруднених ґрунтів // *Біологічні студії / Studia Biologica*. 2011. Т. 5, №3. С. 183–196.

6. Грицак Л. Р., Барна І. М., Кодлюк І. М., Сельська І. І., Славінська Ю. Т., Сукар Х. В., Барна С. С. Біоіндикаційні методи для потреб системного аналізу якості довкілля // *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Географія*. 2017. №2. С. 153–165.

7. Губачов О. І. Особливості використання рослин для біотестування ґрунтів з метою визначення рівня екологічної безпеки промислових територій // *Наук. вісн. КУЕІТУ. Нові технології*. 2010. №3 (29). С. 164–171.

*Трус І. М., к.т.н., Гомеля М. Д., д.т.н., Твердохліб М. М., к.т.н.,  
Яценко О. В., к.т.н., Крисенко Т. В., к.т.н.  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний  
інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна*

## **КОНЦЕНТРУВАННЯ СУЛЬФАТНОЇ КИСЛОТИ ДЛЯ БАГАТОРАЗОВОГО ВИКОРИСТАННЯ В ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА НАНОЦЕЛЮЛОЗИ**

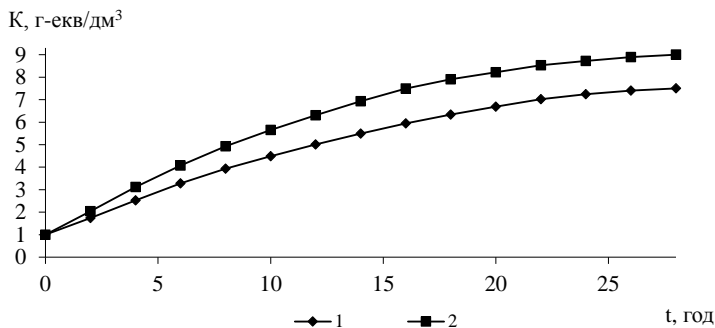
Целюлоза має широке застосування у різних галузях промисловості (целюлозно-паперовій, хімічній, фармацевтичній). На сьогоднішній день перспективним є одержання наноматеріалів, які можуть використовуватись самостійно чи як добавки в традиційні матеріали, що дозволить покращити їх властивості [1].

Одержання nanoцелюлози полягає в дії кислоти на аморфну частину целюлозних фібрил. Необхідним є використання сульфатної кислоти високої концентрації, що потребує значних економічних витрат на забезпечення виробництва кислотостійкими апаратами, а також на регенерацію та очищення стічних вод після промивання целюлози від залишків сульфатної кислоти.

Після промивання суспензії nanoцелюлози утворюються розведені розчини сульфатної кислоти. Скид цих розчинів у каналізацію чи в природні водойми призводить до значного засолення води, тому необхідно розробити спосіб концентрування сульфатної кислоти, що дозволить її повторно використовувати в процесі виробництва nanoцелюлози [2, 3].

Відомі реагентні методи переробки концентратів та елюатів потребують використання дорогих реагентів, таких як високоосновні алюмінієві коагулянти, але їх застосування має певні обмеження [4, 5]. Більш універсальними є методи електролізу та електродіалізу [6, 7]. Так у літературі описано результати дослідів із одержання розчинів кислот та лугу в процесі переробки розчинів солей в електролізерах з іонообмінними мембранами [8]. Автори роботи [9] детально вивчили процеси одержання сульфатної кислоти в трикамерному електролізері з катіонообмінною та аніонообмінною мембранами.

На рисунку 1 представлені результати електрохімічного концентрування сульфатної кислоти, що використовується в процесі виробництва nanoцелюлози, в двокамерному електролізері. Протягом 28 годин електролізу вдалось підвищити концентрацію кислоти до 37 % при густині струму 9,09 А/дм<sup>2</sup>. При густині струму 18,18 А/дм<sup>2</sup> кислотність аноліту зросла до 43,2 % за аналогічний час. Вихід за струмом в початковий період часу становив 50-60 % і поступово знижувався.



**Рис. 1. Залежність концентрації сульфатної кислоти, що використовується в процесі виробництва наноцелюлози, від часу електролізу при анодній щільності струму 9,09 А/дм<sup>2</sup> (1) та 18,18 А/дм<sup>2</sup> (2)**

У якості критерію вибору оптимальної математичної моделі використовували максимальне значення коефіцієнту кореляції (R), яке спостерігається при обробці вхідних експериментальних даних у координатах  $f(C)-t$ , результати представлені в таблиці 1 свідчать про те, що реакція електрохімічного концентрування сульфатної кислоти відповідає першому порядку ( $n = 1$ ).

**Таблиця 1. Коефіцієнти кореляції розраховані за допомогою розробленої програми**

j, А/дм <sup>2</sup>	Порядок реакції			
	n = 0 ( $C = f(\tau)$ )	n = 1 ( $\ln(C) = f(\tau)$ )	n = 2 ( $1/C = f(\tau)$ )	n = 3 ( $1/C^2 = f(\tau)$ )
9,09	0,856	0,93	0,725	0,521
18,18	0,831	0,919	0,684	0,855

Константи швидкості процесу концентрування сульфатної кислоти, розраховані з використанням розробленої програми як тангенс кута нахилу прямої у координатах  $f(C)-t$ . (табл. 2, табл.3).

Як видно з таблиці 2 константи швидкості процесу при 20 °С, тобто температурі проведення експерименту, для густини струму 9,09 А/дм<sup>2</sup>, 18,18 А/дм<sup>2</sup> становлять відповідно: 0,0000199 с<sup>-1</sup> і 0,0000217 с<sup>-1</sup>.

Розрахована енергія активації, при використанні програми, процесу концентрування складає 13,02 та 12,78 кДж/моль для густини струму 9,09 та 18,18 А/дм<sup>2</sup> відповідно.

Передекспоненціальний множник виражений з рівняння Арреніуса дорівнює:  $K_{01} = 0,2514$  та  $K_{02} = 0,234$  хв<sup>-1</sup>.

Таблиця 2. Константи швидкості реакції першого порядку концентрування розчинів сульфатної кислоти

Температура, °C				
10	20	30	40	50
Густина струму 9,09 А/дм <sup>2</sup>				
$0,66 \cdot 10^{-5}$	$1,99 \cdot 10^{-5}$	$5,97 \cdot 10^{-5}$	$1,79 \cdot 10^{-4}$	$5,37 \cdot 10^{-4}$
Густина струму 18,18 А/дм <sup>2</sup>				
$0,72 \cdot 10^{-5}$	$2,17 \cdot 10^{-5}$	$6,51 \cdot 10^{-5}$	$1,95 \cdot 10^{-4}$	$5,86 \cdot 10^{-4}$

На основі розрахованих констант та експоненціального множника були отримані наступні рівняння Арреніуса для реакції електрохімічного концентрування сірчаної кислоти:

$$K_1 = 0,2514 \cdot \exp(-13024/RT)$$

$$K_2 = 0,234 \cdot \exp(-12780/RT)$$

За допомогою модулю програми розрахунку зміни концентрації речовини у розчині було розраховано кінетичну криву процесу та час повного концентрування кислоти (рис.2). На рисунку представлено збільшення концентрації (г-екв/дм<sup>3</sup>) сірчаної кислоти з часом в анодній області та її відповідне зменшення в катодній при проведенні електролізу при густині струму 18,18 А/дм<sup>2</sup>.

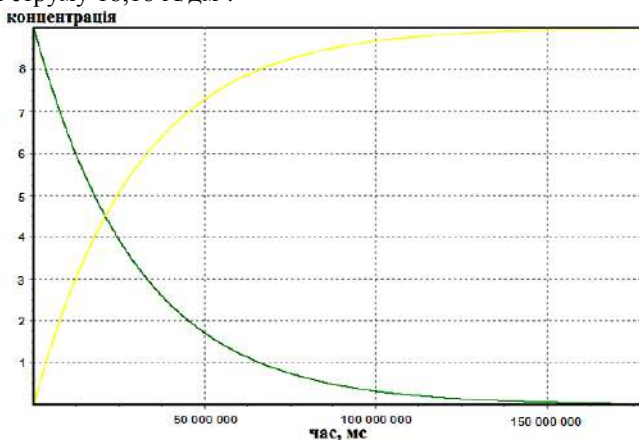


Рис. 2. Кінетичні залежності концентрування сульфатної кислоти від часу

Отже, для вибору оптимальної математичної моделі та визначення кінетичних параметрів процесу електрохімічного концентрування кислоти з сульфатвмісних елюатів було розроблено програму в середовищі Delphi 7. На основі розрахованих констант було отримано наступне

рівняння Арреніуса для реакції концентрування сульфатної кислоти:  $K_1 = 0,2514 \exp(-13024/RT)$  і  $K_2 = 0,234 \exp(-12780/RT)$ .

Процес електролізу розведених розчинів сульфатної кислоти для їх концентрування до 40 % суттєво розширює можливості використання отриманої електролізом сульфатної кислоти. Застосування такої технології очищення води після відмивання наноцелюлозної суспензії є перспективним напрямком. Отриману концентровану сульфатну кислоту можна використовувати для гідролізу, що скорочує витрати хімікатів і вартість виробництва наноцелюлози.

#### Література

1. Barbash V. A., Yaschenko O. V., Shniruk O. M. *Preparation and Properties of Nanocellulose from Organosolv Straw Pulp.* // *Nanoscale Research Letters.* 2017. 12. 241.
2. Гомеля М. Д., Трус І. М., Василенко І. В. Математичне моделювання кінетики процесу концентрування сірчаної кислоти при електрохімічній переробці сульфатвмісних елюатів // *Праці Одеського політехнічного університету.* 2015. №1 (45). С. 146–151.
3. Трус І. М., Грабітченко В. М., Гомеля М. Д. Отримання сірчаної кислоти при електрохімічній переробці елюатів, що містять сульфати // *Східно-Європейський журнал передових технологій.* 2013. № 4/6 (64). С. 10–13.
4. Gomelya M. D., Trus I. M., Shabliy T. O. *Application of aluminium coagulants for the removal of sulphate from mine water* // *Chemistry & Chemical Technology.* 2014. 8 (2). P. 197–203.
5. Трус І. М., Грабітченко В. М., Гомеля М. Д. Застосування алюмінієвих коагулянтів для очищення стічних вод від сульфатів при їх пом'якшенні // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий.* 2012. № 6/10 (60). С. 13–17.
6. Гомеля М. Д., Трус І. М., Шаблій Т. О. Електродіалізне опріснення розчинів з високим вмістом іонів жорсткості // *Вісник ЧДТУ.* 2014. № 1 (71). С. 50–55.
7. Гомеля М. Д., Трус І. М., Грабітченко В. М. Вплив аерації та електролізу на зниження вмісту заліза // *Екологічна безпека.* 2014. №1 (17). С. 78–82.
8. Trus I., Hrabitchenko V., Gomelya M. *Electrochemical processing of mine water concentrates with obtaining available chlorine* // *British Journal. Of Science, Education and culture.* 2014. № 2(6). P. 103–108.
9. Писарска Б., Дылевски Р. *Анализ условий получения H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и NaOH из растворов сульфата натрия методом электродиализа* // *Журнал прикладной химии.* 2005. 78, №8. С. 1311–1316.

*Усачов О. Д., магістрант, Романчук М.Є, доцент, к.геогр.н.  
Одеський державний екологічний університет,  
м.Одеса, Україна*

## **ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ БІОГЕННИХ РЕЧОВИН У БАСЕЙНІ Р.ТЕТЕРІВ – М.ЖИТОМИР У ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ФАЗ ВОДНОГО РЕЖИМУ**

Річка Тетерів, права притока Дніпра. Вона належать до середньої за розміром річки. Бере початок на відрогах Волино-Подільської височини, приблизно за 4 км на південний захід від с. Носівка Чуднівського району Житомирської області. Загальна довжина – 365 км, площа водозбору – 15100 км<sup>2</sup>. Протікає в Житомирській та Київській областях.

Для оцінки якості води важливо знати не тільки зміни середньорічних значень показників якості за період дослідження, а їх коливання в залежності від фаз водного режиму. В роботі розглядається якість води за вмістом біогенних речовин за період 2005-2015 рр. в межах створу спостереження р.Тетерів – м. Житомир за періоди: зимову межень, весняну повінь та літньо-осінню межень.

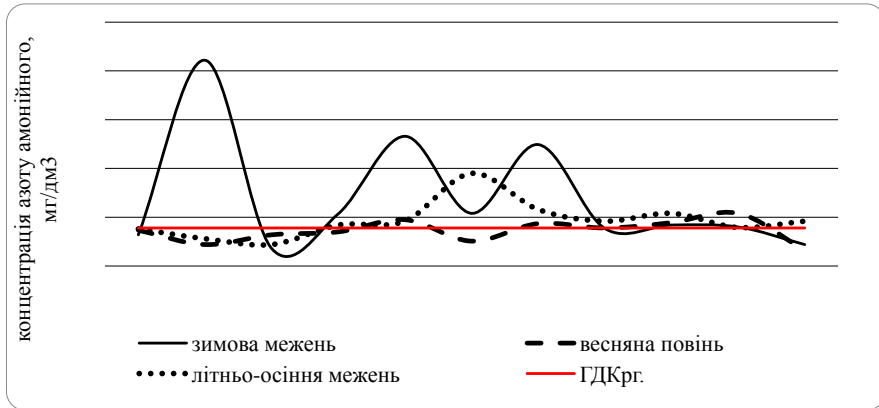
Біогенні елементи (до яких насамперед належать азот, фосфор, кремній) приймають участь у життєдіяльності водних організмів. Уміст біогенних елементів та речовин, що їх містять, у природних водах незначний, а їх режим залежить від температури води, яка впливає на інтенсивність життєдіяльності організмів та біохімічні процеси розкладання органічних речовин [1]. Підвищені концентрації біогенних речовин у воді можуть стати причиною евтрофування».

Графік зміни середньорічних концентрацій азоту амонійного за фазами гідрологічного режиму наведений на рис.1. Середнє значення за період 2005-2015 рр. складає: під час зимової межені – 0,70 мг/дм<sup>3</sup>, під час весняної повені – 0,36 мг/дм<sup>3</sup>, під час літньо-осінньої межені – 0,468 мг/дм<sup>3</sup>. Найбільший вміст азоту амонійного спостерігався під час зимової межені, коли показники змінювались від 0,18 мг/дм<sup>3</sup> у 2007 р. до 2,11 мг/дм<sup>3</sup> у 2006 р. У 2006 р. цей показник був вищим за рибогосподарський норматив (0,39 мг/дм<sup>3</sup>) в 5,41 разів. Нижчими за ГДКрг., окрім 2007 року, концентрації NH<sub>4</sub><sup>+</sup> були ще у 2005 та 2015 рр.

Для весняної повені характерні найнижчі концентрації азоту амонійного в воді р. Тетерів – м. Житомир. Перевищення рибогосподарських нормативів були тільки в 2009, 2011 та 2013-2014 рр. На межі ГДКрг. вміст речовини спостерігався в 2012 році. Практично аналогічним був розподіл у часі концентрацій азоту амонійного і за період літньо-осінньої межені, за виключення 2010 р. Середній річний вміст



азоту амонійного змінювався від 0,22 мг/дм<sup>3</sup> (2007 р.) до 0,95 мг/дм<sup>3</sup> (2010 р.).



**Рис. 1. Розподіл концентрацій азоту амонійного за фазами водного режиму в межах р.Тетерів – м. Житомир**

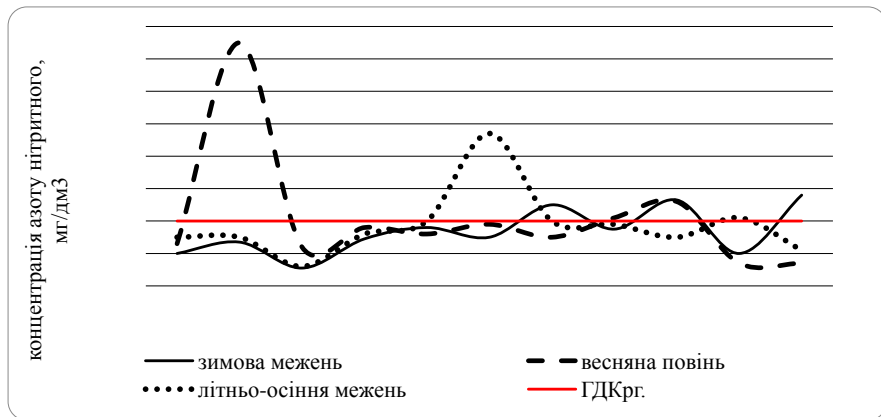
Істотних змін вмісту азоту нітритного (рис.2) в залежності від фази водного режиму в річці Тетерів на спостерігалось. Але можна відзначити незначне зростання величин в усі фази водного режиму на протязі періоду дослідження, за виключення 2006 р.(весняна повінь) та 2010 р. (літньо-осіння межень).

Середні річні концентрації азоту нітритного під час зимової межени коливались від 0,006 мг/дм<sup>3</sup> (2007 р.) до 0,028 мг/дм<sup>3</sup> (2015 р.). За період весняної повені вміст речовини змінювався в межах 0,007 мг/дм<sup>3</sup> (2014-2015 рр.) – 0,075 мг/дм<sup>3</sup> (2006 р.). Останнє значення було найвищим за весь період 2005-2015 рр. і складало 3,75 ГДКрг. (ГДКрг.=0,02мг/дм<sup>3</sup>). Під час літньо-осінньої межени середньорічна концентрація азоту нітритного перевищувала рибогосподарський норматив тільки в 2010 році і складала 0,047 мг/дм<sup>3</sup> (2,35ГДКрг.).

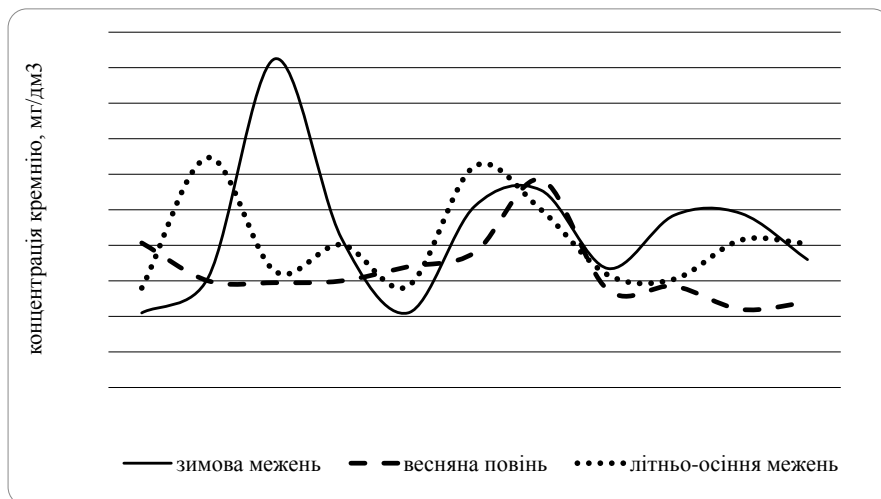
Концентрації азоту нітратного суттєво нижчі за ГДКрг, яке дорівнює 9мг/дм<sup>3</sup>. В цілому, за період 2005-2015 рр. вміст азоту нітратного зменшувався у часі, повільніше всього під час зимової межени. Середньобагаторічні показники дорівнювали: під час зимової межени – 0,196 мг/дм<sup>3</sup>; під час весняної повені – 0,150 мг/дм<sup>3</sup>; під час літньо-осінньої межени – 0,166 мг/дм<sup>3</sup>.

Кремній є постійним компонентом хімічного складу природних вод. Концентрація кремнію в річкових водах коливається звичайно від 1 до 10мг/дм<sup>3</sup>. З рис.3 видно, що спостерігається деяка синхронність у розподілі речовини по фазах водного режиму. Найменший вміст кремнію в

воді річки Тетерів – м. Житомир був у період весняної повені і змінювався від  $2,2 \text{ мг/дм}^3$  (2014 р.) до  $5,85 \text{ мг/дм}^3$  (2011 р.).



**Рис.2. Розподіл концентрацій азоту нітритного за фазами водного режиму в межах р.Тетерів – м. Житомир**

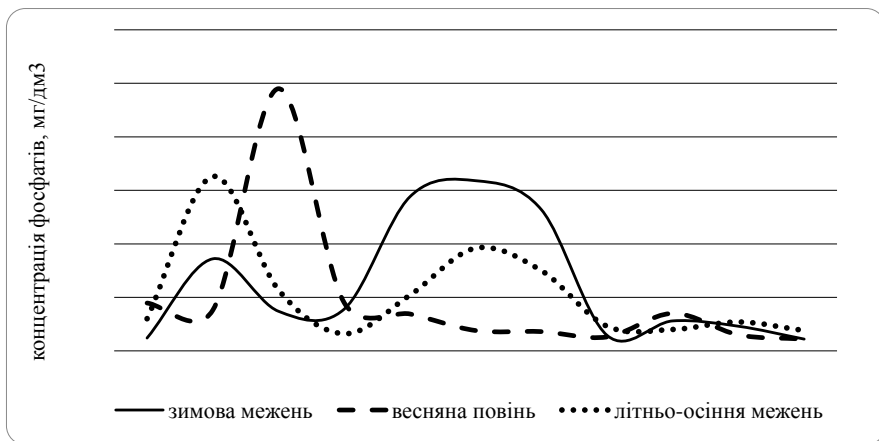


**Рис. 3. Розподіл концентрацій кремнію за фазами водного режиму в межах р.Тетерів – м. Житомир**

Під час зимової межени концентрації кремнію в окремі роки мали найбільші значення у порівнянні з іншими періодами. Наприклад, у 2007 р. концентрація складала  $9,25 \text{ мг/дм}^3$  і перевищила всі середні річні

концентрації за період дослідження. Під час літньо-осінньої межени вміст кремнію коливався навколо середньо багаторічного значення – 4,10 мг/дм<sup>3</sup> і змінювався від 2,8 (2005 р.) до 6,47 мг/дм<sup>3</sup> (2006 р.).

Зміна у часі концентрацій фосфатів, з урахуванням внутрішньорічного розподілу по фазах водного режиму, представлена на рис. 4. Під час зимової межени найбільші значення приходились на 2009-2011 роки (0,144; 0,159 та 0,132 мг/дм<sup>3</sup> відповідно); під час весняної повені спостерігались у 2007 році (0,245 мг/дм<sup>3</sup>); під час літньо-осінньої межени – у 2006 році (0,163 мг/дм<sup>3</sup>). Концентрації фосфатів з 2012 р. по 2015 р. майже співпадають у всі періоди року. В цілому, концентрації фосфатів зменшуються у часі, не залежно від фаз водного режиму. Чіткого зв'язку з періодом року не спостерігається.



**Рис. 4. Розподіл концентрацій фосфатів за фазами водного режиму в межах р.Тетерів – м. Житомир**

Підвищені концентрації біогенних елементів та речовин в воді р.Тетерів – м. Житомир в основному пов'язані із значним розвитком сільськогосподарських та комунально-побутових підприємств у басейні річки і скидом у водний об'єкт неочищених або недостатньо очищених стічних вод.

#### *Література*

1. Гідроекологічний стан басейну річки Рось / Хільчевський В. К., Курило С. М., Дубнік С. С. та ін.; за ред. В.К.Хільчевського. Київ Ніка-Центр, 2009. С.53–65.

*Фещенко Н. В., викладач, Фещенко Є. Я., студентка  
Черкаський державний технологічний університет  
м. Черкаси, Україна*

## **ВИКОРИСТАННЯ ГЛИНИСТИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ОЧИЩЕННІ СТІЧНИХ ВОД ВІД ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ**

Існує велика проблема очищення стічних вод від важких металів у машинобудівній та приладобудівній промисловості, а також утилізація шламів в складі яких є іони нікелю та хрому.

Пропонується технологія очищення стічних вод від важких металів за допомогою глинистих мінералів.

Глинисті мінерали високодисперсні, мають розвинену поверхню і для них крім іонного обміну можливий перебіг процесів фізичної та молекулярної сорбції. Адсорбційні глини за мінералогічним складом в основному монтморилонітові, відрізняються від інших типів глин підвищеною зв'язуючою властивістю, високою ємністю обмінних основ, адсорбційною й каталітичною активністю. Головні хімічні компоненти глини:  $\text{SiO}_2$  (30-70%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (10-40%) і  $\text{H}_2\text{O}$  (5-10%); у підпорядкованих кількостях присутні  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ( $\text{FeO}$ ),  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ , рідше  $\text{MnO}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  [1].

Із метою підвищення сорбційних властивостей природних глинистих матеріалів, що застосовувались для очищення стічних вод від іонів важких металів активували хімічним та термічним способом для збільшення і регулювання їх пористої структури, зміни хімічної природи поверхні.

Отже, перевагами глинистих матеріалів як сорбентів важких металів зі стічних вод серед інших природних екологічно безпечних матеріалів на промислових підприємствах є: велика питома площа поверхні, хімічна й механічна стабільність, висока катіонно-обмінна та сорбційна здатність, дешевизна, значна поширеність на території України.

В експериментальних дослідження використовувались модельні розчини на основі атестованих зразків іонів  $\text{Cr}^{3+}$  та  $\text{Ni}^{2+}$  за ДСЗУ 022.84-98 з атестованим значенням масової концентрації іонів хрому (III)  $1,0 \text{ мг/см}^3$  та ДСЗУ 022.83-98 з атестованим значенням масової концентрації іонів нікелю  $1,0 \text{ мг/см}^3$  відповідно. А також реальні розчини промивних ванн хромування та нікелювання ДП НВК «Заводу ФОТОПРИЛАД», що містять іонів  $\text{Cr}^{3+}$  та  $\text{Ni}^{2+}$  в концентраціях до  $55 \text{ мг/дм}^3$  та до  $98 \text{ мг/дм}^3$  відповідно.

Предметом дослідження в роботі були закономірності та залежності сорбційного очищення виробничих стічних вод від іонів  $\text{Cr}^{3+}$  та  $\text{Ni}^{2+}$  глинистими сорбентами на основі природних глинистих матеріалів: глини спонділової зеленої (кар'єр «Мостище», Київська обл.) з хімічним складом,

мас.‰: 50-65 (SiO<sub>2</sub>); 10-20 (CaO); 9-9,5 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>); 3-5 (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>); 0,5-1,5 (TiO<sub>2</sub>); 0,5-0,75 (MgO); та суглинку темно-бурого (кар'єр «Роїще», Чернігівська обл.) з хімічним складом, мас.‰: 60-80 (SiO<sub>2</sub>); 9,5-10 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>); 3-5 (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>); 0,5-1,5 (TiO<sub>2</sub>); 1-5 (CaO); >0,5 (MgO).

Обрані глинисті матеріали є відходами процесу аерозольного газодинамічного суспензійного очищення поверхонь напрямних апаратів компресорів низького тиску ГТД. Відпрацьовані глинисті матеріали містять фізичні включення-забруднення у вигляді закоксованих відкладів нафтопродуктів та нагару, товщина яких на елементах ГТД, що підлягають очищенню, складає до 6-7 мкм, або об'єм  $7 \times 10^{-4}$  м<sup>3</sup> на 100 м<sup>2</sup> площі забруднення (тижнева зміна). При цьому витрати чистої глини для очищення 100 м<sup>2</sup> забруднення складають 98 кг. Тому загальний вміст забруднення не перевищує  $40,8 \times 10^{-4}$  м<sup>3</sup> за тижневу зміну. Коксовані відклади та нагари є хімічно інертними утвореннями і не призводять до змін у фізично-хімічних структурах глин.

Згідно класифікації Н. А. Качинського [2] було встановлено гранулометричний склад зразків сорбентів.

**Таблиця 1. Гранулометричний склад природних сорбентів**

Розмір фракцій, мм	Глина спонділова зелена		Суглинок темно-бурий	
	вміст фракцій, %	назва за гранулометричним складом	вміст фракцій, %	назва за гранулометричним складом
1-0,25	2,37	Легкосуглинкова піщано-пилувата	2,28	Легкосуглинковий піщано-пилуватий
0,25-0,05	56,94		56,11	
0,05-0,01	15,66		15,86	
0,01-0,005	2,47		12,36	
0,005-0,001	17,92		9,374	
< 0,001	4,64			

За даними розрахунків відпрацьований сорбент, суглинок темно-бурий, містить: фізичної глини – 25,75%, піску – 58,39%, грубого пилу – 15,86%, пилу – 21,73%, мулу – 4,02%. За вмістом фізичної глини (25,75%) даний сорбент належить до легких суглинків. Серед фракцій переважають частки піску (58,39%) і пилу (21,73%).

Із метою запобігання десорбції іонів Cr<sup>3+</sup> та Ni<sup>2+</sup> з відпрацьованих сорбентів на основі глини спонділової зеленої (ГСЗ) та суглинку темно-бурого (СТБ) були проведені дослідження щодо їх утилізації шляхом додавання у будівельні суміші на основі цементу. Для дослідження використовувався поргладцемент марки М400Д та пісок стандартний відповідно ДСТУ Б В.2 7-32-95 «Будівельні матеріали. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт». Для

збереження технологічних властивостей будівельної суміші 5 % заповнювача були замінені на відпрацьовані сорбенти ГСЗ та СТБ, а також їх модифіковані зразки – глини спонділової зеленої кислотномодифікованої (ГСЗ-КМ) та суглинку темно-бурого кислотномодифікованого (СТБ-КМ). Із метою виключення похибок вимірювань при десорбції іонів  $\text{Cr}^{3+}$  та  $\text{Ni}^{2+}$  у водні розчини були виготовлені контрольні зразки без додавання глинистих сорбентів.

Отримані бетонні зразки розміщалися у скляній ємності з дистильованою водою (масове співвідношення 1:20), через добу відбиралися проби води, які аналізувались на вміст іонів  $\text{Cr}^{3+}$  та  $\text{Ni}^{2+}$ . Аналізи проб води проводились на спектрофотометрії UV-5800(PC) фірми XZBELEC з метою встановлення процесу десорбції іонів  $\text{Cr}^{3+}$  та  $\text{Ni}^{2+}$  із відпрацьованих сорбентів. Із метою оцінки впливу зміни температури середовища та водневого показником рН на швидкість міграції важких металів із будівельних виробів на основі бетонних сумішей були проведені експериментальні дослідження щодо десорбції іонів  $\text{Cr}^{3+}$  та  $\text{Ni}^{2+}$ .

В якості агресивних середовищ застосовувались експериментальні моделі: «кислий дощ» – розчин сірчаної кислоти  $\text{H}_2\text{SO}_4$  з рН = 4,0; «лужний ґрунт» – розчин  $\text{NaOH}$  із рН = 8. Моделі «кислий дощ» та «лужний ґрунт» дозволили дати оцінку потенційної можливості міграції іонів  $\text{Cr}^{3+}$  та  $\text{Ni}^{2+}$  із будівельних виробів у водно- ґрунтового середовища. За результатами експерименту встановлено, що у всіх зразках при зміні реакції середовища рН швидкість міграції іонів  $\text{Cr}^{3+}$  та  $\text{Ni}^{2+}$  залишається не змінною.

Із отриманих даних очевидно, що в різних середовищах і різних температурних умовах швидкість міграції іонів  $\text{Cr}^{3+}$  та  $\text{Ni}^{2+}$  з будівельних сумішей на основі цементу залишається не змінною і, як наслідок, забезпечує надійне та екологічно безпечне захоронення осадів сорбентів після процесу сорбції.

#### *Література*

1. Яровий С. М., Бовсуновський С. О. Використання природних матеріалів у процесах доочищення стічних вод. Наука і молодь. Прикладна серія : зб. наук. праць. 2009. №2. С. 53–56.

2. Ґрунтоведение / Под ред. В.Т. Трофимова. М.: МГУ, 2005. 1024 с.

*Фещенко Н. В., викладач, Фещенко Є. Я., студентка  
Черкаський державний технологічний університет,  
м. Черкаси, Україна*

## **ВИЛУЧЕННЯ ІОНІВ ЦИНКУ З ШЛАМІВ МЕТОДОМ ВИЛУГОВУВАННЯ**

Перероблення накопичених за багато років відходів виробництв залишається гострою екологічною проблемою. На території України до цих пір залишається невирішеним питання використання, утилізації та знешкодження багатьох видів токсичних відходів як у рідкому, так і у твердому агрегатному стані. Виникає небезпідставне занепокоєння щодо дотримання умов їх збору та зберігання. Через відсутність полігонів для захоронення промислових відходів та заходів з перероблення й зберігання твердих відходів здійснюють на території підприємств.

Значні площі шламонакопичувачів становлять небезпеку забруднення ґрунту, підземних вод та відповідно сільсько-господарських культур, становлять значну небезпеку для людини та інших живих організмів, тому що накопичені в рослинах важкі метали включаються в харчові ланцюги і з продуктами харчування потрапляють до людини. При цьому нерационально використовуються черноземні землі. З часом шламонакопичувачі переповнюються, викликають необхідність побудови нових споруд. Впровадження технологій перероблення шламів дасть змогу звільнити площі, які займають шламонакопичувачі, виключити затрати на будівництво нових та отримати прибуток від вилучення цінних компонентів. Такими, наприклад, є цинк, вміст якого в природній сировині становить 1-3%, а у відходах виробництва віскозного волокна 6,5- 40% (залежно від асортименту продукції, що випускають та реагентів, що застосовують для очищення стічних вод). Запаси шламу, що містить цинк на підприємствах середньої потужності, становлять величину 1000000 т, що дасть змогу переробляти цю кількість шламу з продуктивністю 10 т/год. протягом 10-15 років.[1].

Мета і завдання дослідження: вилучення іонів цинку з цинковмісних шламів

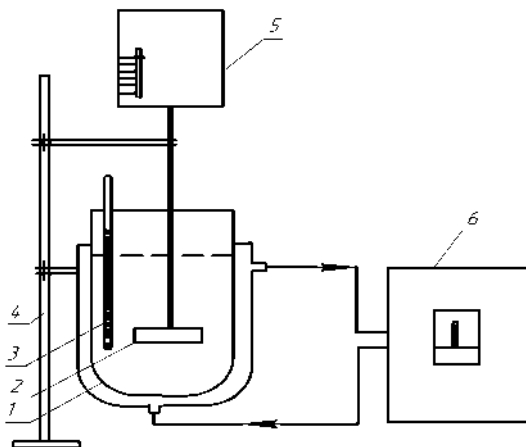
Об'єктом дослідження є технологія перероблення цинковмісних відходів виробництва віскозного волокна, а саме твердого цинковмісного шламу.

Для виявлення впливу концентрації реагенту, температури, часу контактування вихідної сировини на швидкість протікання процесу цих

параметрів спланували і провели ряд експериментів з вилуговування цинку, з відходів виробництва віскозного волокна.

Пробу для дослідження відбирали особисто за допомогою шпателью та буру Некрасова в трьох точках горизонту за діагоналлю. Із кожної ділянки брали проби на глибині 0-0,2 м та 1-2 м, масою не менше 1 кг. Первинні проби розсипали на брезенті, перемішували, розрівнювали у вигляді прямокутника і ділили діагоналями на 4 частини у вигляді трикутників (метод конвертів). Дві протилежні частини вилучали, а решту – знову перемішували і вирівнювали для відбору двох інших частин. Так робили поки не залишилася проба масою 1 кг. Така проба відповідає дійсному складу шламу ділянки. Для приготування повітряно – сухого зразка із середньої проби відбирали 100-200 г шламу, розподіляли тонким шаром і висушували при розсіяному світлі в добре провітрюваному приміщенні. Потім пробу розтирали в ступці, просіювали через сито з отворами діаметром 1 мм і зберігали в чистій банці з притертою пробкою [2, 3].

Для вилуговування наважку шламу 100 г поміщали у реактор з рубашкою (рис. 1), який обігрівали циркулюючою водою з термостату.



**Рис. 1. Установка для вилуговування:**

1 – реакційна ємність з рубашкою; 2 – мішалка; 3 – термометр;  
4 – штатив, 5 – електродвигун з автоматичним регулюванням кількості оборотів мішалки; 6 – термостат.

У реактор подавали розчин натрію гідроксиду. Суміш у реакторі перемішували мішалкою з електродвигуном. Температура суміші вимірювали термометром. Осад, що не розчинився відфільтровують на лійці Бюхнера. Відфільтрований цинковмісний розчин з реактору подавали



у ємність, де нейтралізували нітратною кислотою до рН 8,5–9. Утворений осад відфільтровували і кількісно переносили у фарфорову чашку, в яку додавали сульфатну кислоту з розрахунку співвідношення осад:сульфатна кислота 1: (0,5-1). Фарфорову чашку поміщали на піщану баню для упарювання розчину до сухого залишку. Осад розтирали та аналізували на вміст цинку сульфату.

Для повного вилучення цинку та одержання додаткового продукту кальцієвої і калієвої селітри проводили процес кислотного вилугування. Кислотне вилугування здійснювали також на даній лабораторній установці. Шлам, після оброблення лугом, поміщали у реактор, у який додавали нітратну кислоту. Суміш у реакторі перемішували мішалкою з електродвигуном. Осад, що не розчинився, відфільтровували на воронці Бюхнера. Відфільтрований цинковмісний розчин мав рН = 6,5-7.

При використанні перемішування створюються кращі умови для підводу речовини в зону реакції, до межі розділу фаз. Підвищення ступеню турбулентності системи, що досягається перемішуванням, призводить до зменшення товщини приграничного шару, збільшення та безперервного оновлення поверхні взаємодіючих фаз. Вплив кількості обертів мішалки на повноту вилучення іонів  $Zn^{2+}$  представлено в таблиці 1.

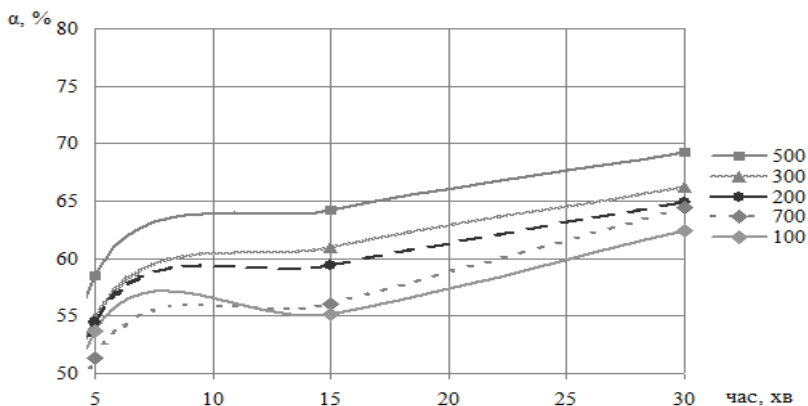
**Таблиця 1. Вплив кількості обертів мішалки на повноту вилучення іонів  $Zn^{2+}$**

Кількість обертів мішалки, об/хв	100	200	300	500	700
Re (відц.) кінц.	668,92	1674,81	2514,74	4189,56	
Ступінь вилугування, %					
5 хв.	53,65	54,43	54,8	58,53	51,37
15 хв.	55,2	59,39	60,97	64,22	56,09
30 хв.	62,43	64,87	66,24	69,27	64,39

Аналізуючи одержані дані, можна констатувати, що збільшуючи час взаємодії досягаємо збільшення концентрації  $Zn^{2+}$  в розчині, водночас збільшення кількості обертів досягає критичного значення 500 об/хв., після чого спостерігаємо зменшення ступеню вилугування (рис. 2).

Кислотні способи утилізації дозволяють досягти досить високого ступеня вилугування іону Цинку, є простими в технологічному виконанні. Однак, разом із Цинком під дією кислоти із шламів вилучаються інші компоненти, такі як Ферум, Кальцій, Магній, Натрій та інші, процес проходить із виділенням сірководню. Це ускладнює

вилучення іону Цинку з розчинів та спричинює високу вартість методів кислотної регенерації;



**Рис. 2. Залежність ступеню вилучування іонів  $Zn^{2+}$  від часу**

При використанні лужних реагентів ці недоліки відсутні, оскільки Цинк, проявляючи амфотерні властивості, переходить у розчин, а такі речовини, як Ферум, Магній, та Кальцій залишаються у твердому залишку. Показник рН шламу 9, отже підвищення до рН=12 є раціональніше, ніж зниження до рН=4. В якості дешевого луку можна використовувати каустичну соду. Визначено оптимальні параметри процесу вилучування. Максимальне вилучення 85,44% відбувається за таких умов: співвідношення  $NaOH:Zn^{2+}=3,29$ ; температура 67,7 °C; тривалість процесу вилучування 32,5 хв.; число обертів мішалки 489,8 об/хв.

#### Література

1. Атамась Г. М. Еколого-економічні аспекти утилізації цинковмісних шламів // *Еколого-правовые и экономические аспекты техногенной безопасности регионов* : Зб. мат. конф. Харків : 2007. С.46–47.
2. Набиванець Б. Й., Сусан В. В., Калабіна Л. В. Аналітична хімія природного середовища. К. : Либідь, 1996. 304 с.
3. Лурье Ю. Ю. *Справочник по аналитической химии*. М. : Химия, 1971. 456 с.

*Філоненко О. І., д.т.н., професор,  
Череднікова О. В., к.т.н., доцент, Циганок О.О., аспірантка  
Національний університет «Полтавська політехніка  
імені Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна*

## **ДО ПИТАННЯ ТЕПЛО-ВОЛОГІСНОГО РЕЖИМУ ГОРИЩНИХ ДАХІВ**

Енергоефективність будь-якої будівлі залежить від задовільного стану його конструктивних елементів, а насамперед від стану огорожувальних конструкцій, до яких належать дахи, горищні перекриття та інші.

Більшість горищних дахів експлуатуються з порушенням вентиляційного режиму. Обстеження технічного стану скатного даху центрального корпусу Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» показало враження гниллю дерев'яних конструкцій та руйнування карнизу через порушення вентиляційного режиму горища: відсутності карнизних продухів та заклення слухових вікон. Взимку спостерігалось намерзання льоду, особливо на карнизних звисах. Закриті вентиляційні отвори в залізобетонних горищних дахах призводили до утворення чорної плісняви на внутрішніх поверхнях плит покриття.

За результатами технічного обстеження були розроблені рекомендації по відновленню вентиляційного режиму холодних горищ, як заходи, які передують капітальному ремонту дахів. Для скатного даху проектом капітального ремонту передбачався ремонт вентиляційних каналів з приміщень будинку і вивід їх за межі покрівлі, влаштування системи вентиляційних продухів у карнизи та відновлення слухових вікон з вентиляційними ґратками. В залізобетонному даху передбачено систему вентиляції холодного горища крізь отвори у фризних стінах та теплоізолювання туб опалення верхньої розводки.

*Постановка проблеми.* Наслідками порушенням вентиляційного режиму є гниття та ураження грибком дерев'яної кроквяної системи скатних дахів, а також руйнування карнизів [3]. В залізобетонних горищних дахах з малим ухилом спостерігається утворення чорної плісняви на внутрішніх поверхнях. Заходи по ремонту часто передбачають усунення наслідків порушення вентиляційного режиму, а не його відновлення, тому ремонтні роботи потрібно повторювати.

При проведенні технічного обстеження дахів важливо встановити причину порушення роботи конструкцій. Тоді заходи по відновленню експлуатаційних властивостей відповідних елементів покрівлі будуть

максимально ефективні. Рекомендації по відновленню вентиляційного режиму горища представлено на прикладі капітального ремонту даху центрального корпусу Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

Мета роботи полягає в формулюванні рекомендацій по відновленню вентиляційного режиму холодних горищ, як заходу, який передувє капітальному ремонту дахів.

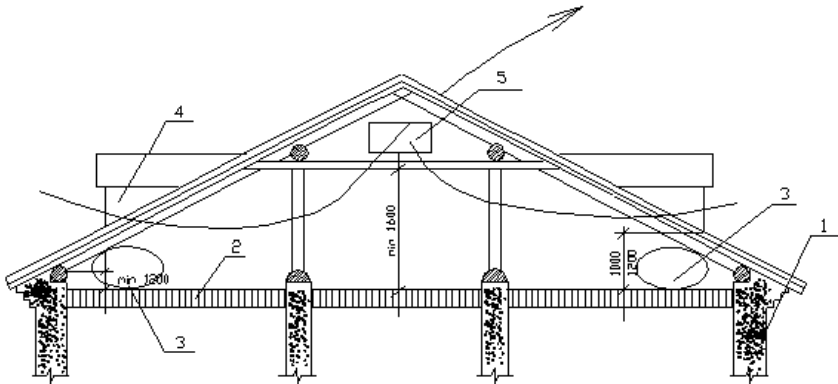
Дослідження вентиляційного режиму горища проводилося в рамках капітального ремонту даху центрального корпусу Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». Було виявлено, що взимку накопичення на даху льоду, як правило супроводжується протіканням покрівлі, з'являється неорганізований водостік з покрівлі, що викликає зволоження і забруднення фасаду, руйнування водостічних труб, обрушення льоду зі схилів. Основною причиною обледеніння і зволоження даху є наявність в горищному просторі надлишкового тепла та вологи, що поступають через горищні перекриття та покрівлю, під впливом сонця [1].

Під час невеликих морозів температура повітря горищного приміщення більше 0°C. При цьому сніг на даху розтає, а вода як тільки досягає холодних ділянок покрівлі над карнизом замерзає. Внаслідок високої відносної вологості повітря в горищному просторі утворюється рясний конденсат на внутрішній поверхні холодної покрівлі. Коли температура опускається нижче 0°C на ній випадає іній.

Природне провітрювання горищних приміщень лише через жалюзійні решітки слухових вікон, що знаходяться на схилах даху, неефективно внаслідок нераціонального розташування вентиляційних отворів на одному рівні. При організації вентиляції приміщень, поряд із забезпеченням необхідного повітрообміну, важливе значення має отримання повного охоплення зовнішнім повітрям всього підпокрівельного простору. При розміщенні малопродуктивних вентиляційних отворів у розосереджених по даху слухових вікнах це положення не виконується. У горищному приміщенні утворюються зони з застійним повітрям (рис. 1) [4, 7].

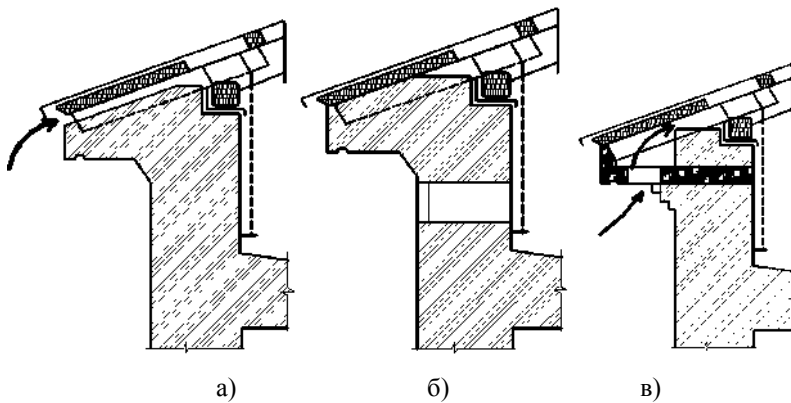
Найкращий ефект природного провітрювання досягається при влаштуванні вентиляційних отворів під схилом і коньком покрівлі (рис. 2) [2, 5].

Карнизні продухи виконують важливу роль у забезпеченні збереження настінних частин даху (кінців стропильних ніг, мауерлату, обрешітки, схилів покрівлі), які знаходяться в найбільш несприятливих умовах експлуатації. Постійне проникнення через них повітря викликає провітрювання конструкції. Карнизні продухи полегшують контроль за станом покрівлі в найбільш схильних до пошкоджень місць. В центральному корпусі рекомендується відновити карнизні точкові продухи та встановити на них решітку для захисту від птахів.



**Рис. 1. Вентиляція горища через слухові вікна:**

1 – зовнішня стіна; 2 – горищне покриття; 3 – застійні зони; 4 – слухове вікно;  
5 – вентиляційний отвір (вікно) в щипцевій стіні.



**Рис. 2. Види вентиляційних карнизних продухів:**

а – підкарнизний щільний продух; б – прикорнизний точковий продух;  
в – прикорнизний продух

Якісна експлуатація дахів, своєчасне проведення профілактичного ремонту покрівельного покриття, створення нормального температурно-вологісного режиму горищного покриття, періодична обробка дерев'яних елементів антисептиком – все це сприяє значному збільшенню терміну експлуатації елементів даху.

У горищному просторі потрібно забезпечити температурний режим, при якому різниця температури зовнішнього й внутрішнього повинна складати не більше 2-4°C. Необхідна різниця температур досягається, як

влаштуванням вентиляції горищного приміщення, так і забезпеченням достатньої теплоізоляції перекриття, трубопроводів та вентиляційних шахт, що проходять через горище. Це дозволить запобігти підтаванню снігу, утворенню бурульок та обмерзанню на даху, а також утворенню конденсату на конструктивних елементах. В пристінній зоні горищного перекриття по всьому периметру на відстані не менше метра від стіни необхідно збільшити шар утеплювача.

#### *Література*

1. Elovit, Kenneth M. 1999. «Understanding What Humidity Does and Why». *ASHRAE Journal*, Vol. 41, No. 4 (April): 84–90. 5. Еловім, Кеннет М. 1999. «Розуміння того, що вологість робить і чому». *ASHRAE Journal*, Vol. 41, № 4 (квітень): С. 84 – 90.

2. Суїнтон М. С., Браун В. К., Чаун Г.А. 1999. «Малі будинки-технології в перехідний період: управління передачею тепла, повітря і вологи через захисну конструкцію будівлі». *Будівництво Наука InsightSeries. NRCC 3233. Оттава, Канада : Національна дослідницька рада Канади.*

3. Пічугін С. Ф., Семко О. В., Дмитренко А. О. Багаторічний досвід експлуатації дерев'яних конструкцій історичної будівлі // *Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Зб. наук.праць. Вип. 16. Ч. 1. Рівне : Нац. ун-т водного госп. та природокористування, 2008. С. 394–399.*

4. Тенволд Антон. 1993. *Вентиляція, вологість і конденсату промислових будинках у зимовий період. Вашингтон, Д.С. : Департамент США по сільському господарству, Лісова служба Лабораторія лісової продукції.*

5. Філоненко О. І., Юрін О. І., Кодак О. А. Вплив вентиляційного режиму холодного горища на конструкції даху // *Комунальне господарство міст, 2017, випуск 134. С.15–20.*

6. Ремонт, реконструкція покрівлі. Електрон. дан. 2012. – Режим доступу: <http://remont.ugu.pl/bud-remont-2012-12-01-16512/> Назва з екрану.

7. Ventilation of garret in a private house. *Electron. data – 2016. It is access mode: <http://remontu.com.ua/ventilyaciya-gorishha-v-privatnomu-budinku-ventilyaciya-xolodnogo-i-teplogo-gorishha-svoimi-rukami> – Name from screen.*

*Хоміч Л. В.  
Спільне Підприємство «Полтавська газонафтова компанія»  
м. Полтава, Україна*

## **ПІСЛЯПРОЕКТНИЙ МОНІТОРИНГ – ІНСТРУМЕНТ ДОСТУПУ ДО ЕКОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ**

Із 18 грудня 2017 року в Україні введено в дію Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» (надалі – Закон), метою якого є встановлення правових та організаційних засад здійснення оцінки впливу на довкілля та забезпечення виконання Україною міжнародних зобов'язань у рамках Конвенції про оцінку впливу на навколишнє середовище в транскордонному контексті (Конвенція Еспоо) та Конвенції про доступ до інформації, участь громадськості в процесі прийняття рішень та доступ до правосуддя з питань, що стосуються довкілля (Оргуська Конвенція), стороною яких є Україна, а також імплементації у національне законодавство положень Директив 2003/4/ЄС та 2011/92/ЄС.

Одним із інструментів, спрямованих на досягнення цілей Закону, є післяпроектний моніторинг, який здійснюється для виявлення будь-яких розбіжностей і відхилень у прогнозованих рівнях впливу та ефективності заходів із запобігання забрудненню довкілля та його зменшення.

Передбачається, що суб'єкт господарювання забезпечує підготовку звіту з оцінки впливу на довкілля, який, зокрема, включає стислий зміст програм моніторингу та контролю щодо впливу на довкілля під час провадження планованої діяльності, а також (за потреби) планів післяпроектного моніторингу (у відповідності до п.11 ч.2 ст. 6 Закону).

У подальшому в процесі дозвільної процедури, у т.ч. з урахуванням пропозицій та зауважень громадськості, у висновку з оцінки впливу на довкілля уповноважений орган, якщо з оцінки впливу на довкілля випливає необхідність здійснення післяпроектного моніторингу – визначає порядок, строки та вимоги до його здійснення (п. 7 ч.5 ст. 9 Закону).

Згідно Методичних рекомендацій до загальних критеріїв необхідності здійснення післяпроектного моніторингу рекомендується відносити наступні (перелік не є вичерпним):

1) обсяг вихідних даних виявився недостатнім для достовірної оцінки негативного впливу на певний фактор (об'єкт) довкілля під час здійснення ОВД;

2) згідно з розрахунками, моделюванням або прогнозуванням, виконаними під час здійснення ОВД, вплив планованої діяльності на довкілля за одним із факторів ймовірно сягатиме величини (розрахункових значень) на межі встановлених нормативів (екологічних, гігієнічних) або,

їх перевищуватиме, однак, достовірність прогнозів потребує перевірки польовими методами;

3) територія планованої діяльності або зона її найбільш інтенсивного впливу перетинаються із територіями та об'єктами природно-заповідного фонду, іншими природоохоронними територіями, визначеними при оцінці впливу на фауну, флору і біорізноманіття.

Тобто, вказані критерії є загальними та їх перелік не є вичерпним, що вказує на формування вимог по післяпроектному моніторингу відносно кожної планованої діяльності.

У відповідності до ст. 13 Закону порядок, строки і вимоги до здійснення післяпроектного моніторингу визначаються у висновку з оцінки впливу на довкілля. За Методичними рекомендаціями до загальних умов здійснення післяпроектного моніторингу рекомендується відносити:

- об'єкт (об'єкти) і предмет післяпроектного моніторингу,
- показники, за якими здійснюються вимірювання і спостереження, місце і строки, періодичність здійснення вимірювань і спостережень, порядок звітування.

Тобто всі вказані вимоги повинні бути зазначені уповноваженим органом у висновку з оцінки впливу на довкілля.

Висновок із оцінки впливу на довкілля є обов'язковим для виконання, у т.ч. і в частині післяпроектного моніторингу та звітування про нього.

Таким чином, основна мета післяпроектного моніторингу – виявлення будь-яких розбіжностей і відхилень у прогнозованих рівнях впливу та ефективності заходів із запобігання забрудненню довкілля та його зменшення.

Згідно ст. 13 Закону, за результатами післяпроектного моніторингу, за потреби, суб'єкт господарювання та уповноважений орган, узгоджують вжиття додаткових заходів і дій із запобігання, уникнення, зменшення (пом'якшення), усунення, обмеження впливу господарської діяльності на довкілля.

Водночас, інформування про результати післяпроектного моніторингу забезпечує реалізацію в Україні Конвенції про доступ до інформації, участь громадськості в процесі прийняття рішень та доступ до правосуддя з питань, що стосуються довкілля (Оргуська Конвенція).

На даний час інформування здійснюється відповідно до періодичності, вказаної у висновках з оцінки впливу на довкілля, шляхом направлення звітів до органів місцевого самоврядування, на території яких здійснюється діяльність.

При цьому, при наявності Єдиного реєстру з оцінки впливу на довкілля, було б логічно надати суб'єкту господарювання можливість розміщати звіти щодо післяпроектного моніторингу в реєстрі. Такий інструментарій дає можливість забезпечити:



1. Централізованого накопичення, оброблення, систематизації та зберігання інформації та документів щодо планованої діяльності, що створюються у процесі здійснення оцінки впливу на довкілля.
2. Виявлення будь-яких розбіжностей і відхилень у прогнозованих рівнях впливу та ефективності заходів із запобігання забрудненню довкілля та його зменшення, за результатами післяпроектного моніторингу.
3. Доступу усіх заінтересованих сторін (дозвільних, контролюючих органів, громадськості) через веб-сайт Реєстру до інформації та документів щодо планованої діяльності, що створюються у процесі здійснення оцінки впливу на довкілля, та під час її впровадження.

Частково електронний документообіг, у т.ч. в частині післяпроектного моніторингу запропоновано проектом Закону «Про внесення змін до Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» № 5766 від 14 липня 2021 року стосовно удосконалення процедури оцінки впливу на довкілля», який перебуває на розгляді у профільному комітеті Верховної Ради України.

Паралельно, в період, поки держава формує інституційну складову практичної екологічної оцінки планованої діяльності відносно реалізованих проектів, у т.ч. і післяпроектного моніторингу, наявні суб'єкти господарювання, які самостійно розробляють відкриті інструменти доступу зацікавлених осіб до екологічної інформації, у т.ч. післяпроектного моніторингу.

Зокрема, Спільне Підприємство «Полтавська газонафтова компанія» є спільним українсько-британським підприємством, створеним у 1994 році.

Сфера діяльності компанії – пошук, розвідка, видобуток та переробка нафти та газу. Компанія здійснює свою діяльність на території 6-ти ліцензійних площів Полтавського району Полтавської області.

Екологічна політика компанії формується як складова соціальної відповідальності та є окремим питанням звітування перед місцевою громадою. Протягом більше ніж 25 років сформована система моніторингу за станом ґрунтів, водних ресурсів, атмосферного повітря та біорізноманіття, яка має і практичну складову (ініціатива щодо створення об'єкта природно-заповідного фонду місцевого значення ландшафтного заказника «Світлівщина», співфінансування об'єктів централізованого водопостачання місцевих громад)

На даний час компанією реалізовано близько 20 проектів, які передбачають здійснення оцінки впливу на довкілля та здійснення післяпроектного моніторингу.

Компанією забезпечено виконання умов висновків у повному обсязі, у т.ч. і щодо звітування всім зацікавленим особам. З метою забезпечення уніфікованого підходу відносно здійснення моніторингових досліджень (методологія досліджень, показники), компанією залучаються профільні

державні установи (Лабораторний центр ГУ Держспоживпродслужби в Полтавській області, Полтавська філія Інститут ґрунтознавства, ДП Укрнаукагеоцентр НАК «Надра України»).

Проте, в зв'язку з обмеженнями, спричиненими поширенням COVID-19, починаючи з березня 2020 року і по перерішеній час, проведення громадських слухань в рамках процедури ОВД, у т.ч. й звітування Компанії перед громадою обмежено. Така ситуація спонукала Компанію до відкриття екологічної інформації як в межах загальних ліцензійних площ, так і в порядку післяпроектного моніторингу на власному сайті.

Такою ініціативою Компанії забезпечується:

1. Доступ всіх зацікавлених осіб до екологічної інформації
2. Оцінка Компанії як надрокористувача в частині впливу діяльності щодо видобування надр на довкілля.
3. Оцінка кумулятивного впливу та техногенного навантаження на довкіллям.

#### *Література*

1. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля», режим доступу <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text>

2. Проект Закону «Про внесення змін до Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» № 5766 від 14 липня 2021 року [http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4\\_1?pf3511=72510](http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=72510)

<sup>1</sup>Ціпан Ю. Р., аспірант, ст. викладач, <sup>2</sup>Грицюк І. І., ст. викладач,

<sup>2</sup>Миронець М. А., ст. викладач, <sup>2</sup>Грицюк В. В., ст. викладач,

<sup>1</sup>Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна

<sup>2</sup>Надслучанський інститут Національного університету водного господарства та природокористування, м. Березне, Україна

## **МІКРОБІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ҐРУНТУ РЕКРЕАЦІЙНОЇ ДІЛЯНКИ ЛІСОВОГО МАСИВУ**

Ліси виконують широкий набір важливих екологічних, гідрологічних, кліматотворчих, ресурсних, соціальних та інших функцій, які в сучасній світовій літературі прийнято називати екосистемними послугами.

Всі країни світу мають різну частку приміських лісових масивів, але всі вони виконують функцію потужних екологічних фільтрів для урбанізованих територій та надають важливі рекреаційні послуги. Для мешканців великих міст Фінляндії, ліси є найбільш типовим середовищем фізичної активності, або ж улюбленим місцем проведення вільного часу [1]. Проте використання лісу з метою відпочинку, завжди мало широкі масштаби і не могло бути не оцінене вченими. Як відмічають науковці, під впливом рекреації, лісові біогеоценози деградують, а сам процес деградації проходить послідовні стадії дигресії [2].

Зі збільшенням рекреаційного навантаження, у насадженнях витоπτується живий надґрунтовий покрив, ущільнюється лісова підстилка, пошкоджується поверхнєве коріння дерев, підріст та підлісок. Накопичення цього навантаження призводить до трансформації ґрунту, зміни фракційного складу, температурного режиму, створює осередки хімічного та органічного забруднення. Як наслідок, відмінність мікробіологічної активності лісових ділянок на різних стадіях дигресії.

Динаміка таких процесів на території Рівненської області залишається не дослідженою. Тому ми запланували оцінити вплив рекреаційного навантаження на мікробіологічну активність ґрунту насадження. Дослідження проводили на дерново-середньопідзолистому поверхнєво-оглеєному суглинковому ґрунті лісового масиву, поблизу м. Костопіль Рівненського району Рівненської області на початку періоду активної рекреації, в червні 2021 р.

Вибір місця обумовлений розміщенням ділянки поблизу автомобільної траси, де наявні обладнані зони для пікніків, помітні зміни лісової підстилки та несанкціоновані звалища сміття та залишки від розведення багаття.

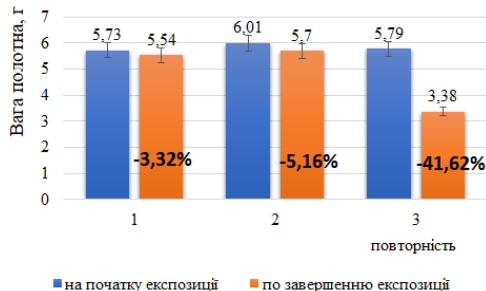
Для оцінки мікробіологічної активності досліджуваного ґрунту проводили визначення ступеня збагаченості ґрунту ферментами целюлази та каталази.

Для з'ясування целюлозолітичної активності ґрунту користувались аплікаційним методом із використанням тестових полотен з невідбіленої лляної тканини [3]. Ступінь розкладу тканини визначали як різницю ваги полотна до та після експозиції, виражену у відсотках. Термін експозиції становив 30 діб.

Для визначення каталазної активності ґрунту користувались газометричним методом [4]. Активність каталази оцінювали в міліграмах  $O_2$ , що виділився за 1 хвилину на 1 г ґрунту, який був відібраний на досліджуваній ділянці, доведений до повітряно-сухого стану та позбавлений залишків рослинності. Визначення проводили в трикратній повторності.

За результатами вимірювань знаходили середньоарифметичне значення ( $M$ ) із вказанням середньоквадратичного відхилення ( $\pm m$ ), статистичну достовірність результатів оцінювали за критерієм Стьюдента ( $t$ -test, single sample) при  $p \leq 0,05$ , за допомогою програми Statistica 8.0 [5].

Так, оцінена целюлозна активність ґрунту (рис. 1) свідчить, що середня втрата ваги полотна за період експозиції у ґрунті становила  $16,7 \pm 12,47\%$ .

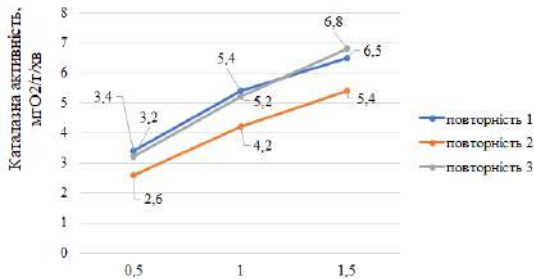


**Рис. 1. Целюлозна активність ґрунту рекреаційної ділянки лісового масиву**

Відповідно до оціночної шкали [6], отримана середня величина характеризує ступінь збагаченості ґрунту целюлазою як «дуже бідний», однак статистична ймовірність оцінки не підтвердилась ( $p=0,3125$ ). Цікаво, що третє полотно, локація розміщення якого межувала зі звалищем сміття, мала ступінь розкладу  $41,62\%$  – «середнє» збагачення.

Каталазна активність досліджуваного ґрунту становила в середньому  $4,93 \pm 0,37$  мг $O_2$ /г/хв (рис. 2), що також свідчило про «середнє» збагачення ферментом каталазою. В даному випадку, статистична ймовірність отриманого середнього значення в досліді підтвердилась ( $p=0,0046$ ).

Як відомо, ферментативна активність має важливе значення в функціонуванні ґрунту. Мікроорганізми, котрі її обумовлюють слугують основою для виконання екологічних функцій ґрунтів, у тому числі, обумовлюють його біорізноманіття [6, 7].



**Рис. 2. Каталазна активність ґрунту рекреаційної ділянки лісового масиву**

Таким чином, отримані нами первинні дані, можуть слугувати в якості відправної точки для відстеження подальшого формування характеристик ґрунту й з'ясування швидкості та можливості його відновлення після різних видів антропогенного навантаження. А подальші дослідження дозволять отримати уявлення про зміни та адаптивну здатність дерново-середньопідзолистого поверхнево-оглеєного суглинкового ґрунту південно-східної частини Волинського Полісся, що може мати цінність у екологічному моніторингу суборів та розробці заходів зі збереження та відновлення їх екосистемних функцій.

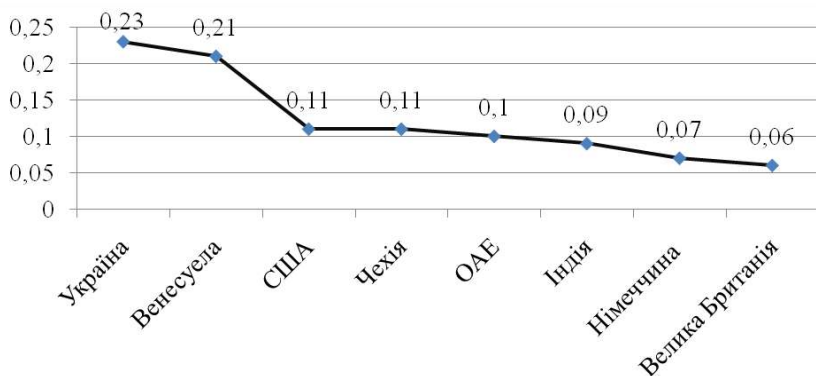
#### Література

1. Simkin J., Ojala A., Tyrväinen L. Restorative effects of mature and young commercial forests, pristine old-growth forest and urban recreation forest - A field experiment. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2020, Vol: 48. P. 126567.
2. Цветков П. А., Сементин В. Л. Особенности природы пожаров в рекреационных лесах. *Лесное хозяйство*. 2000. № 5. С. 52–53.
3. Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. М. : Из-во Наука., 1990. 189 с.
4. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К. : ЗАТ «Нічлава», 2003. 320 с.
5. Бахрушин В. Є. Методи аналізу даних : навч. посіб. для студ. Запоріжжя : КПУ, 2011. 286 с.
6. Звягинцев Д. Г. Почва и микроорганизмы. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1987. 256 с.
7. Іутинська Г. О. Ґрунтова мікробіологія : Навчальний посібник. К. : Арістей, 2006. 284 с.

*Цюман Є. С., канд. економ. наук, Дворецька В. І., студентка  
Національний транспортний університет  
м. Київ, Україна*

## **ВПЛИВ ТРАНСПОРТУ НА РІВЕНЬ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА РЕСУРСОЄМНІСТЬ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ**

На сьогоднішній екологічні проблеми світу та нашої держави спричинені, по-перше, великим рівнем природокористування, нерациональним споживанням природних ресурсів, по-друге, великим рівнем показника шкодомісткості, значними обсягами утворення відходів, викидів та скидів шкідливих речовин в навколишнє природне середовище. У якості показового прикладу на рис. 1 представлено рейтинг рівня енергоємності ВВП України та інших країн в 2019 році, який свідчить про збільшений у тричі рівень енергоємності ВВП нашої країни у порівнянні з аналогічним показником Німеччини та про збільшений майже у чотири рази у порівнянні з показником Великої Британії.



**Рис. 1. Рівень енергоємності ВВП України та інших країн у 2019 році, кг н.е./\$, [1, 2]**

Основними споживачами великої кількості природних ресурсів, в тому числі, невідновлювальних, є господарський комплекс держави, а саме сфери виробництва продукції та надання послуг. Основними еколого-економічними проблемами в Україні є:

– високий рівень енергозалежності та ресурсозалежності національної господарської системи, що засвідчує природомісткий тип

виробництва, який є причиною виснаження та зменшення запасів національних природних ресурсів;

- високий рівень шкодомісткості, що свідчить про неефективне використання ресурсів;

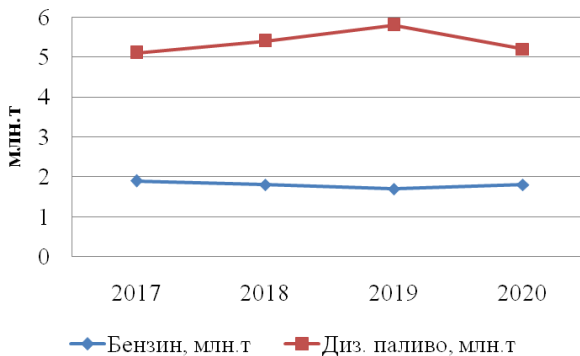
- недосконала система утилізації відходів, що базується, в основному, на їх спалюванні або захороненні;

- велика частка сировинної складової в загальному обсязі експорту товарів;

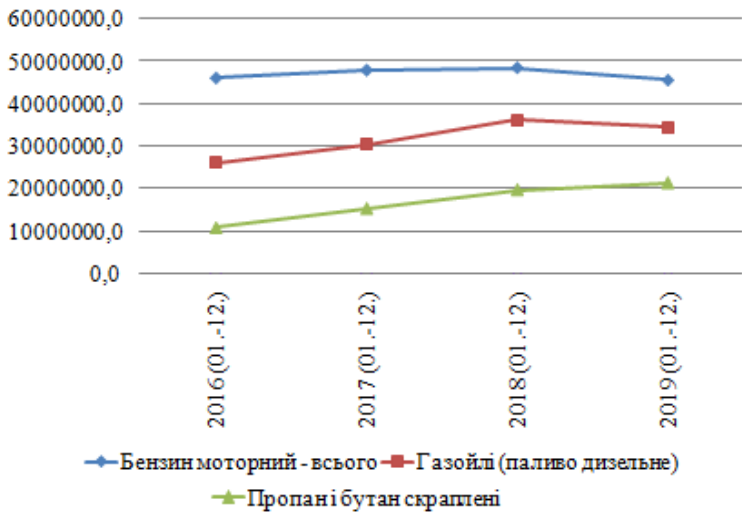
- незбалансованість структури ВВП через велику частку у його складі продукції, що виробляється ресурсозалежними галузями, діяльність яких завдає значної шкоди довкіллю, є загрозою екологічній безпеці країни та базується на використанні викопних видів палива та інших мінеральних ресурсів, переробці продуктів нафтової або ядерної промисловості.

Необхідно зауважити, що більшість екологічних проблем спричинені викидами забруднюючих речовин, особливо діоксиду вуглецю. Аналіз даних викидів забруднюючих речовин засвідчив, що 85% викидів діоксиду вуглецю спричинені стаціонарними джерелами забруднення, а 15% викидів справляють пересувні джерела забруднення [3].

Причиною викидів даної забруднюючої речовини є спалювання твердих, рідких палив в енергоустановках, що використовують на підприємствах під час здійснення господарської діяльності та енергоустановках, що встановлені на пересувних джерелах забруднення, транспортних засобах з двигунами внутрішнього згоряння. Для прикладу, на рис. 2, 3 представлено динаміку обсягів використання рідкого палива в економічній діяльності України, за всіма галузями економіки, в тому числі, транспортною, та динаміку обсягів роздрібного продажу рідкого палива на АЗС.



**Рис. 2. Динаміка обсягів використання рідкого палива в Україні, в економічній діяльності**



**Рис. 3. Динаміка обсягу роздрібного продажу світлих нафтопродуктів і газу через АЗС, т**

Здійснений аналіз динаміки, представленої на рис. 2, засвідчив відсутність стрімкого зниження споживання рідкого палива, що в свою чергу означає відсутність впровадження ефективних ресурсозберігаючих технологій на підприємствах. Аналіз динаміки, що представлена на рис. 3, засвідчив значне збільшення споживання дизельного палива та скрапленого газу, рівень споживання бензину не мав значних змін. Доречно зробити висновок про збільшення протягом трьох років кількості споживачів із енергоустановками, що використовують газойлі та скраплений газ. Отже, загальної тенденції до зниження використання палив, що є продуктом переробки викопних природних ресурсів, не спостерігається. Необхідно зауважити, що транспортний засіб з дизельною енергоустановкою за період свого життєвого циклу на стадії експлуатації, здійснює викиди на 3,65 т CO<sub>2</sub> більше, ніж аналогічний транспортний засіб, що використовує бензин.

Із метою вирішення даних проблем актуальними завданнями наразі є пошук ефективних інструментів зниження рівня енергозалежності об'єктів господарювання, зниження рівня природокористування, впровадження принципів циркулярної економіки. Необхідно зауважити, що саме еколого-економічні проблеми є одним зі стримуючих факторів сталого розвитку національної економіки. Отже, збереження якісних та кількісних характеристик ресурсів національного багатства України – одна з найважливіших задач сьогодення.



В якості ефективних інструментів зниження рівнів ресурсоспоживання та негативного антропогенного впливу діяльності об'єктів господарювання та транспорту на довкілля доречно здійснювати наступні заходи:

- підвищувати відповідальність за порушення законодавства у галузі охорони навколишнього середовища;
- застосовувати державну підтримку у вигляді інвестування або надання пільгових кредитів на модернізацію основних засобів об'єктів господарювання, пільгових споживчих кредитів населенню на придбання транспортних засобів вищого екологічного класу;
- удосконалювати існуючі та впроваджувати нові економічні інструменти, екологічне оподаткування пересувних джерел забруднення, з метою надходжень ресурсів до екологічних фондів та їх спрямування на підтримку проектів, які націлені на підвищення рівня екологізації підприємств та зниження показників природокористування;
- знижувати ліміти відповідно дозволених обсягів викидів;
- впроваджувати обов'язковий автоматичний незалежний екологічний моніторинг діяльності суб'єктів господарювання – забруднювачів із метою контролю розміру шкоди, що завдається довкіллю та здоров'ю населення;
- мотивувати забруднювачів проводити обов'язковий еколого-економічний аналіз об'єктів господарювання;
- здійснювати обов'язковий технічний огляд транспортних засобів всіх форм власності;
- фінансувати дослідження спрямовані на пошук інструментів із підвищення екологічних та економічних показників транспортних засобів;
- мінімізувати кількість місць для паркування;
- здійснювати перманентний перерозподіл: зменшення кількості смуг для руху автомобільних транспортних засобів, забезпечення збільшення простору для руху велосипедистів та громадського транспорту.

#### *Література*

1. Рівень енергоємності ВВП України в 2 рази вищий за середньосвітовий показник. BRDO. Ред. Від. 08.11. 2019 р. URL: <https://brdo.com.ua/top/riven-energoymnosti-vvp-ukrayiny-v-2-razy-vyshhyy-za-serednosvitovyy-pokaznyk/> (дата звернення 8.11.2021).

2. Національна економічна стратегія 2030. Платформа центру економічного відновлення. URL: <https://nes2030.org.ua/#rec246061582> (дата звернення 09.11.2021).

3. Державна служба статистики України : веб-сайт. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення 03.11.2021).

*<sup>1</sup>Черниш Є. Ю., д.т.н., <sup>1</sup>Пляцук Л. Д., д.т.н., проф.,  
<sup>1</sup>Чубур В. С., <sup>1</sup>Білоус О.О., <sup>2</sup>Рубік Г., PhD,  
<sup>1</sup>Сумський державний університет, м. Суми, Україна  
<sup>2</sup>Чеський університет природничих наук, м. Прага, Чехія*

## **БІОЕНЕРГЕТИЧНІ ІННОВАЦІЇ ДЛЯ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

Упровадження біоенергетичних інновацій у переробці відходів матиме позитивний вплив на розвиток енергетичної незалежності України. Це сприятиме досягненню довгострокових цілей щодо збільшення частки енергії, що виробляється з поновлюваних джерел енергії (зокрема, з біомаси). Крім того, впровадження біоенергетичних інновацій у поводженні з відходами має важливе екологічне значення, включаючи скорочення викидів парникових газів у межах розвитку технологій адаптації до змін клімату.

При використанні компосту на основі осаду стічних вод (ОСВ) в якості добрива, збільшує вміст органічної речовини (N, P, макро- і мікроелементів), знижується кислотність ґрунтів, збільшується їх вологоємність, що особливо важливо для ґрунтів легкого гранулометричного складу. Окрім того, поліпшується тепловий, водний і повітряний режими ґрунтів, зростає їх біологічна активність. ОСВ містить безліч мікрокапілярів та має значну сорбційну здатність.

Зі збільшенням часу витримки та ущільненням ОСВ відбувається значний вплив на розподіл важких металів (ВМ), яке має двоїстий характер. У роботі [1] досліджено, що ВМ з ОСВ можуть одночасно бути зв'язаними з нерухомими та з рухомими фракціями (крім Zn). ОСВ може стати джерелом найбільш небезпечних форм ВМ в ґрунтах-металоорганічних сполук, що обмежує можливості використання їх в сільському господарстві. Продемонстровано, що оцінка рівня забруднення та потенційного екологічного ризику ВМ у ОСВ потребує знання як їх загальної концентрації, так і їх хімічної форми. Такий підхід допоможе запобігти вторинному забрудненню ґрунтів важкими металами, що може вплинути на зниження ризиків для здоров'я, пов'язаних із споживанням рослин, що характеризуються високим вмістом металів.

В останні роки на території України утворюється щорічно до 1 млн. тонн шламів та рідких відходів очисних споруд, що становить реальну загрозу вторинного забруднення навколишнього середовища [2]. За відсутності повної утилізації ОСВ щорічна потреба в мулових майданчиках для розміщення, створеного осаду, становить для всієї України 2000 га на рік [3]. Отже, для зниження екологічно небезпечного

впливу ОСВ на об'єкти навколишнього середовища необхідне проведення їх знешкодження з можливістю подальшої утилізації.

Одним із перспективних напрямків переробки ОСВ є системи анаеробної мікробіологічної деградації з осадженням ВМ біогенним сірководнем – продуктом життєдіяльності сульфатвідновувальних бактерій, на основі якої нами була розроблена біосульфідна технологія [5].

У процесі біосульфідної обробки органічні хелатокомплекси з ВМ руйнуються й утворюються стійкі сполуки сульфідів металів: сульфідити титану, заліза (марказити), цинку (сфалерит), нікелю тощо. Таким чином, відбувається не фізичне видалення ВМ, а їх біохімічне зв'язування [5]. Отже, першорядне значення має газоутворення, якісний і кількісний склад біогенного газу, що дозволяє проводити біосульфідне знешкодження ОСВ.

Метою даної роботи є дослідження оптимального співвідношення різних видів ОСВ і дози завантаження біореактора.

Завдання полягає у визначенні екстремумів функції  $M(Y)$  в області змінних режимних параметрів процесу знешкодження ОСВ  $X(f)$ . Якщо математичне очікування критерію оптимізації  $Y$  є функцією від вектора  $X$  вхідних керованих змінних (факторів варіювання):

$$M(Y) = f(\bar{X}) = f(X_1; X_2; \dots; X_n), \quad (1)$$

де  $n$  – число факторів, то завдання зводиться до пошуку таких значень факторів  $\bar{X}^* = f(X_1^*; X_2^*; \dots; X_n^*)$ , при яких цільова функція досягає екстремуму [6, 7].

Таким чином, математичне очікування представлено регресійним рівнянням виду:

$$M(Y) = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_1^2 + a_4 X_2^2 + a_5 X_1 X_2 + \dots, \quad (2)$$

де  $a_0, a_1, a_2, \dots$  – коефіцієнти регресії при відповідних змінних..

В якості критерію відкликання брали найбільше значення  $Y$ , що відповідає максимальному об'єму біогазу. Для аналізу складу біогазу використовували АТЕХ газоаналізатор Geotech BIOGAS 5000.

Експериментальна установка складається з анаеробного біореактора-камери бродіння, об'ємом  $V_1 = 5 \text{ дм}^3$ , робочий об'єм не перевищував 7/10 загального обсягу. Камера покрита теплоізоляційною плівкою, під якою по термостійких пластикових трубах циркулює підігріта вода.

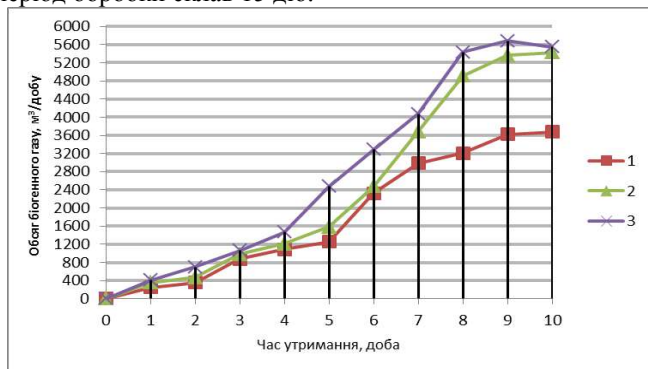
При складуванні осаду на мулових майданчиках очисних споруд внаслідок мінералізації і окислення киснем повітря органічної речовини ОСВ його вміст поступово зменшується зі збільшенням терміну зберігання. Для проведення досліджень була використана суміш з двох видів ОСВ: осад з мінімальним терміном зберігання (до півроку) на мулових картах і надлишковий активний мул, що дозволило максимально використовувати поживні й органічні речовини, які містяться в складі ОСВ.

За нульовий рівень часу утримання ОСВ в біореакторі брали ( $X_1^0$ ) – 1 діб. Варіювання співвідношення кількості надлишкового активного мулу до осаду з мулової карти ( $X_2$ ) проводилося в наступному діапазоні: 0,5:1, 1:1, 1,5:1 для визначення оптимального, яке дає можливість спільно знешкоджувати обидва види ОСВ з досягненням стабільно високого виходу біогазу. При цьому  $pH$  середовища в просторі біореактора підтримувалося в діапазоні 7-7,5, а інші фактори були на рівні:  $X_3 = 12$  г/дм<sup>3</sup>,  $X_4 = 4,0\%$ .

На рис. 1 показано зміну кількості виходить з біореактора біогазу при зміні складу ОСВ відповідно до отриманих результатів. Обсяг виходить із біореактора газу залежить від якісних характеристик різних видів ОСВ, вивчених вище.

Для найбільш повного осадження ВМ у формі сульфідів доцільним є використання осаду з мінімальним терміном зберігання (не більше півроку) на мулових картах спільно з надмірним активним мулом, що дозволить максимально використовувати органічні речовини, що містяться в ОСВ.

Зі збільшенням часу утримання ( $X_1$ ) ОСВ в просторі біореактора відбувається зростання об'єму біогазу відповідно до регресійного рівняння (3) і стабілізацією його виходу на 8-9 добу. При цьому попередньо термостатували інокулят разом із ОСВ в герметичній ємкості для окремого проведення гідролітичної фази ферментації протягом п'яти діб. Тому сумарний період обробки склав 15 діб.



**Рис.1. Утворення біогазу в залежності від часу утримання ( $X_1$ ) і при різних співвідношеннях надлишкового активного мулу до осаду з мулової карти ( $X_2$ ): 1 – 0,5:1; 2 – 1:1; 3 – 1,5:1.**

Вплив часу утримання і співвідношення видів ОСВ на інтенсивність газоутворення апроксимуємо наступним рівнянням регресії:

$$M(Y) = -1016,593 + 314,386X_1 + 833,616X_2 + 25,971X_1^2 \quad (3)$$

Математичну обробку результатів експериментів проводили в програмі Maple 7.0, при цьому: коефіцієнт детермінації склав 0,9702; критерій Фішера  $F$  ( $k_1 = 3$ ;  $k_2 = 29$ ) – 203,2620 (модель адекватна); стандартна похибка оцінки – 0,1591.

Отриманий склад біогазу: 50% метан, 49% діоксид вуглецю, також присутні домішки сірководню.

Найменше виділення біогазу спостерігалось при співвідношенні видів ОСВ 0,5:1 і склало 3678 см<sup>3</sup> на 10 добу. Найбільший приріст біогенного газу спостерігався при співвідношенні надлишкового активного мулу до осаду з мулової карти ( $X_2$ ) – 1,5. Газоутворення стабілізувалося на рівні 5550 см<sup>3</sup> (8-10 добу) (рис.1).

Системи анаеробної мікробіологічної деградації осадів стічних вод з осадженням ВМ біогенним сірководнем можуть застосовуватися для впровадження біоенергетичних інновацій в сферу енергетики та у розробленні системи заходів щодо ремедіації природно-антропогенних ландшафтів у складі комплексу попередження вторинному забрудненню ґрунтів токсикантами, зокрема ВМ. Важливим напрямом подальших досліджень є реалізація комбінацій фізико-хімічних методів підготовки ОСВ для досягнення більших показників виходу біогазу, а також підвищення в ньому вмісту метану.

#### *Література*

1. Tytla M. *Assessment of Heavy Metal Pollution and Potential Ecological Risk in Sewage Sludge from Municipal Wastewater Treatment Plant Located in the Most Industrialized Region in Poland – Case Study. International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2019; 16(13):2430.

2. *Статистичний щорічник України 2020 рік. Державна служба статистики.*

3. Жук В. М., Вербовський О. В., Попадюк І. Ю., Матлай І. І. *Основні технологічні параметри реалізації аеробного біокомпостування осадів стічних вод. Науковий вісник НЛТУ України.* 2018, т. 28, № 11. С. 91–95.

4. Sun R, Li Y, Lin N, Ou C, Wang X, Zhang L, et al. *Removal of heavy metals using a novel sulfidogenic AMD treatment system with sulfur reduction: Configuration, performance, critical parameters and economic analysis. Environment International.* 2020;136:105457.

5. *Спосіб обробки органічних відходів з видаленням важких металів: пат. на винахід 103087 України, МПК (2013.01) C02F 3/00; Є.Ю. Черниш, Л.Д. Пляцук; заявник та утримувач патенту Сумський державний університет. – № а 201113337; заявл. 14.11.2011; опубл. 10.09.2013, Бюл. №17.*

6. Руденко В. М. *Математична статистика. К. : Центр учбової літератури.* 2012. 304 с.

7. Воеводин В. В. *Математические модели и методы в параллельных процессах. М. : Наука, 1986. 296 с.*

<sup>1</sup>Черниш Є. Ю., д.т.н., <sup>1</sup>Скворцова П. О., аспірантка,

<sup>2</sup>Штепа В.М., д.т.н.

<sup>1</sup>Сумський державний університет, м. Суми, Україна

<sup>2</sup>Поліський державний університет,  
м. Пінськ, Білорусь

## БІОСОРБЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В РЕМЕДІАЦІЇ ҐРУНТІВ ЗАБРУДНЕНИХ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ

Згідно з статистичними даними та оцінками експертів в світі кількість ділянок із забрудненням ґрунту важкими металами та металоїдами становить близько п'яти мільйонів, і основним джерелом даного забруднення є антропологічна діяльність. Більшість із цих забруднених важкими металами об'єктів знаходяться в розвинених країнах, таких як Сполучені Штати Америки, Австралія, країни-члени Європейського Союзу та Китай [1].

Сьогодні біосорбція була прийнята як альтернативна екологічно чиста зелена технологія для видалення різних техногенних забруднюючих речовин за допомогою мікробів, таких як бактерії, гриби, водорості та дріжджі. Забруднюючі речовини – це речовини, які не розкладаються, відносно неподатливі, нерозчинні у воді, непроникні для мікробних клітин і є шкідливими як для нижчих, так і для вищих класів живих організмів. Десорбуючі елюенти можуть використовуватися для вилучення адсорбованих забруднювачів, а регенерація біосорбентів може виконуватися хімічними, термічними або електрохімічними методами [2].



Рис. 1. Основні принципи біосорбційного механізму [2]

Зазвичай у методології біоремедіації використовуються такі види мікроорганізмів: *Bacillus*, *Arthrobacter*, *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Rhodotorula*, *Candida utilis*. Процес санації ґрунту мікробми здійснюються за допомогою таких механізмів, як біоосадження, біосорбція, біоаккумуляція, біоасиміляція, біовилужування, біодеградація та біотрансформація (табл. 1) [3].

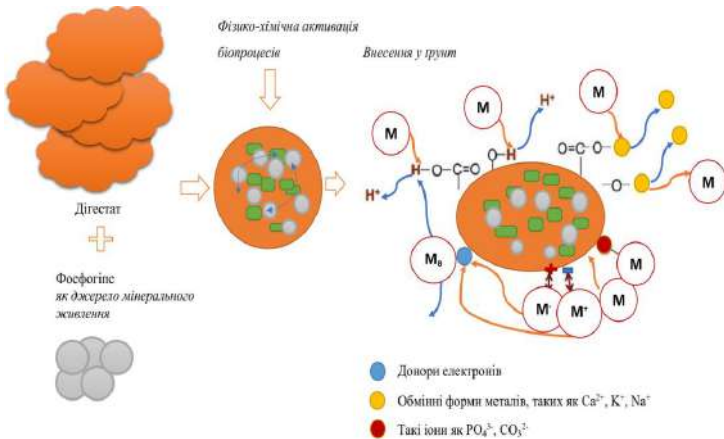
Таблиця 1. **Переваги та обмеження методів біоремедіації ґрунту забрудненого важкими металами**

Методологія	Техніка відновлення	Застосування	Переваги	Обмеження
<b>Біоремедіація</b>	Фіторемедіація	<i>In situ</i> , застосовується до ґрунтів із низьким та середнім рівнем забруднення важкими металами	Більше сприймається громадськістю, економічно ефективний, простий у застосуванні	Обмежується мілководдям, вимагає багато часу, обмежується певними металами, ефективність залежить від умов зростання та біодоступності важких металів
	Перетворення забруднюючих речовин за допомогою мікробів	<i>In situ</i> , застосовується до ґрунтів із низьким та середнім рівнем забруднення важкими металами	Простота впровадження, економічність, незначне пошкодження ґрунту, відновлення займає менше часу	Залежить від мікробів, ґрунту, типу металу та рослини

Важливим біосорбентом для видалення іонів важких металів була визнана мікробна біомаса, але процес і механізм біосорбції різних компонентів мікробних клітин не досліджено в повній мірі. Іони важких металів зазвичай можуть адсорбуватися функціональними групами, такими як карбоніл, карбоксил, сульфгідрил, фосфат, сульфат, аміно та гідроксил групи, що присутні на поверхні бактерій. Здатність бактерій до поглинання іонів важких металів зазвичай варіюється від 1 мг/г до 500 мг/г. В адсорбції іонів важких металів важливу роль відіграють позаклітинні полімерні речовини, що складаються з білків, ліпідів, нуклеїнових кислот і складних

вуглеводів. Ці речовини на поверхні бактеріальної клітини можуть запобігти токсичності важких металів та проникненню у внутрішню клітинну область [4].

Нами запропоновано модель механізмів сорбції важких металів на орґано-мінеральному біокомпозиті на основі дігестату із додаванням в процесі анаеробного збродження фосфогіпсу та електрохімічною активацією кінцевого продукту перед внесенням у ґрунт (рис. 2), що заснована на процесах комплексоутворення, осадження, окисно-відновних процесах, катіонно обмінних та електростатичного тяжіння.



**Рис. 2. Формалізація процесів адсорбції важких металів на поверхні орґано-мінерального біокомпозиту, де М – умовне позначення металу, М<sub>в</sub> – відновлена форма іонів металів**

Таким чином, актуальним завданням залишається пошук ефективних місцевих бактеріальних біосорбентів, які можуть вижити навіть у токсичних умовах навколишнього середовища у різних метаболічних станах. Подальші дослідження будуть направленні на вивчення орґано-мінеральних біокомпозитів після збродження різних ко-субстратів на основі орґанічних відходів у мікропольових умовах на забруднених важкими металами ґрунтів.

### Література

1. Raffa C. M., Chiampo F., Shanthakumar S. Remediation of Metal/Metalloid-Polluted Soils: A Short Review. Applied Sciences. 2021. Vol. 11, Issue 9. DOI: <https://doi.org/10.3390/app11094134> (Last accessed: 12.11.2021).



2. Yaashikaa P. R., Senthil Kumar P., Saravanan A., Vo D.-V. N. *Advances in biosorbents for removal of environmental pollutants: A review on pretreatment, removal mechanism and future outlook. Journal of Hazardous Materials.* 2021. Vol. 420, 126596. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126596> (Last accessed: 09.11.2021).

3. Vaishali A., Babita K. *Conventional and Contemporary Techniques for Removal of Heavy Metals from Soil. IntechOpen.* 2021. DOI: [10.5772/intechopen.98569](https://doi.org/10.5772/intechopen.98569) (Last accessed: 11.11.2021).

4. Thakare M., Sarma H., Datar S., Roy A., Pawar P., Gupta K., Pandit S., Prasad R. *Understanding the holistic approach to plant-microbe remediation technologies for removing heavy metals and radionuclides from soil. Current Research in Biotechnology.* 2021. Vol. 3. P. 84-98. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crbiot.2021.02.004> (Last accessed: 11.11.2021).

## **АЛЬТЕРНАТИВНІ ЗАМІННИКИ АЗБЕСТУ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СЕРЕДОВИЩА**

Однією з найнебезпечніших речовин, що широко використовується у багатьох галузях виробництва (будівництві, в ракето- і машинобудуванні, авіації, в хімічній і текстильній промисловості), відноситься азбест – мінерал класу гідросилікатів із волокнистою структурою. В результаті великої кількості досліджень, які почали проводити ще з першої половини ХХ ст., він був включений до списку канцерогенів першої категорії [1]. В другій половині ХХ ст. було доведено пряму залежність між тривалістю контакту з азбестом на виробництві та частотою виникнення злоякісних утворень в легенях [2]. Також було виявлено, що у робітника, який контактує з азбестовим пилом, часто виникає професійна екзема рук, а через деякий проміжок часу – онкологічні захворювання легенів. У зв'язку з цим, у розвинених країнах світу протягом останніх десятиліть намагаються замість азбесту використовувати інші полімерні термостійкі матеріали.

Різні країни по-різному ставляться до проблеми азбесту, а також до заборони його використання. Амфіболовий азбест, що застосовується західноєвропейськими та американськими будівельниками, визнаний Міжнародною організацією праці та Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) шкідливим для здоров'я людини. Тому країни ЄС, Канада і Австралія виступають за повну заборону будь-якого типу азбесту. Однак реалізувати це прагнення Брюсселю не вдалося. Росія (найбільший у світі видобувач та експортер хризотил-азбесту) та Індія вважають за необхідне розділяти дійсно канцерогенний амфібол-азбест та відносно нешкідливий хризотил-азбест. Не проти використання хризотил-азбесту і США. Проводячи багаточисельні дослідження російські та українські вчені довели, що серйозної загрози для людського організму хризотилітовий азбест не становить, давши цим зелене світло на використання даного матеріалу підприємствам країн СНД і третього світу [3].

ВООЗ разом із Міжнародною організацією праці та іншими міжурядовими організаціями, суспільством постійно працює з країнами над питанням ліквідації хвороб, які пов'язані з використанням азбесту, за наступними стратегічними напрямками: надання інформації про небезпеки, азбестовмісних матеріалів і продукції, та підвищення поінформованості населення про те, що з відходами, які містять азбест, необхідно поводитися

як з небезпечними відходами; надання інформації про можливі способи заміни азбесту більш безпечними речовинами, а також розроблення економічних і технологічних механізмів для постійного стимулювання його заміни; визнання, що найефективнішим шляхом усунення хвороб, які пов'язані з використанням азбесту, є безпосереднє припинення використання всіх типів азбесту; складання достовірних реєстрів людей, які зазнавали раніше та/або піддаються в даний час впливу азбесту, а також організація медичного спостереження за працівниками, які зазнали такого небажаного впливу; запровадження заходів щодо запобігання впливу азбесту на робочому місці та під час його видалення; вдосконалення служб ранньої діагностики, лікування й реабілітації у разі виникнення хвороб, які пов'язані з азбестом.

На території України в наш час азбестовмісні продукти все ще досить активно виробляються й використовуються через те, що українське законодавство не забороняє використання азбестовмісних речовин, хоча відносить їх до небезпечних відходів після їх вилучення [3, 4]. Крім того на ринку ущільнювальних матеріалів України для заміни азбестових матеріалів почали успішно використовуватись інші термостійкі та ущільнювальні матеріали серед яких: терморозширений графіт (термомодифікований графіт, термоекспандований графіт), арамід (кевлар), політетрафторетилен (тефлон, фторопласт), текстуроване скловолокно, кераміка. Також азбест можна замінити піносклом. Даний матеріал має безліч переваг перед своїми аналогами: легкість, хімічну інертність, міцність, водонепроникність, термостійкість, пожежостійкість, але в нього є і недоліки: висока вартість та низька ударна міцність. Однак ці недоліки не є критичними і не переважають переваги. Набивки та шнури з цих матеріалів випускаються у багатьох країнах, під різними назвами за технічними умовами, які затверджені виробником. Їх термін експлуатації більш ніж у п'ять разів перевищує термін експлуатації традиційних ГОСТівських виробів, крім того сучасні матеріали зручніші в роботі та мають більш стабільні властивості [5].

У країнах, де є великі базальтові родовища, перспективними заміниками азбестових матеріалів вважають волокна на основі базальту.

Азбестові тканини вже багато років використовують як теплоізоляційні матеріали, матеріал для пошиття захисного одягу пожежників, накидок та інших технічних потреб. Однак, вони мають значний недолік – незручні у застосуванні та швидко зношуються. В наш час для цих цілей широко застосовуються захисні засоби (в першу чергу костюми) на основі багатошарових пакетів, що включають полімерні термостійкі тканини з теплозахисними шарами, алюміновані зовні для досягнення високої відбивної здатності [6].

Рулонні утеплювачі в наш час є одними з найрозповсюджених та доступних матеріалів. В разі їх використання на основі мінеральної вати

важливо враховувати поверхню та призначення матеріалу. Деякі варіанти найкраще використовувати для дерева, інші для цегли або бетону.

Ущільнювальні шнури для валів та інших деталей, що рухаються, традиційно виготовлялися на основі азбесту в поєднанні з іншими видами волокон. Сьогодні вони з успіхом замінені на текстильні структури з вуглецевих та фторволокон, які є більш надійними та довговічними у хімічно агресивних середовищах.

Азбоцементні вироби та азбестові труби є важливими матеріалами, що широко застосовуються в будівництві, електротехніці та деяких інших областях. Сьогодні його заміна на дешевші матеріали вирішується із застосуванням скляних та базальтових волокон. Готовий матеріал та вироби безпечні. Дешевизна та доступність азбоцементу ускладнює його заміну. Однак, наприклад, в електротехніці він успішно замінюється склотекстолітом та іншими пластиками [6].

У багатьох країнах основними заміниками хризотилу є [7]: целюлоза, поліпропілен, поліетилен, керамід, ПВХ, полівінілалкоголь, мінеральна вата (кам'яні та шлакові волокна), керамічне волокно, скловолокно. Також найбільш поширеними заміниками азбесту вважають арамідні волокна, номекс, целюлозу. Перші два використовуються для створення вогнетривкого одягу тощо.

Таким чином, проблему заміни азбесту іншими видами волокнистих матеріалів майже вирішено в зв'язку з тим, щоб звести до мінімуму, а потім і повністю виключити застосування азбестовмісних матеріалів, замінивши їх більш прогресивними та безпечними для людей.

#### *Література:*

1. *Неінфекційні захворювання. Азбест: шкода для здоров'я, чи можливо отруєння.* URL: <https://velykoseverynivska-silrada.gov.ua/neinfektsijni-zahvoryuvannya-azbest-shkoda-dlya-zdorov-ya-chy-mozhlyvo-otruennya/>
2. Чернишенко Г.О., Самохвалова А.І. Дослідження впливу азбесту на здоров'я людини. *The 4<sup>th</sup> International scientific and practical conference «Topical issues of modern science, society and education» (November 1-3, 2021) SPC «Sciconf.com.ua», Kharkiv, Ukraine. P. 107– 110.*
3. URL: <https://www.dsnews.ua/politics/art16478>
4. Чернишенко Г. О., Самохвалова А. І. Азбест – повільний вбивця. *Сучасні світові тенденції розвитку науки, освіти та технологій : зб. тез доповідей міжн. наук.-практ. конф. (Полтава, 19 жовтня 2021 р.). Полтава : ЦФЕНД, 2021. Ч. 1. С. 30–31.*
5. *Рекомендації по замене асбестовых изделий.* URL: <http://temet.com.ua/zamena-asbestovih-materialov.html>
6. *Заменители асбеста.* URL: <https://allmax.com.ua/information/zameniteli-asbesta.html>
7. Кривенко П. В. *Будівельні матеріали. К. : Вища школа, 1993.*

*Чугай А. В., д.т.н., Лавров Т. В.  
Одеський державний екологічний університет,  
м. Одеса, Україна*

## **ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ДАНИМИ АВТОМАТИЗОВАНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ**

Діюча на даний час в Україні мережа спостережень за забрудненням атмосферного повітря базується, в основному, на функціонуванні мережі стаціонарних пунктів спостережень (ПСЗ). Ці ПСЗ функціонують переважно в обласних центрах, а також у деяких містах районного підпорядкування.

Крім того, в останні роки в окремих регіонах почали функціонувати автоматизовані системи спостережень. Такі системи, наприклад, успішно функціонують у м. Бровари (Київська область), у Дніпропетровській області (7 міст) та ін. Також активно в Україні розвиваються системи громадського моніторингу забруднення атмосферного повітря.

Як відомо, у 2019 р. в Україні Постановою КМУ було затверджено новий «Порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» [1]. Імплементация цієї Постанови на даний час ще триває. Згідно із затвердженим Порядком до переліку забруднюючих речовин, які необхідно визначати обов'язково, віднесені тверді частки (пил) ТЧ<sub>10</sub> і ТЧ<sub>2,5</sub>. Слід відзначити, що на мережі стаціонарних ПСЗ в на даний час не виконуються. Також, в обмеженій кількості регіонів визначається вміст озону у приземному шарі атмосфери, який Агенція по захисту навколишнього середовища вважає однією з основних забруднюючих речовин повітря [2].

В Одеській області, в т.ч. і у м. Одеса, з 2019 р. також функціонують автоматизовані системи спостережень. Одна система функціонує у місті, дві – на території області. Авторами раніше проводилася оцінка стану забруднення атмосферного повітря за даними автоматизованих спостережень у м. Одеса [3].

Метою даної роботи є аналіз забруднення атмосферного повітря за даними автоматизованих спостережень в Одеській області. ПСЗ розташовані у пгт. Нові Біляри і пгт. Олександрівка (рис. 1).

Аналіз проведений за вмістом 5 забруднюючих речовин за період з листопада 2020 р. по жовтень 2021 р. (рис. 2).

Аналіз представленого рисунку показує, що перевищення нормативів якості відзначалося за вмістом діоксиду азоту (окремі випадки у пгт. Нові Біляри), діоксиду сірки (переважно літньо-осінній сезон у пгт. Нові Біляри) і  $ТЧ_{2,5}$  (окремі випадки у сел. Олександрівка). Вміст газоподібних забруднюючих речовин був найбільшим у пгт. Нові Біляри, а вміст  $ТЧ_{2,5}$  і



**Рис. 1. Розташування автоматизованих ПСЗ в Одеській області [4]**

$ТЧ_{10}$  – переважно у сел. Олександрівка. Також зазначимо, що вміст твердих частинок порівнювався з нормативами ЄС, оскільки в Україні на даний час не розроблено відповідних нормативних значень для цих показників.

Слід відзначити, що проаналізовані раніше авторами дані автоматизованих спостережень для м. Одеса майже порівняні з даними по області. Це можна пояснити тим, що автоматизований ПСЗ у м. Одеса розташований у прибережній зоні, що віддалена від джерел антропогенного впливу.



**Рис.2. Вміст забруднюючих речовин в атмосферному повітрі Одеської області (за даними автоматизованих спостережень)**

### *Література*

1. Порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF#Text> (дата звернення: 2.12.2020).

2. Кольцов М., Шевченко Л. Моніторинг якості атмосферного повітря: український та міжнародний досвід. Аналітична записка. Київ : ГО «Фундація «Відкрите Суспільство», 2018. 13 с.

3. Чугай А. В., Лавров Т. В. Якість повітряного басейну м. Одеса за даними автоматизованих спостережень. Науковий вісник ВАНО. 2021. Вип. 2 (31). С. 72–74.

4. Електронний ресурс: URL: <https://mistaua.com/> (дата звернення: 13.11.2021).



*Чухліб Ю. О., старший викладач,  
Національний університет «Полтавська політехніка  
імені Юрія Кондратюка»,  
м. Полтава, Україна*

## **ВІДПОВІДАЛЬНЕ ВЕДЕННЯ БІЗНЕСУ ЯК ЧАСТИНА УПРАВЛІНСЬКОЇ СИСТЕМИ КОМПАНІЙ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ**

На сьогодні для різних компаній, в тому числі енергетичного сектору, є дуже актуальним питання сприяння відповідальному веденню діяльності, тому на рівні різних підприємств підіймається питання щодо запровадження в їх управлінській діяльності, принципів відповідального ведення бізнесу. В свою чергу, це питання можна розглядати з двох боків: інвестиційної привабливості та екологічної складової. Інвестиційна привабливість – є ключовим елементом, який впливає на подальший розвиток бізнесу, а екологічна складова означає мінімізацію можливих збитків для навколишнього середовища, і забезпечення права людей на безпечне для життя і роботи середовище.

У 2017 році Україна приєдналася до Декларації ОЕСР (Організація економічного співробітництва та розвитку) про міжнародні інвестиції та багатонаціональні підприємства. Тим самим вона взяла на себе зобов'язання імплементувати Керівні принципи ОЕСР для транснаціональних підприємств (Керівні принципи). Дані Керівні принципи є одним із трьох основних міжнародних документів щодо відповідального ведення бізнесу [1].

Дані принципи, це інструкції щодо відповідального ведення бізнесу у сфері охорони навколишнього середовища, охорони праці, трудових та ділових відносин. «Настанови ОЕСР стосовно процедур належної перевірки у практиці відповідального ведення бізнесу, ставлять змету надати рекомендації компаніям щодо виявлення фактичного чи потенційного несприятливого впливу, запобігати йому та пом'якшувати його [1].

Для будь-якого ведення операційної діяльності, притаманний цілий ряд ризиків, які є частиною виробничих процесів та їх наслідків. В частині відповідального підходу до ведення бізнесу, у енергетичному секторі виділяють ряд ризиків, які характерні саме для цієї сфери економіки, і на роботу з якими повинні бути направлені, в першу чергу, дії підприємства у цьому напрямку.

Відповідно, до документу «Належні перевірки у практиці відповідального ведення бізнесу (ВВБ) в енергетичному секторі України»

існує ряд кроків, які компанії можуть імплементувати у практики відповідального ведення своєї діяльності. Серед них варто виділити такі [1]:

1. Інтегрування ВВБ до стратегій та управлінських систем;
2. Виявлення й оцінювання несприятливого впливу;
3. Зупинення, попередження чи пом'якшення дії несприятливого впливу;
4. Відстеження перебігу і результати виконання;
5. Поширення інформації про заходи, вжиті щодо такого впливу;
6. Забезпечення власними силами, або у взаємодії з партнерами усунення наслідків у відповідних випадках.

Перший крок (інтегрування ВВБ до стратегій та управлінських систем) означає включення до стратегічних документів енергетичних компаній, політик пов'язаних із питаннями охорони навколишнього середовища, охорони праці, трудової політики. Одним із прикладів реалізації таких політик є дотримання вимог стандартів ISO в сфері управління якістю, екологічного менеджменту, управління безпекою праці. Окремо варто зазначити, що компанії енергетичного сектору почали все активніше прописувати у свої управлінських стратегіях, цілі сталого розвитку ООН.

Варто наголосити, що практики відповідального ведення бізнесу та настанови до їх реалізації, потрібно відрізнити від підходів корпоративної соціальної відповідальності (КСВ), які базуються на цілях сталого розвитку [2].

Другий крок (виявлення й оцінювання несприятливого впливу) означає, що компанії крім дотримання та виконання обов'язкових процедур щодо виявлення ризиків своєї діяльності, таких, як ОВД, можуть розробляти свої, додаткові механізми та інструкції. Наприклад, компанії можуть застосовувати підходи реєстрів ризиків із матрицею пріоритезації, де ранжуючи їх, можна виявити та попередити найбільш небезпечні наслідки операційної діяльності. Також в рамках практики реалізації проєктів КСВ, компанії можуть виявляти потенційні ризики, співпрацюючи, наприклад, із громадами чи зацікавленими сторонами.

Третій крок (зупинення, попередження чи пом'якшення дії несприятливого впливу) означає розроблення планів дій, інструкцій по запобіганню надзвичайним ситуаціям та усунення їх наслідків. Розроблення таких планів означає не тільки дотримання усіх норм, встановлених на законодавчому рівні, але й розроблення внутрішніх операційних процедур, щодо локалізації та ліквідації наслідків. Також, для пом'якшення негативного впливу на компоненти навколишнього середовища (атмосферне повітря, водне та ґрунтове середовище), компанії енергетичного сектору ініціюють розроблення проєктів у сфері підтримання біорізноманіття. Ряд компаній розробляють технології, які

стосуються регуляції та скорочення викидів, модернізуючи при цьому існуючі технологічні рішення на виробництві.

Четвертий крок (відстеження перебігу й результати виконання) означає, що компанії енергетичного сектору повинні відстежувати ризики наслідків від своєї операційної діяльності не тільки на стадії передпроектних та проектних рішень, але й взаємодіяти, наприклад, з місцевими громадами після завершення реалізації проекту, тобто введення об'єкту в експлуатацію.

П'ятий крок (поширення інформації про заходи, вжиті щодо такого впливу) означає, що компанії ведуть свої інформаційні кампанії через різні джерела комунікації (веб-сайти, соціальні мережі, ЗМІ), де висвітлюють результати своєї діяльності в розрізі нефінансової звітності, соціальних проектів, звітів про діяльність у сфері охорони навколишнього середовища. Наприклад, великі енергетичні компанії публікують нефінансові звіти та огляди ефективності діяльності, в яких наводиться інформація щодо реалізації їхньої практики відповідального ведення бізнесу та заходи з пом'якшення ризиків, відповідно до загальних принципів Глобальної ініціативи звітності (GRI). При чому вони часто охоплюють більше даних, ніж вимагається чинними правилами розкриття інформації [1]. Варто зазначити, що енергетичні компанії розкривають інформацію про свою діяльність, в тому числі, у звітах ОВД та подають її урядовим установам для використання у зведеній звітності. Також, для добувних компаній, відповідно до прийнятого Закону України «Про забезпечення прозорості у видобувних галузях» у 2018 році, існує вимога щодо розкриття інформації про свою діяльність, що закріплено в стандарті ІПВГ (ініціатива прозорості видобувних галузей) [3].

Шостий крок (забезпечення власними силами, або у взаємодії з партнерами усунення наслідків у відповідних випадках) означає розроблення механізмів реагування та розгляду скарг для вирішення різних конфліктних ситуацій та спорів. Найбільші компанії, наприклад, мають «гарячі лінії», кол-центри та комісії для вирішення конфліктів, інші мають у складі розроблених політик, прописані інструкції із їх врегулювання. Деякі компанії використовують прописані законодавством механізми реагування, наприклад, процедура проходження ОВД, включає в себе проведення громадських слухань із питань проведення планової діяльності.

Загалом, документом «Належні перевірки у практиці відповідального ведення бізнесу (ВВБ) в енергетичному секторі України» пропонується перелік питань для опитування компаній на предмет відповідності їх підходів щодо відповідального ведення бізнесу [1]. Так, дане опитування включає збір даних у аспекті політики компанії (у розрізі сфери захисту довкілля, соціальної відповідальності та ділових відносин), у аспекті управлінських систем та управління ресурсами, у аспекті виявлення (яким

чином виявляються проблеми у сфері захисту довкілля, соціальної відповідальності та корпоративного управління), у аспекті запобігання та пом'якшення (наприклад, як компанія працює із зацікавленими сторонами щодо виявлення потенційних ризиків їхньої діяльності), у аспекті комунікацій (наприклад, різні форми звітування у сфері охорони навколишнього середовища, соціальної відповідальності, управління тощо), у аспекті усунення наслідків діяльності, у аспекті тенденцій та умов (аналіз умов, які сприяють запровадженню механізмів відповідального ведення бізнесу та динаміки таких механізмів протягом років), у аспекті відгуків та зауважень.

Така методика опитування дасть змогу, виявляти ефективні механізми взаємодії компаній із зацікавленими сторонами, зробити їх діяльність відповідною до вимог прозорості ведення бізнесу, а значить мати можливість залучення іноземних інвестицій, оскільки перша і головна вимога інвесторів, це прозорість усіх операційних і управлінських процесів.

На прикладі звіту компанії ДТЕК можна відслідкувати, як компанії можуть наводити та систематизувати інформацію щодо своєї діяльності, наприклад, у сфері сталого розвитку (ESG) [4]. В даному розділі, компанія показує, яких пріоритетних цілей ESG, вона взяла на себе зобов'язання дотримуватися. Відображено головні зацікавлені сторони з якими вона взаємодіє, а також наведена структура управління питаннями сталого розвитку. Компанія наводить реалізацію завдань ESG, за конкретними сферами: охорона довкілля, суспільство, співробітники. Наприклад, у сфері охорони довкілля, наводиться інформація щодо водних ресурсів (водоспоживання, скиди стічних вод), дані щодо зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря та скорочення викидів парникових газів, і боротьби зі зміною клімату. Також наводяться дані щодо відновлення та збереження біорізноманіття, управління відходами та рекультиватії земель, поводження та оптимізації використання небезпечних речовин і матеріалів тощо. У даному звіті варто окрему увагу звернути на Додаток 3, в якому наведена таблиця стандартних елементів звітності та показників посібника Глобальної ініціативи зі звітності GRI Standards, ГД ООН та інших стандартів звітності у сфері сталого розвитку.

#### *Література*

- 1. OECD (2021), Належні перевірки у практиці відповідального ведення бізнесу в енергетичному секторі України. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://mneguidelines.oecd.org/rbc-dd-practices-in-ukraine/s-energy-sector-ukr.pdf>*
- 2. Розвиток КСВ та популяризація цілей сталого розвитку. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://csr-ukraine.org/directions/rozvitok-ksv-ta-populyarizaciya-ciley-s/>*

3. Портал даних видобувної галузі України. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://eiti.gov.ua/pro-iniciativu-prozorosti/ipv-g-v-ukrayini-ta-sviti/>

4. Інтегрований звіт 2020 ДТЕК. Фінансові та нефінансові показники. Електронний ресурс. Режим доступу: [https://dtek.com/investors\\_and\\_partners/reports/2020/](https://dtek.com/investors_and_partners/reports/2020/)УДК 504

## **МІГРАЦІЯ КАТІОНІВ В ІНТЕНСИФІКОВАНІЙ БІОТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ ПРИРОДНИХ ВОДОЙМ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ КОМПОНЕНТАМИ СТІЧНИХ ВОД**

Одним із сучасних заходів підвищення ефективності та надійності біологічної очистки стічних вод є комбінація класичної технології біологічної очистки активним мулом з мембранною системою мікро- або ультрафільтрації. Блок біологічної очистки відповідає за біодеградацію забруднюючих речовин, а мембранний модуль за механічне розділення очищеної води (перміату) та мулової суміші. МБР являє собою альтернативу широко застосованому методу відділення активного мулу у вторинних відстійниках, що використовується в традиційних системах біологічного очищення в аеротенках. На сьогоднішній день МБР запроваджені в більш ніж в 200 країнах і щорічно їх кількість збільшується десь на 1000, з них 40% в США [1-3].

Класичні міські очисні споруди з аеротенками й вторинними відстійниками працюють із віком мулу (SRT) в діапазоні 5-15 діб і дозою мулу 2-4 г/дм<sup>3</sup>. Тоді як МБР працюють з SRT 40 діб, можуть мати дозу мулу 8-12 г/дм<sup>3</sup> і низький приріст активного мулу. Це є однією з ключових переваг МБР. З іншого боку, високі концентрації мулу збільшують схильність до «зашлакування» – накопичення твердих речовин на поверхні мембран [2, 3].

Мета роботи – визначення показників вмісту основних катіонів, що утворюють нерозчинні відкладення, в діючому промисловому МБР.

Об'єктом дослідження був мембранний біореактор, що представляє собою двокоридорний аеротенк витіснювач, в якому установлені модулі з половолоконними мембранами ультрафільтрації. Очищені води (перміат) насосами перекачуються крізь мембрану і подаються в резервуар перміату. Склад стічних вод, характеристики активного мулу визначали за методиками, рекомендованими нормативними документами України та методиками контролю роботи очисних споруд.

Як свідчать результати обстеження МБР, максимальний ефект очистки стічних вод від органічних забруднень (ХСК) досягається практично одразу після змішування стічних вод із активним мулом. Деяке зменшення ХСК після проходження мембран, зумовлено затриманням високомолекулярних розчинних органічних сполук мембранами.

Результати визначення концентрації катіонів лужноземельних елементів, (жорсткість води) в стічній воді, що перебуває в мембранному відділенні до фільтрування, та в перміаті, утвореному в результаті фільтрування, представлені в табл. Як видно, жорсткість води після фільтрування дещо збільшується. І збільшення зумовлено накопиченням іону магнію, а концентрація кальцію в воді знижується.

Таблиця 1. Концентрація іонів лужно-земельних металів в стічній воді, що обробляється в МБР

Показник	Мулова суміш в мембранному відділенні	Перміат
Жорсткість, мг-екв/л	7,2	7,8
Кальцій, мг-екв/л	6,49	5,56
Магній, мг-екв/л	0,71	2,24

Зольність мулу висока і становить 45,5-46,2%. Концентрація катіонів в мулі та в налипаннях на мембранах представлені в табл. 2. Як видно, зольна частина активного мулу представлена іонами Ca та Fe, а налипань – Ca та Mg.

Таблиця 2. Вміст деяких катіонів в активному мулі та в налипаннях МБР

Досліджений субстрат	Концентрація, % зольної речовини		
	Ca	Mg	Fe
Активний мул	9,5	1,1	5,8
Налипання	21,0	9,1	3,7

За результатами дослідження можна зробити наступні висновки:

- активний мул в МБР недовантажений, глибоко мінералізований та має великий вік;
- у мінеральній частині активного мулу та налипань на мембранах суттєво переважає кальцій.

#### Література

1. Hazim Qiblawey, Simon Judd. *Industrial effluent treatment with immersed MBRs: treatability and cost. Water Practice & Technology.* <https://iwaponline.com/wst/article-pdf/606313/wst2019318.pdf>. Available online 17 September 2019. 1–11.

2. Jan Hoinkisa, Shamim A. Deowan, Volker Panten, Alberto Figoli, Rong Rong Huang Enrico Drioli, *Membrane Bioreactor (MBR) Technology – a Promising Approach for Industrial Water Reuse. Procedia Engineering* 33 (2012) 234–241.

3. Alvarez-Vazquez, H., Jefferson, B. and Judd, S.J. (2004) *Membrane bioreactors vs. conventional biological treatment of landfill leachate: a brief review. J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 79(10), 1043–1049.

<sup>1,2</sup>Ярошенко Н. П., аспірантка, Скляр В. Г., д.б.н.,  
<sup>1</sup>Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна,  
<sup>2</sup>Universität Kassel, м. Кассель, Німеччина

## **ВИКОРИСТАННЯ СТРАТЕГІЇ «ГАРЯЧИХ ТОЧОК» У ЛІСОГОСПОДАРЬСЬКОМУ КОРИСТУВАННІ: ДОСВІД НІМЕЧЧИНИ**

Уперше термін «гарячі точки» (hotspot, англ.) було використано британським екологом Н. Майерсом у 1988 році для позначення 10 тропічних територій з високою кількістю видів-ендемів та значною втратою первинного природного стану середовища. За останні 30 років дане поняття набуло більш конкретного значення і наразі використовується для позначення центрів типового природного біорізноманіття зі збереженням щонайменше 70% первинної рослинності та нараховує понад 1500 ендемів серед судинних рослин.

Стратегія гарячих точок передбачає, що заходи зі збереження біорізноманіття видів і біотопів можуть досягти найбільшої ефективності там, де ще доступні ділянки біорізноманіття з мінімальним або відсутнім антропогенним впливом. Ділянки, які згідно з концептом даної Стратегії визначаються як «гарячі точки» необхідно оцінити за можливістю забезпечувати збереження відповідних видів, популяцій і біотопів у їх нинішньому вигляді. Занадто малі та/або ізольовані території слід, за потреби, збільшити або доєднати до інших «гарячих точок», формуючи біотопну мережу.

Повний життєвий цикл промислового лісу скорочується до фаз відновлення, розвитку та фази оптимуму. Фаза старіння та розкладання не відбувається або недостатньо виражена, унаслідок чого для багатьох видів бракує локалітетів існування, відновлення. Межа, коли лісові ділянки повинні бути виведені з використання, для забезпечення ефективного внеску у поліпшення даної ситуації, є предметом нині нерозв'язного конфлікту між природоохоронними інституціями та лісовими господарствами. За допомогою «стратегії гарячих точок» концепція збереження лісових екосистем перевіряється в Північно-Західному Німецькому інституті лісових досліджень у м. Геттінген, Гессен, Німеччина (NW-FVA).

Численні дослідження доводять, що різноманітність типових для лісу видів тварин і рослин значною мірою залежить від сталості умов середовища існування, розміру та ступеня ізольованості відповідної лісової ділянки. Ізольовані ділянки молодих лісів зазвичай бідні на типові лісові



рослини. Через низький рівень імміграції вони повільно заселяються, оскільки насіння та плоди численних видів лісових рослин не здатні поширюватися на великі відстані [1,3, 4]. Обмежена здатність до активного розмноження також є основною причиною, чому багато видів тварин пов'язані з безперервністю середовищ, що можна продемонструвати на прикладі рідкісного *Cerambyx cedro*. Для грибів із родини *Polyporaceae*, що руйнують деревину, характерно, що деякі види погано поширюються на великі відстані і таким чином масово заселяють незначні локалітети.

Визначення та розмежування гарячих точок логічно ґрунтується на інформації про запаси та місцезнаходження, зокрема картографування біотопів і збір даних про зникаючі види для визначеної контрольної території – природної зони або зони зростання. Лісові господарства та природоохоронні організації різної форми власності мають достатньо інформації з цього приводу, тому додаткові обстеження є мінімальними, що є перевагою при розрахунку економічної складової.

Під час пошуку гарячих точок слід також включити спеціальні місця з майже природним лісовим покривом, оскільки вони передбачають наявність добре розвиненої вікової структури, а також є важливими центрами біологічного різноманіття.

«Гарячі точки біологічного різноманіття» – це регіони Німеччини з особливо високою щільністю та різноманітністю характерних видів, популяцій та місць існування. Регіони гарячих точок можна знайти по всій Німеччині – від Балтійського моря до Альп, які разом займають близько 11% усієї площі країни.

Основою для визначення гарячих точок послужили загальнодержавні дані про типи ареалів FFH (особлива зона збереження біорізноманіття, визначена Директивою про середовища існування ЄС) та дані про поширення різних груп видів, таких як судинні рослини, ссавці, метелики, амфібії та рептилії. Дані було оцінено в рамках науково-дослідного проекту Німецького федерального управління з охорони природи (Das Bundesamt für Naturschutz, BfN), особливу увагу було звернено на рідкісність та загрозу зникнення видів і їх місць проживання. У тісній співпраці між Федеральним міністерством навколишнього середовища, охорони природи та ядерної безпеки (BMU), BfN та федеральними землями був створений список 30 гарячих точок, які демонструють особливе багатство характерних місць проживання, видів тварин і рослин.

Короткі описи гарячих точок включають базові дані для регіонів дослідження і демонструють особливі характеристики ландшафту. Фінансування даного проекту спрямоване на підтримку та оптимізацію природоохоронних якостей гарячих точок. Водночас існує необхідність посилення рівня впізнаваності гарячих точок для населення у регіоні та сприяння співпраці серед стейкхолдерів проекту у рамках реалізації національної стратегії біологічного різноманіття.

Для кожної гарячої точки має бути розроблена концепція та впроваджені заходи, мета яких – ініціювати процеси, які допомагають підтримувати та/або покращувати різноманітність ландшафтів, місць існування та популяцій, типових для природного середовища існування, а також природного та історичного різноманіття видів, характерних для регіону. Регіональна взаємодія міст і муніципалітетів, природоохоронних організацій, а також економічних і соціальних партнерів, передбачають забезпечення довгострокової безпеки гарячих точок.

У Німеччині широколистяні ліси у фазі відмирання та особливі місця у лісі, такі як болота, балки та водні об'єкти, разом складають найбільшу частину лісового видового різноманіття [2]. Якщо є можливість зберегти найцінніші старі ліси, або ліси з мертвою деревиною, або віднайти нові «гарячі точки» у їхньому оточенні і у той же час зберегти ділянки, які вже є частиною біотопів, що мають природоохоронний статус, і є вільними від антропогенного втручання, відбувається ефективне пропагування типового видового складу для лісу.

Стратегія гарячих точок є внеском у об'єктивізацію дискусії, яка триває вже кілька десятиліть, про невикористання та збереження природи пріоритетних територій у лісових екосистемах. Пов'язане з «гарячими точками» просторове фокусування на рівні ландшафту, регіону або сталого функціонування має сприяти оптимізації ефективності природоохоронних заходів у лісі та їх відповідності вимогам лісового господарства. Це також пов'язано з відходом від двох поширених на сьогодні уявлень про ведення лісового господарства та збереження природи: з одного боку, усі функції лісу свідомо не мають однаково реалізовуватися на найменших ділянках, а пріоритети мають бути визначені шляхом визначення природоохоронних напрямків. З іншого боку, критично оцінюються поняття збереження природи, яке акцентує увагу на дотриманні певного відсотка невикористаних територій.

*Висловлюємо подяку проф. Герту Розенталю (Prof. Dr. Gert Rosenthal)*

#### *Література*

1. Hobohm C. Was sind Biodiversity Hotspots – global, regional, lokal? *Tuexenia* 25, 2008. P. 379–386.

2. Schmidt M. Schutz und Nutzung von Buchenwäldern – Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt bringt Dialog voran. *Jahrb.* 2008. *Natursch. Hessen*, Nr. 12. P. 98–100.

3. *Стратегія біорізноманіття ЄС до 2030 року: Повернення природи у наше життя. Звернення Комісії до Європейського Парламенту, Ради, Європейського Економічно-Соціального Комітету та Комітету Регіонів (неофіційний адаптований переклад українською) / пер. з англ. О. Осипенко; ред. та адапт. А. Куземко та ін. Чернівці : Друк Арт, 2020. 36 с.*

### 3 M I C T

<i>Ablicieva I. Yu., Berezhna I. O.</i> <b>ECOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL ASPECTS OF PRODUCTION OF GRANULAR BIOFERTILIZER FROM DIGESTATE</b> .....	5
<i>A. R. Junejo1 Mohammed K. A. Kaabar</i> <b>ARTIFICIAL INTELLIGENCE ENABLED FUTURE ROBUST NETWORKS AS 6G AND BEYOND IN TERM ACADEMIA</b> .....	9
<i>Agheicheva O.</i> <b>ENVIRONMENTAL RISKS DURING HYDROCARBON EXTRACTION AND THEIR SOLUTIONS</b> .....	14
<i>Bienia B., Sawicka B.</i> <b>EFFECT OF INFECTION ON CROP YIELD QUALITY AND ANIMAL WELFARE</b> .....	17
<i>Din F. U., Jamshaid H.</i> <b>PHARMACEUTICAL POLUTANTS IN ENVIRONMENT: CHALLENGES AND SOLUTIONS</b> .....	21
<i>Dolchinkov N. T., Bonka E. Karaivanova-Dolchinkova</i> <b>BULGARIA'S ENERGY INDEPENDENCE AND THE «GREEN» PLAN FOR THE DEVELOPMENT OF ELECTRICITY GENERATION WORLDWIDE</b> .....	25
<i>Hristova T., Savov N., Vambol S., Vambol V.</i> <b>DLT FOR SUSTAINABLE MATERIAL FLOWS MANAGEMENT IN THE PROCESSING OF MUNICIPAL SOLID WASTE AND NON-HAZARDOUS WASTE: EXAMPLE OF SOFIA (BULGARIA) MUNICIPALITY</b> .....	30
<i>Lauer Haness</i> <b>KLIMASCHUTZ UND ENERGIEWENDE AUF UNTERSCHIEDLICHEN EBENEN</b> .....	34
<i>Mozaffari Niloofar, Mozaffari Nastaran, Khan Nadeem Ahmad, Sihag Parveen, Vambol Viola, Vambol Sergij, Sillanpää Mika</i> <b>COMBINATION OF BIOLOGICAL AND PHYSICO-CHEMICAL TREATMENT FOR DRUG RESIDUES FROM WASTEWATER: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES</b> .....	35
<i>Mozaffari Nastaran, Mozaffari Niloofar, Khan Nadeem Ahmad, Sihag Parveen, Vambol Viola, Vambol Sergij, Sillanpää Mika</i> <b>SUBSTANTIATION OF THE CO ADSORPTION EFFICIENCY OF AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZEOLITE COMPOSITE FILMS PREPARED BY ROLL-COATING METHOD</b> .....	39
<i>Nazarkov T.I., Radomska M.M.</i> <b>EVALUATION OF ECOSYSTEM SERVICES OF THE FORESTRY</b> .....	43

<i>Sawicka B.</i>	
<b>SWEET POTATO (<i>IPOMOEA BATATAS</i> L. [LAM]) NOT ONLY IN THE TROPIC.....</b>	<b>47</b>
<i>Schwiete S.</i>	
<b>AKTUALLE PROBLEME UND LÖSUNGSANSTZE IM KOMMUNALEN KLIMASCHUTZ FILDERSTADT, GERMANY.....</b>	<b>51</b>
<i>Shkil S.</i>	
<b>ECOLOGICAL COMPETENCE OF FUTURE PROFESSIONALS AS A GUARANTEE OF FORMATION OF ECOLOGICAL CULTURE.....</b>	<b>52</b>
<i>Zyhum A. Yu.</i>	
<b>IMPLEMENTATION OF STRATEGY FOR ECOLOGICAL SAFETY AND ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE IN TERRITORIAL COMMUNITIES.....</b>	<b>56</b>
<i>Андрошук Л., Федорова М., Шишло Л.</i>	
<b>MICROGREENS – НОВИЙ ТРЕНД ЗДОРОВОГО ХАРЧУВАННЯ.....</b>	<b>60</b>
<i>Безсонний В. Л., Третьяков О. В.</i>	
<b>ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКУ ПОВЕРХНЕВИХ ДЖЕРЕЛ ВОДОПОСТАЧАННЯ.....</b>	<b>64</b>
<i>Бедункова О. О., Статник І. І., Корицький М. В.</i>	
<b>БАГАТОРІЧНІ КОЛИВАННЯ ВМІСТУ ФОСФАТІВ У ПОВЕРХНЕВИХ ВОДАХ Р. ГОРИНЬ.....</b>	<b>68</b>
<i>Белоконь К. В., Шуст Я. І., Коваль В. В.</i>	
<b>АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ У м. ЗАПОРІЖЖЯ.....</b>	<b>71</b>
<i>Бредун В. І., Лоєнко Д. О.</i>	
<b>КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ РОЗВИТКУ ЛОГІСТИЧНОЇ СКЛАДОВОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ В ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....</b>	<b>76</b>
<i>Винников Ю. Л., Харченко М. О., Вовк М. О., Лазєбна Ю. В.</i>	
<b>ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО РІВНЯ НАДІЙНОСТІ РЕЗЕРВУВАРІВ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ НАФТИ І НАФТОПРОДУКТІВ.....</b>	<b>79</b>
<i>Винников Ю. Л., Харченко М. О., Матяш О. В., Вольченко А. В.</i>	
<b>СУЧАСНИЙ СТАН ПИТАННЯ БЕЗПЕКИ НАФТОПРОВОДІВ УКРАЇНИ.....</b>	<b>82</b>
<i>Галактіонов М. С., Ганошенко О.М.</i>	
<b>АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА КРИВИЙ РІГ.....</b>	<b>85</b>

<i>Гальченко Н.П.</i>	
<b>ІНТЕНСИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ ОМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОТГ КРЕМЕНЧУЦЬКОГО РАЙОНУ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....</b>	<b>89</b>
<i>Ганошенко О. М., Новохатній В. Г.</i>	
<b>СТАН ЯКОСТІ ПІДЗЕМНОЇ І ПОВЕРХНЕВОЇ ВОДИ У СЕЛАХ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....</b>	<b>93</b>
<i>Гах Т. О., Степова О. В.</i>	
<b>ОЦІНКА РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ВОДОЦИРКУЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ У ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....</b>	<b>97</b>
<i>Герус К. І., Герус О. О., Кашкалда Р. С.</i>	
<b>АНАЛІЗ РІВНІВ ТРАНСПОРТНОГО ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ ПОДІЛЬСЬКОГО РАЙОНУ м. ПОЛТАВА ТА ЗАХОДИ ЩОДО ЙОГО ЗМЕНШЕННЯ.....</b>	<b>101</b>
<i>Голік Ю. С., Максюта Н. С., Шевченко С. В., Чепурко Н. О.</i>	
<b>ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ ПИЛОВИМИ ЧАСТИНКАМИ PM2.5 ТА PM10.....</b>	<b>105</b>
<i>Голік Ю. С., Смоляр Н. О., Чепурко Ю. В.</i>	
<b>НОВИЙ АДМІНІСТРАТИВНО-ТЕРИТОРІАЛЬНИЙ УСТРІЙ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА РОЗПОДІЛ ТЕРИТОРІЙ І ОБ'ЄКТІВ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ.....</b>	<b>112</b>
<i>Гомеля М. Д., Хоменко А. С.</i>	
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ КОРОЗІЇ МЕТАЛІВ У ВОДНО- НАФТОВИХ СУМІШАХ ПРИ РІЗНИХ КОНЦЕНТРАЦІЯХ ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ.....</b>	<b>115</b>
<i>Гречка Р. Г., Мовчан В. В.,</i>	
<b>ВПЛИВ АНТРОПОГЕННИХ ЧИННИКІВ НА СУЧАСНИЙ СТАН РІЧКИ ХОРОЛ В МЕЖАХ ПЕТРІВСЬКО- РОМЕНСЬКОЇ СІЛЬСЬКОЇ РАДИ.....</b>	<b>118</b>
<i>Гриб Й. В., Клименко М. О., Петрук А.М.</i>	
<b>ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННОГО ТЕПЛА У СИСТЕМІ ВИРОЩУВАННЯ <i>ARUNDO DONAX L.</i> ТА ДООЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ КОМУНАЛЬНИХ ВОД.....</b>	<b>122</b>
<i>Дідур К. С., Петрук В. Г., Васильківський І. В.</i>	
<b>ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ВИКОРИСТАННЯ ДОННИХ ВІДКЛАДЕНЬ ПІВДЕННОГО БУГУ.....</b>	<b>125</b>
<i>Дрючко О. Г., Бунякіна Н. В., Іваницька І.О., Китайгора К.О., Турченко Д.О.</i>	
<b>ПОШУК СПОСОБІВ ФОРМУВАННЯ І МОДИФІКУВАННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОКСИДНИХ РЗЕ-ВМІСНИХ ХІМІЧНИХ СЕНСОРІВ.....</b>	<b>131</b>

<i>Єніна Є. А., Желновач Г. М.</i> <b>ВПЛИВ АВТОТРАНСПОРТУ НА ЯКІСТЬ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ХІМІЧНОГО ТА АКУСТИЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ</b> .....	<b>134</b>
<i>Жолобенко Н. Ю., Маркіна Л. М., Ушкац С. Ю.</i> <b>ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТЕХНОЛОГІЙ УТИЛІЗАЦІЇ ПЛАСТИКОВИХ ВІДХОДІВ</b> .....	<b>138</b>
<i>Жук В. М., Мальований М. С., Мисак І.В., Тимчук І. С., Мушалла Д., Піхлер М.</i> <b>МІЖДИСЦИПЛІНАРНІ ПІДХОДИ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ДОЩОВОГО СТОКУ НА ЗАБУДОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ</b> .....	<b>143</b>
<i>Жукова О. Г., Кордуба І. Б., Ротозій А.</i> <b>МІСТО ЯК УРБОЕКОСИСТЕМА ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЇХ ЯКОСТІ</b> .....	<b>146</b>
<i>Журавель В.С.</i> <b>СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ</b> .....	<b>150</b>
<i>Задорожня С. О., Степовий Д. Є.</i> <b>МОНІТОРИНГ ІНДИКАТОРІВ БІОКОРОЗІЙНОЇ АКТИВНОСТІ ҐРУНТІВ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ</b> .....	<b>154</b>
<i>Зворигін К.О., Ковров О. С.</i> <b>АНАЛІЗ КОРЕНЕВОЇ СИСТЕМИ ФІТОРЕМЕДІАТОРІВ НА РІЗНИХ СУБСТРАТАХ</b> .....	<b>158</b>
<i>Іванено О. І.</i> <b>ОЦІНКА РИЗИКУ ЕКОНОМІЧНИХ ЗБИТКІВ ДЛЯ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ВІД НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПРИРОДНОГО ТА ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ</b> .....	<b>162</b>
<i>Ілляш О. Е., Билим Л. Р.</i> <b>ПЛАНУВАННЯ ПОРЯДКУ ЗАКРИТТЯ СМІТТЄЗВАЛИЩ У ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ</b> .....	<b>166</b>
<i>Ілляш О. Е., Голік Ю. С., Степова О. В., Бредун В. І., Ганошенко О. М., Смоляр Н. О., Чухліб Ю.О.</i> <b>РЕГІОНАЛЬНИЙ ПЛАН УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ У ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ ДО 2030 РОКУ</b> .....	<b>172</b>
<i>Існюк С. Ю., Твердохліб М. М.</i> <b>СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДГОТОВКИ ПИТНОЇ ВОДИ</b> .....	<b>178</b>

<i>Калюжний А. П., Петраш О. В., Бакуменко Р. В., Калюжна В. А.</i>	
<b>ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ПІСЛЯ РЕМОНТУ НАФТОГАЗОВИХ СВЕДЛОВИН.....</b>	<b>181</b>
<i>Карнаш М. О., Мандрик О. М., Олійник А. П., Фешанич Л. І.</i>	
<b>МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗВИТКУ ПАВОДКОВИХ ЯВИЩ В ПРИКАРПАТСЬКОМУ ІНДУСТРІАЛЬНОМУ РЕГІОНІ В ЗОНІ РОЗТАШУВАННЯ НАФТОГАЗОВИХ ОБ'ЄКТІВ.....</b>	<b>185</b>
<i>Клімчук М. Р., Шелест З. М., Жуковський О. В.</i>	
<b>ВПЛИВ КЛІМАТИЧНОЇ КРИЗИ НА МАСОВЕ ПОШИРЕННЯ ВЕРХІВКОВОГО КОРОЇДА В ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ.....</b>	<b>190</b>
<i>Коваль М. Г., Яворська В. В.</i>	
<b>ФАРБУВАННЯ ТКАНИНИ ПРЯМИМИ БАРВНИКАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ СТІЧНОЇ ВОДИ, ЯК ОБОРОТНОЇ, ФАРБУВАЛЬНО-ОЗДОБЛЮВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.....</b>	<b>194</b>
<i>Колієнко А. Г., Голік Ю. С., Турченко В. С.</i>	
<b>БРИКЕТИ ІЗ ВІДХОДІВ ВУГЛЕЗБАГАЧУВАЛЬНИХ ФАБРИК І БІОМАСИ – АЛЬТЕРНАТИВНИЙ ВИД ПАЛИВА ДЛЯ ШАХТАРСЬКИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ В УМОВАХ ПЕРЕХОДУ НА «ЗЕЛЕНУ» ЕНЕРГЕТИКУ.....</b>	<b>198</b>
<i>Коломієць С. В., Ярошенко Є. Р.</i>	
<b>РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД НА МИЙЦІ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА.....</b>	<b>201</b>
<i>Красовський С. А., Ковров О. С., Клімкіна І. І.</i>	
<b>АНАЛІЗ ВМІСТУ ВОДОРОЗЧИННИХ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ІЗ ВІДВАЛУ ВУГІЛЬНОЇ ШАХТИ.....</b>	<b>204</b>
<i>Кузьменко І. М.</i>	
<b>ПЕРСПЕКТИВИ РОЗШИРЕННЯ ТЕРИТОРІЇ ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «ПІЩАНКА» В ОКОЛИЦЯХ С.ВЕРХНЯ ЛАННА ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....</b>	<b>207</b>
<i>Кутний Б. А.</i>	
<b>МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ СИНТЕЗУ ГАЗОВИХ ГІДРАТІВ.....</b>	<b>211</b>
<i>Куц О. Ю., Ганошенко О. М.</i>	
<b>АНАЛІЗ ВИНИКНЕННЯ БІОКОРОЗІЇ НАФТОГАЗОПРОВІДІВ.....</b>	<b>214</b>
<i>Левецька А. С., Вальчук А. Р.</i>	
<b>НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ ПРОЄКТ «ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ОКОЛИЦЬ СЕЛА ПІДГІРНЕ КРЕМЕНЧУЦЬКОГО РАЙОНУ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ШЛЯХОМ РОЗШИРЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ МЕРЕЖІ».....</b>	<b>216</b>

<i>Магась Н. І., Соченінова І.О.</i>	
<b>ОЦІНКА РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ В МІСТІ МИКОЛАСВІ.....</b>	<b>219</b>
<i>Макас А. М., Крусір Г. В., Сагдеева О. А., Шпирко Т. В.</i>	
<b>МІКОКУЛЬТИВУВАННЯ ЯК ТЕХНОЛОГІЯ УТИЛІЗАЦІЇ КАВОВОГО ШЛАМУ.....</b>	<b>223</b>
<i>Максюта Н. С., Голік Ю. С.</i>	
<b>ВСТАНОВЛЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА ЗАБРУДНЕНОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ.....</b>	<b>226</b>
<i>Мальований М. С., Тимчук І. С., Жук В. М., Сторошук У. З., Гречаник Р. М., Онишкевич Л. І.</i>	
<b>КОМПЛЕКСНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОРИСТАННЯ СУБСТРАТИВ НА ОСНОВІ ОРГАНОВІСНИХ ВІДХОДІВ І ПРИРОДНИХ СОРБЕНТІВ ДЛЯ ПОТРЕБ БІОЛОГІЧНОЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ТА РЕМЕДІАЦІЇ ТЕХНОГЕННО ПОРУШЕНИХ ЗЕМЕЛЬ.....</b>	<b>231</b>
<i>Машков О. А., Іващенко Т. Г.</i>	
<b>МЕТОДОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМИ РИЗИКАМИ ТА ПІДТРИМАННЯ ГАРАНТОВАНОГО РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПЛАНОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ.....</b>	<b>234</b>
<i>Мезенцева Д. О., Мовчан В. В.</i>	
<b>ОБҐРУНТУВАННЯ СТВОРЕННЯ ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА ПОБЛИЗУ СЕЛА МЕЛЕШКИ.....</b>	<b>238</b>
<i>Мешкова Б. О., Бодак І. В.</i>	
<b>ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ОСНОВНИХ ПРИТОК РІЧКИ СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ У МЕЖАХ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ.....</b>	<b>242</b>
<i>Наконечна Ю. О., Чугай А. В.</i>	
<b>ЕКОЛОГО-ГІДРОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РІЧКИ САСИК.....</b>	<b>245</b>
<i>Некос А. Н., Головка М. П., Білецька Я. О., Браїнінгер О. І.</i>	
<b>ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ «ҐРУНТ – РОСЛИНА» В УМОВАХ АНТРОПОГЕНЕЗУ.....</b>	<b>251</b>
<i>Некос А. Н., Шатрава Л. В.</i>	
<b>ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВОД ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ: АСПЕКТИ СОЛЬОВОГО СКЛАДУ.....</b>	<b>255</b>
<i>Нестеренко Т. М., Нестеренко М. М., Магас Н. М.</i>	
<b>ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТЕЙ ЕРОЗІЙНОГО ЗНОСУ ОБЛАДНАННЯ ТА ШЛЕЙФІВ СВЕРДЛОВИН КУЛИХІВСЬКОГО НАФТОГАЗОКОНДЕНСАТНОГО РОДОВИЩА.....</b>	<b>258</b>



<i>Пічугін С. Ф., Клочко Л. А.</i> <b>ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ СТАЛЕВИХ РЕЗЕРВУАРІВ – ЗАПОРУКА ЇХ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ</b> .....	<b>262</b>
<i>Пічугін С. Ф., Оксененко К. О.</i> <b>ТРИСКА ДЕРЕВИНИ – ЕКОЛОГІЧНЕ ПАЛИВО ДЛЯ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ</b> .....	<b>266</b>
<i>Проскурнін О. А., Рибалова О. В., Белоконь К. В.</i> <b>ПРОПОЗИЦІЇ З УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАКОНОДАВСТВА ПО НОРМУВАННЮ СКИДІВ СТИЧНИХ ВОД У ВОДНІ ОБ'ЄКТИ</b> .....	<b>269</b>
<i>Сафранов Т. А.</i> <b>ОСОБЛИВОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ ВІДХОДАМИ ПЛАСТИКОВИХ МАТЕРІАЛІВ ДОВКІЛЛЯ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ</b> .....	<b>272</b>
<i>Синяцик В. Ф., Харламова О. В.</i> <b>ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБУ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ ЗАДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ РЕГІОНУ</b> .....	<b>276</b>
<i>Смоляр Н. О., Кобелецька Н. М.</i> <b>БІОТОПІЧНЕ РІЗНОМАНІТТЯ ПРИРІЧКОВОГО ПАРКУ (М. ПОЛТАВА) ЯК ІНДИКАТОР ЙОГО ЕКОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ</b> .....	<b>280</b>
<i>Смоляр Н. О., Петюренко В. О.</i> <b>КОНЦЕПЦІЯ СТВОРЕННЯ РЕГІОНАЛЬНОГО ЛАНДШАФТНОГО ПАРКУ «ГОРА ПИВИХА» НА ПОЛТАВЩИНІ ЯК ЗАПИТ НА РЕАЛІЗАЦІЮ ВНУТРІШНЬОГО ТУРИЗМУ</b> .....	<b>286</b>
<i>Степова О. В., Корнішина А. В.</i> <b>АНАЛІЗ СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ М. ПОЛТАВА</b> .....	<b>289</b>
<i>Степова О. В., Серга Т. М.</i> <b>ОЦІНКА ТА УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМИ РИЗИКАМИ В НАФТОВІЙ ГАЛУЗІ</b> .....	<b>293</b>
<i>Степова О. В., Тягній Л. М.</i> <b>ВПЛИВ АНТРОПОГЕННИХ ФАКТОРІВ НА СТИК МАЛИХ РІЧОК ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ В КОНТЕКСТІ ЗМІН КЛІМАТУ</b> .....	<b>296</b>
<i>Тихенко О. М., Паскал Н. О.</i> <b>ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ МІСТА КИЄВА</b> .....	<b>300</b>

<i>Тітова А. О., Шмандій В. М., Ригас Т. Є., Бігдан С. А., Павлюк Г. О.</i>	
<b>ВИКОРИСТАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ СМІТТЄЗВАЛИЩ</b> .....	<b>304</b>
<i>Ткаченко Т. М., Федорова Д. А.</i>	
<b>ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ КИЄВА У НАПРЯМКУ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТОГО МІСТА</b> .....	<b>307</b>
<i>Трохименко Г. Г., Недорода В. М., Почечуєв В. В.</i>	
<b>ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННИХ ТЕСТ-СИСТЕМ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ФІТОТОКСИЧНОСТІ ЗАБРУДНЕНОГО НАФТОПРОДУКТАМИ ҐРУНТУ</b> .....	<b>311</b>
<i>Трус І. М., Гомеля М. Д., Твердохліб М. М., Яценко О. В., Крисенко Т. В.</i>	
<b>КОНЦЕНТРУВАННЯ СУЛЬФАТНОЇ КИСЛОТИ ДЛЯ БАГАТОРАЗОВОГО ВИКОРИСТАННЯ В ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА НАНОЦЕЛЮЛОЗИ</b> .....	<b>315</b>
<i>Усачов О. Д., Романчук М. Є.</i>	
<b>ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ БІОГЕННИХ РЕЧОВИНУ БАСЕЙНІ Р.ТЕТЕРІВ – М.ЖИТОМИР У ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ФАЗ ВОДНОГО РЕЖИМУ</b> .....	<b>319</b>
<i>Фещенко Н. В., Фещенко Є.Я.</i>	
<b>ВИКОРИСТАННЯ ГЛИНИСТИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ОЧИЩЕННІ СТІЧНИХ ВОД ВІД ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ</b> .....	<b>323</b>
<i>Фещенко Н.В., Фещенко Є.Я.</i>	
<b>ВИЛУЧЕННЯ ІОНІВ ЦИНКУ З ШЛАМІВ МЕТОДОМ ВИЛУГОВУВАННЯ</b> .....	<b>326</b>
<i>Філоненко О. І., Череднікова О. В., Циганок О. О.</i>	
<b>ДО ПИТАННЯ ТЕПЛО-ВОЛОГІСНОГО РЕЖИМУ ГОРИЩНИХ ДАХІВ</b> .....	<b>330</b>
<i>Хоміч Л. В.</i>	
<b>ПІСЛЯПРОЕКТНИЙ МОНІТОРИНГ – ІНСТРУМЕНТ ДОСТУПУ ДО ЕКОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ</b> .....	<b>334</b>
<i>Ціпан Ю. Р., Грицюк І. І., Миронець М. А., Грицюк В. В.</i>	
<b>МІКРОБІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ҐРУНТУ РЕКРЕАЦІЙНОЇ ДІЛЯНКИ ЛІСОВОГО МАСИВУ</b> .....	<b>338</b>
<i>Цюман Є. С., Дворецька В. І.</i>	
<b>ВПЛИВ ТРАНСПОРТУ НА РІВЕНЬ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА РЕСУРСОЄМНІСТЬ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ</b> .....	<b>341</b>
<i>Черниш Є. Ю., Пляцук Л. Д., Чубур В. С., Білоус О.О., Рубік Г.</i>	
<b>БІОЕНЕРГЕТИЧНІ ІННОВАЦІЇ ДЛЯ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ</b> .....	<b>345</b>

<i>Черниш Є. Ю., Скворцова П. О., Штепа В.М.</i> <b>БІОСОРБЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В РЕМЕДІАЦІЇ ҐРУНТІВ ЗАБРУДНЕНИХ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ</b> .....	<b>349</b>
<i>Чернищенко Г. О., Самохвалова А. І.</i> <b>АЛЬТЕРНАТИВНІ ЗАМІННИКИ АЗБЕСТУ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СЕРЕДОВИЩА</b> .....	<b>353</b>
<i>Чугай А. В., Лавров Т. В.</i> <b>ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ДАНИМИ АВТОМАТИЗОВАНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ</b> .....	<b>356</b>
<i>Чухліб Ю. О.</i> <b>ВІДПОВІДАЛЬНЕ ВЕДЕННЯ БІЗНЕСУ ЯК ЧАСТИНА УПРАВЛІНСЬКОЇ СИСТЕМИ КОМПАНІЙ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ</b> .....	<b>360</b>
<i>Юрченко В. О., Христенко А. М., Мельнікова О. Г.</i> <b>МІГРАЦІЯ КАТІОНІВ В ІНТЕНСИФІКОВАНІЙ БІОТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ ПРИРОДНИХ ВОДОЙМ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ КОМПОНЕНТАМИ СТІЧНИХ ВОД</b> .....	<b>365</b>
<i>Ярошенко Н. П., Скляр В. Г.</i> <b>ВИКОРИСТАННЯ СТРАТЕГІЇ «ГАРЯЧИХ ТОЧОК» У ЛІСОГОСПОДАРСЬКОМУ КОРИСТУВАННІ: ДОСВІД НІМЕЧЧИНИ</b> .....	<b>367</b>

*Електронне наукове видання  
комбінованого використання.  
Можна використовувати в локальному та мережовому режимах.*

**ЕКОЛОГІЯ. ДОВКІЛЛЯ. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.**

Збірник матеріалів II Міжнародної науково-практичної конференції  
«Екологія. Довкілля. Енергозбереження», присвяченої 203-річчю Національного  
університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
(Україна, Полтава, 2-3 грудня 2021 року)

---

Комп'ютерна верстка

Наталія СМОЛЯР

Відповідальний за видання  
завідувачка кафедри прикладної екології  
та природокористування

Олена СТЕПОВА

---

Підписано до друку 03.12.2021 р.  
Формат 60x84/16. Папір офсетний. ГарнітураTimes.  
Друк різнографічний. Умовн. друк. арк. 23,7.  
Наклад 100 шт. Замовлення 2021-31

**Видавництво ПП «Астроя»**  
36014, м. Полтава, вул. Шведська, 20, кв. 4  
Тел.: +38 (0532) 509-167, 611-694  
E-mail: astraya.pl.ua@gmail.com, веб-сайт: astraya.pl.ua  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 5599 від 19.09.2017 р.

**Друк ПП «Астроя»**  
36014, м. Полтава, вул. Шведська, 20, кв. 4  
Тел.: +38 (0532) 509-167, 611-694  
Дата державної реєстрації та номер запису в ЄДР  
14.12.1999 р. № 1 588 120 0000 010089