

РЕГІОНАЛЬНІ ТА ГЛОБАЛЬНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ

УДК 505.4

O. Adamenko

*Ivano-Frankivsk National Technical
University of Oil and Gas, Ukraine*

THE CONSTRUCTIVE ECOLOGY – THE THEORETICAL BASIS OF ECOLOGICAL SAFETY

The constructive environment – is a new scientific field of Earth's Sciences, which not only evaluates the environment, but also offers specific technology protection measures to optimize and improve the environment through the design of natural-technical systems which are used to change the biosphere, providing sustainable harmonious development of man-nature-technosphere.

The article considered environmentally and assess the main components of the environment – that are: lithosphere, geophysical fields geomorphosphaera, hydro- and atmosphere, soil and vegetation, their changes under the influence of technosphere, the spatial distribution of the main pollutants in connection with landscapes creates qualitatively new formation – the geological structures. It opens the new method – zoning areas based on their different hierarchical levels of industrial enterprises, settlements, united local communities, administrative districts and regions states Ukraine, Carpathian Euroregion and the European Union that makes it possible to offer unified for all these hierarchical territorial levels computerized constructively-ecological system of environmental safety.

Keywords: constructive environment, natural and anthropogenic geosystem, environmental auditing, environmental impacts assessment, monitoring, modeling and forecasting of the environment, environmental risk, safety, geoinformational system.

Конструктивне середовище – це новий науковий напрям науки про Землю, який не тільки оцінює навколишнє середовище, але і пропонує конкретні заходи, щодо захисту технологій для оптимізації і поліпшення навколишнього середовища, шляхом розробки природно-технічних систем, які використовуються для зміни біосфери, забезпечуючи стійкий гармонійний розвиток людини і природи-техносфери.

У статті розглядаються екологічні оцінки основних компонентів навколишнього середовища: літосфери, геофізичні поля геоморфосфери, гідро- і атмосфери, ґрунту і рослинності, їх зміни під впливом техносфери, просторовий розподіл основних забруднюючих речовин з ландшафтами створюють якісно нове утворення – геологічну структуру. Це відкриває новий метод – зонування районів на основі їх різних ієрархічних рівнів промислових підприємств, населених пунктів, об'єднаних місцевих громад, адміністративних округів і регіонів держави Україна, Карпатського Євровіситу та Європейського Союзу, що робить можливим пропозицію єдиної для всіх цих ієрархічних рівнів територіальну комп'ютеризовану конструктивно-екологічну систему екологічної безпеки.

Ключові слова: конструктивне середовище, природні та антропогенні геосистеми, екологічний аудит, оцінка впливу на навколишнє середовище, моніторинг, моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища, екологічний ризик, безпека, геоінформаційна система.

Конструктивная среда – это новое научное направление науки про Землю, которая не только оценивает окружающую среду, но и предлагает конкретные меры по защите технологий для оптимизации и улучшения окружающей среды путем разработки природно-технических систем, которые используются для изменения биосферы, обеспечивая устойчивое гармоничное развитие человека и природы-техносферы.

В статье рассматриваются экологические оценки основных компонентов окружающей среды: литосферы, геофизические поля геоморфосферы, гидро- и атмосферы, почвы и растительности, их изменения под влиянием техносферы, пространственное распределение основных загрязняющих веществ вместе с ландшафтами создает качественно новое образование – геологические структуры. Это открывает новый метод – зонирование районов на основе их различных иерархических уровней промышленных предприятий, населенных пунктов, объединенных местных общин, административных округов и регионов государства Украина, Карпатского Еврорегиона и Европейского Союза, что делает возможным предложить единую для всех этих иерархических уровней территориальную компьютеризированную конструктивно-экологическую систему экологической безопасности.

Ключевые слова: конструктивная среда, природные и антропогенные геосистемы, экологический аудит, оценка влияния на окружающую среду, мониторинг, моделирование и прогнозирование состояния окружающей среды, экологический риск, безопасность, геоинформационная система.

The main problem. The search for a universal paradigm (concepts, methodology) that brings numerous approaches to determining environmental safety as areas and economic facilities led to determine the careful approach the accurate determination and identification of existing concepts and the limits of their unique use of both scientific and in practical areas. As a result of a decade of research, we have found, we believe, the most acceptable form of interaction of these concepts came over reflected in the proposed model below constructive environment. We proceeded from the fact that "ecology – is the ability to live in his house" because the model will be similar to the schematic design of the building. But it will go lower on the units. Describing the problem of ecology and environmental safety in general, we note that today more than ever, it is important to ensure harmonious development of the economy, people and nature to technical intervention in the biosphere of Earth [4, 5] does not hurt the quality of the environment in which people live. We are witnessing not only active and controversial political battles, in which environmental information is used, but also displays a low ecological culture and ecological ignorance even as ordinary citizens and leaders of industry and employees of power structures. Figuratively speaking, not only lack of clean water and air, but also the basic ecological knowledge. This fact leads us to propose a new strategy for environmental safety and sustainable use of natural resources, which have already been discussed in previous publications [3, 7-9, 11, 15]. Analysis of recent research and publications in which a solution of the problem to which the author refers. The given researched were held by: O. Adamenko, Y. Adamenko, L. Mishchenko and D. Zorin [11, 38]. They designed a computerized system of environmental safety (KSES) using GIS, remote sensing and IT systems based on geoecological zoning of natural and anthropogenic geosystems (NAG). Environmental (natural and manmade) safety – is the definition and justification of the degree of compliance with existing or predicted environmental conditions to international standards of environmental quality, the task of preserving human health, protect and restore the environment. Environmental safety combine natural and technological components and should ensure the harmonious development of economic system Nature-Man (passport of the specialty 21.06.01 – ecological safety, the Department approved certification of highly qualified Ministry of Education and Science of Ukraine). Geo-ecological zoning areas [19] (natural and anthropogenic geosystems – NAG) – is a special kind of organizing, the essence of which is the division (partition) on the territory of studies or equivalent hierarchically subordinate NAG. Highlighted in the zoning taxa, on the one

hand, must meet the criteria of their specificity, the other – the criterion of unity, integrity. Natural and anthropogenic geosystem [1] – is a geoecological structure that combines the natural (landscape) framework and its changes under the influence of anthropogenic (man-made) loads. Bold unsolved before parts of the problem, which is dedicated to this article. Unresolved parts of the general problem discussed above, is to build a constructive and ecological models of ecological safety, which would be based on constructive ecology together all the above concepts: natural anthropogenic system, environmental audit, strategic environmental assessment, geoecological zoning, impact assessment about man-made objects in the environment, monitoring, modeling and forecasting of the environment, environmental risk, safety, computerized geographic information systems, environmental safety and others.

The results and discussion. The purpose of this work is the theoretical foundation of a new scientific field of Earth's Sciences that is – constructive environment. First of its allocation O. Adamenko wrote [4, p. 189-223] in the fourth chapter of "Constructive environment" as his fourth novel life science and love "Our future home – Ekoeurope" in 2007 in the monograph G.I. Rudko and O. Adamenko "Constructive geoecology" [28 p. 29-60] extended theoretical and practical study of this period, and in 2014 an academic publishing «Lambert» (Saarbrücken, Germany) published a monograph O. Adamenko [9, 122 pp.] "Constructive ecology". Under this name the new list of specialties of higher educational institutions appeared in 2015 a new specialty. This old name of "Ecology and Environment" remained in the list titled "Ecology". So it makes sense to use what it will go lower as justification specialty "Technology of Environmental Protection." On this subject O. Adamenko published in 2012 and 2013 articles in professional journals "Environmental security and sustainable resource using" – 2012, – number 1 (5), p. 14-19 [6] and 2013 – 1 (7), p. 5-9 [7] entitled "Technology Environmental Research" and spoke of the same name at the plenary session of the International Scientific and Practical Conference September 21, 2012 in Ivano-Frankivsk city. The article, which was published in Symfiropol [8] was posted on the Internet and attracted the attention of academic publishing «Lambert» (Saarbrücken, Germany), which also offered O. Adamenko prepare and publish a monograph "Constructive ecology" [9].

Briefly speaking tabular form "constructive environment" as "environmental technology" is shown in Pic. 1. Such a system grounded in the decisions of international conferences on the environment in Stockholm (1972), Nairobi (1974) and Riga (1978), which is written in the writings of J. Gerasimov [14], Y. Izrael [35], R. Mann [36] and others [37]. The disadvantage of the proposed global monitoring system is not complete consideration of all environmental components of the Earth, especially its interior geosphere – that is core, mantle and crust. The main targets are the Global Monitoring (GM) atmosphere (AT), hydrosphere (HS) and soil – pedosphere (PD). Not taken into account geophysical fields of Earth and Space – geophysical (GF), vegetation – fitoshere (FT) and fauna – zoosphere (ZS), the health of the population – demofery (DS) and cosmic danger – protecting Earth from asteroids and meteorites (EScos), and to a lesser extent – the ecological status of the geological environment – lithosphere (LT) and exogenous and relief – geomorphosphere (GM). Therefore our suggested model (Pic. 1) Ecological building – is the house in which we should be able to live under its "roof" we place all the major features of the dynamics of Earth and its environmental safety. Details of this we wrote in the book G. Rudko and O. Adamenko "Earthlogy" [29, 512 pp.], which was published in 2009.

Key indicators structural calculations Ecology and Environmental Safety

$$ES=f(EA \rightarrow EIA \rightarrow MMF \rightarrow ER \rightarrow LS \rightarrow GIS, DZE, IT)$$

Ecological audit – strategic environmental assessment of the current status and the current environmental situation EA-SEA:

$$EA=SEA=f(E_{st}, E_{sit})$$



Pic 1. Structural and ecological model of environmental security and sustainable development of the Earth, Evropkyskoho Union Carpathian Euroregion, the State of Ukraine and its Western region, administrative regions and districts, united local communities, settlements and industrial, agricultural and other enterprises

Ecological condition (E_{con}) components of natural and anthropogenic geosystems (NAGS): lithosphere (geological surrounding) LT , geophysical sphere GP , geomorphosphere GM , hydrosphere GD , atmosphere AT , pedosphere PD , phytosphere PT , zoosphere ZS , demosphere DM , technosphere T :

$$E_{st} = \begin{matrix} TPI_1 & = & TPI_2 & = & TPI_3 & = & TPI_4 & = & TPI_5 & = & TPI_6 & = & TPI_7 & = & TPI_8 \\ \text{normal} & & \text{strained} & & \text{satis.} & & \text{complex} & & \text{unsatis.} & & \text{pre-} & & \text{crisis} & & \text{catastrophic} \\ & & & & & & & & & & \text{crisis} & & & & \end{matrix}$$

Ecological situation (E_{sit}) – mosaic of E_{st}
 TPI – total pollution index:

$$TPI = C_{i1}/C_{b1} = C_{i2}/C_{b2} = \dots C_{in}/C_{bn}$$

$C_{i1}, C_{i2}, C_{i3}, \dots, C_{in}$ – contamination of pollution in specific points

$C_{b1}, C_{b2}, C_{b3}, \dots, C_{bn}$ – regional geochemical backgrounds pollutants

$C_b^T = C_{bn} - C_b^N$ technogenic component of the background C_b^T = general background (C_{bn}) minus component of natural background (C_b^N):

$$TPI = C_{i1}/C_{b1} + \dots C_{in}/C_{ib}$$

$$EA_{ter} = SEA_{ter} = E_{sit} \rightarrow GIS_1$$

EA_{ter} – Environmental audit of the territory = $SEA_{ter} = GIS_1$

Geo-ecological zoning (GE_{ter})

GE_{ter} – set of environmental spatial structures of different ecological condition

GE_{ter} = mosaic that consist of $TPI^{T1}, TPI^{T2}, TPI^{T3}, \dots, TPI^{Tn}$

$GE_{ter} = TPI^{T1} / LS$ – geoecological structure: over zone, zone, subzone, stripes concentration, scattering strips, ellipses, ovals, source, etc.

$$GE_{ter} \rightarrow GIS_1$$

Environmental impact assessment of man-made objects (EIA) [38]:

$$EIA = f(T/LT, T/GP, T/GM, T/HS, T/AT, T/PS, T/PS, T/ZS, T/DS \rightarrow GIS_2)$$

$$T = f(TPI_{HM}, TPI_{RS}, TPI_{OP}, TPI_{MF}, TPI_P, \dots, TPI_N)$$

HM – heavy metals, RS – radioactive substances, OP – oil products, MF – mineral fertilizers, P – pesticides, N – other pollutants.

Monitoring, modeling, and forecasting environmental (MMF):

$$EA_1 \rightarrow EA_2 \rightarrow EA_3 \dots \dots EA_N \rightarrow GIS_3$$

Environmental risks (ER)

$$ER_{Territory} = f(ER_{LT}, ER_{GP}, ER_{GM}, ER_{HS}, ER_{AS}, ER_{PS}, ER_{PS}, ER_{ZS}, ER_{DS}) \rightarrow GIS_4$$

Life Safety of the Population (LS)

$$ESEC \rightarrow LSP \rightarrow GIS_5$$

The example of the Environmentally safe limits of human

Environmentally safe concentration range-pollutants for normal development Geosystems (ESEC), so:

$$ESEC = \sum_1^n \frac{(TPI_b + 0,1TPI_b) - TPI_i}{TPI_b^i},$$

$ESEC$ – environmentally safe existence concentrations by intervals;

n – the number of pollutants;

$0,1TPI_b$ – ten percent excess of the sum of background contamination, and the element (substance);

TPI_i – total pollution index, and the element (substance);

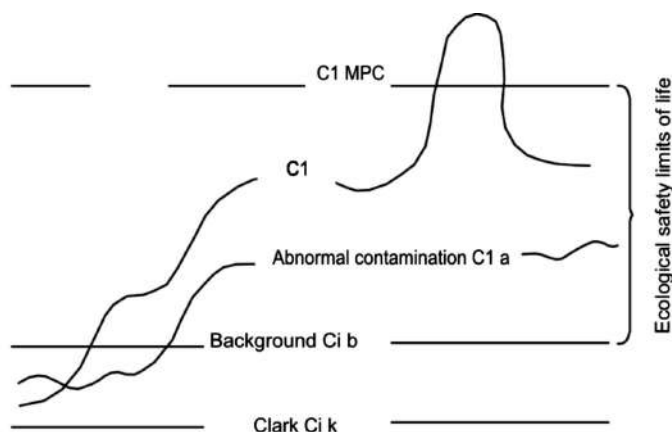
TPI_b – background pollution and the total figure, the element (substance);

TPI_b calculated by the formula:

$$TPI_b = \sum_i^n \frac{C_i}{C_b}; \quad (1)$$

TPI_i by the formula:

$$TPI_i = \sum_i^n \frac{C_i}{n}. \quad (2)$$



Using databases and computer programs proposed new, we can calculate the forward indicators EC_{LS} and $ESEC$ areas for placement of oil and gas fields and image results graphically.

Geographic information system of the study area for the assessment of environmental safety:

$$GIS_{ter} = GIS_1 + GIS_2 + GIS_3 + GIS_4 + GIS_5$$

Structurally-ecological model of territorial environmental security and sustainable development of Earth, European Union, Euro Carpathian region, State of Ukraine and its Western region, administrative regions and districts, united local communities, localities and enterprises:

$$ES_{ter} = f (ES_E + ES_{EU} + ES_{ECR} + ES_{SU} + ES_{WR} + ES_{AR} + ES_R + ES_{ULC} + ES_L + ES_E)$$

The importance of inclusion in the global system of environmental and resource security of the Earth (EB_E) its internal geosphere and space security (EB_{cos}) based on the fact that the ecological status of surface Geosystems – is continents (EB_q) and oceans (EBo) and endo- and ekzodynamic topography of the Earth's crust – the geomorphosphere depends on movements earth's core and its solid inner sphere which "floats" in half sparse external field. Physical-chemical and radioactive processes in both areas of nuclear can affect the speed of rotation

around the axis of the Earth's tilt axis to the orbital plane, that the surface of the planet manifested in migration poles, changes in magnetic, gravity, electromagnetic and other physical fields, magnetic inversion zones etc. On the other hand, some external displays endogeodynamical on Earth (Chilean earthquake with a magnitude of 8.5 tsunami December 24, 2004 in the eastern Indian Ocean, and others) gave measuring displacement of the earth's axis by several arcseconds. Space danger in recent years came from the care scientific fiction and became a member of fledged scientific organization and general security of our planet. It is the location of Earth orbiting in the solar system (150 mln. km from Sun), between the orbits of Venus (108.2 million km from Sun) and Mars (227.9 million km.). It guarantees the emergence of the biosphere and the safety of life on Earth, because our planet's surface pressure of 1 atmosphere and the average temperature slightly above 0°C + increase it to 15°C due to greenhouse effect in the surface layer of the atmosphere. Earth is protected from the harmful for all living hard ultraviolet radiation, so-called solar wind – is a stream of helium nuclei from the Sun – Earth's magnetic field. As a result of this protection are two radiation belts at a distance of 14 and 90 thousand. km of Earth and the solar wind flows around deviate from our planet's magnetic field. Radiation is at an altitude of 300 to 500 km up to thousands of X-rays as the International Space Station (ISS) do not fly above 300 kilometers from Earth, not to build them thicker protective walls that dramatically increase the weight and value of the ISS. And so, Earth, its position in orbit around Sun, and the magnetic field is protected from dangerous space. But this defense shield is not continuous, but rather a fragile membrane that connects us with the interplanetary space. And this protection can not operate at any time if the inner core – generator of earth's magnetic field – change the speed or other parameters of its rotation around the axis of the planet. Another danger – is the change in the parameters of Earth (eccentricity, "flicker" axis etc.) due process of Sun, or interference with the position of the Earth in orbit by collision with large meteorites, asteroids or comets, as once was in the geological history of Earth. What else cosmic dangers threaten us? Not only is the solar wind, and other ionizing radiation constantly cover Earth, and periodic or sporadic radiation arising in super-new stars and which have already been recorded in the annals repeatedly and historical observations of our ancestors and scientists last centuries. Meteorites can reach Earth from meteorit belt located between Mars and Jupiter, asteroids – from the Oorta cloud, which revolves around the sun in beyond the orbit of Pluton, at a distance of several billion. km of our star and comet – is from the Kuiper Belt, located at very distant solar systems of the periphery, in the hundreds of billions. km of Sun. Do not forget also about the "space debris" – a remnant of the ISS, satellites and missiles are not always burn in the atmosphere, closer to Earth, and often fall on its surface in unexpected places, as has happened many times with artificial space about 'the objects of the USSR and the USA. Thus, the danger of space is a major cause of global insecurity Earth (EB_E in Pic. 1) and it should be at the center of our attention. To do this under the auspices of the UN to create an interstate service identification, supervision and protection of Earth from dangerous space objects, not forgetting the terrestrial source of global physical fields super with a magnitude 7-8 earthquakes and tsunamis which may affect the stability of the core and facilities super giant technical objects on the surface of the crust – is the deep pits in the hundreds and thousands of meters of high-rise hydroelectric dams, metropolis with a population of 10-20 million. inhabitants etc. etc.).

European continental system of ecological security of European Union EB_{EU} (Pic 1) is proposed by the author of this article in 2011 [5] and justified several times [9, 11, 15]. Therefore there is no need to write about it in detail. It is based on quantitative measurement of contaminants in soil, air, surface water and vegetation and is function of the ecological state of not only these four, and all nine components of the environment (BP , GF , GM , GC , AT , AP , FT , AP , DS) and anthropogenic pressure (T) on them. This takes into account also the state of environmental and resource security EB_E Earth and environmental condition evaluated all components of a procedure for environmental safety, environmental auditing that EIA assessment of the impact of man-made objects in the environment $EIAs$, monitoring, modeling and forecasting environmental MMF , environmental risk ER and life BC (Pic. 1). General system

of continental security of the European Union is built using GIS, remote sensing and IT. Interstate system environmental safety of Carpathian Euro-region ES_{EU} (Pic. 1) was first developed back in 2003 in a thesis project D. Zorin and O. Adamenko published in 2008 [28]. It is built on the same principle as the EB_{EU} , that includes a system of environmental and resource security of Earth EB_E , ecological security of the European Union ES_{EU} , environmental status of all nine components of the environment (LT , GF , GM , HS , AT , PS , FT , ZS , DS , the impact on them technosphere T) and all procedures – the environmental safety components (EA , EIA MMF , ER , LS), "stitched" geographic information system (GIS, remote sensing, IT).

Ukrainian national system of environmental safety ES_{UN} (Fig. 1) the least developed, despite the fact that the publication for its rationale appeared in the works of A. Marynich and P. Shyshchenko [18], L. Rudenko [30], V. Baranovsky [12], O. Adamenko [9, 11, 15], G. Rudko [28] and others. The fact that these works provided the general characteristics of the ecological situation in Ukraine, without naming specific observation point – geo-environmental grounds, which would be determined environmental condition of the geosystem's components. Only on surface waters published their environmental monitoring system [21]. Therefore, the job of making space system ES_s should continue in accordance with structural and environmental model (Pic. 1). Regional system of ecological safety of Western Ukraine ES_{WU} (Pic. 1) developed by L. Mishchenko [19, 20] based on 1441 geoecological landfill – sampling points of soil, surface and groundwater, air and vegetation. Done several thousand analyzes the content of components of the next contaminants – heavy metals, radionuclides, pesticides, excess fertilizers, petrochemicals and others. As a result of computer processing of environmental information relevant built database, based on them – hundreds of unit component-wise and environmental-technogeochemical maps, geo proposed zoning of 172 new geo-structures – zones, subzones, stripes, ranges, ovals, ecological-geochemical barriers, sources, fires and others. For each geo-ecological complex structure developed by individual conservation measures. Rather important is separation procedure, that means separation from the natural technological component in the total index of pollution. Research results published by L. Mishchenko also in other work of O. Adamenko [4, 6, 8, 11] and the Department of Ecology IFNTUOG [15]. Regional systems of ecological safety ES_{ar} administrative regions (Pic. 1) elaborated O. Adamenko and D. Zorin examples of areas in the Ivano-Frankivsk region [15] using materials of M. Prykhodko [25] and Zacarpathian, Lviv and Ternopil regions [9] using materials of O. Pobigun [23], L. Mishchenko [19, 20], V. Trysnyuk [32], S. Popa [24] etc.

In ecological systems environmental security are widely used data monitoring studies of regional hierarchical level (from 120 to 200 points of observation changes the ecological state of soil and groundwater, sediments, air, precipitation of rain and snow, and others. The basis is for incremental (2001, 2006, 2012) the environmental situation maps serve landscape and landscape-geochemical maps, together with maps spread of pollutants up spatial geo-ecological zoning on which developed concrete recommendations for further environmental protection: long-term environmental program for five years, regular or urgent (urgent) action. Local systems of ecological safety of districts ES_d (Pic. 1) based on environmental studies, scale 1:50 000 to geo-ecological landfills guestrooms in the territories of districts ranges from 80 to 200, depending on the area of the district, which can vary from 700 to 1 500 km². EB_r first system developed in 2000 for Snyatyn district of Ivano-Frankivsk region led by L. Mishchenko and O. Adamenko [2]. Then the work continued by V. Trysnyuk [32] for Husyatyn region, A. Penderecky [22] for Galich region, V. Skrypnyk [31] for Nadvirna region, O. Adamenko, L. Mishchenko and D. Zorin [11] for Tysmenytzja, Monastyrsk, Buchats and Zalischyky regions, I. Trysnyuk [33] for Shumsky and Kremenets regions, L. Branch [13] for Chortkiv and Borshchiv regions. Most fully implemented, these studies K. Radlovska [26, 27] for the territories of Rohatyn and Bogorodchany regions in 2011-2015. In the district environmental safety system incorporated the same principles as in the past – region. Change is the scope of research – from 1:200 000 to 1:50 000 and their detail. Difficulties arise only when performing environmental monitoring, as requirements for local level monitoring national standards do not yet exist. Therefore, this work

is carried out or on the initiative of scientific institutions and universities, or on the initiative of individual researchers in the preparation of theses. Sometimes monitoring studies in the territories of districts funded from environmental funds areas, as it was in 1999-2001. Unfortunately no regional or district administrations have not yet realized the need to perform such studies.

Local systems of ecological safety of communities united EB_{lc} (Pic. 1) first proposed by K. Radlovskaya in 2015, first in her thesis, and in the book "Local environmental monitoring for administrative districts and local communities" [27]. This data, when starts in Ukraine administrative-territorial reform is especially important: rural communities voluntarily integrated into the local communities, who transferred from district councils, and most of the regional and the central government in Kiev many powers, including budget. There decentralization authorities at all levels. For example, in the Ivano-Frankivsk region, within the 14 administrative districts created voluntarily united 53 local communities. K. Radlovskaya performing geo-ecological zoning of Rohatyn and Bogorodchany regions ecologically substantiated excretion in the first three communities (Rohatyn, Nyzhnolypetsk and Bukachivsk) and five communities in the second (Bogorodchany, Starobogorodchany, Solotvyno, Starunja and Yablunza) areas. The area of these municipalities merged reflect the geo-structures – scattering geo stripes, stripes Geoecological concentrations that have been marked by K. Radlovskaya [26, 27] at geoecological zoning. That combined each local community has its own geo-ecological justification as its argument Natural selection, as stressed by O. Adamenko [10]. Object security system of ecological settlements ES_r (Pic. 1) developed by the example of Ivano-Frankivsk in 2001-2004. O. Adamenko, E. Kryzhanivsky, E. Neiko, G. Rusanov, L. Mishchenko, A. Zshyryvel and N. Koltsov [3]. This work was one of 15 projects – winners, selected and funded by the World Bank with the submitted 2001 in Ukraine 462 innovative ideas. The authors created the computerized system of environmental safety (CSES). CSES includes:

- databases of different levels of morbidity in different neighborhoods of the city 28 diseases in accordance with applicable international classification of diseases (ICD);
- database on pollution of soil, surface and groundwater, air and vegetation, heavy metals, radionuclides, oil, etc.;
- computer maps the current state of the geological environment, geophysical fields, geomorphosphe, landscapes;
- 12 ingredients chemical electronic maps showing the contamination of soil, hydrosphere, atmosphere and phytosphere;
- map showing the current state of the technosphere city, where at that time were 80 enterprises;
- correlations between diseases and the degree of transformation of the environment.

The work was based on 248 points of samples using topographic maps of 1:10 000. In 2014 our materials were re-treated by M. Kryhivsky [17] using mathematical software that confirmed the high degree of correlation with morbidity environment. The same results were also obtained by N. Fomenko [34] at dissertation project. Object of ecological security system of the enterprises ES_e (Pic. 1) developed by L. Mishchenko [19, 20] under the direction of O. Adamenko [11, 15] in 2003-2005. such work it was made, for example for the enterprise "Ivano-Frankivskcement". It was chosen observation network, which includes 16 profiles 77 Geoecological polygons – that means the points where selected samples of soil, air, surface and groundwater and vegetation to determine the contamination by various chemicals. Research carried out on the basis of topographic maps of 1:10 000 and satellite images. As a result, the area of enterprise contains four environmental conditions: normal, solid, intense and complex. Built-element component-wise and environmental-technogeochemical maps that characterize the interaction of two components – natural landscapes and man-made pollution. In this form the new structures – geo-environmental and geo-environmental concentrations band dispersion, which is 1 order geocotype structures that meet landscaped areas. On their background appear smaller geoecological structure 2 order – geoecological units and ellipses are not always

confined to the particular landscape structures, as is the case with bands, areas. Even less connection with the landscape geoeological units have sources of pollution that are geo-structures geoeotype of 3 order. They correspond to the contours of contamination of soil, air, groundwater and vegetation, which do not always coincide with each other. Therefore, the study of the ecological state in the territories of industrial enterprises must carry out their detailed assessment and design according to your unique set of environmental measures. The object of environmental safety of industrial, agricultural and other enterprises is lower link – lower "floor" of our proposed structural and ecological model of environmental safety.

The findings of this study and perspectives. Constructive ecology as a new scientific field research in Earth sciences only "gaining momentum", subject to the overall system analysis paradahmi Geosystems, which raised anthropogenic interference with the course of natural processes. With the proposed author structural and ecological model of environmental safety can be concluded that sustainable development in the containment of global development in a slow global warming above 2% for the twenty-first century as it was adopted in December 2015 in Paris, 198 countries, should based on the harmonization of relations in the triad nature-economy-man. This harmonization is scientifically sound management (environmental management) complex natural and economic-social system based on reasonable limit their needs to the environment restored, developed economy, and people feel comfortable and provide a similar development for future generations.

Literature

- 1 Adamenko O.M. Environmental geology / O.M. Adamenko, G.I. Rudko. – K .: Manuscript, 1998. – 350 p.
- 2 Adamenko O.M. The environmental audit of the territories. / O.M. Adamenko, L. Mishchenko. – Ivano-Frankivsk: Flare, 2000. – 342 p.
- 3 Adamenko O.M. The cology of Ivano-Frankivsk city / O.M. Adamenko, E.I. Kryzhanivsky, E.M. Neyko and others. – Ivano-Frankivsk: Siversiya MB, 2004. – 200 p.
- 4 Adamenko O.M. The constructive environment / O.M. Adamenko // Our future home – is Ekoeurope. – Ivano-Frankivsk: Symphony forte, 2007. – P. 189-223.
- 5 Adamenko O.M. The computerized environmental safety CEE / O.M. Adamenko // Ekological security and sustainable resourse-using, 2011, № 2 (4) – S. 8-10.
- 6 Adamenko O.M. Method of environmental maps / O.M. Adamenko, J.A. Adamenko, D.O. Zorin, N.O. Zorina // Ekological security and sustainable resourse-using, 2012, № 1 (5) – P. 14-19.
- 7 Adamenko O.M. Technology Environmental Studies / O.M. Adamenko // Ekological security and sustainable resourse-using, 2013, № 1 (7) – P. 5-9.
- 8 Adamenko O.M. Technology of ecological researches / O.M. Adamenko // Geoecopolitics and ecogeodynamics of the regions. Scientific magazine. University under Vernadsky / O.M. Adamenko. – Symfyropol, 2014 – Volume 10 (2). – P. 22-28.
- 9 Adamenko O.M. The constructive ecology / O.M. Adamenko // Lap Lambert Academic Publishing, Saarbrucken, Deutschland, 2014. – 122 p.
- 10 Adamenko O.M. Territorial Communities – environmental justification / O.M. Adamenko // Environmental and Sustainable resourse-using, 2015, № 2 (12) – P. 134-135.
- 11 Adamenko O.M. The computerized system of ecological security / O.M. Adamenko, J.A. Adamenko, L.V. Mishchenko, D.O. Zorin. – Ivano-Frankivsk: Suprun VP, 2015. – 208 p.
- 12 Baranovsky V.A. Ukraine. Contamination of the environment / V.A. Baranowsky. – Kyiv: Ukrgeodezcartography, 1996. – 137 p.
- 13 Vitko L.Y. The geoeological assessment of environmental components of Podolsky Transnistria: Author. dis. on muffin. candidate of sciences degree. geographer. science / L.Y. Vitko. – Lviv, 2010. – 21 s.
- 14 Gerasimov A.I. Principles and methods of geosystems monitoring / A.I. Gerasimov // Izv. USSR Academy of Sciences, Series geographer. – 1982, № 2. – P. 5-12.

- 15 Environmental safety areas: collective monograph [authors: O.M. Adamenko, J.A. Adamenko, L.M. Arkhipova. and others.].– Ivano-Frankivsk: Suprun VP, 2014. – 444 p.
- 16 Zorin D.O. The environmental safety of Dniester canyon corridor as a regional national ecological network of Ukraine / D.O. Zorin // *Ekological security and sustainable resource-using*, 2011, № 2 (4) – S. 44-55.
- 17 Kryhivsky M.V. The indicators of ecological safety of cities on the results of environmental monitoring (under the example of Ivano-Frankivsk city). dis. on muffin. candidate of sciences degree. sc. science / M.V. Kryhivsky. – Ivano-Frankivsk, 2014. – 21 p.
- 18 Marinich O.M. The physical geography of Ukraine / Marinich O.M., P.G. Shishchenko. – K: Knowledge, 2006. – 511 p.
- 19 Mishchenko L.V. The geo-ecological zoning. The scientific monograph edited by O.M. Adamenko / L.V. Mishchenko. – Ivano-Frankivsk: Symphony forte, 2011. – 408 p.
- 20 Mishchenko L.V. The natural and technological safety of the territories of Western Ukraine / L.V. Mishchenko. – Ivano-Frankivsk: Suprun VP, 2014. – 452 p.
- 21 The National Atlas of Ukraine. – Kyiv: DNATS "Cartography", 2007. – 440 p.
- 22 Penderecky A.V. The ecology of Galician district / O.V. Penderecky. – Ivano-Frankivsk: Nova Zorja, 2005. – 201 p.
- 23 Pobihun O.V. The geoecological monitoring of Carpathian region of Ukraine as the basis of environmental management / O.V. Pobihun: Author. dis. on competition sciences. the degree of candidate of geographical sciences, specialty 11.00.11 "Constructive geography and rational use of natural resources." – Lviv, 2005. – 20 p.
- 24 Pop S.S. The natural Resources of Transcarpathian / S.S. Pop. – Uzhgorod, Karpaty, 2009. – 310 s.
- 25 Prikhodko M.M. The environmental safety of natural and man-modified geosystems / M.M. Prikhodko. – Kyiv, 2013. – 201 p.
- 26 Radlowska K.O. The modern environmental monitoring local level for areas of districts / K.O. Radlowska: Author. dis. on muffin. science. stupas. candidate. sc. science. – Kyiv, 2015. – 20 p.
- 27 Radlowska K.O. The local environmental monitoring for administrative districts and local communities / K.O. Radlowska. – Ivano-Frankivsk: Petrash KT, 2015. – 188 p.
- 28 Rud'ko GI constructive geoecology: scientific foundations and practical implementation / G.I. Rudko, O.M. Adamenko. – Chernivtsy: MacLeod, 2008. – 320 p.
- 29 Rudko G.I. Zemlelohiya. Ecological and Earth resource security / G.I. Rudko, O.M. Adamenko. – Kyiv: Academpres, 2009. – 512 p.
- 30 Rudenko L.G. The conceptual foundations of ecological and geographical research and eco-geographical mapping / L.G. Rudenko, A.I. Bochavska // *Ukrainian Geographical Journal*. – 1995, №3. – P. 56-62.
- 31 Skrypnyk V.S. The system of environmental monitoring and environmental stabilization measures gas-oil product of Nadvirna district: Author. dis. on muffin. science. stupas. candidate. sc. science / VS Skrypnyk. – Lviv, 2006. – 20 p.
- 32 Trysnyuk V.M. The Ecology of Husyatyn region of Ternopil city. Monograph / V.M. Trysnyuk. – Ternopil: Terno-Count, 2005. – 225 s.
- 33 Trysnyuk I.V. Ecological state of geosystems within Kremenets mountains: Author. dis. on muffin. science. stupas. cand. of geography science / I.V. Trysnyuk. – Lviv, 2012. – 20 p.
- 34 Fomenko N.V. The current environmental situation in Ivano-Frankivsk and environmental safety system of urban areas: Thesis. dis. on muffin. science. stupas. candidate of geography science / N.V. Fomenko. – Chernivtsi, 2006. – 20 p.
- 35 Izrael Yu. A. The problem of air pollution and other aspects of environmental pollution. The concept of monitoring and regulating the quality of the environment, WMO, 1979, № 517-Geneva, pp. 3-9.
- 36 Mann R. F. Global environmental Monitoring System (GEMS). Action Plan for Phase 1. SCORE. Rep. 3 – Toronto, 1973, 130p.

37 Pollution monitoring and research in the farmwork of MAB Programme. Moscow. 23-26 Apr. 1974. – MAB rep. ser. № 20. Paris: UNESCO, 1974, pp.58-63.

38 Adamenko Ya. , Coman M. The Methodology of Decision-Making within Procedures of Environmental Impact Assessments / Wulfenia Journal (ISSN:1561-882X) – Klagenfurt, Austria. – Vol. 23, No. 6. – Jun. 2016 – 377-384 p.

© O. Adamenko

УДК 551.24+553.98

**Я. О. Адаменко¹, О. М. Адаменко¹,
В. С. Скрипник², Т. Ю. Федорчак¹**

¹Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу

²Надвірнянський коледж Національного
транспортного університету

ДО ІСТОРІЇ ПРИРОДНИЧИХ ТА ГЕОЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПОДІЛЬСЬКОГО ПРИДНІСТРОВ'Я У ЗОНІ МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВОДІВ

Досліджено історію вивчення впливів магістральних газопроводів «Союз» та «Прогрес» на навколишнє середовище на ділянці від м. Гусятина Тернопільської області до м. Богородчани Івано-Франківської областей.

Ключові слова: геоєкологічні дослідження, компресорні станції, магістральні газопроводи, ґрунти.

Исследовано историю изучения влияния магистральных газопроводов «Союз» и «Прогресс» на окружающую среду на участке от г.Гусятина Тернопольской области до г. Богородчаны Ивано-Франковской областей.

Ключевые слова: геоэкологические исследования, компрессорные станции, магистральные газопроводы, почвы.

It explores the history of the study of the influence of the main gas pipelines "Soyuz" and "Progress" on the environment in the area from Gusyatina Ternopolskoj areas to the city Bohorodchany Ivano-Frankivsk regions.

Keywords: geo-ecological studies, compressor stations, gas transmission pipelines, soil.

Актуальність проблеми. Визначення впливу магістральних газопроводів на довкілля досліджено на території Гусятинського, Чортківського, Борщівського та Бучацького районів Тернопільської області та Тисменицького і Богородчанського районів Івано-Франківської області, тобто в межах Подільського Придністров'я та Прикарпаття. Такі дослідження важливі, тому що газопроводи – техногенно небезпечні об'єкти, особливо, в умовах досить густого заселення цих аграрних районів.

З історії досліджень. Ці терени були заселені нашими предками досить давно. Культура розвивалась тут від палеоліту до епохи трипілля. Наукові дослідження розпочались з XVII ст. Проаналізувавши існуючу з цього питання літературу [25, 34, 39, 41-54], Л. П. Царик [36] розпочинає огляд природничих досліджень з XVII ст., з етапу

37 Pollution monitoring and research in the farmwork of MAB Programme. Moscow. 23-26 Apr. 1974. – MAB rep. ser. № 20. Paris: UNESCO, 1974, pp.58-63.

38 Adamenko Ya. , Coman M. The Methodology of Decision-Making within Procedures of Environmental Impact Assessments / Wulfenia Journal (ISSN:1561-882X) – Klagenfurt, Austria. – Vol. 23, No. 6. – Jun. 2016 – 377-384 p.

© O. Adamenko

УДК 551.24+553.98

**Я. О. Адаменко¹, О. М. Адаменко¹,
В. С. Скрипник², Т. Ю. Федорчак¹**

¹Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу

²Надвірнянський коледж Національного
транспортного університету

ДО ІСТОРІЇ ПРИРОДНИЧИХ ТА ГЕОЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПОДІЛЬСЬКОГО ПРИДНІСТРОВ'Я У ЗОНІ МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВОДІВ

Досліджено історію вивчення впливів магістральних газопроводів «Союз» та «Прогрес» на навколишнє середовище на ділянці від м. Гусятина Тернопільської області до м. Богородчани Івано-Франківської областей.

Ключові слова: геоєкологічні дослідження, компресорні станції, магістральні газопроводи, ґрунти.

Исследовано историю изучения влияния магистральных газопроводов «Союз» и «Прогресс» на окружающую среду на участке от г.Гусятина Тернопольской области до г. Богородчаны Ивано-Франковской областей.

Ключевые слова: геоэкологические исследования, компрессорные станции, магистральные газопроводы, почвы.

It explores the history of the study of the influence of the main gas pipelines "Soyuz" and "Progress" on the environment in the area from Gusyatina Ternopolskoj areas to the city Bohorodchany Ivano-Frankivsk regions.

Keywords: geo-ecological studies, compressor stations, gas transmission pipelines, soil.

Актуальність проблеми. Визначення впливу магістральних газопроводів на довкілля досліджено на території Гусятинського, Чортківського, Борщівського та Бучацького районів Тернопільської області та Тисменицького і Богородчанського районів Івано-Франківської області, тобто в межах Подільського Придністров'я та Прикарпаття. Такі дослідження важливі, тому що газопроводи – техногенно небезпечні об'єкти, особливо, в умовах досить густого заселення цих аграрних районів.

З історії досліджень. Ці терени були заселені нашими предками досить давно. Культура розвивалась тут від палеоліту до епохи трипілля. Наукові дослідження розпочались з XVII ст. Проаналізувавши існуючу з цього питання літературу [25, 34, 39, 41-54], Л. П. Царик [36] розпочинає огляд природничих досліджень з XVII ст., з етапу

«...збору і накопичення відомостей, отриманих у процесі картографічної зйомки території французьким військовим картографом В. Бопланом. Вони набули неабиякої цінності в сучасних умовах, бо дають можливість порівнянь різноманітних об'єктів з часовим інтервалом у 350 років. Генеральна мапа Поділля масштабу 1:800 000 ним була опрацьована у 1650 році...» [36, с. 18].

Виклад основного матеріалу. З 1772 р. і до 1918 р. досліджувана територія, як і вся Західна Україна (дор. Збруча на сході), знаходилась у складі Австро-Угорщини. Тому серед дослідників найбільше австрійських вчених, до яких із середини XIX ст. приєднуються польські, а згодом російські та українські природознавці. В кінці XVIII ст. квартирмейстером Австрійської армії проведені топографічні зйомки для військових потреб півдня Поділля у масштабах 1 : 25 000, 1 : 28 800 і 1 : 75 000 з детальним зображенням елементів земної поверхні, доріг, лісів, лук, пасовиськ, що дає уяву про особливості природокористування та господарську освоєність території. Ці карти і зараз зберігаються у Віденському військовому архіві. М. Я. Сивий і В. М. Кітура [32] вказують, що після відкриття у 1819 р. Кременецького ліцею почались геологічні дослідження Поділля і Волині (Г. Я. Яковецький, 1827-1830 рр.). У 1830 р. Е. Ейхвальд писав про подільські фосфорити, виявлені ним в основі крейдяної системи по р. Дністер.

У 1867 і 1869 роках виходять статті М. Барбот-де-Марні, в яких вперше описані силурійські відклади по Дністру, жовнові фосфорити Подільської губернії, встановлюється міоценовий вік гіпсів Придністров'я і рифова природа Товтр [33].

Юрські відклади долини Дністра вперше були описані Є. Дуніковським у 1881р. Він відслідковує геоморфологічні особливості Дністровської долини на відтинку Нижнів – Окопи, подає опис дністровських стінок, а також проявів негативних процесів – зсувів, берегової ерозії та ін. [39].

Цікаві ботанічні дослідження у долинах Дністра та його лівих приток виконують В. Бессер (1820-1832) і А. Анджейовський (1855-1869) – це початок вивчення подільської флори [4]. Зоологічні проблеми, особливо дністровська іхтіофауна, були в полі зору А. Завадського (1878) і М. Барти (1883). Леси вивчались Е. Головкевичем [46].

З 80-х років XIX ст. на території Галичини, включаючи і нинішні Івано-Франківську та Тернопільську області, розпочались геологозйомочні роботи масштабу 1 : 75 000, які виконувались польськими геологами А. Ломніцьким, В. Тейсейре, Е. Ромером та ін. Результатом став Геологічний атлас Галичини [47, 48, 51-53], опублікований у 1895-1912 рр. Геологічні карти цього атласу не втратили свого значення до тепер.

Продовжуються дослідження подільських фосфоритів (А. Альт, Ф. Шваркгофер, 1871; С. Заречний, 1874; І. Сінцов і П. Армашевський, 1882; М. Мельников, 1883-1886; А. Альт, 1887; Є. Дуніковський, 1888; Г. Радкевич, 1891-1898; В. Чирвінський, 1907-1918) [33].

Особлива заслуга у вивченні природи Поділля належить уродженцю с. Більче-Золотого І. Верхратському. Він – мінералог, ботанік, зоолог, красзнавець, організатор численних польових експедицій. Тільки колекція комах, зібрана цим вченим і передана Науковому Товариству Шевченка у Львові, налічує 10 000 видів [39]. У 1914 р. В. Ласкарев опублікував 17-й лист Геологічної карти Європейської Росії, яка стала відправним пунктом для розуміння основних закономірностей геологічної структури Поділля.

Етап природничих досліджень (XVIIст.–1918 р.), хоча і характеризувався лише окремими площинними вивченнями території, але важливим було те, що вже розпочались геологічні зйомки (В. Тейсейре, В. Ласкарев), бо тільки вони могли дати цілісну картину про геологічну будову і структуру Поділля.

Після розпаду Австро-Угорської імперії у 1918 р., і до приєднання Західної України до СРСР у 1939 р., палеозойські відклади у Дністровському каньйоні вивчали Б. Лічков і Р. Виржиківський (1918). Продовжувалось вивчення подільських фосфоритів у 20-ті роки

XX ст. (В. Лужицький, П. Пекнер, І. Гофштейн, Р. Палій, Ф. Лисенко, Р. Виржиківський) [4]. М. Гамерська, яка у 1924 р. вивчала червоноколірні відклади девону (old-red-sandstone – древні червоні пісковики), вважала їх генезис (походження) еоловим (вітри сухих спекотних пустель). Силурійські відклади в долинах Дністра, Серета, Нічлави і Збруча у 1927-1929 рр. вивчає Р. Козловський.

Унікальну наскельно-степову флору у залежності від геологічної будови дністровських стінок досліджує у 1929-1930 рр. Вацлав Гаєвський. Він прийшов до висновку про швидке зникнення цих ботанічних унікумів в результаті розвитку садівництва та виноградарства. Описи 13 стінок у Дністровському каньйоні є неперевершеними до наших днів [45]. Слід наголосити також на важливих роботах у Придністровському Поділлі ще одного польського вченого Владислава Шафера [51], який виконав детальний аналіз флори і ландшафтів, вперше обґрунтував геоботанічний поділ та завдання охорони природи Західного Поділля.

Польська природоохоронна комісія на чолі з В. Шафером, Б. Павловським, Ш. Вердаком, П. Котни [49, 54], за підтримки також комісії НТШ у Львові, на чолі з О. Мрія, В. Левицьким, Б. Лучаковським, М. Мельником протягом 1934–1935 рр. обґрунтували і створили резервати природи у Заліщицькому і Борщівському повітах. Активну роль у цьому відіграла греко-католицька церква на чолі з митрополитом А. Шептицьким – почесним членом НТШ. У 1937 р. церква зобов'язала охороняти екзотичні дерева та інші пам'ятки природи на території метрополії [36].

Значний інтерес і в наші дні мають роботи західноукраїнського геолога і географа Ю. Полянського з четвертинної системи (1925-1935), особливо його монографія «Подільські етюди», де розглядаються річкові тераси, лесові покриви та геоморфологія Галицького Поділля на Дністрі. Перше розчленування лесів, умови їх залягання і розповсюдження, опис фауни моллюсків, знарядь праці древньої людини із палеолітичних стоянок, неотектонічні процеси – ці та інші питання, розглянуті у монографії, не втратили своєї актуальності і дотепер. Лесові товщі антропогену вивчали також польські дослідники Ю. Токарський (1936-1939), Л. Савицький (1932-1934), Й. Чижевський, Й. Смоленський [44, 50], та ін.

В цілому етап 1918-1939 рр. вивчення Поділля можна охарактеризувати, як активне стратиграфічне розчленування усіх виявлених тут систем (силуру, девону, крейди, юри, неогену і антропогену) на фоні геологозйомочних робіт, які виконувались час від часу в окремих районах.

Новий етап вивчення Придністров'я (1939-1991 рр.) співпадав з відбудовою зруйнованого війною господарства та початком активних пошуків корисних копалин. З 1945 р. у західних областях України активно вивчають геологію, тектоніку і корисні копалини московські, київські та львівські геологічні організації, університети, науково-дослідні інститути та окремі вчені. У 1948-1950 рр. співробітники московського Всесоюзного науково-дослідного нафтового інституту під керівництвом Г. Дікенштейна вивчають палеозойські відклади Подільського Придністров'я з метою виявлення їх можливої нафтогазоносності.

Велику увагу приділяли дослідники силурійській системі, відклади якої поступово, без стратиграфічних перерв, переходили у девонську систему (О. Никифорова, 1954; П. Цегельник, 1968-1989; Г. Помяновська та А. Хижняков, 1972; А. Муромцева, 1974; В. Гинда, 1974-1978; Д. Дригант, 1974-1984; В. Грищенко, 1977; А. Іщенко, 1985 та ін.) [16, 17, 22]. У 70-х роках XX ст. розпочались геофізичні роботи з метою пошуків сприятливих для накопичення нафти і газу структур. На деяких із них, що вважались перспективними, пробурені свердловини в районі м. Бучач, с. Завадівка та ін. Були розкриті кристалічні породи докембрійського фундаменту на глибинах біля 2 км. В палеозойських відкладах, що залягають вище, виявлені глибокомінералізовані розсоли з високими тисками і розчиненими газами. Активні дослідження палеозою і мезозою виконувались В. Великановим, Є. Асєєвим, М. Федонкіним (1983) та П. Букатчуком [3], а

також Ю. Сеньковським [31], Є. Лазаренком і Л. Кудріним (1956), К. І. Геренчуком та ін. [5]. Більш молоді, палеогенові і неогенові відклади Поділля, вивчалися В. Горещьким (1962-1965), А. Шайнюк (1958-1967), Ю. Пекуном (1956), Л. Кудріним (1966), И. И. Чебаненко (1990) [3, 40, 41], як з точки зору їх детальнього розчленування та фауністичної характеристики, так і для палеогеографічних реконструкцій. Продовжується вивчення карстових явищ (О. Кучерук, 1949-1976; К. Татаринів, 1961-1965; І. Гуньовський, 1963; Л. Купрін, 1964; А. Чикишев, 1969; О. Ломаєв, 1970-1979; В. Дублянський, 1980; А. Климчук, 1985; В. Андрейчук, 1986-1987 та ін.) [1, 11].

Четвертинні відклади найбільш детально охарактеризовані у працях А. Богуцького (1963-1974) [2, 42, 43], М. Демедюка (1966), І. Гофштейна (1967), І. Соколовського (1968), М. Куниці (1966-1974), М. Орла (1976) та ін. Важливе значення мають дослідження тектонічних та неотектонічних особливостей Поділля з чітко вираженою блоковою будовою. Це – роботи К. Геренчука [5] про тектонічні особливості в орографії і річковій сітці Руської рівнини, Т. Знаменської і І. Чабаненка [40] про Балтійсько-Дністровську зону перикратонних опускань, І. Гофштейна (1952-1974) про неотектоніку регіону, а також узагальнюючі роботи з тектоніки, як регіону Поділля так і України в цілому (В. Глушко, 1956; В. Бондарчук, 1959; С. Круглов, А. Ципко, 1988; В. Палієнко, 1988 та ін.). На цьому етапі, вже з'явилися екологічні ідеї, що вимагали не тільки брати від природи, а й берегти її творіння, раціонально використовувати природні ресурси та унікальні ландшафти, в тому числі і Дністровського каньйону.

Сучасний етап (1991 р. – дотепер) природничих та геоекологічних досліджень Подільського Придністров'я характеризується екологізацією усіх видів досліджень, хоча зародки екологічного підходу до аналізу природних процесів з'явилися значно раніше. Так, Л. П. Царик [36] пише, що ще у працях відомого німецького натураліста ХІХ століття Александра фон Гумбольдта можна знайти ідеї про єдність природних процесів на планеті, про залежність органічного життя від неживої природи. У 1911 р. Х. К. Коулс запропонував інтегрувати у фізіографічну екологію концепцію про ерозійні цикли В. Девіса та екологію Ф. Клементса [36]. К. Троль у 1939 р. писав про екологію ландшафту. Значний поштовх для екологізації географічної науки мали праці А. И. Перельмана, Ф. Н. Милькова, Б. В. Сочави про геосистеми. Важливу роль зіграли ландшафтознавчі ідеї І. П. Герасимова, А. Г. Ісаченка та ін. з конструктивної географії.

В українських географів ландшафтно-екологічні ідеї з'явилися у 80-х роках минулого століття (П. Г. Шищенко, О. М. Маринич, Л. Г. Руденко, І. О. Горленко, В. М. Пашенко, В. А. Барановський та багато інших) [7-9, 19]. Як справедливо пише Л. П. Царик: «Інтенсивність екологізації науки... прямо залежить від погіршення якості навколишнього середовища. Свого апогею екологізація географії досягла в кінці 80-х – на початку 90-х років ХХ ст., що було реакцією науки на істотне погіршення еколого-географічної ситуації в державі внаслідок чорнобильської катастрофи» [95, с. 9]. Характерним для цього етапу є комплексний аналіз геосистем «природа – господарство-людина», встановлення її взаємозв'язків і взаємовпливу, визначення ролі людини у створенні та подоланні екологічних проблем [36].

Важливу роль зіграла конференція ООН у Ріо-де-Жанейро (1992), яка вперше поставила питання про сталий (збалансований, екологічно безпечний) розвиток. Звичайно ж що і на території досліджуваного району ці ідеї знайшли своє відображення. Ще у листопаді 1977 р. виконавчий комітет Тернопільської обласної ради прийняв рішення про створення в лівобережній частині каньйону Дністровського державного природного парку, довжиною 215 км, від с. Ямне Монастириського району до гирла р. Збруч у Борщівському районі на площі 36, 8 тисяч га. На жаль, пройшло вже три десятиліття з того часу, а це питання ще не стало реальністю. Хоча, був створений Дністровський регіональний ландшафтний парк, але ця природоохоронна територія ще не має достатнього захисного статусу. Необхідно створити національний природний парк. Але адміністративно-територіальний кордон не дозволяє це зробити на наукових засадах.

Нелогічно створювати парк «Дністровський каньйон» тільки на лівобережжі, розриваючи єдину долину екосистему на її Тернопільську, Івано-Франківську, Чернівецьку, Хмельницьку частини. Потрібен басейновий підхід. Можливо з часом, буде подоланий адміністративний кордон і буде створений єдиний по площі каньйону Дністровський національний природний парк. Про це багато писали, як науковці [33, 36-38], так і краєзнавці [39].

Велику роль у геологічних дослідженнях Тернопільщини, в тому числі і Подільського Придністров'я, відіграють вчені, аспіранти і студенти Тернопільського державного педагогічного університету ім. В. Гнатюка Б. І. Заставецький, О. В. Заставецька, Й. М. Свинко, М. Я. Сивий, Л. П. Царик, І. Ю. Чеболда, Л. В. Янковська, Г. В. Чернюк, Я. О. Мариняк, П. Л. Царик та ін. [14, 20, 24, 26, 29, 30, 32, 36, 37].

Особливо важливим є проведення міжвідомчих та міждержавних науково-практичних конференцій з екологічної географії, систематичне видання «Наукових записок ТДПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Географія» та журналу «Історія української географії». Львівські вчені М. А. Голубець [6], І. П. Ковальчук [17], В. М. Петлін [23], А. Б. Богущий [2, 43], А. М. Яцишин [42], Я. С. Кравчук [18], Ю. В. Зінко [15], І. М. Волошин, К. І. Геренчук [5], П. М. Цись [38], А. В. Мельник [21], а також багато інших внесли істотний внесок у вивчення природи та геоекологічної ситуації Західного Поділля.

Ще у 60-тих роках минулого століття відбулося відродження перших заповідних об'єктів Тернопільщини, зокрема і в зоні Подільського Придністров'я [36]. З'являється серія цікавих видань географо-краєзнавчого характеру з висвітленням природоохоронно-екологічних проблем В. О. Радзівського, М. П. Чайковського та ін. [27, 29, 39]. Активну географічну та еколого-просвітницьку діяльність розвиває Й. М. Свинко [30], який регулярно проводить експедиції в Дністровський каньйон, вивчає травертини, леси, геоморфологію, обґрунтовує заповідні об'єкти, пам'ятки природи, а їх він особисто виділив близько сотні, публікує наукові та науково-популярні, краєзнавчі праці: «Геологічні пам'ятки Західного Поділля та необхідність їх охорони» (1970), «Про організацію Подільського державного природного парку» (1977), «Природа Тернопільської області» за редакцією К. І. Геренчука [26] та ін.

У 1996 р. була проведена наукова конференція, на якій обговорювались питання екологічного стану малих річок Галицького Поділля та перспективи формування національного ландшафтного парку «Дністровський каньйон» [36]. Через рік була проведена наукова експедиція «Дністер» під егідою Державного управління з екологічної безпеки і природних ресурсів в Тернопільській області та педагогічного університету, яка дала можливість зібрати багатий матеріал про екологічний стан природи каньйону, виявити перспективні для заповідання природні комплекси та ін. Вже більше 15 років діє львівська експедиція «Дністер» під керівництвом В. М. Стецюка, яка щорічно «сплавляється» від верхів'я ріки і до м. Хотина, збираючи унікальний матеріал з гідрології, гідрохімії, гідробіології, геоморфології, геоботаніки та інших галузей науки.

На базі цієї експедиції, з 1998 по 2004 р., діяв міжнародний проект ЮНЕСКО «Трансформаційні процеси в басейні верхнього Дністра», в якому брали участь науковці університетів Львова, Тернополя, Києва, Івано-Франківська, а також Берліна, Марбурга, Франкфурта, Дортмунда та ін. Дністер вивчався, як модельна для Європи річка, де ще збереглися традиційні системи земле-, водо- та лісокористування.

Виконувались також еколого-краєзнавчі дослідження в межах окремих адміністративних районів: Борщівського – Й. П. Дроздовським [10], Гусятинського – В. М. Триснюком [35] та сусідніх районів Івано-Франківської області [12, 12, 28]. В 1999 р. вийшла монографія М. Я. Сивого і В. М. Кітури «Мінерально-ресурсний потенціал Тернопільської області» [32], в якій систематизовані дані з геологічної будови, корисних копалин і поданий опис геологічних пам'яток природи. Через рік опублікований

краєзнавчо-географічний атлас Тернопільської області за редакцією Я. С. Кравчука, Л. П. Царика, Я. О. Мариняка та ін. [22], де вже представлені карти забруднення довкілля та охорони природи. В 2004 р. Л. В. Янковська виконала еколого-географічне районування території Тернопільської області, виділені еколого-географічні системи, еколого-географічні райони і підрайони. Найбільш екологічно напруженим виявився Придністровський район на півдні Тернопільщини.

Значний прогрес в екологічних дослідженнях Прикарпаття і Поділля в останній чверті ХХ ст. був обумовлений будівництвом потужної газотранспортної системи СРСР, в тому числі і України, особливо магістральних газопроводів «Союз», «Прогрес» та ін. В проектах їх спорудження з'явилися розділи з ОВНС – оцінки впливу на навколишнє середовище. Після кількох вибухів газопроводів на Закарпатті, спричинених зсувами та порушеннями техніки безпеки і охорони праці, були створені спеціальні лабораторії з контролю за станом безпечної експлуатації газопроводів у гірських умовах Карпат. Стан екзогеодинаміки рельєфу (зсуви, селі, карст, ерозія та ін.) вивчались геоморфологами, інженерними геологами, гідрогеологами та ін. фахівцями, в т.ч. і ІФНТУНГ [26, 27].

Висновки. Підводячи підсумки природничим та екологічним дослідженням, ще раз підкреслимо, що, не дивлячись на велику кількість виконаних наукових робіт, цілісної геоекологічної характеристики Подільського Придністров'я немає. Тому наша робота повинна заповнити цей пробіл, зокрема необхідно дати геоекологічну оцінку екологічного стану цієї території для впровадження Державної системи екологічного моніторингу довкілля на локальному рівні у зонах впливу небезпечних техногенних об'єктів – магістральних газопроводів.

Література

- 1 Андрейчук В. Н. Закономерности развития карста в юго-восточной зоне сочления Русской платформы с Передкарпатским прогибом: автореферат дис. на соиск. уч. степ. канд. г.-м. н. – Пермь, 1984. – 20 с.
- 2 Богуцький А. Б. Четвертинні (антропогенові) відклади // Природа Тернопільської області. – Львів: Вища школа, 1989. – С. 28-36.
- 3 Букаччук П. Д. Венд Молдавии и Подольского Приднестровья / П. Д. Букаччук // Сов. Геология. – 1988. - № 1. – С.50-54.
- 4 Вітко Л.Я. Основні геологічні проблеми та шляхи їх подолання в Західному регіоні України / Л. Я. Вітко // Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: VI наук.-практ. конф. – Київ-Харків-Крим, 2007. – С. 100-106.
- 5 Геренчук К. И. Геоморфология Подолии / К. И. Геренчук // Учен.зап.Черн. ун-та. – 1950. – Вып.2, №8. – С. 89-111.
- 6 Голубець М. А. Екосистемологія / М. А. Голубець. – Львів: Поллі, 2000. – 316 с.
- 7 Горленко И. А. Проблемы комплексного развития территории / И. А. Горленко, Л. Г. Руденко, Г. В. Балабанов и др. – К.: Наукова думка, 1994. – С. 8-59.
- 8 Гродзинський М. Д. Ландшафтне різноманіття як компонента сталого розвитку. / М. Д. Гродзинський, П. Г. Щищенко // Проблеми сталого розвитку України. – К: БМТ, 2001. – С. 243-263.
- 9 Денисик Г. І. Природнича географія Поділля / Г. І. Денисик – Вінниця: Екобізнесцентр, 1998. – 178 с.
- 10 Дроздовський І. П. Природа Борщівського району / І. П. Дроздовський. – Тернопіль: Джура, 1999. – 104 с.
- 11 Дублянский В. Н. Карстолого-географические исследования карстовых полостей Подолии и Покутья / В. Н. Дублянский, Б. М. Смольников. Киев: Наукова думка, 1969. – 73 с.
- 12 Екологічна безпека збалансованого ресурсокористування у Карпатському регіоні: монографія [О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко, Л. М. Архипова та ін.] – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2013. – 268 с.

- 13 Екологічна безпека територій: монографія [О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко, Л. М. Архипова та ін.] – Івано-Франківськ: Супрун В.П., 2014. – 444 с.
- 14 Заставецька О. В. Географія Тернопільської області / О. В. Заставецька, Б. І. Заставецький, Д. В. Ткач. – Тернопіль, 1994. – 224 с.
- 15 Зінько Ю. Концепція транс'європейських природоохоронних поясів та розбудови екологічної мережі України / Ю. Зінько, Я. Кравчук, В. Брусак // Україна та глобальні процеси: географічний вимір – К.-Л., 2000. – Т.3. – С.24-27.
- 16 Ищенко Т. А. Позднесилурийская флора Подолья / Т. А. Ищенко – К.: Наукова думка, 1975. – 128 с.
- 17 Ковальчук И. П. Антропогенные эрозионные процессы в Западной Подолии и их интенсивность / Ковальчук И. П. // Рельеф и хозяйственная деятельность. – М.: Издательство Московского филиала Географического общества СССР, 1982. – С. 34-42.
- 18 Кравчук Я. С. Геоморфологія Передкарпаття / Я. С. Кравчук. – Львів: Меркатор, 1999. – 188 с.
- 19 Маринич А. М. Географические аспекты природопользования в условиях научно-технического прогресса, А. М. Маринич, В. М. Пашенко // Конструктивно-географические основы регионального природопользования в Украинской ССР. Теоретические и методологические исследования. – К.: Наукова думка, 1990. – С. 9-15.
- 20 Мариняк Я. О. Основи моделювання стану довкілля. Я. О. Мариняк. – Тернопіль, 2000. – 132 с.
- 21 Мельник А. В. Основи регіонального еколого-ландшафтного аналізу / А. В. Мельник. – Львів: Літопис, 1997. – 229 с.
- 22 Навчально-краєзнавчий атлас Тернопільської області. – Львів: Афіша, 2000. – 26 с.
- 23 Петлін В. М. Ландшафтно-екологічна експертиза / В. М. Петлін. – Львів, вид-во ЛНУ ім. І.Франка, 2005. – 236 с.
- 24 Притуляк М. Р. Природні рекреаційні ресурси Тернопільщини, проблеми їх раціонального використання та охорони / М. Р. Притуляк. – Тернопіль, 1999. – 60 с.
- 25 Положення про державний природний ландшафтний парк «Дністровський каньйон». – Тернопіль, 1991. – 8 с.
- 26 Природа Тернопільської області / Ред. К. І. Геренчук. – Львів: Вища школа, 1979. – 167 с.
- 27 Радзієвський В. О. У печерних лабіринтах Тернопільщини/ В. О. Радзієвський. К.: Здоров'я, 1967.
- 28 Радловська К. О. Локальний моніторинг довкілля для адміністративних районів і територіальних громад: монографія / К. О. Радловська. – Петраш К.Т., 2015. – 188 с.
- 29 Свинко Й. М. Геоморфологія / Й. М.Свинко // Природа Тернопільської області. – Львів: Вища школа, 1979. С. 43-57.
- 30 Свинко Й. Неотектоніка і рельєф Західно-Подільського горбогір'я / Й. Свинко, П. Дем'янчук // Наук.зап. Терноп. пед.унів. Сер. Геогр. – 2001. – № 1 (7). – С. 7-25.
- 31 Сеньковський Ю. М. Короткий нарис з історії геологічного розвитку Волино-Подільської плити / Ю. М. Сеньковський, Б. П. Різун // Геологія і геохімія корисних копалин. К.: Наукова думка, 1971. – С. 41-52.
- 32 Сивий М. Я. Мінерально-ресурсний потенціал Тернопільської області (сучасний стан і перспективи) / М. Сивий, В. Кітура. – Тернопіль: 1999. – 274 с.
- 33 Сивий М. Я. Мінеральні ресурси Поділля: конструктивно-географічний аналіз і синтез / М. Я. Сивий. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2004. – 656 с.
- 34 Спиця Р. О. Дослідження морфоструктурно-неогеодинамічних умов взаємодії в системі «Ороген-платформенна рівнина» / Р. О. Спиця // Український географічний журнал. – 2000. № 4. – С. 40-44.
- 35 Триснюк В. М. Екологія Гусятинського району Тернопільської області: Монографія / В. М. Триснюк. – Тернопіль: Терно-граф, 2005. – 225 с.

- 36 Царик Л. П. Територіальна організація структурних елементів регіональної екомережі (на матеріалах Тернопільської області) / П. Л. Царик // Науковий вісник Чернівецького університету: Географія. – Чернівці: Рута, 2004. – вип. 199. – С. 79-92.
- 37 Царик П. Л. Регіональна екологічна мережа: географічні аспекти формування і розвитку (на матеріалах Тернопільської області) / П. Л. Царик. – Чернівці, 2005. – 20 с.
- 38 Цись П. М. Геоморфологія УРСР / П. М. Цись. – Львів: Вид-во Львів. Ун-ту, 1962. – 223 с.
- 39 Чайковський М. П. Дністровський каньйон / М.П. Чайковський - Львів: Каменярь, 1981.- 76 с.
- 40 Чебаненко И. И. Геотектоника Волыно-Подольи. – К.: Наук. Думка, 1990. – С. 146-147.
- 41 Шайнюк А. И. Петрография миоценовых отложений северо-восточной части Волыно-Подольской возвышенности: автореф. дис. на соиск. Учен. Степени канд. геол.-мин. наук / А. И. Шайнюк. – Львов, 1961. – 21 с.
- 42 Яцишин Андрій. Кореляція терас Дністра у межах Передкарпаття з основними стратиграфічними горизонтами лесово-грунтової серії Волино-Поділля / Андрій Яцишин // Сучасні проблеми і тенденції розвитку географічної науки: міжнар. конф. до 120-річчя географії у Львівському університеті 24-26 вересня 2003 р.- Львів: видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2003. – С. 285- 287.
- 43 Bogucki A. Historia badanczwartorzedu orzezby Naddiniestrzahalickiego: Studiageologica Polonica / A. Bogucki, M. Lanczont, A. Yacysyn. – Vol. 119. – Czesc III. – 2002. – PP. 27-32.
- 44 Czyzewski J. Z historij doliny Dniestry: Pr. Geogr / J. Czyzewski. – 1928. – z.10.- Lwow Warszawa. – S. 33-62.
- 45 Gajewski W. Szczatki florypier wotnej wjarze Dniestru: Ochrona Przyrody / W. Gajewski. – r.11. - Krakow, 1931. – S. 10-39.
- 46 Holowkiewich E. Las na Podolu / E. Holowkiewich. – Sylwan, Lwow, 1890. – 116 s.
- 47 Lomnicki A. Atlas Geologicny Galicyi / A. Lomnicki. – z. 18. 1905. – 332 s.
- 48 Romer E. Kilkaprzyczenkow do historij doliny Dniestry / E. Romer // Kosmos, t.XXXI. 1906. – S. 363-386.
- 49 Skarbyprzyro dyiichochrona (red. W. Szafer): wydawn. Panstw. Rady Ochr. Przyr, - Warszawa 1932. – 363 s.
- 50 Smolenskij J. O powstani upolnoc ncjkrawe dzipodolskiej I o rolimor fologicznejm lodszychruchow Podola / J. Smolenskij //Rospr. PAU A50.ser.III. – 1910. – JvblO. – S. 31-67.
- 51 Szafer W. Las I step nazachodniem Podolu / W. Szafer – Krakow, 1935. – 119 s.
- 52 Teisseyre H. Pro mlemymor fologiszne wschodniego Podkarpacia / H. Teisseyre // Spr. Polsk. Inst. Geol. Smolenskij J. Smolenskij J. – 1932-1933. – t.VII. – Warszawa. – S. 421-464.
- 53 Teisseyre W. Paleomorfologia podola (wiadomo sctymczasowa) / W. Teisseyre // Spraw. Komis. Fiziograf. – Krakov, -1894. – Jva 29. – S. 186- 191.
- 54 WierdakSz.: U wagio ochronie przyrody wpolud niowych Miodoborach / Sz. Wierdak // OchronaPrzyrody, r.10. – Krakow 1930. – PP. 116-120.

© Я. О. Адаменко,
О. М. Адаменко,
В. С. Скрипник,
Т. Ю. Федорчак

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ НАФТОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСУ

УДК 556.:504.4.054

Л. В. Плаксії

*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД В МІСЦЯХ ВПЛИВУ ОБ'ЄКТІВ НАФТОПРОВІДНОГО ТРАНСПОРТУ

Досліджено регіональну концентрацію об'єктів видобутку, переробки, зберігання та транспортування нафти та газу на території України, що призводить до значного техногенного навантаження на навколишнє природне середовище в окремих областях. Проведено аналіз методик екологічної оцінки якості поверхневих вод попередніх досліджень.

Ключові слова: екологічні дослідження, природне середовище, оцінка якості поверхневих вод, нафтопровідний транспорт.

Исследовано региональную концентрацию объектов добычи, переработки, хранения и транспортировки нефти и газа на территории Украины, что приводит к значительной техногенной нагрузке на окружающую среду в отдельных областях. Проведен анализ методик экологической оценки качества поверхностных вод предыдущих исследований.

Ключевые слова: экологические исследования, природная среда, оценка качества поверхностных вод, нефтепроводный транспорт.

The regional concentration of studied objects of extraction, processing, storage and transportation of oil and gas in Ukraine, leading to significant anthropogenic impact on the environment in some areas. The analysis methods of environmental assessment of surface water quality of previous studies.

Keywords: environmental studies, environment, quality assessment of surface water, pipeline transport.

Постановка проблеми. Завдяки системному аналізу сучасного екологічного стану басейнів річок України, а також організації управління охороною і використанням водних ресурсів, стало можливим окреслити коло найбільш актуальних проблем, які потребують розв'язання, а саме: наднормове антропогенне навантаження на водні об'єкти у процесі видобування та транспортування нафти і газу, що призвело до кризового зменшення можливостей річок самовідновлюватись та виснаження водноресурсного потенціалу; постійне забруднення водних об'єктів внаслідок неупорядкованого відведення стічних вод від населених пунктів, господарських об'єктів і сільськогосподарських угідь [1,2]. Основними забруднювачами поверхневих вод в межах діяльності нафтопровідного транспорту є мінеральні солі, феноли, нафта і нафтопродукти, синтетичні жирні кислоти. Відходи нафтогазової галузі утворюються в значних об'ємах і є досить різноманітними, значно відрізняються один від одного за своїм складом і фізико-хімічними властивостями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для оцінки і відвернення шкідливого антропогенного впливу на навколишнє природне середовище, зокрема на гідросферу, в Україні розроблені і впроваджуються дві універсальні системи: це система ОВНС (оцінка

впливу на навколишнє середовище) і система екологічного моніторингу. В цих системах однією з найголовніших є проблема оцінки якості поверхневих вод. Екологічна оцінка якості води виконується за „Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями”. Вона ґрунтується на аналізі величин показників якості вод, належних до всіх трьох блоків: за критеріями сольового складу, за трофосапробіологічними критеріями, за критеріями вмісту речовин токсичної і радіаційної дії [7]. Обов’язковою умовою для виконання екологічної оцінки якості поверхневих вод є дотримання офіційно виданих методик аналізу складу і властивостей води у відібраних пробах за багатьма показниками.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Екологічна оцінка якості поверхневих вод передбачає виконання наступних послідовних процедур: збір та обробка вихідних даних; визначення класів і категорій якості води за окремими показниками; проведення оцінки якості води за окремими показниками (вираженими в класах і категоріях), за окремими блоками з виділенням інтегральних значень класів і категорій якості води; визначення інтегральної оцінки якості води (з визначенням класу і категорії) для певного водного об’єкта в цілому чи його окремих ділянок за певний період спостережень.

Формулювання цілей дослідження. Метою екологічної оцінки якості поверхневих вод є упорядкування наявних матеріалів з вихідними даними, проведення екологічної оцінки стану водних об’єктів та розробка рекомендацій по застосуванню одержаних результатів досліджень в практичній діяльності природоохоронних організацій.

Основним завданням екологічної оцінки якості води в дослідженнях є формування якісних показників поверхневих водних ресурсів в конкретних природно-кліматичних умовах, вивчення динаміки накопичення забруднюючих речовин у водних об’єктах, дослідження екологічних параметрів стоку поверхневих вод, розробка конкретних заходів щодо покращення якості поверхневих вод.

Виклад основного матеріалу досліджень. Загалом в Україні втрати нафти і нафтопродуктів досягають понад 0,5 млн. тонн на рік і розподіляються за наступними категоріями (%): внаслідок випаровування – 5,0; під час перекачки по нафтопродуктопроводах – 34,0; під час зберігання – 26,0; під час буріння – 2,6; інші – 32,4, а втрати на НПЗ складають 40 % загальних втрат всього нафтогазового комплексу [3,4]. Головними технологічними процесами нафтогазового виробництва є буріння нафтогазових свердловин і свердловин різного призначення, нафтогазовидобуток, переробка нафти і газу, транспортування та зберігання вуглеводнів. Причиною забруднення поверхневих вод у процесі нафтогазовидобутку і транспортування в основному є аварії промислових і магістральних нафтогазопроводів, а також фільтрація нафти і стічних вод з нафтових і шламових амбарів [3,4].

Особлива роль нафтопродуктів у забрудненні природного середовища пов’язана з великою токсичністю складових її компонентів. Нафта і нафтопродукти в даний час є основними забруднювачами водойм і морів. Потрапляючи у водойми вони створюють різні форми забруднення: плаваючу на поверхні води плівку, розчинені або емульсовані у воді продукти, що осіли на дно. Додатковий збиток навколишньому середовищу завдають аварії на бурових установках і платформах, а також на магістральних газо- і нафтопроводах, які є найбільш типовими джерелами забруднення нафтою поверхневих вод. Основними причинами аварійних ситуацій є прорив трубопроводів через корозію (90,5%), технологічні та будівельні дефекти.

Для досягнення об’єктивності та достовірності оцінки екологічного стану водних об’єктів необхідно використовувати комплекс гідроморфологічних, біологічних, фізико-хімічних, хімічних та токсикологічних показників. Дослідження екологічного стану поверхневих вод вимагає наступну послідовність дій [5,6,7]:

- визначення екорегіону та типу водного об'єкта згідно з Водною Рамковою Директивою ЄС 2000/60/ЄС, де розрізняють так типи водойм: ріка, озеро, прибережні, перехідні води, трансформовані або штучно створені водні об'єкти;

- оцінка специфіки походження поверхневих вод на основі систем типізації водних об'єктів;

- виокремлення основних типів біотопів у водному об'єкті;

- аналіз зміни гідроморфологічних показників, характерних для водного об'єкта чи його частини (згідно з Водною Рамковою Директивою ЄС 2000/60/ЄС та стандартом EN 14614:2004/OP);

- дослідження фонових умов та еталонного стану біотичних компонентів водного об'єкта (згідно з Водною Рамковою Директивою ЄС 2000/60/ЄС та іншими керівними документами ЄС у цій галузі);

- порівняння значень отриманих показників якості поверхневих вод з відповідними параметрами в еталонних умовах та значеннями, які наведені в класифікації.

У якості досліджуваної території обрано річки басейну Дніпра, а саме річка Удай та його допливи Лисогір, Галка, Вара, Перевід, Смош. Головною водною артерією досліджуваної території є р. Удай (195 км) з притоками р. Лисогір (61 км), р. Галка (30 км), р. Варва (23 км), р. Перевід (65 км), р. Смош (19 км).

Річка Удай в межах Чернігівської області протікає через територію Варвинського, Ічнянського, Прилуцького і Срібнянського районів, є правою притокою р. Сули (бас. Дніпра). Довжина річки 195 км, площа басейну 7030 км², бере початок поблизу с. Рожнівки Ічнянського району. На її берегах розміщені м. Прилуки, смт. Варва, с. Антонівка Варвинського району та ін. Має звивисте русло, заплава річки подекуди заболочена. Ресурси ріки використовують для технічного і побутового водопостачання.

Основними техногенними процесами трансформації природного гідрохімічного фону досліджуваної території є надходження хімічних елементів в складі промислових і комунальних стічних вод, поверхневого змиву забруднювачів, повітряних викидів (рис. 1).

Висновки за результатами дослідження. Виходячи з вище сказаного, можна констатувати, що проведення таких досліджень дозволяє оцінити екологічний стан водних об'єктів, виявити основні водогосподарсько-екологічні проблеми, визначати основні напрямки природокористування у басейнах річок, розробляти карти по оцінці якості поверхневих вод регіону та обґрунтувати систему рекомендацій, спрямованих на покращення екологічного стану водних об'єктів.

За даними досліджень основними забруднювачами поверхневих вод є звалища твердих відходів в м. Прилуки, смт. Варва, Срібне, Гнідинцівський НГП завод, Линовицький цукрокомбінат, поля фільтрації райВУЖКГ, біоствок КП "Комунальник", очисні споруди смт. Варва,.

Було відібрано 36 проб поверхневої води, проведено дослідження по 8 показникам, а саме As, Hg, Pb, Cd, Cu, Sr, феноли, нафтопродукти.

Проаналізувавши дані гідрохімічних вимірювань показників якості поверхневих вод річок можна зробити наступні висновки:

- 1) найпоширенішими забруднюючими речовинами є свинець, кадмій, мідь, нафтопродукти, феноли;

- 2) забруднення фенолами є одним з найбільш поширених забруднень, що надходять у поверхневі води зі стоками підприємств. Скидання фенольних вод у водойми і водотоки різко погіршує їх загальний санітарний стан, впливаючи на живі організми не тільки своєю токсичністю, але і значною зміною режиму біогенних елементів і розчинених газів (кисню, вуглекислого газу). Процес самоочищення водоймищ від фенолу протікає відносно повільно і його сліди можуть зустрічатися на великих відстанях, тому до скидання феноловмісні стоки піддаються достатньому очищенню;

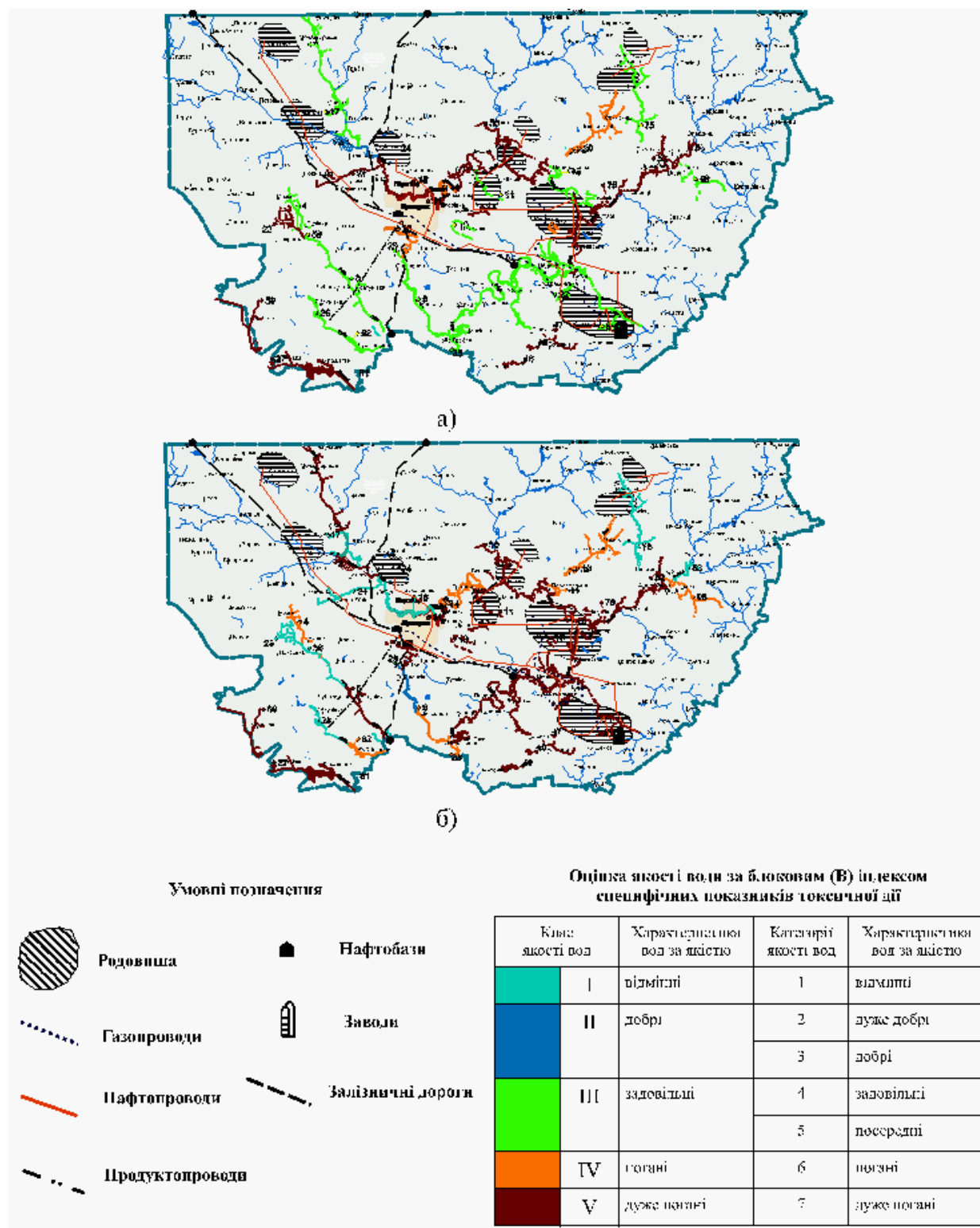


Рис. 1. Оцінка якості води за блоковим (В) індексом специфічних показників токсичної дії: а) Си; б) фенолів

3) перевищення міді, свинцю та кадмію у водах річок відбувається внаслідок їхнього вимивання з кристалічних порід та проходженням річкових водних об'єктів по заболоченій місцевості. Зовнішні джерела біогенних речовин надходять у водойми з річковим стоком, атмосферними опадами, промисловими, господарсько-побутовими і сільськогосподарськими стічними водами. Особливе місце займає виробнича діяльність людини;

4) забруднення нафтопродуктами пов'язане з об'єктами нафтопродукто забезпечення, тобто всі споруди, що пов'язані з видобуванням, зберіганням та очищенням нафти і стоків, переробкою нафти, транспортуванням нафти і нафтопродуктів та їх споживанням, транспортом, а також із забрудненими атмосферними опадами. Дані наведені на рисунку 1 свідчать, що основна частина забруднень припадає на транспортування нафти. Звичайні танкерні операції (завантаження баласту, звільнення від баласту, завантаження та розвантаження нафти), а не аварії, супроводжуються великими втратами нафти;

5) кисневий режим впродовж року був задовільним.

Література

1 Істомін О. М. Проблеми і перспективи підготування нафтогазових ресурсів в Україні. Проблеми нафтогазового комплексу України 1993-2002 / О. М. Істомін. – Львів: УНГА, 2002. – С. 14– 20.

2 Яковлев Є. О. Питання еколого-геологічної безпеки експлуатації магістральних нафтогазопроводів/В. О. Сляднєв//Матеріали науково-практичної конференції “Екологічні проблеми нафтогазового комплексу”. –К: НППЦ “Екологія Наука Техніка”, 2007. – С. 15-18.

3 Панов Г. Е. Охрана окружающей среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности / Г. Е. Панов, Л. Ф. Петряшин, Г. Н. Лысяный. – М.: Недра, 1986. – 244с.

4 Максимов В. Г. Аналіз системних втрат нафтопродуктів на підприємствах нафтогазового комплексу України / С. А. Диняк, О. В. Диняк // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2004. – № 5. – С. 41-44.

5 ГОСТ СССР 17.1.1.01-77. Использование и охрана вод. Основные термины и определения. – М.: Госстандарт, 1977. – 12 с.

6 КНД 211.1.4.010-94. Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. Методика. – К.: Мінекобезпеки України, 1994. – 27 с.

7 Методика картографування екологічного стану поверхневих вод України за якістю води / Л. Г. Руденко, В. П. Разов, В. М. Жукинський та ін.– К.: СИМВОЛ, 1998. – 48 с.

© Л. В Плаксії

ЕКОЛОГІЯ АТМОСФЕРИ

УДК 504.34

*Н. О. Зоріна, К. О. Радловська, С. В. Полянський
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В МЕЖАХ ВПЛИВУ ТЗОВ ПРОМИСЛОВО-ВИРОБНИЧОГО ПІДПРИЄМСТВА «УКРЛІСЕКСПОРТ»

Проаналізовані відомості щодо виду та обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами, а також вміст радіоактивних речовин у продукції ТЗОВ промислово-виробничого підприємства «Укрлісекспорт», м. Рогатин.

Ключові слова: міська екосистема, забруднення, атмосферне повітря, оцінка екологічного стану.

Проанализированы сведения о видах и объемах выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками, а также содержание радиоактивных веществ в продукции ООО промышленно-производственного предприятия «Укрлісекспорт», г. Рогатын.

Ключевые слова: городская экосистема, загрязнение, атмосферный воздух, оценка экологического состояния.

The article deals with the problem of analyzing the data on the type and amounts of pollutants in the atmosphere from stationary sources and the content of radioactive substances in the production of industrial ltd company «Ukrliksport», m. Rohatyn.

Keywords: urban ecosystem, pollution, air assessment of the ecological state.

Актуальність проблеми. Підприємства лісопромислового комплексу (ЛПК) охоплюють усі виробничі процеси від вирощування лісу до кінцевої переробки деревини та її відходів. Основним продуктом лісової та лісозаготівельної промисловості є деревина, яка отримується в процесі лісоповалу, трелювання, вивезення з лісосік, складування на нижніх складах та вивезення до пунктів подальшої переробки.

Актуальним є питання регламентації використання продукції лісового господарства, що викликано необхідністю забезпечення випуску продукції, радіоактивне забруднення якої не перевищувало б тимчасово допустимі рівні вмісту радіонуклідів.

Значна частина радіоактивних речовин при випаданні з атмосфери на дерева, у лісі затримується переважно в кронах, осідаючи на листі, хвої, гілках і стовбурах дерев, і лише невелика частина осідає на трав'яний покрив та поверхню лісової підстилки. Безпосередньо після випадання радіоактивної речовини починається її вертикальна й горизонтальна міграція під дією природних чинників. На першому етапі важливим фактором міграції є метеорологічні фактори – атмосферні опади і вітер. Атмосферні опади промиваючи крони дерев, переміщують радіонукліди з верхніх частин крон у нижні, а потім і під покрив лісу. Вітер, видувачи тонко дисперсну фракцію радіоактивної речовини, переносить її з крон одних дерев на інші. Ліси можуть стати одним із джерел додаткового забруднення навколишньої місцевості, якщо рівні їхнього забруднення значно перевищують щільність забруднення суміжних безлісних земель.

Технологічні процеси на підприємствах деревообробної промисловості пов'язані з виділенням в атмосферу шкідливих речовин: пилу, пари розчинників і розріджувачів, формальдегіду, оксиду вуглецю, оксидів азоту, аміаку, деревних відходів. До основних джерел забруднення атмосферного повітря на деревообробних підприємствах належать: опоряджувальні, клеїльно-личкувальні, фанерні та сушильні цехи, а також цехи механічної обробки деревини з виробництва деревостружкових плит (ДСП), деревоволокнистих плит (ДВП), деревшаруватих пластиків (ДШП), клеєної фанери, деревної муки, котельні, автотранспортні засоби тощо.

На лісопильній та деревообробній промисловостях ЛПК під час одержання та обробки пиломатеріалів в атмосферне повітря надходить значна кількість деревного пилу. Потрапляючи в легені людей, деревний пил негативно впливає на стан їх здоров'я.

Історія досліджень. Результати досліджень підтвердили, що запиленість атмосферного повітря багатьох деревообробних підприємств значно перевищує допустимі концентрації, внаслідок недосконалості конструкції технологічного обладнання, циклонів, відсутності пиловловлювачів і фільтрів у системах вентиляції тощо. Найбільшими забруднювачами атмосфери є виробництво деревостружкових і деревоволокнистих плит, шаруватих пластиків опоряджувальних цехів меблевих виробництв. У пресових відділеннях цехів ДСП застосовують синтетичні смоли з різним вмістом вільного формальдегіду (0,3-0,4%). Під час виробництва декоративних плівок на основі паперу вміст формальдегіду в смолі становить 0,3-1,2 %, при опорядженні деревини в атмосферу виділяються пари стиrolу, ацетону, ксилолу, бензолу, бутилацетату, етилацетату тощо. Деревообробні виробництва є джерелами забруднення аспіраційними викидами деревного та лакового пилу.

Проблеми міграції в лісових біоценозах розглянуті у роботах Р. М. Алексахіна, Ф. А. Тихомирова [1], а також В. П. Краснова, О. О. Орлова, В. О. Бузун, що вивчали питання пов'язане з забрудненням лісу радіонуклідами [3]. Проблеми розвитку лісопромислового комплексу визначені у роботі Ю. Медведєва [4].

Основні напрями розвитку лісогосподарського комплексу України досліджував О. І. Фурдичко [5].

Проведення широких радіоекологічних досліджень в лісових екосистемах стало можливим завдяки особливій увазі з боку держави [2]. Законодавчими актами передбачено здійснення радіаційного контролю заготівлі, переробки, реалізації деревини та продукції з неї. Загальні положення викладені у наступних документах: Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення»; Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»; Закон України «Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання»; Постанова Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.97 № 62 «Про введення в дію Державних гігієнічних нормативів «Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)».

Об'єкт дослідження – ТзОВ промислово-виробниче підприємство «Укрлісекспорт»

Мета досліджень. Уся деревина та продукція із деревини повинні проходити контроль і супроводжуватися протоколом дослідження. Метою роботи було оцінити сучасний стан забруднення території (в межах впливу ТзОВ промислово-виробничого підприємства «Укрлісекспорт»), на основі результатів досліджень стану атмосферного повітря та вмісту радіоактивних речовин у продукції

Виклад основного матеріалу. Товариство з обмеженою відповідальністю промислово- виробниче підприємство «Укрлісекспорт» розміщене в місті Рогатині Івано-Франківської області. Територія підприємства займає 4,44 га. Перелік видів продукції, що випускається на об'єкті наведена у таблиці 1.

Основні джерела забруднення атмосферного повітря підприємства «Укрлісекспорт» міста Рогатин – це промплощадка, технологічні процеси основних виробництв та допоміжних дільниць, а також енергетичне обладнання котельні.

Таблиця 1

Продукція (готова продукція та напівфабрикати, які відпускає підприємство споживачам)

№№ п/п	Вид продукції	Річний випуск
1	Тепло	5 500 Гкал/р
2	Пиломатеріали обрізні дубові (ламель)	200000 м ² /рік
3	Пиломатеріали обрізні хвойні	300 м ³ /рік
4	Фриза дубова	200м ³ /р

Діяльність ТзОВ промислово-виробничого підприємства «Укрлісекспорт» в м. Рогатин спричиняє забруднення атмосфери твердими частками та газоподібними домішками. В атмосферне повітря викидаються: заліза оксид, марганець та його з'єднання, азоту диоксид, вуглецю оксид, суспендовані частинки. Рівень забруднення повітря визначається не тільки обсягами викидів, а й їхніми технологічними параметрами (висота джерела викидів, температура газів на виході) та умовами їх розсіювання в атмосфері. Залежно від обсягу й температури газів приземна концентрація домішок змінюється у 4-6 разів, а залежно від висоти труб – у 15-40 разів. Найбільші концентрації шкідливих речовин фіксуються, як правило, на відстані 10-20 м від висоти труби.

Завислі речовини й гази, що надходять в атмосферу, захоплюються турбулентними потоками повітря, розбавляються і розсіюються. Самоочищення відбувається також внаслідок гравітаційного осідання аерозолей на поверхню землі, вимивання домішок (пилу, газу) атмосферними опадами, поглинання їх у зоні контакту з водною та ґрунтовою поверхнями. При цьому, забруднюючі речовини потрапляють у поверхневі води і ґрунт та накопичуються в них через трофічні зв'язки у живих організмах.

Інтенсивність розсіювання домішок залежить також від швидкості вітру та температурної стратифікації атмосфери. Найвищі концентрації у приземному шарі фіксуються при деякій «небезпечній» швидкості вітру. Для потужних ТЕС вона становить 5-7 м/с, для хімічних виробництв – 1-2 м/с. Найвищі концентрації створюються з підвітряного боку від джерел викидів. Шари атмосфери, у яких температура повітря зростає з висотою (так звана інверсія), перешкоджають надходженню домішок у її нижній, приземний шар і забезпечують розсіювання викидів у вищих шарах атмосфери. Відсутність необхідного обладнання й ефективних технологій гальмує вирішення проблеми уловлювання та утилізації шкідливих речовин.

Методика проведення досліджень. Контроль за станом атмосферного повітря, внаслідок забруднення викидами, від ТзОВ промислово-виробничого підприємства «Укрлісекспорт» міста Рогатин проводився Головним управлінням Держсанепідслужби в Івано-Франківській області в межах санітарно-захисної зони, яка відповідно до ДСП 173-96 становить 100 м (табл. 2).

Був розроблений ескіз місцевості з вказівкою джерела забруднення і точок відбору проб повітря (рис. 1).

Розрахунок розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі проводився за програмою ЕОЛ-плюс. В атмосферне повітря викидається: оксид вуглецю, вуглецю диоксид, метан, залізо та його сполуки, манган та його сполуки, речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (мікрочастинки, волокна), оксиди азоту.

В таблиці 3 надається опис метеорологічних умов та географічна прив'язка. Таблиця 4 характеризує географічну прив'язку. В таблиці 5 описуються джерела викиду шкідливих речовин. Характеристика складу викиду джерела наведена у таблиці 6. В таблиці 7 наведено опис шкідливих речовин. Опис клас сумарних шкідливих речовин представлено у таблиці 8. В таблиці 9 наводяться дані про розподіл фонових концентрацій (U – швидкість вітру м/с).

Таблиця 2

Дослідження атмосферного повітря в межах санітарно-захисної зони

Від проби	Разова
Умови транспортування	автотранспорт
Методи консервації	не консервувались
Засоби вимірювання, які застосовують при відборі	- пробовідбірник «Тайфун № 0267»; - «Аквілон-1 №0169», - психрометр МВ-4М №12804; - барометр-анероїд БАММ-1 №7681; - КФК-2 №8608220; - секундомір №8721; - термоанемометр testo405-6V1;
Характеристика району проведення досліджень	межа СЗЗ: - СЗЗ 100 м – східний напрямок - СЗЗ 100 м – західний напрямок - СЗЗ 100 м – східно-західний напрямок
Характеристика поверхні місцевості	твердий ґрунт
Відстань від джерела забруднення	100 м
Форма факелу	Немає

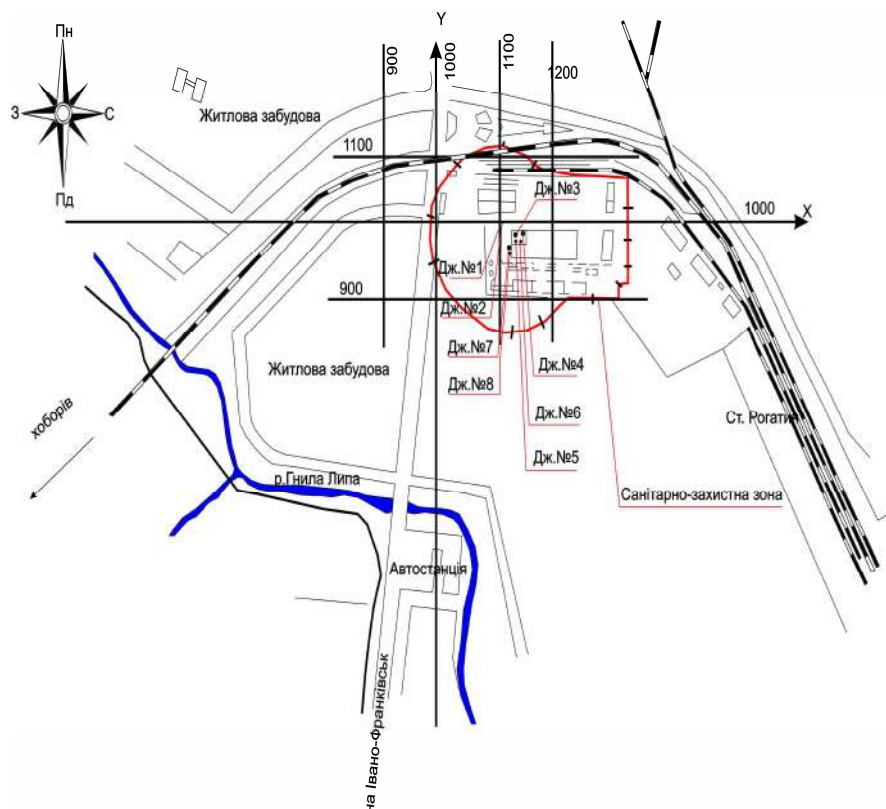


Рис. 1. Схема розташування джерела забруднення і точок відбору проб повітря на території ТзОВ промислово-виробничого підприємства «Укрлісекспорт»

Були виконані розрахунки за програмою Еол-Плюс, версія 5.23 (рис. 1-6). Результати розрахунку приземних концентрацій забруднюючих речовин у вигляді карт розсіювання з ізолініями приземних концентрацій наведені на рисунках 2-6.

Таблиця 3

Опис метеорологічних умов та географічна прив'язка

Код міста	Найменування міста	Середня температура повітря		Гранична швидкість вітру, м/с	Регіональний коеф. Страт. Атмосфери	Кут між північним напрямком і віссю ОХ, град.	Площа міста, км ²	Необхідний рівень конц. в точці (у частках ГДК)
		Найжаркішого місяця, °С	Найхолоднішого місяця, °С					
1	Рогатин	17.4	-4.9	10	200	90	0	0.1

Таблиця 4

Опис промайданчиків (географічна прив'язка)

Код міста	Код промайданчика	Найменування промайданчика	Прив'язка до основної системи координат		
			Х почат.,м	У почат.,м	Кут повороту, град.
1	11	ТЗОВ ПВП «Укрлісекспорт»	1125	960	

Таблиця 5

Опис джерел викиду шкідливих речовин

Код джерела	Найменування джерела	Код моделі або кут між віссю ОХ і довжиною площадного джерела	Коеф. Рельєфу	Координ. точкового або початку лінійного джерела або центру симетрії площадного		Координ. кінця лінійного або довжина та ширина площадного чи точкового з прямом. гирлом		Висота джерела, м	Діаметр точкового або площадного 2-го типу чи швидкість виходу ПГВС(Wo) для лінійного	Витрата ПГВС	Температура ПГВС, °С	Клас безпеки
				X1, м	Y1, м	X2, м	Y2, м					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Труба димова	444	1	1105	995			15	0,4	0.7	238.5	4
2	Труба димова	444	1	1107	994			30	0,65	0.76	220.3	4
3	Труба циклона	444	1	1150	988			12	0,35	0.64	19.3	4
4	Труба циклона	444	1	1155	988			12	0,35	0.72	21	4
5	Труба циклона	444	1	1150	985			12	0,35	0.73	18.9	4
6	Труба циклона	444	1	1155	985			12	0,35	0.64	19.6	4
7	н/в зварка	0	1	1148	945	20	10	5			20	4
8	н/в заточка	0	1	1149	940	20	10	5			20	4

Таблиця 6

Характеристика складу викиду джерела

Код джерела	Код речовини	Коефіцієнт осідання речовини	Максимальний викид (г/с) при швидкостях вітру (м/с)										
			0,5	1,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	
1	301	1	0,13900										
1	337	1	0,12800										
1	2902	1	0,07600										
2	301	1	0,16500										
2	337	1	0,14400										
2	2902	1	0,07800										
3	2902	1	0,02919										
4	2902	1	0,02080										
5	2902	1	0,02701										
6	2902	1	0,03063										
7	123	1	0,03000										
7	143	1	0,00014										
8	2902	1	0,08640										

Таблиця 7

Опис шкідливих речовин

Код речовини	Найменування речовини	ГДК	Коефіцієнт осідання
123	Заліза оксид**(в перерахунку на залізо)	0.40	1
143	Марганець та його з'єднання (в перерахунку на диоксид марганцю)	0.01	1
301	Азоту диоксид	0.20	1
337	Вуглецю оксид	5,00	1
2902	Суспендовані частинки, недиференційовані за складом	0.50	1

Таблиця 8

Опис груп сумарних шкідливих речовин

Код групи	Речовини що складають групи сумарних (коди)										Коефіцієнт потенц.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
відсутні											

Таблиця 9

Опис розподілу фонових концентрацій (U – швидкість вітру м/с)

Код міста	Код речовини	Завдання фону	Коорд. посту спостереження		Конц. (у частках ГДК) при U<=2	Концентрація (у частках ГДК) при 2<U<U* по напрямкам							
			X, м	Y, м		Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
1	123	а			0.4								
1	143	а			0.4								
1	301	а			0.4								
1	337	а			0.4								
1	2902	а			0.4								

Таблиця 10

**Розрахунок виконано програмою Еол-Плюс, версія 5.23. Речовина 337
(Вуглецю оксид)**

Розрахунковий майданчик 11. Розрахункові концентрації у заданих точках

Коорд.Х,м	Коорд.У, м	Концентрація в точці, мг/м ³	Концентрація в точці, часток ГДК	Напрямок вітру, град.	Швид. вітру, м/с	Код джерела	Внесок, %	Код джерела	Внесок, %	Код джерела	Внесок, %	Код джерела	Внесок, %	Код джерела	Внесок, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
625	1460	0.011	0.40	130	2.00	1	60.45	2	39.55	0	0	0	0	0	0
675	1460	0.012	0.40	140	2.00	1	61.10	2	38.90	0	0	0	0	0	0
725	1460	0.013	0.40	140	2.00	1	61.57	2	38.43	0	0	0	0	0	0
775	1460	0.013	0.40	140	1.50	1	59.56	2	40.44	0	0	0	0	0	0
825	1460	0.015	0.40	150	2.00	1	62.69	2	37.31	0	0	0	0	0	0
875	1460	0.015	0.40	150	2.00	1	63.01	2	36.99	0	0	0	0	0	0
925	1460	0.016	0.40	160	2.00	1	63.61	2	36.39	0	0	0	0	0	0
975	1460	0.016	0.40	160	1.50	1	61.18	2	38.82	0	0	0	0	0	0
1025	1460	0.018	0.40	170	2.00	1	64.12	2	35.88	0	0	0	0	0	0
1075	1460	0.017	0.40	180	1.50	1	61.90	2	38.10	0	0	0	0	0	0
1125	1460	0.017	0.40	180	2.00	1	64.10	2	35.90	0	0	0	0	0	0
1175	1460	0.017	0.40	190	2.00	1	64.25	2	35.75	0	0	0	0	0	0
1225	1460	0.016	0.40	190	1.50	1	61.13	2	38.87	0	0	0	0	0	0
1275	1460	0.017	0.40	200	2.00	1	63.58	2	36.42	0	0	0	0	0	0
1325	1460	0.014	0.40	210	1.50	1	60.89	2	39.11	0	0	0	0	0	0
1375	1460	0.015	0.40	210	2.00	1	62.68	2	37.32	0	0	0	0	0	0
1425	1460	0.013	0.40	210	2.00	1	61.91	2	38.09	0	0	0	0	0	0
1475	1460	0.013	0.40	220	2.00	1	61.70	2	38.30	0	0	0	0	0	0
1525	1460	0.012	0.40	220	2.00	1	60.94	2	39.06	0	0	0	0	0	0
1575	1460	0.010	0.40	230	2.00	1	60.77	2	39.23	0	0	0	0	0	0
1625	1460	0.011	0.40	230	2.00	1	60.05	2	39.95	0	0	0	0	0	0
625	1410	0.012	0.40	130	2.00	1	61.01	2	38.99	0	0	0	0	0	0
675	1410	0.012	0.40	130	2.00	1	61.60	2	38.40	0	0	0	0	0	0
725	1410	0.014	0.40	140	2.00	1	62.34	2	37.66	0	0	0	0	0	0
775	1410	0.015	0.40	140	2.00	1	62.87	2	37.13	0	0	0	0	0	0
825	1410	0.015	0.40	150	1.50	1	61.10	2	38.90	0	0	0	0	0	0
875	1410	0.017	0.40	150	2.00	1	64.05	2	35.95	0	0	0	0	0	0
925	1410	0.017	0.40	160	1.50	1	62.17	2	37.83	0	0	0	0	0	0
975	1410	0.018	0.40	160	1.50	1	62.32	2	37.68	0	0	0	0	0	0
1025	1410	0.020	0.40	170	2.00	1	65.34	2	34.66	0	0	0	0	0	0
1075	1410	0.018	0.40	180	1.50	1	63.13	2	36.87	0	0	0	0	0	0
1125	1410	0.019	0.40	180	1.50	1	62.73	2	37.27	0	0	0	0	0	0
1175	1410	0.020	0.40	190	2.00	1	65.34	2	34.66	0	0	0	0	0	0

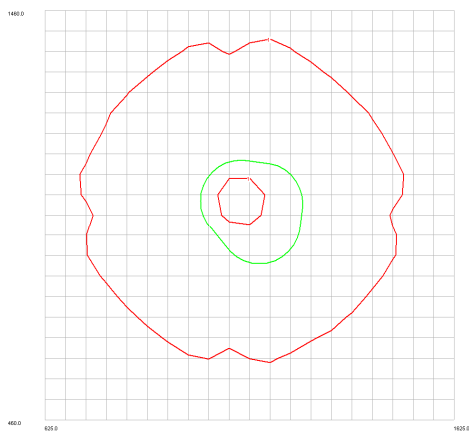


Рис. 2. Розрахунок розсіювання вуглецю оксиду на межі СЗЗ

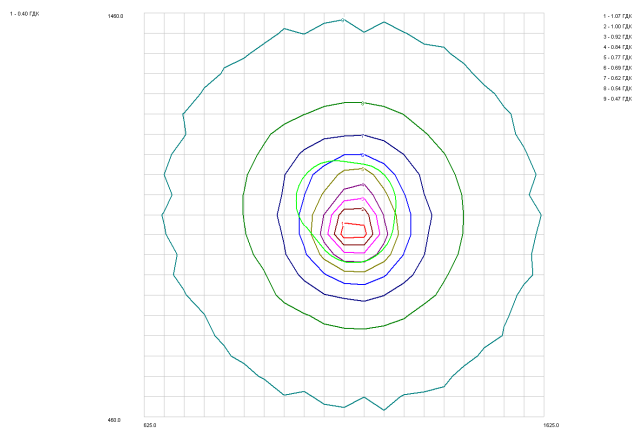


Рис. 3. Розрахунок розсіювання суспендованих частинок, не диференційованих за складом на межі СЗЗ

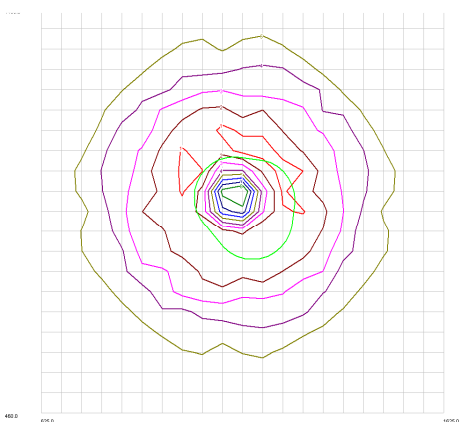


Рис. 4. Розрахунок розсіювання азоту диоксиду на межі СЗЗ

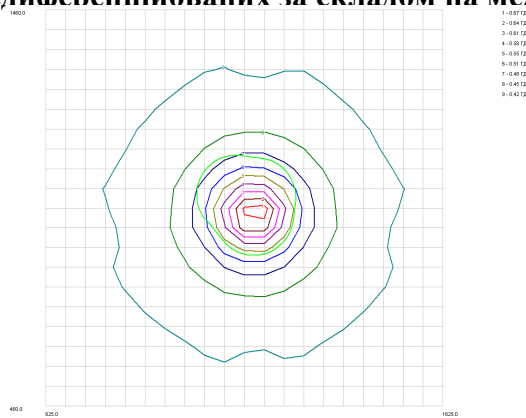


Рис. 5. Розрахунок розсіювання заліза оксиду на межі СЗЗ

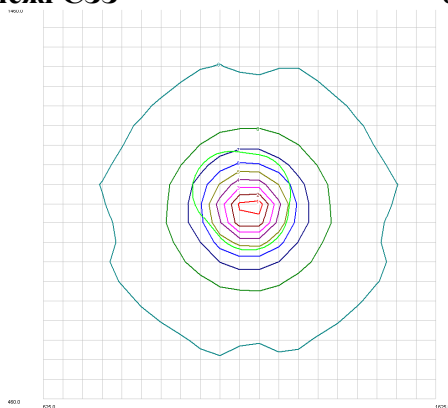


Рис. 6. Розрахунок розсіювання марганцю та його з'єднань на межі СЗЗ

Аналіз результатів розрахунків показує, що очікувані максимальні приземні концентрації шкідливих речовин з врахуванням фоновго забруднення на границі СЗЗ складатимуть для:

- оксидів азоту – 0,28 частки ГДК;
- оксид вуглецю – 0,084 частки ГДК;
- речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (мікрочастинки, волокна) – 0,61 частки ГДК;
- заліза оксид – 0,41 частки ГДК;

- марганцю – 0,42 частки ГДК.

Результати розрахунку розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі показали, що максимальні приземні концентрації з врахуванням фонових забруднень атмосфери не будуть перевищувати ГДК на кордоні СЗЗ та в житловій забудові.

Вміст радіоактивних речовин у продукції ТзОВ промислово-виробничого підприємства «Укрлісекспорт». Проведення широких радіоекологічних досліджень в лісових екосистемах стало можливим завдяки особливій увазі з боку держави.

Глобальність наслідків Чорнобильської катастрофи, яка призвела до радіоактивного забруднення великих територій, робить актуальною проблему оцінки доз опромінювання населення, що піддалося дії іонізуючої радіації. Актуальність проблеми також зумовлена наявністю експлуатованих АЕС і сховищ радіоактивних речовин, широким використанням джерел іонізуючого випромінювання (ДІВ) у промисловості, медицині та інших галузях, які є джерелами потенційного аварійного іонізуючого опромінення персоналу і населення.

Програма дозиметричного контролю охоплює:

- види, обсяг і періодичність контролю;
 - перелік необхідних радіометричних і дозиметричних приладів, допоміжного обладнання, а також технічних вимог та інструкцій з їх експлуатації;
 - розміщення обладнання стаціонарного і періодичного контролю;
 - об'єкти контролю, в тому числі приміщення, в яких повинен здійснюватися контроль, а також об'єкти зовнішнього середовища в межах СЗЗ;
 - параметри, що контролюються;
 - контрольні та допустимі рівні (спеціальні допустимі рівні) параметрів, що контролюються;
 - затверджені інструктивно-методичні документи, на основі яких здійснюється контроль;
 - порядок обліку та планування доз;
 - встановлені форми звітності з зазначенням порядку надання звітів
- Держсанепідемслужбі МОЗ України;
- програму поточного дозиметричного контролю;
 - програму спеціального дозиметричного контролю;
 - програму операційного дозиметричного контролю;
 - програму аварійного дозиметричного контролю;
 - систему забезпечення якості під час здійснення дозиметричного контролю (згідно з ДСТУ ISO 9000 – ДСТУ ISO 9004).

Що стосується моніторингового спостереження, то без нього неможливе прогнозування радіоактивного забруднення продукції лісового господарства, неможлива реабілітація лісгосподарського виробництва на територіях, виведених з господарського обігу, неможливе планування ведення лісового господарства. Лісові екосистеми є критичними ландшафтами з точки зору надходження радіоактивних елементів по трофічним ланцюгам до людини і тому потребують особливої уваги радіоекологів.

Головним управлінням Держсанепідемслужби в Івано-Франківській області проведено дослідження на вміст радіоактивних речовин у продукції ТзОВ промислово-виробничого підприємства «Укрлісекспорт», а саме у дровах паливних та пиломатеріалах обрізних на вміст Cs-137, Sr -90. Обсяг партії продукції господарського призначення (дрова паливні) складав 1680 м³, пиломатеріалів обрізних – 174 тис. м³.

Метод досліджень: вимірювання питомої активності радіонуклідів Cs-137 та Sr -90 методами гама-, бета спектрометрії.

Прилади вимірювальної техніки: спектрометр енергії гамма, бета-випромінювань СЕГ-Б-001 «АКП-С» (БДЕГ-63). У таблицях 11, 12 наведені результати вимірювань у пиломатеріалах обрізних та дровах паливних.

Таблиця 11

Результати вимірювань

№ проби	Назва продукції	Виміряна питома активність Cs-137, Бк/кг	Норма вмісту Cs-137, Бк/кг	Виміряна питома активність Sr-90, Бк/кг	Норма вмісту Sr-90, Бк/кг
153	Пиломатеріали обрізні	< 11,3 +/- 4,5	740	н/вимір	н/н
154	Пиломатеріали обрізні	< 8,6 +/-3,4	740	н/вимір	н/н

Таблиця 12

Результати вимірювань

№ проби	Назва продукції	Виміряна питома активність Cs-137, Бк/кг	Норма вмісту Cs-137, Бк/кг	Виміряна питома активність Sr-90, Бк/кг	Норма вмісту Sr-90, Бк/кг
155	Дрова паливні	< 25,9 +/-10	600	< 18,6 +/-7,1	60
156	Дрова паливні	< 25,4 +/-11	600	< 19,2 +/-7,5	60

Досліджені зразки пиломатеріалів обрізних № 153, 154 за вмістом радіонуклідів штучного походження не перевищує допустимий рівень «Державних гігієнічних нормативів питомої активності радіонуклідів Cs-137 та Sr-90 в деревині та продукції з деревини ГН 6.6.1-120-2005».

Досліджені зразки продукції господарського призначення (дрова паливні) № 155, 156 за вмістом радіонуклідів штучного походження не перевищують допустимий рівень «Державних гігієнічних нормативів питомої активності радіонуклідів Cs-137 та Sr-90 деревині та продукції з деревини ГН 6.6.1-120-2005».

Висновки. На сьогодні проблемами розвитку галузі залишаються потреба подальшої модернізації виробництва з метою повної переробки деревини, зменшення обсягів забруднення довкілля. Важливими напрямками підвищення ефективності діяльності галузі є також раціональне використання власних лісових ресурсів, розширення сировинної бази.

Після проведених досліджень запропоновані рекомендації щодо використання продукції, а саме реалізація за радіаційними показниками без обмежень.

Велике значення будуть мати наступні заходи в області лісового господарства:

- розробити наукові основи реабілітації лісів;
- розібрати довготривалу концепцію комплексного ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення;
- вивчити санітарно-гігієнічні умови праці при проведенні лісгосподарських робіт;
- вивчити можливості використання ГІС-технологій при проектуванні лісгосподарських заходів з урахуванням радіаційного фактору, моделювання міграції радіонуклідів в лісових екосистемах і прогнозування радіоактивного забруднення продукції лісового господарства;
- продовжити вивчення міграції основних техногенних радіонуклідів в компонентах лісових екосистем і накопичення їх в продукції лісового господарства на обмеженому числі найбільш типових стаціонарів.

Це дозволить отримати суттєві результати, що в свою чергу, забезпечить на перспективу дієвий супровід ведення лісового господарства.

Література

- 1 Алексахин Р. М. Миграция радионуклидов в лесных биоценозах / Р. М. Алексахин, Ф. А. Тихомиров. М.: Наука, 1987. – С. 19-27.
- 2 Дяченко Я. Державне регулювання лісового господарства в економічній системі відтворення природних ресурсів // Економіка України. – 1997. – № 9. – С. 68-73.
- 3 Краснов В.П. Прикладна радіоекологія лісу / В.П. Краснов, О.О. Орлов, В.О. Бузун. – Житомир: «Полісся», 2007.– 680 с.
- 4 Медведев Ю. Проблеми розвитку лісопромислового комплексу: пріоритети, структура, ефективність / Ю. Медведев // Економіка України. – 1999. – № 1. – С. 13-19.
- 5 Фурдичко О. І. Основні напрями розвитку лісогосподарського комплексу України / О. І. Фурдичко // Вісник аграрної науки. – 2001. – № 10. – С. 68-71.

© Н. О. Зоріна,
К. О. Радловська,
С. В. Полянський

ЕКОЛОГІЯ ПЕДОСФЕРИ

УДК 631.4:669 622.276 :504:332.64: 691.4:622.223.74

Т. Б. Качала*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

МОНІТОРИНГ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ ВИСНАЖЕНИХ НАФТОГАЗОВИХ РОДОВИЩ

Розглянуто результати розробки нового методу екологічного моніторингу ґрунтового покриття виснажених нафтогазових родовищ. Розроблений метод дозволяє отримати адекватну інформацію про досліджувану територію. Важливу роль у новій схемі моніторингу закладено у методі розміщення точок для відбору проб ґрунтового покриття, переваги якого полягають у гнучкості системи відносно території, яка розглядається та різномасштабністю власне дослідження, яке не обов'язково залежить від розмірів ділянки. Запропоновані схеми вносять новий погляд на розвиток моніторингу ґрунтового покриття, який потрапив під важкий антропогенний вплив гірничо-видобувної діяльності. Розглянуті схеми дозволяють розробити нові методи рекультиваци ґрунтового покриття, який знаходиться на територіях виснажених нафтогазових родовищ та забруднюється вуглеводнями та відходами буріння.

Ключеві слова: методи моніторингу, нафтопродукти, ґрунт, експерт, забруднення, деградація, екологічна безпека, родовище, вуглеводні.

Рассмотрены результаты разработки нового метода экологического мониторинга почвенного покрова истощенных нефтегазовых месторождений. Разработанный метод позволяет получить адекватную информацию об исследуемой территории. Важную роль в новой схеме мониторинга заложено в методе размещения точек для отбора проб почвенного покрова, преимущества которого заключаются в гибкости системы относительно рассматриваемой территории и разномасштабности самого исследования, которое не обязательно зависит от размеров участка. Предложенные схемы вносят новый взгляд на развитие мониторинга почвенного покрова, который попал под тяжелое антропогенное воздействие горнодобывающей деятельности. Рассмотрены схемы позволяют разработать новые методы рекультивации почвенного покрова который находится на территории истощенных нефтегазовых месторождений и загрязняется углеводородами и отходами бурения.

Ключевые слова: методы мониторинга, нефтепродукты, почва, эксперт, загрязнение, деградация, экологическая безопасность, месторождение, углеводороды.

The results of the development of a new method for environmental monitoring of soil depleted oil and gas fields. The method allows to obtain adequate information on the study area. An important role in the new monitoring scheme lies in the method of allocation of points for the sampling of soil, the benefits of which are in the territory flexibility regarding which researched and scale differently of research that does not necessarily depend on the size of the study area. The schemes are making a new perspective on the development of monitoring of soil, which came under heavy anthropogenic impact mining activity. Schematics allow to develop new methods of soil remediation which is located in depleted oil and gas fields and contaminated hydrocarbons for drilling waste.

Keywords: monitoring methods, oil, soil, expert, pollution, degradation, ecological safety field, hydrocarbons.

Актуальність роботи. Для підвищення рівня екологічної безпеки ґрунтового покриття необхідно вдосконалити існуючу схему моніторингу. Процес видобування корисних копалин із надр впливає на якість геологічного середовища, а, в основному, на педосферу. Сучасні методи моніторингу не дозволяють отримати повну, якісну інформацію, щодо рівня екологічної безпеки земель, зокрема тих, які знаходяться в зоні ризику забруднення.

Метою роботи є розробка схеми моніторингу ґрунтового покриття для територій, що знаходяться у зоні ризику забруднення важкими та легкими фракціями вуглеводнів, які є причиною безповоротної деградації земель. Також розроблення гнучкого методу контролю за рівнем впливу процесів буріння та видобутку на ґрунтовий покрив.

Матеріал і результати досліджень. Моніторинг ґрунтового покриття виснажених нафтогазових родовищ є одним із важливих питань рівня екологічної безпеки земель. На даний момент існуючі методи моніторингу не дозволяють отримати повну інформацію про стан навколишнього середовища та про рівень екологічної безпеки територій, які знаходяться в зоні ризику забруднення вуглеводнями та відходами буріння. Для вирішення цієї проблеми нами було розроблено нову схему моніторингу, яка відрізняється поєднанням географічних особливостей із рівнем небезпеки забрудника, враховуючи його специфіку та особливості.

Моніторинг ґрунтового покриття виснажених нафтогазових родовищ можна розділити на 3 категорії: рівнинний, гірський, плоскогірний. Кожна із категорій є важливою та вимагає певного підходу, оскільки ґрунтовий покрив на різній території має особливі властивості, які впливатимуть на розповсюдження вуглеводнів і на рівень забруднення ґрунтового покриття.

Рівнинний метод моніторингу проводиться у тому випадку, якщо джерело забруднення знаходиться безпосередньо на рівнині. Даний метод полягає у систематичному спостереженні – це науково обґрунтований вид спостереження, для якого поряд із систематичністю характерні плановість і точність. Вони полягають у зборі інформації на досліджуваній території впродовж певного часу, а також через однакові періоди часу. Прикладом такого способу є поквартальний збір даних. Також зазначений метод передбачає щорічне або ж разове спостереження, що полягає у неповторюваному зборі інформації, проводиться для одержання інформації, щодо стану досліджуваного району відбору проб з метою отримання повної інформації, щодо забруднення ґрунтового покриття нафтопродуктами, вуглеводнями важких і легких фракцій, або ж субречовинами, що використовуються під час буріння свердловин. В даному методі важливим і одним із найголовніших елементів є місце розташування ймовірного джерела забруднення (амбар, свердловина, нафтопереробний завод, нафтова база). Рівнинний метод передбачає дослідження на території із коливанням висот не більше 10-15 метрів, даний метод моніторингу можна розділити на 3 підтипи : СЗвЗн4, СЗвЗн8, СЗвЗн16 [1].

Плоскогірний метод моніторингу полягає у дослідженні ймовірних джерел забруднення ґрунтового покриття на плоскогір'ї. Джерелом забруднення ґрунтового покриття нафтопродуктами, вуглеводнями важких та легких фракцій, можуть бути амбари, свердловини, накопичувальні контейнери, установки підтримання тиску. Відбір проб проводиться у чотирьох напрямках кожен з яких відповідає сторонам світу. Проби відбираються з кроком 50 метрів для визначення загальної ситуації щодо рівня забруднення ґрунтового покриття. Після ознайомлення з ситуацією відбирається наступна група проб у 4 напрямках (ПнЗх, ПнСх, ПдЗх, ПдСх) проте відбір проб відбувається не лінійно. Спочатку відбирається одна проба, тобто між східним променем і південним визначають точку посередині, що матиме напрямок на південний схід.

Наступними будуть пара точок, що знаходитимуться у тому ж напрямку, проте не лежатимуть на одному промені, а будуть рівновіддалені, як одна від одної, так і від початкової точки у наведеному на прикладі напрямку. Такий метод відбору проб для визначення рівня забруднення надасть інформацію про рівень забруднення, про напрям міграції забрудника, а також, при циклічному замірі, дозволить дізнатись швидкість міграції речовини забрудника. Така інформація надає змогу розробити прогноз стосовно рівня і напрямку забруднення, дозволить облаштувати рекультиваційні об'єкти, що вповільнять або ж унеможливилюватимуть подальше розповсюдження речовин, наприклад, нафти [1].

Моніторинг гірської поверхні - це розміщення ймовірного джерела забруднення в гірській місцевості, аббревіатура ССнзПн.

Проби ґрунту відбираються по схилу за шістьма променями, які рівномірно виходять з центру ймовірного джерела забруднення. Відстань між точками відбору проб: 25-30 м, 50 м, 100 м, 200 м в залежності від деталізації дослідження. У більшості випадків об'єкти такого типу, що є джерелами забруднення в гірській місцевості, знаходяться на висоті, яка не є максимальною для поверхні, тобто знаходяться нижче вершини гори чи гірської місцевості. У випадку такого розташування джерела забруднення необхідно створювати контрольні точки відбору проб, які розміщуються вище за ймовірне джерело забруднення.

Контрольною лінією називається така група точок відбору проб ґрунту, що розташовуються вище по висоті над рівнем моря відносно ймовірного джерела забруднення, до прикладу бурового амбару, а отже дані проби ґрунту можуть слугувати як еталонні і використовуватимуться з метою порівняння. Такі дії проводяться для унаочнення рівня збільшення концентрації вуглеводнів важких та легких фракцій відносно початку впливу ймовірного джерела забруднення. Також, необхідно відібрати для контрольної лінії контрольну точку на вершині гори на якій розміщено джерело забруднення [1].

Моніторинг ґрунтового покриття виснажених нафтогазових родовищ, схеми відбору проб ґрунтового покриття

Нами запропоновано три схеми відбору проб ґрунтового покриття на територіях, які знаходяться у зоні ризику забруднення вуглеводнями. Кожна із запропонованих схем направлена на отримання повної якісної інформації про стан досліджуваного ґрунтового покриття в різних масштабах [2,3].

СЗвЗн4 – метод моніторингу за ґрунтовим покритвом, що знаходиться під ризиком забруднення нафтою та нафтопродуктами. Використовуючи запропоновану схему, проби ґрунту необхідно відбирати у 4 напрямках або променях, які зорієнтовані за напрямками світу (захід, північ, схід, південь). Всі напрямки беруть свій початок з єдиного центру, яким слугуватиме ймовірне джерело забруднення ґрунтового покриття. Проби ґрунту необхідно відбирати з кроком 25 метрів. Проте, даний метод, залежно від детальності дослідження, передбачає крок відбору проб від 25 до 100 метрів. Кожну точку відбору проб можна відбирати як радіально, відносно джерела забруднення (на однаковій відстані від джерела забруднення по колу по чергово на кожному промені), так і по чергово-променево (відбір здійснюється від джерела забруднення по чергово на кожному напрямку, перехід відбувається при завершенні повного відбору проб вздовж усього профілю). Не зважаючи на тип напрямку (основний чи додатковий) кожную пробу ґрунту можна відбирати з відхиленням до 5 метрів радіально відносно променя відбору проб [2, 3].

СЗвЗн8 – метод моніторингу за ґрунтовим покритвом, що знаходиться під ризиком забруднення нафтою та нафтопродуктами. Використовуючи запропоновану схему, проби ґрунту необхідно відбирати на 8 напрямках або променях, 4 напрямки є основними та відповідають напрямкам світу (захід, північ, схід, південь), 4 - додаткові, які розміщуються між основними таким чином, щоб відстань між усіма напрямками

зберігалась однакова та мала напрямок відповідно (ПнЗх, ПнСх, ПдЗх, ПдСх). Всі напрямки беруть свій початок з єдиного центру, яким слугуватиме ймовірне джерело забруднення ґрунтового покриву. Проби ґрунту необхідно відбирати з наступним чином: на основних напрямках проби ґрунту необхідно відбирати з кроком 25 метрів; на додаткових напрямках проби ґрунту необхідно відбирати з кроком для перших проб від джерела 20 метрів для всіх наступних 30 метрів. Кожну точку відбору проб можна відбирати, як радіально відносно джерела забруднення (на однаковій відстані від джерела забруднення по колу), так і по чергово на кожному промені (відбір здійснюється від джерела забруднення по променю в необхідній кількості та при завершенні відбувається перехід до повного відбору на наступному). Не зважаючи на тип напрямку (основний чи додатковий) кожную пробу ґрунту можна відбирати з відхиленням до 5 метрів радіально відносно променя відбору проб [2, 3].

СЗвЗн16 – метод моніторингу за ґрунтовым покривом, що знаходиться під ризиком забруднення нафтою та нафтопродуктами. Використовуючи запропоновану схему, проби ґрунту необхідно відбирати за 16 напрямками або променями, 8 напрямків є основними та відповідають напрямкам світу (північ, північний схід, схід, південний схід, південь, південний захід, захід, північний захід), ще 8 є додатковими, які розміщуються між основними таким чином, щоб відстань між усіма напрямками зберігалась однакова. Всі напрямки беруть свій початок з єдиного центру, яким слугуватиме ймовірне джерело забруднення ґрунтового покриву. Проби ґрунту необхідно відбирати з наступним кроком: на основних напрямках проби ґрунту необхідно відбирати з кроком 25 метрів; на додаткових напрямках проби ґрунту необхідно відбирати з кроком 30 метрів. Кожну точку відбору проб можна відбирати як радіально, відносно джерела забруднення (на однаковій відстані від джерела забруднення по колу), так і по чергово, на кожному промені (відбір здійснюється від джерела забруднення по променю в необхідній кількості та при завершенні відбувається перехід до повного відбору на наступному). Не зважаючи на тип напрямку (основний чи додатковий) кожную пробу ґрунту можна відбирати з відхиленням до 5 метрів радіально відносно променя відбору проб [1,2,3]:

- СЗвЗн4 – визначення рівня екологічної безпеки забруднення ґрунту нафтопродуктами;
- СЗвЗн8 – визначення рівня екологічної безпеки забруднення ґрунту нафтопродуктами;
- СЗвЗн16 – визначення рівня екологічної безпеки забруднення ґрунту нафтопродуктами.

Для контролю за рівнем забруднення ґрунтового покриву нами запропоновано відбір проб на різній глибині та на основі концентрації нафтопродуктів робити висновки, щодо рівня забруднення території. Визначення концентрації забруднення на різних глибинах дозволить визначати не тільки його рівень, але і отримувати інформацію про стан профілю ґрунту, а також створювати прогнози стосовно подальшої деградації території чи визначати ділянки, які знаходитимуться в зоні ризику. Запропоновані схеми моніторингу дозволятимуть ефективніше використовувати методи очистки ґрунтового покриву від забрудника та дадуть можливість розвивати нові методи рекультивації ґрунтів, завдяки інформації про динаміку поширення забрудника (нафти чи нафтопродуктів) у профілі ґрунту [3].

Висновки. Ця робота привертає увагу до теми дослідження територій, які піддаються або піддавались впливу видобування вуглеводнів. Також це дослідження стосується територій, де захоронювались, у бурових амбрах та шламосховищах, важкі та легкі фракції нафти і відходи буріння. Вплив на ґрунтовий покрив від такого поводження з відходами буріння призводить до сестиматичної деградації земель, неможливості подальшого використання, власне, через це моніторинг таких територій заслуговує уваги та нових підходів до вивчення та отримання адекватних, динамічних даних.

Запропоновані схеми моніторингу дозволять прогнозувати зони ризику в різному географічному розташуванні. Дані схеми привертають увагу до проблеми особливого підходу до досліджень, пов'язуючи географічні особливості та унікальність поширення досліджуваного забрудника в середовищі.

В наведеній роботі вперше розглянуто такі залежності, які дозволяють глибше зрозуміти процеси поширення забруднюючих речовин в педосфері, а також знаходити нові способи ліквідації наслідків забруднення.

В роботі також запропонована схема відбору проб ґрунтового покриву, яка відрізняється від існуючих. При застосуванні цієї схеми інформація, яку можна отримати стає більш гнучкою та об'ємною. Поділ відбору проб на три види дозволить використовувати його для масштабних досліджень території.

Запропонований метод моніторингу ґрунтового покриву виснажених нафтогазових родовищ і схеми розміщення точок відбору проб створюють систему, яка вже продемонструвала свою ефективність у сфері отримання адекватної інформації щодо дослідження територій, які знаходяться під ризиком вуглеводневого забруднення.

Література

1 Прогнозне забруднення нафтопродуктами транскордонних територій / Я. О. Адаменко, Т. Б. Качала, А. Дескалеску, В. Орос // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування: науково-техн. журнал. – Івано-Франківськ, 2014. – № 1(9). – С. 4-8.

2 Управління земельними ділянками забрудненими нафтопродуктами технічна оцінка та відновлення забруднених нафтопродуктами ґрунтів румунсько-українська транскордонна мережа / Адаменко Я. О., Приходько М. М., Адаменко О. М., Мандрик О. М., Архипова Л. М., Шкіца Л. Є., Міщенко Л. В., Зорін Д. О., Сусак О. М., Радловська К. О., Качала Т. Б. // Посібник.- Івано-Франківськ, ПП Голіней О. М., 2015.- 100 с..

3 Румунсько-Українська транскордонна мережа: управління земельними ділянками забрудненими нафтопродуктами / Адаменко Я. О., Приходько М. М., Адаменко О. М., Мандрик О. М., Архипова Л. М., Шкіца Л. Є., Міщенко Л. В., Зорін Д. О., Сусак О. М., Радловська К. О., Качала Т. Б. // Інформаційний бюлетень.- Івано-Франківськ, ПП Голіней О. М., 2015. – 100 с.

© Т. Б. Качала

УДК 504.75

Я. М. Семчук, Л. Я. Савчук
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу

ДЕГРАДАЦІЯ ЗЕМЕЛЬ У КАЛУСЬКОМУ РАЙОНІ ВНАСЛІДОК СОЛЬОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ

Показано, що джерелами деградації ґрунтів внаслідок, їх засолення, є солевідвали Домбровського кар'єру. Основними чинниками, що призводять до деградації є вітрова і водна ерозія. Досліджено, що основну роль в засоленні ґрунтового покриву відіграють процеси дифузії. Встановлено, що площа засолення (деградація) ґрунтів у декілька разів перевищує площу солевідводів.

Запропоновані схеми моніторингу дозволять прогнозувати зони ризику в різному географічному розташуванні. Дані схеми привертають увагу до проблеми особливого підходу до досліджень, пов'язуючи географічні особливості та унікальність поширення досліджуваного забрудника в середовищі.

В наведеній роботі вперше розглянуто такі залежності, які дозволяють глибше зрозуміти процеси поширення забруднюючих речовин в педосфері, а також знаходити нові способи ліквідації наслідків забруднення.

В роботі також запропонована схема відбору проб ґрунтового покриву, яка відрізняється від існуючих. При застосуванні цієї схеми інформація, яку можна отримати стає більш гнучкою та об'ємною. Поділ відбору проб на три види дозволить використовувати його для масштабних досліджень території.

Запропонований метод моніторингу ґрунтового покриву виснажених нафтогазових родовищ і схеми розміщення точок відбору проб створюють систему, яка вже продемонструвала свою ефективність у сфері отримання адекватної інформації щодо дослідження територій, які знаходяться під ризиком вуглеводневого забруднення.

Література

1 Прогнозне забруднення нафтопродуктами транскордонних територій / Я. О. Адаменко, Т. Б. Качала, А. Дескалеску, В. Орос // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування: науково-техн. журнал. – Івано-Франківськ, 2014. – № 1(9). – С. 4-8.

2 Управління земельними ділянками забрудненими нафтопродуктами технічна оцінка та відновлення забруднених нафтопродуктами ґрунтів румунсько-українська транскордонна мережа / Адаменко Я. О., Приходько М. М., Адаменко О. М., Мандрик О. М., Архипова Л. М., Шкіца Л. Є., Міщенко Л. В., Зорін Д. О., Сусак О. М., Радловська К. О., Качала Т. Б. // Посібник.- Івано-Франківськ, ПП Голіней О. М., 2015.- 100 с..

3 Румунсько-Українська транскордонна мережа: управління земельними ділянками забрудненими нафтопродуктами / Адаменко Я. О., Приходько М. М., Адаменко О. М., Мандрик О. М., Архипова Л. М., Шкіца Л. Є., Міщенко Л. В., Зорін Д. О., Сусак О. М., Радловська К. О., Качала Т. Б. // Інформаційний бюлетень.- Івано-Франківськ, ПП Голіней О. М., 2015. – 100 с.

© Т. Б. Качала

УДК 504.75

Я. М. Семчук, Л. Я. Савчук
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу

ДЕГРАДАЦІЯ ЗЕМЕЛЬ У КАЛУСЬКОМУ РАЙОНІ ВНАСЛІДОК СОЛЬОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ

Показано, що джерелами деградації ґрунтів внаслідок, їх засолення, є солевідвали Домбровського кар'єру. Основними чинниками, що призводять до деградації є вітрова і водна ерозія. Досліджено, що основну роль в засоленні ґрунтового покриву відіграють процеси дифузії. Встановлено, що площа засолення (деградація) ґрунтів у декілька разів перевищує площу солевідводів.

Ключові слова: деградація, земля, солевідвали, вітрова і водна ерозія, дифузія, засолення.

Показано, что источниками деградации почв вследствие их засоления, являются солеотвалы Домбровского карьера. Основными факторами, которые приводят к деградации является ветровая и водная эрозия. Доказано, что основную роль в засолении почвенного покрова играют процессы диффузии. Установлено, что площадь засоления (деградация) почв в несколько раз превышает площадь солеотвалов.

Ключевые слова: деградация, земля, солеотвалы, ветровая и водная эрозия, диффузия, засоления.

In the article is shown that the sources of land degradation occurs because of their salinity and salt piles from Dombrowsky career. The main factors that lead to the degradation are wind and water erosion. It is investigated that the main role in the salinity of soil processes play diffusion. It is established that the area of salinity (degradation) of soil several times salt piles area.

Keywords: degradation, land, salt piles, wind and water erosion, diffusion, salinity.

Актуальність і постановка проблеми. Земельні ресурси є невід’ємною частиною багатства народу. Саме земля, впродовж багатьох століть залишалася головним ресурсом держави, джерелом добробуту і процвітання. Інтенсивні темпи росту населення та викликана ними необхідність інтенсифікації сільськогосподарського виробництва потребують збільшення площі орних земель. Масштабне освоєння земельних територій, окрім позитивних наслідків, призводить до деградації земельних ресурсів. З кожним роком проблема деградації земельних ресурсів в Україні стає дедалі актуальнішою.

Деградація земель означає зниження чи втрату біологічної та економічної продуктивності й складної структури ґрунтів орних земель, погіршення їхнього стану, складу, корисних властивостей і функцій та інших органічно пов’язаних із землею природних компонентів. У свою чергу, до деградованих земель належать:

а) земельні ділянки, поверхня яких порушена внаслідок розвитку ерозійних процесів, зсувів, карстоутворення, повеней, добування корисних копалин тощо;

б) земельні ділянки з еродованими, перезволоженими, з підвищеною кислотністю або засоленістю, забрудненими хімічними речовинами ґрунтами та ін. У цій роботі авторами розглядаються проблеми деградації земельних ресурсів внаслідок сольового забруднення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій з проблеми. Ґрунтовий покрив Калуського району, в основному, складається з дерново-підзолистих, дерново-буроземних, буроземних – підзолистих, лучних та болотних ґрунтів.

Проблемами деградації земельних площ, внаслідок сольового забруднення займалися такі провідні фахівці, як Алексеєнко Е. Я. [1], Семчук Я.М. [2], Савчук Л.Я. [3], Камаєва І.О. [4] і інші.

Деградація земель у Калуському районі вивчалася шляхом оброблення багато спектральних супутникових знімків Landsat/TM рівня IB за період 1994-2014 р.р. одержані з архіву геологічної служби США (USGS Landsat G Archive) через портал даних EarthExplores. Встановлено, що низьким, середнім та високим ступенем деградації характеризується приблизно 30% площі району.

Виклад основного матеріалу. Діяльність гірничо-видобувних підприємств характеризується різноманітним впливом на ландшафти – відбуваються зміни природного стану їх компонентів, що можуть призвести до значних і непередбачуваних наслідків. Особливо негативно впливає на навколишнє середовище розробка калійних родовищ. Однією з особливостей розробки калійних руд є відносно низький вміст у них корисного

компоненту і, як наслідок, великий об'єм відходів при їх переробці і одержанні кінцевого продукту – мінеральних добрив. Витяг відходів при переробці руди знаходиться на рівні 60-70 %. Таким чином, із кожної тони руди після її переробки утворюється 0,6-0,7 т відходів, які представлені, в основному, хлористим натрієм (галітові відходи) та солевими шламами (мул, гіпс).

Заскладовані на земній поверхні відходи калійних виробництв є необмеженим джерелом сольового забруднення навколишнього середовища. Основними компонентами забруднення є хлориди. Компоненти–забруднювачі піддаються вітровому розсіюванню, дифузійній і фільтраційній міграції, засолюють природне середовище.

Вітровий знос солей з поверхні солевідвалів впливає на ґрунти. Розсіювання солей проходить по переважаючому напрямку вітру на відстань до 2-3,5 км від джерела забруднення [1]. Солі накопичуються у верхньому рослинному шарі ґрунту потужністю до 2 см. У періоди дощів рослинний шар розсолюється в залежності від проникності підстилаючих відкладів і інтенсивності поверхневого стоку. В умовах відносно низької активності промивання ґрунтів, які сформувалися на слабопроникних відкладах, вони відчувають прогресуюче засолення, особливо на рівнинних та слабодренуваних територіях. Ареали вітрового забруднення в районах розміщення калійних підприємств розповсюджуються на великі площі. Так, наприклад, в районі діяльності калійних підприємств 1, 2 і 3-го рудоуправління ВО “Білоруськалій” вони розвинуті на площі більше 1000 га, що складає біля 2 % території шахтних полів. На територіях, які піддалися впливу вітровому забрудненню, вміст солей підвищується у 4-10 разів. Це викликає пригнічення рослинності, знижує врожайність посівів на 30-50 % і навіть веде до їх загибелі [1].

Дослідження процесів та масштабів забруднення ґрунтів [2] проводилися в районі Домбровського кар'єру Калуш-Голинського родовища калійних солей, де на земній поверхні площею 87 га заскладовано біля 40 млн. т розкритих соленосних порід, у солевідвали № 1 і № 2 (рис. 1 і 2).

Встановлено, що щорічно із солевідвалів виносилося вітром (до рекультивації) біля 5 тис. тонн засолених частинок, які осідають на поверхню ґрунтів прилеглих територій [4]. Мінеральний склад порід наведений у таблиці 1.

Таблиця 1

Мінеральний склад розкритих порід солевідвалів Домбровського кар'єру

№ п/п	Мінерал	Хімічна формула	Середній процентний вміст
1	Галіт	NaCl	65
2	Лангбейніт	K ₂ SO ₄ ·2MgSO ₄	10
3	Полігаліт	K ₂ SO ₄ ·MgSO ₄ ·2CaSO ₄ ·2H ₂ O	5
4	Каїніт	KCl·MgSO ₄ ·3H ₂ O	3
5	Кізерит	MgSO ₄ ·H ₂ O	0,1
6	Глинисті матеріали	-	16,9

При забрудненні ґрунтів солевідвалами процес дифузії відіграє основну роль. Дифузійний розподіл солей на одиницю площі, що піддалася сольовому забрудненню, можна оцінити за формулою:

$$\partial = \frac{C_n}{e^{\xi^2}} \sqrt{\frac{D_\phi}{\pi \cdot t}}, \quad (1)$$

де D_ϕ – коефіцієнт дифузії, м²/добу;

C_n – концентрація солей на поверхні ґрунтів, мг/кг ґрунту;

ξ – величина, що враховує відстань Z , яка відраховується з поверхні ґрунтів на певну глибину:

$$\xi = \frac{Z}{2\sqrt{D_{\phi} \cdot t}}; \quad (2)$$

t – час з початку виникнення дифузійного процесу, доба.



Рис. 1. Загальний вигляд солевідвалу №1, джерела забруднення розсолами ґрунтового покриву



Рис. 2. Загальний вигляд солевідвалу №4, джерела забруднення розсолами ґрунтового покриву

Відомо, що на поверхні ґрунтів (на покрівлі) спостерігається максимальна дифузійна витрата солей:

$$\partial_0 = C_n \sqrt{\frac{D_{\phi}}{\pi \cdot t}}. \quad (3)$$

На рівні підшви ґрунту (перекриваючих суглинків) витрата солей набагато менше ∂_0 і дорівнює:

$$\partial_m = \frac{C_n \cdot e^{4 \cdot D_{\phi} \cdot t}}{H^2}, \quad (4)$$

де H – потужність ґрунту, м.

Розрахунки дифузійних витрат за формулами (1-4) дають достатньо точні результати при $\xi < 8 \div 2,0$; при великих t вони стають наближеними, причому, похибка зростає при збільшенні t . Із збільшенням t витрата солей шляхом дифузії на рівні покрівлі ґрунтів поступово зменшується, а на рівні підшви – зростає.

Для кількісної характеристики процесів дифузії в глинистих ґрунтах проведено лабораторні дослідження. Дослідження з визначення коефіцієнта дифузії хлору (Cl^-) проводили в алювіальних суглинках з природною вологістю 18-20 % та у піщаних ґрунтах з вологістю 10-14 %. Досліди проводилися у пластових трубках довжиною 15 см і діаметром 5 см з прорізами для пошарового відбору взірців на аналіз. Зверху кожної трубки розміщували шар сухої кухонної солі ($NaCl$) товщиною 0,5 см. Запарафіновані 20 трубок (10 з алювіальними суглинками і 10 з піщаним ґрунтом) знаходилися у гідростаті протягом 60 днів.

Експериментальними дослідженнями дифузії встановлено, що чим більша відстань до сольового шару, тим більший коефіцієнт дифузії іонів Cl^- . Це можна пояснити

сукупністю гідратаційних та осмотичних процесів, що виникли внаслідок поглинання води при розчиненні солі. Встановлено також, що коефіцієнт дифузії залежить і від гранулометричного складу ґрунту. Коефіцієнт дифузії у суглинках на відстані 140 мм від сольового шару становить $0,28 \text{ см}^2/\text{добу}$, у пісках – $0,59 \text{ см}^2/\text{добу}$.

Відмітимо, що негативна роль дифузії солей є, переважно, у зміні агрегатного стану глинистих мінералів. Крім цього, ґрунти набухають, збільшуючи вологість та зменшуючи їх механічні властивості.

Нами вивчалися якісні зміни структури взірців алювіальних суглинків після їх засолення. З цією метою проведено електронно-мікроскопічне дослідження структури ґрунтів за допомогою реєстрового електронного мікроскопу РЕМ (модель-2 японської фірми АКА).

У засолених ґрунтах пройшло утворення щільної сольової кірки, що не дозволяє розглянути пилово- та глинисті фракції ґрунтів, а на деяких ділянках взірців видно кристалики солей розміром 5-10 мкм (рис. 3).



Рис. 3. Фотознімок засоленого покриву

Для визначення масштабів сольового забруднення ґрунтів на територіях, що межують із солевідвалами Домбровського кар'єру, проводились дослідження в польових умовах.

Ґрунтовий покрив оцінювався з двох позицій: загальної характеристики, що охоплювала просторові закономірності розміщення основних типів ґрунтів і з еколого-технологічних позицій, що характеризують зміну ґрунтів, їх деградацію та забруднення. Аналіз зразків ґрунту та сухого залишку проводився аналітичним методом – методом водних витяжок.

Дослідженням встановлено 2 зони сольового забруднення ґрунтів за рахунок аеротехногенного забруднення солевідвалами.

У першій зоні підвищеного забруднення вміст іонів хлору у ґрунтово-рослинному шарі становив 120,7-150,3 мг/100 г ґрунту, а сульфат іонів 80-90 мг/100 г ґрунту. Ця зона безпосередньо межує із солевідвалом №4.

Друга зона – зона помірного забруднення ґрунтів, розташована на відстані 1-3 км від солевідвалів. У межах зони вміст іонів хлору змінюється від 15,4 до 60,1 мг/ 100 г ґрунту, а сульфат іонів 40-50 мг/100 г ґрунту. Відмітимо, що фоновий вміст цих іонів становить відповідно 8-12мг/100г ґрунту та 5-7мг/100г ґрунту.

Дослідженнями встановлено прогресуюче засолення ґрунтово-рослинного шару та зменшення загальної мінералізації водних витяжок з глибиною.

Висновок. Калуський район розглядається, як один з найнебезпечніших регіонів України, де переплелися декілька екологічних проблем, які пов'язані, насамперед, з видобутком і переробкою калійних солей. Однією із проблем є деградація земель району під впливом природних і технічних чинників. Серед техногенних чинників є засолення ґрунтів солевідвалами Домбровського кар'єру. Загальна площа засолення у 5 разів перевищує площу їх джерел і становить біля 400 га.

Література

- 1 Алексеенко Е. Я. О прогнозе засоления поверхностных и подземных вод отходами калийных производств / Е.Я., Алексеенко, Е.Е. Керкис // ВКН.: Гидрогеология и охрана недр при разработке соляных месторождений. – Л.: Труды ВНИИГ, 1996.– с. 58-67.
- 2 Семчук Я. М. Екологічні проблеми гірничопромислових комплексів /

Я. М. Семчук, Л. Я. Савчук//Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування: Науково-технічний журнал.– Івано-Франківськ : ІФНТУНГ. – 2010. – № 1. – с. 24-27.

3 Савчук Л. Я. Особливості організації екологічного моніторингу в районах розробки калійних родовищ у Передкарпатті / Л. Я. Савчук, Я. О. Адаменко // Охорона навколишнього середовища та раціональне використання ресурсів : Збірка доповідей VIII Міжнародної конференції аспірантів і студентів. – Донецьк : ДонНТУ, 2009. – Т.2. – с. 194-195.

4 Камаєва І. О. Екологічна безпека гірничо-хімічних виробництв в умовах аеротехногенного забруднення довкілля [Текст]: автореф.дис. на здобуття наук., ступеня канд. техн. наук: спец. 21.06.01 – «Екологічна безпека» /Камаєва Інесса Олегівна. Івано-Франківськ нац. техн. ун-т нафти і газу. – Івано-Франківськ, 2009.– 18 с.

© *Я. М. Семчук,
Л. Я. Савчук*

ЕКОЛОГІЯ ГІДРОСФЕРИ

УДК 504.06

*Р. А. Заєць, О. А. Бужин,
А. В. Швиденко, О. М. Черненко
Черкаський інститут пожежної безпеки
імені Героїв Чорнобиля Національного
університету цивільного захисту України*

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ – СКЛADOVA НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ

У статті обґрунтовано необхідність комплексного вивчення рівня забруднення водних об'єктів. Наведено результати багаторічного моніторингу і контролю органолептичних, токсикологічних, фізіологічних показників води основних джерел водопостачання м. Черкаси. Проаналізовано обсяги антропогенного забруднення водних об'єктів області. Наведено динаміку обсягу водокористування.

Ключові слова: еколого-гігієнічний контроль, динаміка водокористування, середньорічна концентрація, узагальнений показник якості, хімічні показники, бактеріологічні показники.

В статье обоснована необходимость комплексного изучения уровня загрязнения водных объектов. Приведены результаты многолетнего мониторинга и контроля органолептических, токсикологических, физиологических показателей воды основных источников водоснабжения г. Черкасы. Проанализированы объемы антропогенного загрязнения водных объектов области. Приведена динамика объемов водопользования.

Ключевые слова: эколого-гигиенический контроль, динамика водопользования, среднегодовая концентрация, обобщенный показатель качества, химические показатели, бактериологические показатели.

In the article, we substantiated the necessity of a comprehensive investigation of water pollution. The results of long-term monitoring and organoleptic, toxicological, physiological indicators control of water main sources of water supply of Cherkassy were presented. The extent of anthropogenic pollution of waterbody of a region was analyzed. The dynamics of water use was presented.

Key words: ecological and hygienic control, water management dynamics, the average annual concentration, generalized quality index, chemical indicators, bacteriological indicators.

Постановка проблеми. Забезпечення населення питною водою є пріоритетним напрямком у галузі гігієни та охорони здоров'я, який гарантує нормальне існування людей у всьому світі. Вода, як і повітря, є одним з найважливіших елементів навколишнього середовища без якого неможливе життя. Окрім того, забезпечення населення доброякісною водою у достатній кількості унеможливорює поширення збудників інфекційних захворювань, що можуть передаватися через воду, а також унеможливорює поширення захворювань неінфекційного походження, спричинених наявністю у воді хімічних домішок. Тому, контроль над якістю питної води є одним з найактуальніших завдань.

Майже три чверті поверхні Землі вкриває вода, що робить її одним з найбагатших природних ресурсів. Запаси води на Землі величезні – 1388,5 млн км³ (0,025 % її маси). З цієї кількості майже 1388,5 млн км³ становлять гірко-солоні води океанів і морів, непридатні для пиття й технологічного використання. Прісна вода становить усього 2 % від загальної кількості на планеті, 85 % від цієї кількості зосереджено в льодовикових щитах Гренландії та Антарктиди, айсбергах і гірських льодовиках (понад 24 млн км³). Лише 1 % прісної води містять річки, озера й підземні води; саме ці джерела й використовує людство для своїх потреб (табл. 1).

Таблиця 1

Запаси води на земній кулі (за В. М. Михайловим)

Види природних вод	Об'єм, тис. км ³	Частка від світових запасів, %	
		загальних	прісних
Світовий океан	1338000	96,4	-
Льодовики і вічні сніги	25800	1,86	70,3
Озера	176	0,013	-
Водосховища	6	0,0004	0,016
Річки	2	0,0002	0,005
Болота	11	0,0008	0,03
Підземні води	23400	1,68	28,7
Підземний лід вічної мерзлоти	300	0,0022	0,82
Вода в атмосфері	13	0,001	0,04
Вода в організмах	1	0,0001	0,003

Приблизно 70% прісної води, яка використовується людиною, припадає на сільське господарство, ще 22% «забирає» промисловість, а домогосподарствам залишається лише 8%. Враховуючи те, як стрімко людство «вибиває» наявні в його розпорядженні водні ресурси, а також те, що до 2050 року зростаюче населення Землі може досягти 9 мільярдів, – цифра 8% мізерно мала [1]. Забезпеченість водою в розрахунку на одну людину за добу в різних країнах світу відрізняється. В ряді держав з розвинутою економікою назріла загроза нестачі води. Дефіцит прісної води на Землі росте в геометричній прогресії. За прогнозами, більше половини населення планети до 2025 р. страждатиме від нестачі води. Дефіцит питної води в 2050 р. може скласти 2 млрд. м³ на рік. Запаси прісної води на Землі розподіляються вкрай нерівномірно. В одних регіонах планети води достатньо або навіть є надлишки. В інших регіонах гостро відчувається її брак. Часто, навіть за умови забезпечення водою, вона має низьку якість [4].

Незважаючи на наявність доволі розвинутого природоохоронного законодавства, в Україні загрозливо швидко погіршуються екологічні умови територіальних і водних екосистем. Основні причини – відсутність ефективного екологічного контролю і низький рівень екологічної політики та екологічної культури [2].

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Впродовж останніх років інтенсифікувались дослідження з проблем екологічної безпеки. Екологічна безпека в рамках держави розглядається як складова частина національної безпеки (зокрема, це роботи А. Б. Качинського [5-8], В. О. Косовцева [9], Г. О. Харламова [19-21], В. М. Шмандія [12-13]). Основи загальної концепції екологічної безпеки можна відслідкувати у роботах Н. Ф. Реймерса [11], С. А. Боголюбова [14], В. І. Данілова-Данільяна [3], К. Ф. Фролова [15]. Останнім часом відстежується певне усвідомлення важливості екології для життєдіяльності країни та її населення, що віддзеркалюється у інтенсифікації теоретичних та практичних досліджень із зазначеної тематики. Автори [10] вважають, не може бути єдиного граничного критерію наявності того чи іншого компоненту для різних видів водокористування, що чинних ГДК недостатньо для повноти контролю за скидом поллютантів, і необхідним є розробка системи оцінки, основою якої

повинні бути узагальнені показники якості (інтегральні). Серед закордонних фахівців слід відмітити значний вклад в розробку екологічної безпеки таких видатних вчених як Р. Н. Gleick [18], N. Myers [22]. Нині розробкою індикаторів ЕБ займається низка міжнародних організацій, серед яких Комісія ООН зі сталого розвитку, Міжнародний інститут сталого розвитку (IISD), Науковий комітет з проблем навколишнього середовища (SCOPE), Єльський університет [16-17].

Постановка завдання та його розв'язання. Метою дослідження є аналіз сучасного стану поверхневих джерел водопостачання м. Черкаси та динаміка його зміни для оцінки рівня екологічної безпеки, визначення пріоритетних напрямків водоохоронних заходів.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття. Згідно з міжнародними стандартами Україна належить до маловодних країн та країн з нерівномірним територіальним розподілом водних ресурсів. Питання дефіциту водних ресурсів тісно пов'язане з проблемою якості питної води. В Україні за двома критеріями ситуація склалась катастрофічна. Проблема екологічної безпеки водних об'єктів актуальна для всіх водозбірних басейнів України. На особливу увагу заслуговує екологічний стан Дніпра, що є основною річковою системою України, водозбір якої охоплює 48 % площі території держави. Фахівці одноголосно визнають, що екологічний стан Дніпра має стійку тенденцію до погіршення, з можливістю його деградації у недалекій перспективі. Заходи ж із нормалізації ситуації відрізняються, а окремі з них пропонують навіть поступово спустити водосховища і прибрати греблі. Обґрунтована та узгоджена позиція щодо оцінки стану екологічної системи річки та стратегій її стабілізації і покращення, на національному та міждержавному рівнях, відсутня. Однак, очевидно, що є нагальна необхідність переходу екологічної системи Дніпра до сталого функціонування.

Вплив води на споживача може варіювати, залежно від комбінації домішок, їх концентрацій, навіть за умов відповідності встановленим нормам. Сучасні фізико-хімічні методи аналізу складу води не дають можливості вичерпно оцінювати її якість і прогнозувати комплексний вплив присутніх речовин та структури води на біологічні об'єкти. Отже, оцінка якості води, що ґрунтується на гідрохімічних показниках, не може бути достатньою.

Таким чином, виникає потреба у розробці і використанні нових методів комплексної оцінки якості води та її можливого впливу на біологічні об'єкти.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Україна – один з регіонів, що не забезпечений, за існуючих антропогенних навантажень, прісною водою у достатній кількості. В Україні налічується 63 119 річок, загальна довжина яких становить 206,4 тис. км. Водні ресурси України формуються за рахунок притоку транзитних річкових вод із закордонних країн, місцевого стоку і підземних вод. Для усунення територіальної і часової нерівномірності розподілу стоку, водозабезпечення в Україні здійснюється за допомогою 1,16 тис. водосховищ (загальним об'ємом майже 55 км³), понад 28 тис. ставків, 7 великих каналів (загальною довжиною 1021 км; пропускною здатністю 1000 м³/сек), 10 великих водоводів, якими вода подається у маловодні райони. Водосховища Дніпровського каскаду з корисним об'ємом 18,7 км³, забезпечують більше половини обсягу водоспоживання.

Проблема екологічної безпеки водних об'єктів актуальна для всіх водозбірних басейнів України. У більшості з них вода має класи якості «забруднена» і «брудна».

Негативним наслідком процесів урбанізації, які інтенсивно відбуваються в Україні, стала надмірна концентрація об'єктів промисловості на обмеженій території. Високий рівень забрудненості, незадовільний стан систем життєзабезпечення, швидкий ріст населення міст і розширення їх територій, призвели до того, що більшість поверхневих вод стали непридатними до використання. На території Черкаської області практично всі

водойми піддаються антропогенному впливу (табл. 3). Якість води в багатьох із них не відповідає нормативним вимогам.

Таблиця 2

Динаміка водокористування Черкаської області

Показники	Одиниця вимір.	2009 рік	2010 рік	2011 рік	2012 рік	2013 рік	2014 рік
Забрано води з природних джерел	млн м ³	284,7	286,1	288,6	258,5	229,0	222,8
у тому числі:							
поверхневої	млн м ³	225,8	227,7	227,7	207,7	179,3	173,6
підземної	млн м ³	58,9	58,4	60,85	50,74	49,71	49,27
морської	млн м ³	-	-	-	-	-	-
Забрано води з природних джерел у розрахунку на одну особу	м ³	219,8	222,8	225,9	203,7	182,1	177,9
Скинуто зворотних вод	млн м ³	225,2	231,0	248,0	207,2	195,5	184,3
у тому числі:							
у підземні горизонти	млн м ³	-	-	-	-		
у накопичувачі, на поля фільтрації	млн м ³	25,1	24,4	25,37	19,55	18,88	18,81
у поверхневі водні об'єкти	млн м ³	200,1	206,6	222,6	187,6	176,6	165,5
Скинуто зворотних вод у поверхневі водні об'єкти	млн м ³	200,1	206,6	222,6	187,6	176,6	165,5
з них:							
нормативно очищених, усього	млн м ³	53,73	54,9	52,48	55,6	46,15	46,05
у тому числі:							
на спорудах біологічного очищення	млн м ³	53,55	52,27	49,74	53,24	43,46	43,42
на спорудах фізико-хімічного очищення	млн м ³	-	-	-	0,02	0,048	0,051
на спорудах механічного очищення	млн м ³	0,18	2,63	2,74	2,34	2,643	2,577
нормативно (умовно) чистих без очищення	млн м ³	134,6	140,7	161,9	128,0	122,1	114,6
забруднених, усього	млн м ³	11,77	11,0	8,2	4,01	8,292	4,825
у тому числі:							
недостатньо очищених	млн м ³	7,47	6,6	5,89	1,975	6,425	2,923
без очищення	млн м ³	4,3	4,4	2,31	2,036	1,867	1,903
Скинуто зворотних вод у поверхневі водні об'єкти у розрахунку на одну особу	м ³	154,5	160,9	174,3	147,8	140,4	132,2

Таблиця 3

Скидання забруднюючих речовин із зворотними водами у поверхневі водні об'єкти

Скидання забруднюючих речовин	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	обсяг забруднюючих речовин, тис. т					
Всього	49,1	49,26	47,70	47,33	42,69	41,32
З перевищенням нормативів гранично допустимого скидання	4,1	3,3	3,1	2,8	2,0	1,6

Незважаючи на значне зменшення об'ємів використаної води, яке спостерігається з 1991 року, відповідного зменшення антропогенного навантаження на водні ресурси, зокрема зі скидами забруднених вод, не відбувається.

Задоволення потреб населення у воді та забезпечення екологічної рівноваги можливе при покращенні якості питної води, раціональному використанні вод підприємствами всіх галузей господарства, відтворенні водних ресурсів.

На сьогодні, для контролю якості питної води використовують мікробіологічний аналіз та фізико-хімічні методи визначення органолептичних, токсикологічних, фізіологічних показників. При цьому, основними критеріями є значення концентрацій домішок, які визначені стандартами, та повноцінність складу води за макро- та мікроелементами.

У здійсненні нагляду за питним водопостачанням м. Черкаси, з урахуванням того, що якість питної води залежить від її складу та властивостей, виділяють три етапи його організації: 1) еколого-гігієнічний контроль над джерелом водопостачання; 2) еколого-гігієнічний контроль над водопідготовкою та надходженням її у водопровідну мережу; 3) контроль у точках водозабору.

На першому етапі еколого-гігієнічний контроль здійснюється над станом річкової води Кременчуцького водосховища та р. Вільшанки, які є основними джерелами водопостачання міста Черкаси. Відповідно до вимог директивних документів Кабінету Міністрів, Міністерства охорони здоров'я, здійснюється моніторингове дослідження якості річкової води згідно з СанПіНом № 4630-88 «Охорона поверхневих вод від забруднення», за органолептичними, санітарно-хімічними, санітарно-бактеріологічними, радіологічними, вірусологічними, токсикологічними та гельмінтологічними показниками, а також за залишковою кількістю отрутохімікатів. Лабораторні дослідження річкової води в акваторії Дніпровської водозабірної станції (с. Сокирне) проводиться двічі на місяці за 46 показниками. У середньому, за рік відбираються 50-60 проб для хімічних досліджень і 85-95 проб для проведення біологічних досліджень (табл. 4).

Впродовж 2010-2014 років відсоток відхилення від вимог СанПіНу № 4630-88 за хімічними показниками коливався від 17,5% до 22,1% за бактеріологічними показниками – від 7,3% до 8,0%.

Особливостями річкової води, як джерела водопостачання міста, є низька її мінералізація, велика кількість завислих речовин, низька каламутність, високий рівень органічного забруднення, що може бути пов'язаний з коливанням рівня води водоймища, незначною швидкістю руху води тощо.

За останні п'ять років відзначається постійне забруднення води р. Дніпро легкоокислюваними органічними сполуками, про що свідчить коливання показників БСК від 4,0 до 6,0 мг/дм³ (за норми 3 мг/дм³). Також фіксується перевищення у 2-3 рази гранично допустимих концентрацій фенолів, що, у свою чергу, зумовлює утворення хлорфенольних сполук у питній воді.

Бактеріологічні показники якості річкової води за 2005-2009 роки мають тенденцію до коливання. Так, індекс ЛПК коливається від 450 до 1800 (за норми 10000), вміст коліфагів – від 40 до 200 БУО (за норми 100). Патогенні мікроорганізми та гельмінти за останні 10 років з води Кременчуцького водосховища не виділялися.

Згідно з гігієнічною класифікацією водних об'єктів (СанПіНом № 4630-88), акваторія Дніпровської водозабірної станції характеризується помірним ступенем забруднення та належить до 2 класу якості води, згідно з класифікацією ГОСТу 2761-84.

Сезонні та річні коливання хіміко-бактеріологічних показників значно ускладнюють процеси очистки води і потребують додаткових ефективних методів її обробки. Організація контролю над якістю води на етапі водопідготовки на Дніпровській водозабірній станції у загальному комплексі, на наш погляд, є найважливішою, адже після цього етапу вода має відповідати державним стандартам питної води.

Таблиця 4

**Середньорічні концентрації речовин в контрольних створах водних об'єктів
Черкаської області (в одиницях кратності відповідних ГДК)**

№	Назва водного об'єкту, пункту, створу	БСК ₅	Розчинений кисень	Завислі речовини	Амоній-іони	Нітрит-іони	Нітрат-іони	Мінералізація (сухий залишок)	Хлориди	Сульфат-іони	pH	Нафтопродукти	АПАР
1	ГДК речовин на контрольних створах господарсько-побутового призначення	3-6	не менше 4	+0,75 до фону	2,56	3,3	45	1000	350	500	6,5-8,5	0,3	0,2
2	с.Сокірне, питний водозабір м. Черкаси	2,5	8,5	5,1	0,6	0,026	2	284	21	20	8,15	0,028	0,032
3	м. Черкаси, 1 км нижче скиду Південного промвузла	3,5	9,3	10,4	0,9	0,05	0,5	269	15	31	8,2	0,1	0,05
4	м. Черкаси, 2 км вище залізничного моста	2,4	8,3	9,7	1,2	0,04	3	264	17,2	21	8,2	0,3	0,1
		1,5	8,8	6,6	2,4	0,08	1,5	310	28	42	8	0,1	0,06
6	м. Черкаси, 500 м вище водозабору м. Черкаси	1,6	9	6,4	2,3	0,08	1,5	318	27	41	7,8	0,1	0,05

Технологія водопідготовки на водозабірній станції передбачає преамонізацію, коагуляцію, первинне та вторинне хлорування, фільтрацію, відстоювання, після чого вода подається в розподільчу мережу. Крім щоденного відомчого контролю на станціях II-го та III-го підйомів проводиться відбір і дослідження води на відповідність Державному стандарту 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Результати лабораторних досліджень протягом останніх 10 років свідчать про те, що відхилень від вимог Держстандарту, за винятком вмісту хлору, не реєструвалося.

На третьому етапі, еколого-гігієнічний лабораторний контроль над питним водопостачанням у розподільчій мережі міст, у стаціонарних точках та на підконтрольних об'єктах, здійснюється фактично щодня. У середньому, за рік відбирається 600-650 проб води на дослідження хімічних показників та 700-750 – біологічних. За останні 5 років показники невідповідності гігієнічним нормам коливалися від 0,75% до 1,2% (за хімічними показниками), від 0,25% до 0,5% (за біологічними показниками), що свідчить про високу ефективність рівня водопідготовки на Дніпровській водозабірній станції. Спалахів інфекційних захворювань, отруєнь, пов'язаних з питною водою, за цей період не реєструвалося.

На сучасному етапі стан водопостачання та якості питної води централізованої мережі не можна вважати задовільним, хоча вона, в основному, відповідає Державному

стандарту 2.2.4-171-10. Так, ще в 80-ті роки минулого століття було встановлено, що у процесі дезинфекції хлор реагує з природними органічними сполуками, які присутні у поверхневих водах, з утворенням побічних продуктів дезинфекції (ППД). Близько 80% ППД становлять тригалометани. Основними тригалометанами, які присутні в питній воді, є хлороформ, бромдихлорметан, дибромхлорметан і бромформ. У 1976 році американськими вченими було доведено, що тригалометани мають канцерогенні, мутагенні та тератогенні властивості, шкідливо впливають на здоров'я людини. Це спонукало уряди багатьох країн, в тому числі і України, розробити нові нормативні документи для питної води, які регламентують вміст даних сполук у ній.

Здійснено низку заходів щодо удосконалення водопідготовки. Впроваджені нові методи дослідження питної води за тими показниками, які регламентовані цими правилами. Так, на Дніпровській водозабірній станції діє додаткова система очистки: установка флокуляції на випадок погіршення якості дніпровської води; установка автоматизованого дозування хлору, яка дозволяє чітко дозувати хлор залежно від потреби; установка гіре-амонізації води для зменшення кількості хлорорганічних сполук у питній воді. Але цього замало. Необхідно на станції третього підйому змонтувати додаткову установку автоматичного дозування хлору та здійснити інші заходи санітарно-технічного характеру.

Враховуючи те, що ДержсанПіНом передбачається обов'язкове дослідження показників якості води у централізованих системах господарсько-питного водопостачання за програмою повного аналізу води, тільки при введенні водопроводів в експлуатацію або після простою понад 5 діб, вважаємо за доцільне залучити до цієї роботи, на договірних засадах, акредитовані і атестовані лабораторії науково-дослідницьких інститутів, відповідних кафедр університетів. Такі дослідження потребують використання складного обладнання, спеціальної підготовки та засобів захисту персоналу. При повному дослідженні за 42 показниками, у кожному конкретному випадку, визначаються ті чи інші переважаючі елементи, які є у воді. Такі заходи є економічно доцільними і відповідають вимогам ДержСанПіНу, сприяють покращенню якості питної води, що в свою чергу, позитивно вплине на стан здоров'я населення.

Висновки. Збереження і захист водних об'єктів та їх раціональне використання – одна з найважливіших проблем, яка потребує невідкладного вирішення. Так, серед головних напрямів роботи з охорони водних ресурсів слід виділити: 1) впровадження нових технологічних процесів, перехід на замкнуті цикли водопостачання; 2) нормування якості води для різних видів водокористування; 3) очищення стічних вод.

Незважаючи на значне зменшення об'ємів використаної води, що спостерігається з 1991 року, відповідного зменшення антропогенного навантаження на водні ресурси, зокрема зі скидами забруднених вод, не відбувається.

Задоволення потреб населення у воді та забезпечення екологічної рівноваги можливе при покращенні якості питної води, раціональному використанні води підприємствами всіх галузей господарства, відтворенні водних ресурсів.

За останні п'ять років відзначається постійне забруднення води р. Дніпро легкоокислюваними органічними сполуками, про що свідчить коливання показників БСК від 4,0 до 6,0 мг/дм³ (за норми 3 мг/дм³). Також фіксується перевищення у 2-3 рази гранично допустимих концентрацій фенолів, що, у свою чергу, зумовлює утворення хлорфенольних сполук у питній воді.

Впродовж 2010-2014 років відсоток відхилення від вимог СанПіНу № 4630-88 за хімічними показниками коливався від 17,5% до 22,1%, за бактеріологічними показниками – від 7,3% до 8,0%.

Сучасні фізико-хімічні методи аналізу води не дають можливості вичерпно оцінювати її якість, прогнозувати комплексний вплив присутніх речовин і структури води на біологічні об'єкти. Таким чином, виникає потреба у розробці і використанні нових методів комплексної оцінки якості води та її можливого впливу на біологічні об'єкти.

Перспективи подальших досліджень. Запропонована в існуючих українських стандартах система контролю якості питної води побудована тільки з врахуванням її «нешкідливості», і не враховує її «корисність». В той же час вода повинна не тільки не містити небезпечних концентрацій забруднюючих речовин, але й забезпечувати живі організми біогенними мікро- і макроелементами.

Вимоги, які ставляться до питної води, в існуючих державних стандартах, при уважному розгляді виявляються такими, які суперечать критерію фізіологічної цінності, тобто з встановлених ГДК, які не враховують мінімальні концентрації компонентів складу води впливає, щонайвищу якість має дистильована вода, яка повністю позбавлена розчинених речовин.

Література

- 1 Білявський Г.О. Основи загальної екології / Г.О. Білявський, Р.С. Фурдуй, І.Ю. Костіков. – К.: Либідь, 2005. – 408 с.
- 2 Гончарук В. Національна екологічна безпека та екологічна паспортизація водних об'єктів / В. Гончарук, Г. Білявський, М. Ковальов, Г. Рубцов // Вісн. НАН України. – 2009. – № 5. – С. 22-29.
- 3 Данилов-Данильян В. И. Экология, охрана природы и экологическая безопасность. / В.И. Данилов-Данильян. – М.: Дело, 1997. – 744 с.
- 4 Дорогунцов С.І. Еколого-економічні проблеми використання водних ресурсів. / С.І. Дорогунцов, К.Ф. Коценко, М.А. Хвесик та ін. – К.: КНЕУ, 2005. – 371 с.
- 5 Качинський А.Б. Екологічна та природно-техногенна безпека України: регіональний вимір загроз і ризиків. / А.Б. Качинський, С.П. Іванюта. – К.: НІСД, 2012. – 308 с.
- 6 Качинський А.Б. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення. / А.Б. Качинський. – К.: НІСД, 2007. – 312 с.
- 7 Качинський А.Б. Екологічна безпека України: аналіз, оцінка та державна політика / Качинський А.Б., Хміль Т.А. – К.: НІСД, 1997. – 127 с.
- 8 Качинський А.Б. Індикатори національної безпеки: визначення та застосування їх граничних значень / А.Б. Качинський. – К.: НІСД, 2013. – 104 с.
- 9 Косовцев В.О. Національна безпека України: проблеми та шляхи реалізації пріоритетних національних інтересів / Косовцев В.О., Бінько І.Ф. – К.: НІСД, 2006. – 320с.
- 10 Міхалева М. Проблеми нормування якості водних середовищ, стічних вод, апаратне і метрологічне забезпечення системи гідромоніторингу / Міхалева М., Столярчук П. // Вимірювальна техніка та метрологія. – 2008. – № 68. – С. 199-203.
- 11 Реймерс Н.Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы, гипотезы). / Н.Ф. Реймерс– М.: Россия молодая, 2004. – 367 с.
- 12 Шмандій В.М. Екологічна безпека – одна з основних складових національної безпеки держави. / Шмандій В.М. // Экологическая безопасность. – 2008. – №1. – С. 9-15.
- 13 Шмандій В.М. Управління екологічною безпекою на регіональному рівні (теоретичні та практичні аспекти): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора технічн. наук: спец. – 21.06. 01 – «Екологічна безпека» / В.М. Шмандій. – Х., 2004. – 36 с.
- 14 Экология: Учебное пособие / [Под общ. ред. С.А. Боголюбова]. – М.: Знание, 2007. – 288 с.
- 15 Экологическая безопасность, устойчивое развитие и природоохранные проблемы / [под ред. К. Ф. Фролова]. – М.: МГФ "Знание", 1999. – 704 с.
- 16 Environmental Performance Index – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://epi.yale.edu/>
- 17 Gleick, P H. 1989. The Implications of Global Climate Changes for International Security. Climate Change 15 (October 1989): pp. 303–325.
- 18 Integrated Risk Information System (IRIS) : [Електронний ресурс] / U. S. Environmental Protection Agency (EPA). – Режим доступу: <http://www.epa.gov/iris>

19 Kharlamova, G., 2010. Optimizing the Management of Complex Dynamic Ecosystems: An Ecological-Economic Modeling Approach. NATO Science for Peace and Security Series, Vol. 75, pp. 229-240.

20 Kharlamova G., 2012. Environmental Security and Its Economical Aspect. Environmental and Food Safety and Security for South-East Europe and Ukraine. Vitale, Ksenija (Ed.), NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security, 2012, pp. 73-80.

21 Kharlamova G. 2014 Environmental Safety And Economic Development Of Ukraine: Impact Assessment. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка. – № 155/2014, с. 19-26.

22 Myers, N. 1986. The Environmental Dimension to Security Issues. The Environmentalist 6 (1986): pp. 251–257.

© Р. А. Заєць,
О. А. Бужин,
А. В. Швиденко,
О. М. Черненко

УДК 502.51+504.4+556.166

С. В. Качала
*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

РОЛЬ ВПЛИВУ КИСЛОТНИХ ОПАДІВ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ СТУПЕНЯ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ

Забруднення довкілля суттєво впливає не тільки на склад атмосферного повітря, але й на процеси кругообігу енергії і речовин у природі загалом. Зміна хімічного складу повітря внаслідок діяльності людини та процеси кругообігу води в природі сприяють виникненню явища "кислотних дощів". Важливим аспектом для аналізу та дослідження гідроекологічних ризиків, ризиків водозабезпечення є розширення спектру досліджень змін стану водних об'єктів за рахунок впливу зовнішніх факторів. Одним з найважливіших факторів формування стоку є кількість опадів, проте кількісного дослідження може бути недостатньо для визначення повноцінного впливу опадових вод на стан водного об'єкту. Таким чином, одним із завдань даного дослідження є визначення кислотності дощових опадів, з метою виявлення впливу кислотних опадів на басейн річки.

Ключові слова: басейн річки, опади, кислотні дощі, водний об'єкт, гідроекологічний ризик, екологічна безпека

Загрязнение окружающей среды существенно влияет не только на состав атмосферного воздуха, но и на процессы круговорота энергии и веществ в природе в целом. Изменение химического состава воздуха в результате деятельности человека и процессы круговорота воды в природе способствуют возникновению явления "кислотных дождей". Важным аспектом для анализа и исследования гидроэкологических рисков, рисков водообеспечения является расширение спектра исследований изменений состояния

19 Kharlamova, G., 2010. Optimizing the Management of Complex Dynamic Ecosystems: An Ecological-Economic Modeling Approach. NATO Science for Peace and Security Series, Vol. 75, pp. 229-240.

20 Kharlamova G., 2012. Environmental Security and Its Economical Aspect. Environmental and Food Safety and Security for South-East Europe and Ukraine. Vitale, Ksenija (Ed.), NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security, 2012, pp. 73-80.

21 Kharlamova G. 2014 Environmental Safety And Economic Development Of Ukraine: Impact Assessment. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка. – № 155/2014, с. 19-26.

22 Myers, N. 1986. The Environmental Dimension to Security Issues. The Environmentalist 6 (1986): pp. 251–257.

© Р. А. Заєць,
О. А. Бужин,
А. В. Швиденко,
О. М. Черненко

УДК 502.51+504.4+556.166

С. В. Качала
*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

РОЛЬ ВПЛИВУ КИСЛОТНИХ ОПАДІВ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ СТУПЕНЯ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ

Забруднення довкілля суттєво впливає не тільки на склад атмосферного повітря, але й на процеси кругообігу енергії і речовин у природі загалом. Зміна хімічного складу повітря внаслідок діяльності людини та процеси кругообігу води в природі сприяють виникненню явища "кислотних дощів". Важливим аспектом для аналізу та дослідження гідроекологічних ризиків, ризиків водозабезпечення є розширення спектру досліджень змін стану водних об'єктів за рахунок впливу зовнішніх факторів. Одним з найважливіших факторів формування стоку є кількість опадів, проте кількісного дослідження може бути недостатньо для визначення повноцінного впливу опадових вод на стан водного об'єкту. Таким чином, одним із завдань даного дослідження є визначення кислотності дощових опадів, з метою виявлення впливу кислотних опадів на басейн річки.

Ключові слова: басейн річки, опади, кислотні дощі, водний об'єкт, гідроекологічний ризик, екологічна безпека

Загрязнение окружающей среды существенно влияет не только на состав атмосферного воздуха, но и на процессы круговорота энергии и веществ в природе в целом. Изменение химического состава воздуха в результате деятельности человека и процессы круговорота воды в природе способствуют возникновению явления "кислотных дождей". Важным аспектом для анализа и исследования гидроэкологических рисков, рисков водообеспечения является расширение спектра исследований изменений состояния

водных объектов за счет влияния внешних факторов. Одним из важнейших факторов формирования стока является количество осадков, однако количественного исследования может быть недостаточно для определения полноценного влияния осадковых вод на состояние водного объекта. Таким образом, одной из задач данного исследования является определение кислотности дождевых осадков, с целью выявления влияния кислотных осадков на бассейн реки.

Ключевые слова: бассейн реки, осадки, кислотные дожди, водный объект, гидроэкологический риск, экологическая безопасность

Environmental pollution significantly affects not only the composition of air, but also on energy and the cycle of matter in nature in general. Changing the chemical composition of air as a result of human activities and processes of the water cycle contributing to the emergence of the phenomenon of "acid rain". An important aspect to analyze and research hydroecological risks, risks of water supply is the expanding the range of research changes of water bodies due to the external factors. One of the major factors of formation the flow is the amount of precipitation, but quantitative research may be insufficient to determine the full impact of precipitation water on the state of water bodies. Therefore, one of the objectives the given research is to determine the acidity of precipitation, to identify the impact of acid rain on the river basin.

Keywords: river basin, precipitation, acid rain, water body, hydroecological risk, environmental safety

Актуальність теми. Відповідно до діючих нормативних документів в Україні стихійними гідрометеорологічними явищами вважаються: сильні дощі, сильні зливи, снігопад. Небезпечними гідрометеорологічними явищами, в межах верхньої течії Дністра, вважаються сильні дощі 15-29 мм за менш ніж 12 годин та сильний сніг 7-9 мм за 12 годин. Опади такої інтенсивності є найбільш небезпечними для життєдіяльності та збалансованого функціонування гідроекосистеми, за ними ведеться спостереження та оголошуються штормові попередження. Проте, не лише кількість опадів несе небезпеку, вагомий внесок у порушення функціонування гідроекосистем, з точки зору басейнового підходу, несе і хімічний склад опадів.

Аналіз попередніх досліджень. Останніми роками зміни клімату стають все більш помітними та завдають значної шкоди. Приділяючи значну увагу вивченню проблем глобальних кліматичних змін в розрізі ризику водозабезпечення, нами було обрано Карпатський регіон. У зв'язку з особливостями фізико-географічного розташування та унікальністю природних умов, дослідження даного регіону дає можливість адаптації методів і до інших природних умов цього кліматичного поясу. Ризик водозабезпечення зростає з кожним роком, адже водні об'єкти є своєрідним індикатором від якого залежить безпека та якість життя населення, що лише підкреслює актуальність таких досліджень. Водні ресурси не лише забезпечують життєдіяльність людини, а й несуть в собі значний ризик. Такі ризики виявляються, як за рахунок ендегенних, так і екзогенних впливів на водний об'єкт. Розглядаючи гідроекосистему в цілому, можна визначити, що при порушенні її цілісності та балансу зростає і рівень ризику, якого ця система може завдавати. Так, зниження якості природних вод несе не меншу загрозу, ніж коливання їх кількісного показника.

Вирішенням проблем гідроекологічних ризиків з метою забезпечення екологічної безпеки довкілля, займалися такі українські вчені як Волошкіна О. С., Лук'янець О. І., Архипова Л. М., Сусідко М. М., Кирилюк М. І., Адаменко О. М., Семчук Я. М., Приходько М. М., а також зарубіжні вчені Егидарев Е. Г., Рогалев В. А., Дикарев В. І. (Росія), К. Крістенсен (Данія), Moss Ian (Canada), Wang Zhenyu, He Zhiguo (China), B. Zadrozny, K. Mantripragada (USA), Ward R.C. (UK).

Виклад основного матеріалу. Гідроекологічний ризик – це ймовірність виникнення негативних наслідків від сукупності шкідливих впливів на гідроекосистему. Системний

підхід до визначення гідроекологічного ризику передбачає комплексність підходу до проблематики. Таким чином ризики враховуються не лише з точки зору зміни кількісної складової, але й з урахуванням параметрів якісного стану. При цьому, важливим аспектом дослідження є визначення зовнішніх впливів на компоненти гідроекосистеми.

Басейновий підхід є ключовим та найбільш раціональним при вивченні гідроекосистем. Якість такого підходу залежить від ступеня його розвитку, динамічності та наукової обґрунтованості. Для забезпечення та підвищення якості управлінських дій, за басейновим принципом, та удосконалення управління водними ресурсами першочерговими заходами, необхідно розширити науково-практичний підхід до визначення пріоритетних напрямків роботи щодо покращення екологічного стану басейну Дністра.

Характеристики якості питної води регламентуються відповідними державними стандартами й санітарно-гігієнічними вимогами. Показники хімічного складу води визначаються нормами вмісту – гранично допустимими концентраціями (ГДК) речовин, які з'явилися у природній воді внаслідок промислового, сільськогосподарського і комунально-побутового забруднення. ГДК обмежують загальну мінералізацію води, вміст хімічних речовин, загальну жорсткість і рН.

Забруднення довкілля суттєво впливає не тільки на склад атмосферного повітря, але й на процеси кругообігу енергії і речовин у природі загалом. Зміна хімічного складу повітря внаслідок діяльності людини та процеси кругообігу води в природі сприяють виникненню явища "кислотних дощів". Збільшення вмісту кислих іонів і постійне вимивання лужних катіонів призводить до того, що буферна система рослин руйнується і кислотність ґрунтів збільшується. Токсична дія аерозолів сірчаної кислоти на організм людини особливо посилюється у хмарну погоду. Розчин сірчаної кислоти у вигляді крапель туману тримається у повітрі або разом із дощем випадає на землю. Таким чином на підкислених ґрунтах знижується врожайність, а зростання кислотності у водоймах призводить до загибелі всього живого. При $\text{pH}=4,5$ гинуть всі риби, земноводні, комахи, а на дні розвиваються гриби й бактерії – анаероби, що виділяють вуглекислий газ, метан і сірководень. Залежно від величини рН може змінюватися швидкість протікання хімічних реакцій, ступінь корозійної агресивності води, токсичність забруднюючих речовин і т.д. Контроль за рівнем рН особливо важливий на всіх стадіях водоочищення, так як його "відхилення" в той чи інший бік може не тільки істотно впливати на запах, присмак та зовнішній вигляд води, але і на ефективність водоочисних заходів.

Диференційований аналіз хімічного складу твердих і рідких опадів демонструє те, що опади холодного періоду року більш мінералізовані, ніж опади теплого періоду. Таким чином, у процесах вимивання забруднюючих речовин з атмосфери важливу роль відіграє фазовий стан випадних опадів. Аналіз кислотності опадів показує взаємозв'язок водневого показника рН, подібно до мінералізації, зі ступенем техногенного навантаження. Звісно ж дощові і снігові опади, що випадають поблизу метеостанцій, розташованих безпосередньо в зоні впливу викидів великих промислових підприємств, мають більш високі значення, проте особливістю кислотних дощів є ризик їх випадання далеко від місця їх утворення. Таким чином зі збільшенням мінералізації атмосферних опадів відбувається і зростання величини рН [1].

Дністер відноситься до рік, які здавна широко використовуються в багатьох сферах господарської діяльності водопостачання, у рибному господарстві, рекреації. На сьогоднішній день на одне з чільних місць вийшла гідроенергетика. Окрім цього, водний потенціал Дністра використовується також в промисловості, меліораційних цілях, рибному господарстві, комунальному господарстві, сільськогосподарському водозабезпеченні [2].

Запаси підземних вод, придатних для використання в межах басейну Дністра, в Україні, незначні, прогнозні ресурси складають близько 9% від загальних по Україні, тому

водокористування поверхневими водами є основним джерелом водопостачання регіону [3].

З метою подальшого розвитку та вдосконалення процесу автоматизації і універсализації постів спостереження, в даному дослідженні розглядаються перспективи удосконалення системи моніторингу, оптимізація стратегій збереження та відновлення гідроекосистем шляхом визначення гідроекологічних ризиків. Вдосконалення систем контролю водозабезпечення займає одне з найважливіших місць у процесі прогнозування гідроекологічного ризику. Таким чином важливим аспектом для аналізу та дослідження гідроекологічних ризиків, ризиків водозабезпечення є розширення спектру досліджень змін стану водних об'єктів за рахунок впливу зовнішніх факторів. Одним з найважливіших факторів формування стоку є кількість опадів, проте кількісного дослідження може бути недостатньо для визначення повноцінного впливу опадових вод на стан водного об'єкту. Таким чином одним із завдань даного дослідження є визначення кислотності дощових опадів, з метою визначення впливу кислотних опадів на басейн ріки.

Найнебезпечнішою рисою кислотних дощів є те, що вони випадають за багато кілометрів від місця утворення. Основними джерелами забруднення, що слугують причиною утворенню кислотних опадів в Україні, є підприємства паливно-енергетичного комплексу, обробної та добувної промисловості, транспорту та сільського господарства. За даними Державної гідрометеорологічної служби впродовж останніх років в Україні помірно кислі опади спостерігаються приблизно у 10% досліджених дощів. Кислі опади спостерігаються доволі рідко і, здебільшого, в межах потужних промислових регіонів Північного Заходу, Півдня та Сходу країни. Проте, Україна страждає і від транскордонного перенесення кислотоутворюючих речовин. Таким чином в Українських Карпатах, особливо в прикордонних районах, випадають кислотні дощі, принесені з сусідніх країн.

Україна належить до країн з високими абсолютними та питомими рівнями забруднення атмосферного повітря. На території України щорічно з атмосферними опадами випадає 7,3 млн. тон розчинених мінеральних речовин, що у розрахунку на 1 квадратний кілометр становить 12,1 тон. Україна є активною учасницею понад 20 міжнародних конвенцій та двосторонніх угод, пов'язаних з охороною довкілля. Зокрема і Конвенції про транскордонне забруднення повітря на великі відстані, сторонами якої є більшість Європейських країн, Канада і США [4].

Найбільшому впливу піддаються екосистеми розташовані в межах 100-200 км від джерел формування кислотоутворюючих забрудників. Кислотні опади зумовлюють підкислення ґрунтів та поверхневих вод, які часто є джерелом водопостачання у цілих регіонах. Негативний вплив кислотних опадів також спостерігається на ліси, передовсім букові і соснові. Кислотні опади порушують захисний покрив листя, внаслідок цього рослини стають більш уразливими для комах, грибів і інших патогенних мікроорганізмів. З пошкодженого листя випаровується більше вологи у часи посухи. З ґрунту вилугуюються алюміній, ртуть, свинець та інші важкі метали, які потім надходять у поверхневі і ґрунтові води та засвоюються рослинами. Зменшення популяції рослинності у прибережних смугах гірських річок може бути причиною підвищення рівня руйнації внаслідок проходження паводків, за рахунок розмивання берегів через зниження міцності берегових ліній.

У Карпатському регіоні останніми роками також загострилось питання випадання кислотних дощів, які призводять до висихання лісів та різкого погіршення якості ґрунту. Таким чином зменшується водорегуляційна роль лісів, що спричиняє зниження рівня вологи, що затримується ґрунтовим покривом та сприяє розвитку паводконебезпечних ситуацій, частішають зсуви, селі та інші руйнівні явища.

Розглядаючи басейн Дністра, який займає особливе місце серед водних об'єктів, не лише України, а й сусідніх країн, чим заслужив своє міжнародне значення, можна спостерігати, що верхня його течія пролягає по території з найбільшою кількістю опадів, найбільша частина яких випадає в літній період року (рис. 1). У зв'язку з цим, дана територія є паводконебезпечною та займає важливу позицію в системі моніторингу

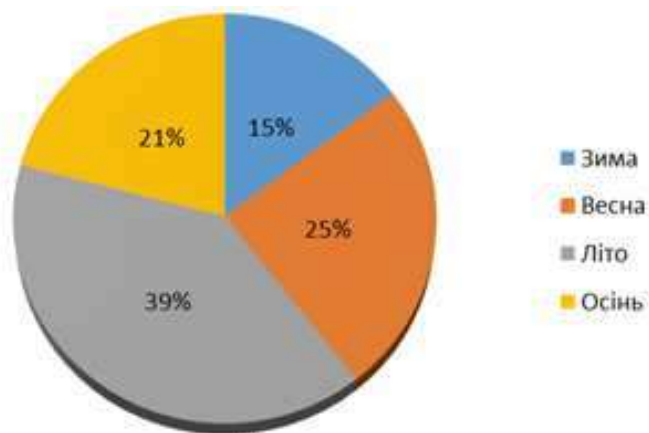


Рис. 1. Річний розподіл опадів у досліджуваному регіоні

поверхневих вод. Беручи до уваги розподіл опадів територією басейну, найбільша кількість дощів випадає саме в районі Карпат, тому ця ділянка вимагає особливого контролю. Зважаючи на особливості перенесення повітряних мас та утворення кислотних дощів, які можуть випадати й за багато кілометрів від джерела утворення, ризик їх випадання на території з високим рівнем опадів є досить суттєвим.

Таким чином важливим аспектом контролю та дослідження в Карпатському регіоні є кислотні

дощі. Останні десятиліття ситуація загострюється в зв'язку із збільшенням антропогенного навантаження на довкілля. Отже, врахування кислотності дощових опадів дасть можливість розширити ряд чинників, які підлягають аналізу при оцінці стану водного об'єкту. Виконання таких вимірювань може використовуватись при формуванні системи моніторингу, комплексному прогнозуванні гідроекологічного ризику та при встановленні автоматизованих гідрологічних постів спостережень.

Для вирішення поставленої задачі в даному дослідженні запропоноване використання пристрою для контролю кислотності дощових опадів [5]. Запропонований спосіб визначення кислотних опадів дозволить належить методів, якими може послуговуватись в природно-техногенній безпеці, комплексній оцінці гідроекологічного ризику в межах басейну водного об'єкту, який оцінює вплив гідрорежиму, інтенсивність випадання опадів, екологічний стан басейну та якісний стан водних ресурсів на функціонування водних екосистем. Даний пристрій призначений для контролю кислотності дощових опадів в природних умовах та для прогнозування зміни стану водного об'єкту за умови зміни сценарію. Даний пристрій може знайти застосування в екологічному нормуванні, екологічному аудиті при оцінці небезпеки та прогнозуванні показника ризику виникнення паводкових явищ та різних його складових, розробці водоохоронних заходів.

Висновки. При дослідженні даного питання було розглянуто ряд подібних пристроїв, недоліками яких була незмінна висота рівня досліджуваної рідини в капілярі, що може спричинити труднощі при роботі з дощовими водами, рівень яких є динамічним. Відмінними рисами запропонованого пристрою є специфічність його будови, що забезпечує постійність глибини вимірювання, практичність застосування такого пристрою полягає також в його мобільності, він може розташовуватись на базі автоматизованих інформаційно-вимірювальних систем чи локальних метеостанцій. Він є ефективним при комплексному вивченні стану гідроекосистеми та прогнозуванні її стану. Таким чином дослідження явища кислотності опадів до параметрів, які перевіряються при проведенні моніторингу території басейнової гідроекосистеми та екологічній експертизі дозволить підвищити точність визначення гідроекологічного ризику та розширити можливості його прогнозування.

Література

- 1 Абдуллаев С. М. Оценка жизненного цикла природно-антропогенных систем / С. М. Абдуллаев, Е. Г. Кораблёва, Ю. А. Сапельцева, А. В. Егорова, В. А. Бабинцева, Е. А. Неверова // Вестник Челябинского государственного университета. – 2008. – № 17. Экология. Вып. 3. – С. 41–53.
- 2 Архипова Л. М. Прогноз гідрологічних параметрів водних об'єктів методом сингулярного спектрального аналізу / Л. М. Архипова, С. В. Пернеровська // Науковий вісник Національного гірничого університету. – 2015. – № 2. – С. 45-50
- 3 Бондарчук Т. В. Сучасна характеристика формування гідрохімічного режиму річок басейну Верхнього Дністра у межах Львівської області / Т. В. Бондарчук // Гідрологія, гідрохімія, гідробіологія. – К.: Ніка-Центр. – 2003. – Т.3. – С. 156-160.
- 4 Україна у міжнародному контексті [Електронний ресурс] / «Проект Зелений пакет». – Режим доступу: <http://cd.greenpack.in.ua/>
- 5 Качала С. В Пристрій для контролю кислотності дощових опадів / С. В. Качала, Я. Д. Климишин // Деклараційний патент на корисну модель. – Заявка №u 2015 11646. – 11.04.2016.

© С. В. Качала

УДК 502.51(285.3)

М. Т. Микицей

*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ОЦІНКА СТАНУ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ ОЗЕРА В МІСТІ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКУ, ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ВОДОЙМИ

Розглянуті основні процеси, схеми і споруди системи водопостачання та водовідведення озера в місті Івано-Франківську, а також досліджено стан р. Млинівка, як основного об'єкту для наповнення озера водою. На основі цих досліджень запропоновано комплекс заходів, які потрібно здійснити для оптимізації технічного і екологічного стану найбільшої водойми у місті.

Ключові слова: водопостачання, канал, шлюз, русло, відстійник, озеро.

Рассмотрены основные процессы, схемы и сооружения системы водоснабжения и водоотведения озера в городе Ивано-Франковске, а также исследовано состояние р. Млиновка, как основного объекта для наполнения озера водой. На основе этих исследований предложен комплекс мероприятий, которые необходимо осуществить для оптимизации технического и экологического состояния крупнейшего водоема в городе.

Ключевые слова: водоснабжения, канал, шлюз, русло, отстойник, озеро.

The basic processes, schemes and constructions of water supply and sewage of the lake in Ivano-Frankivsk are considered, and the state of the Mlynivka river as the main object for the water filling of the lake is investigated. Based on these studies a set of measures to be taken to

Література

- 1 Абдуллаев С. М. Оценка жизненного цикла природно-антропогенных систем / С. М. Абдуллаев, Е. Г. Кораблёва, Ю. А. Сапельцева, А. В. Егорова, В. А. Бабинцева, Е. А. Неверова // Вестник Челябинского государственного университета. – 2008. – № 17. Экология. Вып. 3. – С. 41–53.
- 2 Архипова Л. М. Прогноз гідрологічних параметрів водних об'єктів методом сингулярного спектрального аналізу / Л. М. Архипова, С. В. Пернеровська // Науковий вісник Національного гірничого університету. – 2015. – № 2. – С. 45-50
- 3 Бондарчук Т. В. Сучасна характеристика формування гідрохімічного режиму річок басейну Верхнього Дністра у межах Львівської області / Т. В. Бондарчук // Гідрологія, гідрохімія, гідробіологія. – К.: Ніка-Центр. – 2003. – Т.3. – С. 156-160.
- 4 Україна у міжнародному контексті [Електронний ресурс] / «Проект Зелений пакет». – Режим доступу: <http://cd.greenpack.in.ua/>
- 5 Качала С. В Пристрій для контролю кислотності дощових опадів / С. В. Качала, Я. Д. Климишин // Деклараційний патент на корисну модель. – Заявка №u 2015 11646. – 11.04.2016.

© С. В. Качала

УДК 502.51(285.3)

М. Т. Микицей

*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ОЦІНКА СТАНУ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ ОЗЕРА В МІСТІ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКУ, ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ВОДОЙМИ

Розглянуті основні процеси, схеми і споруди системи водопостачання та водовідведення озера в місті Івано-Франківську, а також досліджено стан р. Млинівка, як основного об'єкту для наповнення озера водою. На основі цих досліджень запропоновано комплекс заходів, які потрібно здійснити для оптимізації технічного і екологічного стану найбільшої водойми у місті.

Ключові слова: водопостачання, канал, шлюз, русло, відстійник, озеро.

Рассмотрены основные процессы, схемы и сооружения системы водоснабжения и водоотведения озера в городе Ивано-Франковске, а также исследовано состояние р. Млиновка, как основного объекта для наполнения озера водой. На основе этих исследований предложен комплекс мероприятий, которые необходимо осуществить для оптимизации технического и экологического состояния крупнейшего водоема в городе.

Ключевые слова: водоснабжения, канал, шлюз, русло, отстойник, озеро.

The basic processes, schemes and constructions of water supply and sewage of the lake in Ivano-Frankivsk are considered, and the state of the Mlynivka river as the main object for the water filling of the lake is investigated. Based on these studies a set of measures to be taken to

optimize the technical and environmental condition of the largest water body in the city is suggested.

Keywords: water supply, watercourse, channel, sluice, watercourse, sedimentation tank, lake.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими або практичними завданнями. У зв'язку з економічними негараздами в країні, як і в багатьох містах, у місті Івано-Франківську та на прилеглих до нього територіях за останні десятиріччя припинили свою промислову діяльність багато промислових підприємств, заводів і фабрик, що здавалося було б позитивним з екологічної точки зору. Однак, попри це, екологічна ситуація в місті Івано-Франківську станом на 2016 р. бажає кращого. Локальні екологічні проблеми міста, тривалий час знаходяться поза увагою місцевих органів влади, які старанно закривають на них очі. Не виняток і Івано-Франківське озеро, яке давно вже перестало подобатися місцевим жителям та охочим відпочити тут від буденних справ.

Велика кількість публікацій в інтернет-мережі, статті та відгуки небайдужих до цієї проблеми і практично відсутність реакції з боку місцевої влади змушують провести ґрунтовне дослідження даної проблеми з метою пошуку шляхів її вирішення.

Івано-Франківське міське озеро – Станіславське море, як його вже давно ніхто не називає є найбільшою штучно-створеною водоймою міста. Розташоване воно на південно-західній околиці міста, паралельно до вулиці Гетьмана Мазепи, зі сторони парку ім. Т. Шевченка, та паралельно вулиці С. Ленкавського.

Будівництво водойми розпочалося навесні 1954 року (рис. 1). Урочисте відкриття відбулося 26 червня 1955 року. Вода в озеро потрапляє з річки Млинівка через систему шлюзів та відстійник. Спуск води здійснюється через два спускні шлюзи, один з яких скидає воду назад у Млинівку (знаходиться біля рятувальної станції), а другий, через підземний колектор – в ріку Бистриця Солотвинська (напроти колишнього шкірзаводу). При зростанні рівня води використовується третій переливний шлюз, який знаходиться зі сторони 23 школи і скидає воду в уже згадуваний колектор.



Рис. 1. Будівництво озера в м. Станіслав 15 вересня 1954 року [2]

За 61 рік існування водойми її чистили всього два рази. Першу чистку провели у 1969 році у зв'язку з інтенсивним розростанням водоростей. У 1985 році санепідемслужба заборонила купання у водоймі через погану якість води. Того ж року восени воду спустили вдруге. Озеро тоді 5 років стояло без води, і вже встигло зарости вербами та очеретом. У 1991 році дно водойми почистили, було проведено ремонт бетонного покриття дамби, заново заасфальтовано алею навколо озера і засипано білим піском мілководдя на дитячому пляжі. Крім того, у деякі роки на зимовий період воду з озера спускали, або понижували її рівень.

Відстійник, який разом з озером становить єдину гідросистему, намагались спустити біля 2000 р. Для спуску води був викопаний канал, що з'єднував відстійник з притокою річки Млинівка. Спуск води здійснити не вдалося, оскільки відстійник значно глибший від річки, куди мала скидатись вода. Врешті-решт дно водойми почистили тільки біля берегів екскаватором. Тоді ж аналогічно чистили узбережжя пляжу на великому озері, яке заросло очеретом.

За роки свого існування озеро кілька разів змінювало господарів. Серед них було Обласне управління комунального господарства, Івано-Франківський Спец-комбінат, КП «Водокотехпром», КП "Центр розвитку міста та рекреації" (колишня комунальна організація "Міський парк культури та відпочинку ім. Т. Шевченка"). В останні роки значна увага приділяється впорядкуванню території навколо озера: зрізаються старі дерева, коситься трава, регулярно прибирається опале листя, взимку – сніг, впорядкований острів, облаштовані спортивні майданчики. Але, попри ці всі заходи, не вирішується основна проблема – технічний стан водойми.

Зруйнована система шлюзів та частково канал, яким вода з р. Млинівка надходить в озеро. Дно водойми в районі дитячого пляжу та на мілководних ділянках вкрилося товстим шаром мулу і заросло водною рослинністю. Щільний рослинний покрив сформувався і на суходільній частині пляжу, де колись був півметровий шар піску. На дні водойми біля берегів і на доступних людям ділянках окрім намулу, гілок, гнилого листя і водоростей знаходиться величезна кількість битого скла, пластику, та інших твердих побутових відходів. Через відсутність водообміну якість води дуже погіршилась, що негативно впливає на життєдіяльність гідробіонтів.

Звідки тепер поступає вода в озеро, і чому її недостатньо для повноцінного водообміну – головне питання, яке потребує відповіді. Як уже відомо, постачальниками води у озеро є річка Млинівка, джерело, атмосферні опади, і каскад ставків, що знаходяться у парку ім. Т. Шевченка. Частка води, що надходить в озеро площею 36 га із джерела – дуже незначна. Атмосферної води недостатньо. Оскільки останніми роками випадає дуже мала кількість опадів – відсутній стік у озеро із ставків, що знаходяться у парку. Води річки Млинівка для нормального водообміну у озері, останніми роками також не вистачає, хоча вона є основною артерією що живить водойму.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми, на які спирається автор. Останнім часом з'являється все більше статей та публікацій, в яких піднімається питання стану міського озера.

Наприклад, у статті Богдана Скаврона описано про створення озера та його сучасний стан. [5], згадується про проблеми масштабної забудови території, яка раніше була зайнята ставками, що здійснюють значне наантаження на гідросистему озера. Крім того зазначається факт обміління р.Млинівки, з часу спорудження, біля с.Черніва, водозабору та насосної станції.

Володимир Мулик [3], доводить, що при проведенні робіт з осушення озера, з метою очистки дна, є небезпека, що, внаслідок зруйнованої системи водопостачання, міське озеро просто не вдасться наповнити водою.

Виходячи з попередніх публікацій на цю тематику, можна дійти до висновку, що основною причиною сьогоdnішнього стану озера є знищення ставків, які створювали з озером єдину гідросистему, та живили його водою. В деяких джерелах говориться про забруднення фекальними відходами потічків, які живили відстійники. Для з'ясування дійсного стану речей, та виділення раніше не вирішених частин загальної проблеми було проведено комплексне дослідження системи водопостачання міського озера.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Притік свіжої води у озеро є вирішальним фактором, який сприятливо впливає на протікання всіх природних процесів, і сповільнює процеси заростання. Не менше значення має і стік з озера [1].

Для досліджуваного об'єкту цей факт має дуже важливе значення, оскільки зараз відбувається інтенсивне заростання у прибережних частинах, проходять процеси накопичення мулу, що призводить до погіршення якості води, та згубно впливає на життя гідробіонтів.

Виходячи з цього, для вирішення ситуації, яка склалася з міським озером в м. Івано-Франківську метою дослідження було охарактеризувати сучасний стан гідротехнічної системи найбільшої водойми міста, і запропонувати комплекс заходів, які потрібно здійснити, щоб відновити її функціонування.

Виклад основного матеріалу дослідження. При спорудженні озера для заповнення його водою використовували воду із річки Млинівка. На цій річці до середини 20-го століття було споруджено декілька водяних млинів (с. Драгомирчани, м. Станіслав), водяна пилорама (с. Драгомирчани). Енергію води даної річки використовували також на ватно-ватинній фабриці "Мендельсона й Арнольда" і на шкірзаводі Маргошеса. Ці дані свідчать про те, що річка була досить повноводною.

Для заповнення міського озера, у с. Крихівці було встановлено шлюз, через який вода надходила в спеціально прокопаний канал (рис. 2). На кінці каналу споруджено три шлюзи: через два вода надходила бетонним жолобом у відстійник, а через третій шлюз вода йшла в ріку Бистриця Солотвинська штучно створеним руслом через територію садово-городнього кооперативу «За Мир». Із бетонного жолоба (каналу) вода п'ятьма шлюзами надходила у відстійник (якщо вона була забруднена); за умови чистої води – через прямий шлюз, який знаходиться у кінці жолоба у підземний колектор, звідки надходила в міське озеро через два наповнювачі.

Вода, яка очистилась у відстійнику, через чотири труби надходила у вже згадуваний колектор, а звідти в озеро. Для очистки колектора слугувало п'ять оглядових колодязів.

Ставки, які знаходились у с. Крихівці, на даний момент знищені, це окремі гідроспороди, які жодним чином не були пов'язані з міським озером. Це були чотири послідовно сполучені водойми, для заповнення яких у с. Крихівці був споруджений

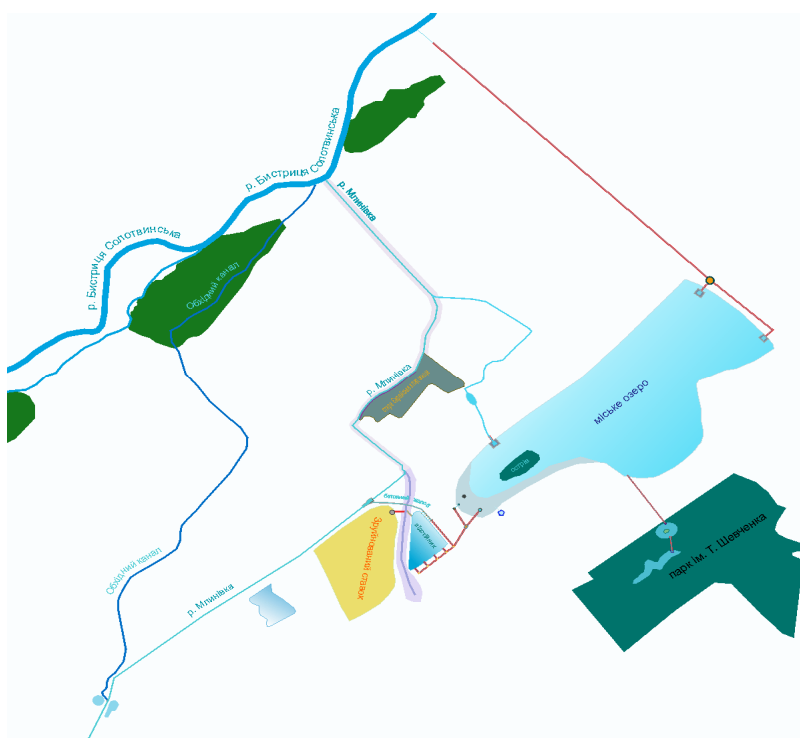


Рис.2. Схема водопостачання та водовідведення міського озера

окремих шлюзів. Вода з першого ставка надходила у другий, з другого – в третій, а з третього – у четвертий. У перших трьох ставках були споруджені переливні шлюзи, сполучені з каналом, який живив водою озеро. При великому об'ємі води (танення снігів, рясні опади), який не можна було направити в озеро, а обхідний канал не міг її всю прийняти, вода наповнювала ставки через переливні шлюзи. При падінні рівня води в каналі, туди надходила вода зі ставків. Спуск води зі ставків здійснювався в канал, прокопаний біля відстійника, який проходить під бетонним жолобом, яким вода надходить у міське озеро. При спорудженні вул. Набережної

ім. В. Стефаніка дорога пройшла через третій найбільший ставок, розділивши його на дві частини. На початку 80-х років, два перших ставки були осушені, а система водопостачання ставків зазнала деяких змін. Третій ставок, зараз частково функціонує на території житлового комплексу «Калинова слобода».

У 60-80-х роках контроль за водопостачанням та водовідведенням озера були покладені на працівників водолазно-рятувальної станції. Проблеми з наповненням водойми виникали і в ті роки. Коли рівень води у річці Млинівка був недостатній для належної водозміни, працівники станції виїжджали у с. Стебник, де вона бере початок, і

де для наповнення Млинівки водою з річки Бистриця Солотвинська був прокопаний канал, який сполучав її з р. Млинівкою. Якщо рівень води у р. Бистриці Солотвинській був нижчим ніж у р. Млинівка, то на руслі Бистриці Солотвинської працівниками станції влаштовувалася загата із дерев'яних стовпів, які забивалися у дно річки і обпліталися гілками верб, що ростуть по берегах річки. Якщо ж води у р. Млинівці було забагато, то прикривали шлюз, через який вода з річки Стебник, і з ріки Бистриця Солотвинська потрапляла у Млинівку.

Івано-Франківський спец-комбінату у 80-ті роки також проводив гідротехнічні роботи щодо водопостачання та водовідведення міського озера. Проте, іноді траплялися надзвичайні ситуації, коли внаслідок випадання великої кількості опадів рівень води у р.Бистриця Солотвинська, і відповідно в р. Млинівці різко збільшувався. Відповідно піднімався рівень міського озера, переливні шлюзи не встигали пропускати такий об'єм води, в результаті чого вода заливала весь дитячий пляж. Для уникнення таких ситуацій прокопали обхідний канал. Він починається у с. Крихівці, перед першим шлюзом, що живив озеро. При перевищенні певного рівня частина води ним поступала безпосередньо в р. Бистриця Солотвинську.

Отже, вода в озеро повинна надходити через два наповнювачі, які розташовані за 30-40м від берега в районі дитячого пляжу, і які з'єднані підземним трубопроводом з колектором, куди вода надходить з відстійника і бетонного каналу. Один наповнювач зруйнувався більше десяти років тому і на трубопроводі, що його живив, було влаштовано тимчасовий колодязь біля берега (рис. 3). Інший наповнювач перебуває у аварійному стані.



Рис. 3. Тимчасовий колодязь замість зруйнованого наповнювача

робітниками, що доглядають озеро. Тому відстійник зараз не виконує свою функцію відстоювання і очистки води. Вода з бетонного жолоба через відкритий шлюз напругу поступає в підземний колектор, а з нього – в озеро (рис. 4). Колись перед цим шлюзом була захисна металева решітка. Зараз вона відсутня, і листя, гілля, пляшки потрапляють в колектор. Канал, який колись був прокопаний для спуску води з відстійника, не засипаний досі.

Бетонний жолоб, яким вода надходить у відстійник у місці переходу над притокою

З відстійника вода поступає в підземний колектор через чотири труби, кожна з яких обладнана оглядовим колодязем. Зараз на двох колодязях відсутні люки, а в середині багато сміття. П'ятий центральний оглядовий колодязь розташований на території «Reikartz Парк Готелю», і зверху закладений бруківкою. У відстійник вода повинна надходити з бетонного каналу п'ятьма трубами, з яких три на даний момент замулені, і не пропускають воду, а дві робочі перекриті



Рис. 4. Перекритий мішками з піском шлюз у відстійник.

р. Млинівка напівзруйнований: одна з бокових стінок впала, і замість 1 м висоти має менше 0,5 м (рис. 5). Тому, при великих об'ємах води у жолобі, частина її не доходить до відстійника, а переливається у річку.



Рис. 5. Бетонний жолоб



Рис. 6. Укріплення стінки каналу



Рис. 7. Водозбірник

З двох шлюзів, через які вода надходить в жолоб є тільки один, другий не витримав напору води у 2010 р. і зруйнувався. Через деякий час його забрали збирачі металу. Захисна решітка, яка була перед шлюзом, що залишився, також відсутня. Водозбірник, у якому вода збиралась перед цими шлюзами, замулений і заріс осокою. Також замулений і заріс початок каналу, яким вода йде в обхід озера (рис. 6). Ділянка штучно-створеного русла Млинівки від водозбірника до вул. Набережна ім. В. Стефаника перебуває у більш-менш задовільному стані, хоча в кількох місцях русло перекрите опалим гіллям і сміттям, що нанесла вода.

Від вул. Набережна до мікрорайону «Калинова Слобода» забудовник «Ярковиця» почистив і розширив річку, але одночасно з цим він ліквідував шлюз, який був встановлений при створенні озера, і обмежував об'єм води, що надходила в Млинівку. Також забудовник вивів в це русло шість дренажних труб з мікрорайону, зведеного на місці ставків. Також у двох місцях при будівництві дороги через річку була значно звужена ширина русла. На проміжку, що проходить територією «Калинової Слободи» (рис. 8) вода тече бетонованим каналом, спорудженим ще за радянських часів. Стан каналу задовільний.

Далі річка протікає територією с. Крихівці. На цьому проміжку береги річки сильно заросли деревами і кущами, течію перекривають гілки, а на поверхні води в деяких місцях дуже розрослася ряска, але однак тут не виявлено жодного місця впадання побутових стічних вод. Крім того, на цій ділянці Млинівку живлять 4 джерела, три з яких розташовані на правому березі, одне – на лівому. Далі

русло Млинівки проходить селом Драгомирчани Тут до основного русла з правої притоки (залишків старого русла) впадають води трьох джерел. За 1 км вище по течії русло річки сухе, тобто вода взагалі відсутня.



Рис. 8. Річка Млинівка на території Калинової Слободи

русла обох річок пересохли.

За селом Драгомирчани русло проходить полем, через смт. Лисець, далі знову іде полем до села Стебник. На цій ділянці русло сухе, замулене, береги густо зарослі багаторічними травами і кущами і лише іноді зустрічаються невеликі ділянки стоячої води. В деяких місцях глибина русла явно зменшена. Проте, зустрічаються і ділянки з чистим дном, вкритим алювієм. На всій довжині русла річки побутового чи будівельного сміття не виявлено.



Рис. 10. Схема початку р. Млинівка

Таким чином, на момент дослідження довжина діючого русла до бетонного жолоба, що веде у відстійник, становить менше чотирьох кілометрів, і живлять його всього сім джерел.

У селі Драгомирчани збереглися залишки водяного млина, можна побачити місце, куди витікала вода з водяної пилорами, частково зберігся канал, яким подавалася вода з р. Бистриця Солотвинська на пилораму при нестачі води в р. Млинівка (рис. 9). Також у с. Драгомирчани в р. Млинівку впадає р. Радчанка, яка витікає з с. Радча, але в місці впадіння



Рис. 9. Залишки водяного млина у с. Драгомирчани

Зі свідчень місцевих жителів, останній раз вода текла річкою Млинівка у 2010 році, коли був паводок. Тоді було підтоплено багато господарств і в селі Стебник русло перекрили. З того часу води не було, хіба що після великих дощів і то ненадовго. Свій початок річка Млинівка бере на околиці с. Стебник (рис.10). Тут в неї впадає річка Стебник, яка витікає з урочища «Мочари». На початку р. Млинівки встановлений шлюз (рис.11), який служив для регулювання кількості води, що надходила в річку. Надлишок води

направлявся в р. Бистриця Солотвинська.

Зараз шлюз зруйнований, шубер з гвинтом відсутній, а канал закиданий сміттям.



Рис. 11. Шлюз на початку р. Млинівки

Русло р. Стебник проходить в 10-15 метрах від шлюзу і впадає в річку Бистриця Солотвинська, але цей проміжок захарашений гіллям, сухими кущами, пластиковими пляшками, всім тим, що нанесла велика вода у 2010 р. На відстані 250 м від шлюзу вверх по течії р. Стебник знаходиться дамба з великих каменів, яка перекриває канал довжиною 30 м, що сполучав р. Стебник з р. Бистриця Солотвинська (рис.12). Саме цим каналом надходила вода з Бистриці Солотвинська в р. Стебник, з неї – в р. Млинівку і за 10 км – в міське озеро. Коли був перекритий цей канал, з'ясувати не вдалося. В останні роки основним джерелом живлення річки Млинівка була річка Радчанка.

При обстеженні обхідного каналу, який починається в с. Крихівці і служить для направлення зайвого об'єму води з Млинівки у Бистрицю Солотвинську, виявлено, що він теж сильно заріс рослинністю, а на берегах в деяких місцях багато будівельного сміття. На момент дослідження, в нього потрапляла незначна кількість води.

На території садового-городнього кооперативу «За Мир» в багатьох місцях русло р. Млинівка звужене, тому що власники робили заїзди до своїх ділянок. У місці впадання в р. Бистрицю Солотвинську ширина р. Млинівка (рис.13) становила біля двох метрів на протяжності 50 м. Зараз ця ділянка розташована на приватній території, і її ширина менша 1 метра.



Рис. 12 Канал який сполучає р. Бистрицю з р. Стебник



Рис. 13. Місце впадання р. Млинівки в р. Бистриця

Також під час дослідження 17.09.2016 року, було виміряно швидкість течії, пораховано витрату води та об'єм стоку на певних ділянках :

- швидкість течії в бетонному жолобі – 0,24 м/с;
- сумарний дебіт води з джерел, що впадають в річку поверхневим стоком – 0,0038 л/с;

- об'єм стоку в р. Бистриця з річки Стебник – 0,018 м³/с;
- витрата води в бетонному жолобі – 0,013 м³/с;
- об'єм стоку з джерела на міському озері – 0,0005 м³/с.

Висновки. Отже, за результатами проведених досліджень встановлено, що комплекс споруд, призначених для живлення озера водою перебуває у аварійному і захаращеному стані, що не дає можливості здійснювати контроль за водопостачанням і призводить до постійного зростання показників забруднення, погіршення якості води, заростання прибережних частин водойми, загибелі риби (рис.14, 15). Сукупність природно-антропогенних факторів створили умови, в яких р. Млинівка – основна артерія живлення озера – перетворилася на струмок завдовжки всього чотири кілометри, стік з якого залежить від кількох джерел та атмосферних опадів.



Рис. 14. Заростання міського озера



Рис. 15. Наслідок зменшення рівня води

Для відновлення сприятливого режиму функціонування досліджуваної водойми потрібно здійснити комплекс заходів, який включає в себе роботи з капітального ремонту інженерних споруд, призначених для живлення озера, а також роботи, пов'язані з очисткою та відновленням пропускної здатності русла річки і мережею каналів.

Роботи з відновлення дієздатності інженерних споруд слід почати з ремонту впускних шлюзів на початку бетонного жолоба. Це дасть можливість повністю перекрити доступ води в озеро і провести всі роботи з очистки і ремонту бетонного жолоба і підземних колекторів. Також потрібно здійснити чистку відстійника, яка не проводилась з часу його створення. Оскільки спустити воду з нього неможливо, її потрібно відкачати мотопомпами, що дасть змогу очистити дно від намулу. Одночасно з цим, потрібно провести чистку дна озера в районі дитячого пляжу, де спостерігається найбільше замулення, і відремонтувати два наповнювачі. Відновити ліквідований шлюз на території житлового комплексу «Калинової Слободи».

Для забезпечення водонаповнення р. Млинівка необхідно відремонтувати шлюз на її початку і відновити зв'язок з річкою Стебник. Також потрібно ліквідувати дамбу на каналі, що сполучає р. Бистриця Солотвинська з р. Стебник і встановити на її місці новий шлюз, який дозволить регулювати об'єм надходження води з Бистриці в міське озеро.

Роботи з очистки русла р. Млинівки та пов'язаних з нею каналів, повинні проводитися у тісній співпраці з сільськими радами сіл Крихівці, Драгомирчани, Лисець, Стебник і правлінням садово-городнього кооперативу «За Мир». Для початку потрібно провести інформаційно – роз'яснювальну роботу серед населення вказаних сіл, оскільки люди ще пам'ятають збитки, завдані річкою Млинівкою паводками у 2008-2010 рр. Самі роботи можуть виконуватися за допомогою добровольців, яким не байдужа доля міського озера. Оскільки роботи з очистки русла, в основному, пов'язані з ліквідацією надлишкової

рослинності, то доречно було б організувати бригади по кілька добровольців та працівників комунальних служб.

Геодезичні роботи з визначення нахилу дна русла і виявленню ділянок, де його необхідно поглибити, можуть виконувати студенти Інженерно-екологічного інституту в рамках геодезичної практики.

Особливу увагу хочеться звернути на те, що будівельна компанія «Ярковиця» при будівництві мікрорайону «Калинова Слобода» вивела стік дренажних (дощових) вод не у дощовий каналізаційний колектор, а в р. Млинівка (6 дренажних труб). Під час опадів всі стічні води з величезного мікрорайону будуть направлятися прямо в міське озеро.

Аналогічна ситуація склалася з дренажними водами з мікрорайону «БАМ», які виведені в притоку р. Млинівки біля відстійника, і забруднюються фекальними відходами. Правда, ці забруднені води в озеро не потрапляють, оскільки стікають в р. Млинівка нижче системи наповнення озера. Проте вони забруднюють р. Бистриця Солотвинська.

В публікації Ірини Тимчишин «Сморід над водою» від 01.02.2015 р. зазначено: «Упродовж минулого року прокуратура Івано-Франківська неодноразово проводила перевірку на дотримання вимог природоохоронного законодавства на території міської ради [4]. Встановлено, що в районі вул. Гетьмана Мазепи, 170 розміщено випуск дощового колектора, що перебуває на балансі КП «Івано-Франківськводокотехпром». Цей дощовий колектор призначений для скидання вод з міського озера, розташованого в зоні житлової забудови вулиць Мазепи-Довженка, а також для скидання дощових вод з



Рис. 16. Притока р. Млинівка біля відстійника

території мікрорайону. Скид здійснюється у канал, що проходить вздовж дамби міського озера та впадає у р.Млинівку. Під час перевірки встановлено, що дно каналу, по якому протікають стічні води, замулене та заросле чагарниковою рослинністю, що, у свою чергу, уповільнює прохідність вод і призводить до вторинного забруднення води» (рис.16).

Через кілька років схожа ситуація може виникнути з дощовими водами у мікрорайоні «Калинова Слобода».

Запропонований комплекс заходів, які необхідно здійснити для відновлення нормального функціонування міського озера м. Івано-Франківська, дозволить ще багато років залишатися найбільшій водоймі міста

одним з улюблених місць відпочинку жителів і гостей нашого міста, а також унеможливить повторення надзвичайних ситуацій, які створювала р. Млинівка під час паводків у 2008-2010 роках.

Література

- 1 Консевич Л. М. Загальна гідрологія : конспект лекцій / Л. М. Консевич. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2004. – 131 с.
- 2 «Станіславська правда» 15 вересня 1954р. № 187 (3218)
- 3 Режим доступу: <http://www.versii.if.ua/publikacii/ivano-frankivske-miske-ozero-mozhut-zasipati-vzhe-nayblizhchim-chasom/>
- 4 Режим доступу: <http://gk-press.if.ua/x18436/>
- 5 Режим доступу: http://kurs.if.ua/articles/navkolo_miskogo_ozera_59.html

В. Г. Сінченко

*ДП «Науковий центр превентивної
токсикології, харчової та хімічної
безпеки імені академіка Л. І. Медведя
МОЗ України*

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ТЕОРІЇ ІНЖЕНЕРНОГО РОЗРАХУНКУ ПОГЛИНАЧА НА ОСНОВІ ІОНІТУ КУ 2-8 ДЛЯ МОНІТОРИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ВОДИ З ДЖЕРЕЛ ЛОКАЛЬНОГО ВОДОКОРИСТУВАННЯ

На основі принципу збереження балансу мас еквівалента представлені співвідношення для розрахунку характеристик іонообмінного поглинача в задачі аналітичного визначення вмісту катіонів у природній воді. Встановлена залежність між хімічним складом води, технічними характеристиками іоніту поглинача (ІП), ефективним коефіцієнтом насиченості ІП – $^{nac}S(ef)$ та катіонами у воді після досягнення стану насичення ІП. Обґрунтовано алгоритм визначення допустимого об'єму та коефіцієнту $^{nac}S(ef)$. Показано зв'язок коефіцієнту $^{nac}S(ef)$ з координатою точки перегибу в залежності маси катіонів і аніонів у воді після досягнення стану насичення ІП від концентраційно-об'ємного параметру. Наведено дані розрахунку сукупної концентрації основних катіонів у воді після їх обміну на ІП для води ряду джерел локального водокористування.

Ключові слова: розрахунок іонного обміну; сильно кислотні іоніти; концентрування катіонів; катіонний склад природної води; підземні води.

На основе принципа сохранения баланса мас эквивалента представлены соотношения для расчёта характеристик ионообменного поглотителя для задачи аналитического определения содержания катионов в природной воде. Установлена зависимость между химическим составом воды, техническими характеристиками ионита поглотителя (ИП), эффективным коэффициентом насыщенности ИП – $^{nac}S(ef)$ и катионами в воде после достижения состояния насыщения ИП. Обосновано алгоритм определения допустимого объёма и коэффициента $^{nac}S(ef)$. Показана связь коэффициента $^{nac}S(ef)$ с координатой точки перегиба в зависимости массы катионов и анионов в воде после достижения состояния насыщения ИП от концентрационно-объёмного параметра. Представлены данные расчёта совокупной концентрации основных катионов после их обмена на ИП для воды ряда источников локального водопользования.

Ключевые слова: расчёт ионного обмена; сильно кислотные иониты; концентрирование катионов; катионный состав природной воды; подземные воды.

On the basis of principle of conservation of the mass balance equivalent were presented the equations for the calculation of characteristics of ion-exchange absorber (IA) in the task of analytical determination of content of cations in natural water. The dependence between chemical composition of water, between technical characteristics of IA, between effective coefficient of saturation of IA – $^{sat}S(ef)$ and by cations in water after the achievement of the state of saturation of IA is determined. The algorithms of determination of the allowable volume and the coefficient of $^{sat}S(ef)$ were grounded. Relationship of the coefficient $^{sat}S(ef)$ from of the coordinate of tipping point to the dependence of mass cations and anions in water after the achievement of the saturation state of IA from a concentration-volume of the parameter are shown. Datas of calculation of the total concentration of major cations in water after their exchange on IA for water from row of sources of local water consumption are shown.

Keywords: calculation of ion exchange; the strongly acid ion-exchanger; the concentrating of cations; the cations in composition of natural water; groundwater.

Вступ. Забруднена важкими металами та радіонуклідами вода є одним з джерел потрапляння до організму людини. Господарська і природно-техногенна діяльність часто супроводжуються порушеннями у водоносних горизонтах і забрудненням території. Як наслідок, відбуваються зміни хімічного складу води у джерелах локального водокористування (ДЛВ) [1]. Також можливою причиною змін у складі води в ДЛВ, до яких належать шахтні колодязі, каптажні джерела та ненапірні свердловини, є дія сезонних факторів атмосферних опадів [6,10]. Мінімізація наслідків таких змін у воді ДЛВ базується на результатах моніторингових досліджень хімічного складу та показників якості і безпечності води. На фоні вищезазначеного, задача встановлення вмісту катіонів у воді з ДЛВ визначає потребу і важливість наявності методів їх моніторингу. Це вказує на актуальність удосконалення методів для встановлення катіонного складу у різних водних об'єктах, зокрема в поверхневих і підземних водах.

Підвищення точності і достовірності вимірювання, при наявних у воді в малих концентраціях катіонів лужноземельних та важких металів, як правило, передбачає використання методів та пристроїв для їх концентрування. Зручним у використанні є поглинач колоночного типу на основі промислового іоніту КУ 2-8. Його застосування передбачене деякими методиками виконання вимірювань (МВВ), наприклад в радіометрії наявних у воді радіонуклідів (РН) ^{137}Cs та ^{90}Sr [2,12]. Крім концентрування властивості іоніту дають можливість розділення катіонів з їх суміші і збільшення долі визначальних катіонів у іоніті поглинача (ІП). Таким чином, можливе зменшення величини порогу чутливості МВВ.

Вихідні передумови. При визначенні вмісту катіонів з використанням іоніту виділяють два завдання. Перше пов'язане з реалізацією процесу максимально можливого поглинання, при якому ІП повністю поглинає наявні у воді катіони. Друге – виділення з ІП та перехід у фільтрат частини поглинутих катіонів. Обидва завдання пов'язані з визначенням об'єму води, при якому спостерігається насичення ІП. Розрахунок такого об'єму є класичним завданням, яке реалізується при проектуванні систем катіонування або знесолювання води [17]. Як правило, при цьому застосовуються інженерні методи, які в основі своїй використовують поняття різних ємностей та поєднані з ними характеристики іоніту [15]. Останні вибираються в залежності від умов застосування іоніту і, як правило, визначаються із значним коефіцієнтом запасу.

В технологіях катіонування та знесолювання природних вод на основі іонного обміну використовують значну швидкість потоку води при проходженні її через іоніт. Крім того, в таких технологіях використовується процес регенерації іоніту. Це обмежує початкові можливості іоніту по кількості обмінюваних іонів. При розрахунках застосовується поняття робочої ємності ІП [4]. Остання стосується конкретних умов використання іоніту і, доволі часто, встановлюється за даним експерименту. В завданнях знесолювання чи катіонування води такий підхід є раціональним через можливість нарощування маси іоніту до необхідної величини.

При концентруванні катіонів природних вод маса ІП часто є фіксованою і не може бути збільшена. Так, в радіометрії РН, її значення визначається об'ємом кювети спектрометра і вибирається в межах 10–30 г [3,16]. На відміну від процесу знесолювання, поглинання катіонів в дослідженнях при моніторингу проходить при малих, в межах 0,8–2,2 мм/сек, швидкостях потоку води. Крім того, ІП використовується лише один раз і підлягає заміні при наступному випробуванні. Тому, в задачах моніторингу, використання стандартних методів інженерного розрахунку поглинача є малоефективним.

Розрахунок характеристик поглинача із застосуванням ряду теорій, які розроблені для опису процесу та визначення параметрів іонного обміну для цілей іонообмінної хроматографії [11], є доволі складним. Такий розрахунок не є інженерним. Крім того, теорії містять ряд припущень щодо обмежень діапазону їх застосування. Вони передбачають наявність для кожного з катіонів інформації про коефіцієнт селективності,

який часто визначається з використанням емпіричної інформації та експериментальних даних. Тому такий шлях встановлення параметрів поглинача для цілей моніторингу вмісту катіонів металів у воді природних джерел потребує, як видається, адаптації та додаткових досліджень.

Таким чином, задача розробки та вдосконалення методу розрахунку параметрів поглинача на основі іоніту для концентрування катіонів і підготовки проби води до вимірювання, визначення його технологічних характеристик, є актуальною. Вона є важливою і для практичної діяльності в напрямку екологічної безпеки, а саме її складовою – розробки методів та апаратного забезпечення моніторингових досліджень за забрудненням, хімічним складом та показниками якості у водах природних гідроекосистем.

Мета і завдання. Робота присвячена удосконаленню процедури концентрування природної води, яка здійснюється згідно МВВ при дослідженні ряду показників її якості та безпечності. Метою роботи є знаходження оптимального режиму поглинання ІІ катіонів. Умовою її досягнення є встановлення, на основі принципу збереження балансу мас еквівалента, алгоритму розрахунку та співвідношень взаємозв'язку між хімічним складом води, технічними характеристиками і коефіцієнтом насиченості ІІ, кількістю поглинутих та пропущених ІІ катіонів.

Завданням роботи є знаходження рішення, як прямої, так і зворотної задачі розрахунку поглинача на основі іоніту, використання встановлених співвідношень для обґрунтування методу знаходження величин допустимих об'єму та концентрації солей у воді, або модельному розчині, при яких ІІ досягає рівноважного стану насичення. Ставилось завдання і щодо обґрунтування алгоритму визначення величини коефіцієнту насиченості по встановленим в експерименті даним про сукупну масу катіонів і аніонів у воді на різних етапах обміну катіонів.

Основний матеріал та результати. Розглянемо поглинач колоночного типу, який частіше за інші, використовується для концентрування в методах випробування та визначення показників природної води. Його основою є іонообмінні смоли, сильно кислотні або сильно основні іоніти, які знаходять застосування в системах водопідготовки. Іоніти розміщуються у вертикально встановлених трубках-циліндрах невеликого діаметру, з проникним для води дном. Вода, попадаючи з верхнього кінця на ІІ проходить через нього і витікає з нижнього кінця трубки. Кінці трубки-циліндра при'єднані до системи вентилів, яка регулює швидкість потоку та розхід води в процесі обміну катіонів або аніонів.

Розглянемо випадок, коли ІІ є сильно кислотний іоніт промислового виробництва КУ 2-8. Для концентрування та селекції катіонів важливими параметрами процесу поглинання є час взаємодії між катіонами і активними центрами обміну ІІ, створення умов для високої імовірності попадання катіонів в ці центри, час встановлення рівноважного стану між ними. Як відомо [5], час взаємодії обчислюється долями секунди, а час встановлення рівноважного стану – від десятків хвилин до декількох годин. Висока обмінна здатність при поглинанні забезпечується ефективним потраплянням катіонів в зону можливого їх обміну на катіон гідрогену або інший, в залежності від форми іоніту, гранулометричним складом ІІ, щільністю його упаковки та здатністю поглинути необхідний катіон. Зазначимо також, що час перебування катіонів у поглиначі є достатньо тривалим. Для поширеної геометрії поглинача з площею перерізу іоніту в 123-176 мм² і висотою 150-220 мм, при витраті води в процесі крапельної подачі в межах 0,8-1,0 дм³/год, час знаходження катіонів у межах поглинача становить приблизно від 98 до 122 сек. Загальний час поглинання катіонів залежить від величини об'єму проби води і триває в межах від 4 до 8 годин. Таким чином, зазначені умови проходження води через поглинач, в поєднанні з тепловим різнонаправленим рухом катіонів в межах поглинача, гарантують максимально можливе захоплення катіонів з води в процесі її протікання через ІІ.

Встановлення катіонного складу до і після взаємодії води з іонітом КУ 2-8 при зазначених вище геометрії та розході є незручним через необхідність використання значних об'ємів води при випробуваннях. Їх зменшення можна досягнути при меншій масі ІІ та розмірах трубки-циліндра, що призводить до ускладнення в процедурах її заповнення і вивільнення. Крім того, потребує нового налаштування і система крапельної подачі та відтоку води. Тому видається доцільним при вирішенні визначених вище задач перехід до методу досліджень в умовах статичного поглинання катіонів, який застосовується при стандартних випробуваннях іонітів [8]. При таких дослідженнях вода, або модельний розчин солі з відомими концентрацією компонентів та об'ємом, не пропускається через іоніт в трубці-циліндрі. Процес поглинання катіонів проходить у воді або розчині заданого об'єму, в який вноситься іоніт з відомою масою. При таких умовах процес повного поглинання потребує значно більшого часу. Такий недолік компенсується відсутністю процедур заповнення та вивільнення трубки-циліндра, спрощеннями при варіаціях концентрації, об'єму, маси іоніту. Характеристики поглинання катіонів встановлюються шляхом аналізу залишкового розчину, як правило, методом титрування.

Однією з основних технічних характеристик іоніту є його повна статична обмінна ємність – $P_{ст}$. Вона визначається в одиницях г-екв/г, або г-екв/см³. Ємність $P_{ст}$ співвідноситься з повною ємністю ІІ – $E_{пг}$ рівняннями $E_{пг} = P_{ст} \cdot m_{пг}$ або $E_{пг} = P_{ст} \cdot V_{пг}$ в залежності від наявної інформації про $P_{ст}$. В цих рівняннях величини $m_{пг}$ і $V_{пг}$ відповідно маса та об'єм іоніту в поглиначі. Характеристика $P_{ст}$ у паспорті на іоніт КУ 2-8 подається у вигляді нерівності, щодо її мінімальної величини. Застосування величини $P_{ст}$ при розрахунках потребує її точного значення. Його визначення здійснено по методу випробувань іонітів. Результати випробування, з точністю до величини похибки, тотожно співпали з величинами, граничні значення яких представлено в технічних вимогах на іоніт КУ 2-8 [15]. Зокрема встановлено, що повна статична обмінна ємність поточної партії висушеного іоніту КУ 2-8 дорівнює 4,95 мг-екв/г.

При визначенні характеристик обміну іонітів часто використовуються модельні водні розчини, як композиції солей металів, так і однокомпонентні. Тому доцільно почати розгляд та опис процесу обміну катіонів між розчином та іонітом у поглиначі з моделі однокомпонентного розчину. Позначимо через ${}^rC(Kt)$ і ${}^rC(An)$ масові концентрації відповідно катіонів та аніонів у розчині солі. У об'ємі розчину V_i маса катіонів $m(V_i, {}^rC(Kt))$ і аніонів $m(V_i, {}^rC(An))$ визначається відповідно, як $m(V_i, {}^rC(Kt)) = V_i \cdot {}^rC(Kt)$ та $m(V_i, {}^rC(An)) = V_i \cdot {}^rC(An)$. Тоді молярна маса еквівалента катіонів ${}^{екв}n(Kt)$, або їх число в об'ємі V_i , визначиться в одиницях г-екв як:

$${}^{екв}n(Kt) = V_i \cdot {}^rC(Kt) \cdot Вал(Kt) / A.в(Kt) = V_i \cdot {}^{екв}C(Kt). \quad (1)$$

У формулі (1) множник ${}^{екв}C(Kt)$ є молярна концентрація еквівалента катіону. Також в ній позначено через $Вал(Kt)$ і $A.в(Kt)$ відповідно валентність та атомну вагу катіону Kt .

Розглянемо випадок, коли іоніт КУ 2-8 знаходиться в H^+ формі. Припустимо, що його повна ємність дорівнює $E_{пг}$ та ІІ оточений розчином. Катіони з розчину під впливом теплового руху будуть обмінюватись з катіонами гідрогену H^+ . Останні, накопичуючись у розчині, призведуть до зміни його водневого показника рН. Початкові хімічні показники розчинів, зокрема їх рН та концентрація, які застосовують для вивчення обмінних процесів в поглиначях для аналітичних задач, суттєво різняться від аналогічних показників розчинів, які є рекомендованими при встановленні обмінної ємності $P_{ст}$. Вплив різниці у показниках можна врахувати, якщо ввести безрозмірний коефіцієнт насиченості ${}^{нас}S(Kt)$. За фізичним змістом цей коефіцієнт визначає долю катіонів ІІ в їх можливій максимальній кількості – $E_{пг}$, яка може бути обмінена на катіон гідрогену. Коефіцієнт ${}^{нас}S(Kt)$ близький по змісту до ступеня використання іоніту, визначення якого для поглиначів колоночного типу наведено в [11]. Таким чином, кількість поглинутих ІІ катіонів в одиницях г-екв не буде перевищувати величину ${}^{нас}S(Kt) \cdot E_{пг}$.

Визначимо різницю між числом катіонів у розчині ${}^{екв}n(Kt)$ та величиною ${}^{нас}S(Kt) \cdot E_{n_2}$. Вона характеризує кількість катіонів Kt в одиницях г-екв, яка залишилась у розчині після їх обміну на катіон гідрогену та встановлення рівноважного стану. Позначимо цю різницю через:

$${}^{екв}\tilde{n}(Kt) = {}^{екв}n(Kt) - {}^{нас}S(Kt) \cdot E_{n_2}. \quad (2)$$

З фізичних припущень випливає, що, якщо виконується нерівність ${}^{нас}S(Kt) \cdot E_{n_2} \geq {}^{екв}n(Kt)$, то переважаюча більшість катіонів з початкового розчину буде обміняна на катіон гідрогену. В розчині, після встановлення рівноважного стану, буде присутня дуже незначна (за різними оцінками від 2 до 4 %) кількість катіонів Kt . Переважаючими в розчині будуть катіони гідрогену. При умові ${}^{екв}n(Kt) > {}^{нас}S(Kt) \cdot E_{n_2}$ окрім залишків катіонів Kt та катіонів гідрогену в розчині залишаться також катіони Kt , кількість яких визначиться різницею в формулі (2) після встановлення рівноважного стану насичення. Тоді, з врахуванням рівняння (1), можна записати два співвідношення між катіонами у розчині, до і після іонного обміну на II . Для випадку поглинання до моменту насичення III , коли задовольняється нерівність $V_i \cdot {}^{екв}C(Kt) \leq {}^{нас}S(Kt) \cdot E_{n_2}$ виконуються рівняння:

$${}^{екв}\tilde{n}(Kt) = 0, {}^{екв}n(H) = V_i \cdot {}^{екв}C(H) = V_i \cdot {}^{екв}C(Kt). \quad (3)$$

Друге рівняння (3) є наслідком еквівалентності обміну катіонів Kt та H . Після досягнення стану насичення III та встановлення рівноваги між катіонами у розчині та у поглиначі, при виконанні нерівності $V_i \cdot {}^{екв}C(Kt) > {}^{нас}S(Kt) \cdot E_{n_2}$ для молярної маси еквівалента $- {}^{екв}\tilde{n}(Kt)$ катіону Kt та гідрогену $- {}^{екв}n(H)$ запишемо:

$${}^{екв}\tilde{n}(Kt) = V_i \cdot {}^{екв}C(Kt) - {}^{нас}S(Kt) \cdot E_{n_2}, {}^{екв}n(H) = {}^{нас}(V_i \cdot {}^{екв}C(Kt)). \quad (4)$$

У другому рівнянні (4) величина ${}^{нас}(V_i \cdot {}^{екв}C(Kt))$ є значення добутку $V_i \cdot {}^{екв}C(Kt)$, яке відповідає моменту насичення III . Рівняння (3) і (4) описують у формі г-екв співвідношення між катіонами солі та катіонами гідрогену у водному розчині однокомпонентної солі катіону Kt після поглинання в двох випадках, до і після насичення III .

Перейдемо до випадку досліджень природної води. Добре відомо, що за хімічним складом вода природних джерел є сукупністю розчинних солей металів з можливими домішками в ній органічних і неорганічних речовин. За поширеною класифікацією О.А. Алексіна [7], хімічні властивості води визначається переважно основними катіонами та аніонами. До них належать катіони Ca , Mg , K і Na . Основні аніони представлені гідрокарбонатами HCO_3 , сульфатами SO_4 , хлоридами Cl . Часто до них додають і аніон нітратів NO_3 . В переважній більшості природних вод сукупна маса солей зазначених іонів становить до 95-97 відсотків від загальної маси розчинених неорганічних солей. Тому обмежимося, в подальшому розгляді, лише основними катіонами та аніонами. Вплив катіонів інших, як то рідкоземельних і важких металів, врахуємо через введення множника 1,03 у поточні значення концентрації катіонів та аніонів.

Позначимо вагову концентрацію та еквівалентну вагу катіонів Ca , Mg , K і Na відповідно через ${}^2C(Ca)$, ${}^2C(Mg)$, ${}^2C(K)$ і ${}^2C(Na)$ та $E.в(Ca)$, $E.в(Mg)$, $E.в(K)$ і $E.в(Na)$. Тоді можна визначити концентрацію еквівалента суми основних катіонів ${}^{екв}C_{\Sigma}(KtO)$ як:

$${}^{екв}C_{\Sigma}(KtO) = {}^2C(Ca) / E.в(Ca) + {}^2C(Mg) / E.в(Mg) + {}^2C(K) / E.в(K) + {}^2C(Na) / E.в(Na). \quad (5)$$

Рівняння (5) дозволяє переписати співвідношення (3) і (4) для випадку вмісту у воді сукупності солей ввівши замість величини ${}^{нас}S(Kt)$ ефективний коефіцієнт насиченості

$^{nac}S(ef)$ та замінивши $^{екв}\tilde{n}(Kt)$ і $^{екв}n(H)$ на молярні маси відповідно еквівалента сукупності катіонів $^{екв}\tilde{n}_{\Sigma}(KtO)$ та гідрогену $^{екв}n_{\Sigma}(H)$ у розчині після їх обміну на катіон гідрогену. Коефіцієнт $^{nac}S(ef)$ є характеристикою обміну між катіонами досліджуваної природної води та іоніту. Він відображає результат комбінованої взаємодії сукупності катіонів води з ІІ. Інформація про ефективний коефіцієнт насиченості є суттєво важливою при розрахунках режимів селективного поглинання катіонів. З врахуванням (5) тоді маємо наступні співвідношення:

$$^{екв}\tilde{n}_{\Sigma}(KtO) = 0, \quad ^{екв}n_{\Sigma}(H) = 1,03 \cdot V_i \cdot ^{екв}C_{\Sigma}(KtO). \quad (6)$$

В рівнянні (6) величина $^{екв}n_{\Sigma}(H)$ є молярною масою еквівалента гідрогену від сукупного обміну основних катіонів. Як і раніше, після досягнення стану насичення ІІ та встановлення рівноваги між катіонами у розчині та поглиначі, для $^{екв}\tilde{n}_{\Sigma}(KtO)$ запишемо:

$$^{екв}\tilde{n}_{\Sigma}(KtO) = 1,03 \cdot V_i \cdot ^{екв}C_{\Sigma}(KtO) - ^{nac}S(ef) \cdot E_{n_2}, \quad ^{екв}n_{\Sigma}(H) = ^{nac}(1,03 \cdot V_i \cdot ^{екв}C_{\Sigma}(KtO)). \quad (7)$$

Перше рівняння (7) неявно відображає факт заміщення еквівалентів катіонів згідно селективності ряду їх поглинання ІІ [9] з багатокомпонентного розчину або природної води. У другому рівнянні (7) величина $^{nac}(1,03 \cdot V_i \cdot ^{екв}C_{\Sigma}(KtO))$ є значення добутку $1,03 \cdot V_i \cdot ^{екв}C_{\Sigma}(KtO)$, яке відповідає стану насичення ІІ у випадку природної води. Співвідношення (6) і (7) справедливі при умові виконання нерівностей, відповідно для (6) – $1,03 \cdot V_i \cdot ^{екв}C_{\Sigma}(KtO) \leq ^{nac}S(ef) \cdot E_{n_2}$ та у випадку (7) – $1,03 \cdot V_i \cdot ^{екв}C_{\Sigma}(KtO) > ^{nac}S(ef) \cdot E_{n_2}$. Для випадків до і після насичення ІІ, вони відображають збереження балансу мас еквівалентів між катіонами з фіксованого об'єму V_i природної води та катіонами ІІ після їх обміну та встановлення рівноважного стану.

Величини в лівій частині співвідношень (3), (4) та (6) і (7) можна розглядати як функцію концентраційно-об'ємного параметру (КОП), а саме добутку $V_i \cdot ^{екв}C(Kt)$ або $V_i \cdot ^{екв}C_{\Sigma}(KtO)$. Його фізичний зміст – це початкова маса еквівалента катіонів у розчині об'ємом V_i відповідно однокомпонентної солі або сукупності солей у випадку природної води. Такий підхід відкриває можливість визначення значень КОП у точці насичення поглинача. Для цього слід від разового значення величин, у зазначених вище співвідношеннях, перейти до їх сукупності. Останні можуть бути встановлені при варіації КОП. Таку варіацію найпростіше здійснити в двох випадках, як варіацію концентрації, або варіацію об'єму. Перша реалізується, як правило, на модельних розчинах солі, друга – як з розчинами, так і при дослідженні природних вод.

Визначення молярної маси еквівалента катіонів у розчині чи природній воді після процесу їх поглинання іонітом, можливо здійснити методами фізико-хімічного аналізу [13,18], визначивши в результаті залежність маси катіонів від значення величини КОП. В такій залежності, при фіксованому об'ємі та варіації концентрації або навпаки, можна виділити два інтервали. Перший – від нульового значення КОП до величини КОП у стані насичення – $^{nac}КОП$. Значення молярної маси еквівалента в ньому будуть близькими до нуля. Їх апроксимація лінійною функцією буде мати близький до нуля коефіцієнт нахилу по відношенню до вісі значень КОП. Другий інтервал починається з точки $^{nac}КОП$. Для нього характерна поява катіонів у воді чи розчині і зміна співвідношення між їх молярними масами по мірі зростання величини КОП.

Встановлення обмежень на протяжність другого інтервалу є суттєво важливим через зміни умов насичення поглинача по мірі зростання КОП. Зміна концентрації та складу катіонів у розчині чи природній воді може потенційно привести до змін в значеннях коефіцієнта $^{nac}S(ef)$. Логічно припустити, що такі зміни можуть спостерігатись при високих концентраціях катіонів. Природні ж води з сукупною концентрацією солей до 2-3 г/дм³ можна відносити до розведених розчинів. В них обмін практично не залежить від концентрації катіонів солей. Зазначимо, що ефективніший вплив на процеси обміну мають

катіони другої та третьої групи стосовно першої, про що свідчить порядок їх розташування в селективному ряду. На цій основі можна визначити критерії обмеження протяжності другого інтервалу. Наприклад, критерієм може служити досягнення у воді після обміну рівня половини величини сукупної концентрації основних катіонів або половини початкового рівня концентрації катіону Са.

Встановлення типових залежностей змін в молярних масах еквівалента, катіонному складі у ІІ та воді після обміну, проведено на моделі розрахунку з використанням принципу збереження балансу молярної маси еквівалента. Використано дані про хімічний склад води ДЛВ в ряді населених пунктів з попередніх досліджень [14]. Як приклад, розглянемо воду з ДЛВ, яке розміщене у селі Вартиківці Кельменецького району Чернівецької області. Концентрація основних катіонів в мг/дм³ в ній становить: $^{\circ}C(Ca) = 144$, $^{\circ}C(Mg) = 55$, $^{\circ}C(K) = 10$ і $^{\circ}C(Na) = 32$. Представимо зазначені концентрації в формі молярної концентрації еквівалента та визначимо поточний об'єм V_i через частку від об'єму насичення $^{nac}V_i$ за допомогою безрозмірного коефіцієнта L_v так, що $V_i = ^{L_v} \cdot ^{nac}V_i$. Тоді, за допомогою лівого рівняння (7), з урахуванням селективності поглинання іонітом катіонів, можна розрахувати з точністю до постійної величини їх вміст у поглиначі та воді після обміну катіонів при різних значеннях коефіцієнту L_v .

В табл. 1 для різних інтервалів після досягнення об'єму насичення $^{nac}V_i$ наведено результати такого розрахунку, як для кожного з основних катіонів, так і їх сукупності. Для спрощення запису зроблено припущення, що маса ІІ підібрана таким чином, що при досягненні об'єму насичення ІІ повністю поглинає катіони досліджуваної води з об'єму 1,0 дм³.

Таблиця 1

Молярна маса еквівалента $^{екв}\tilde{n}(Kt)$ основного катіону та їх сукупності – $^{екв}\tilde{n}_{\Sigma}(KtO)$ у воді з ДЛВ с. Вартиківці, іоніті поглинач та молярна маса еквівалента у воді після обміну катіонів – $^{екв}\tilde{n}_{\Sigma}(KtO-Kt)$ при різних величинах L_v

Знаходження катіону	Молярна маса еквівалента катіону	Значення молярної маси еквівалента в мг-екв							
		$^{L_v} = 1,0$	$^{L_v} = 1,1$	$^{L_v} = 1,25$	$^{L_v} = 1,5$	$^{L_v} = 1,75$	$^{L_v} = 2,0$	$^{L_v} = 2,5$	$^{L_v} = 3,0$
Вода з ДЛВ с. Вартиківці	$^{екв}\tilde{n}(Ca)$	7,200	7,920	9,375	10,800	12,600	14,400	18,000	21,600
	$^{екв}\tilde{n}(Mg)$	4,583	5,041	5,729	6,875	8,020	9,166	11,458	13,749
	$^{екв}\tilde{n}(K)$	0,256	0,282	0,320	0,384	0,448	0,512	0,640	0,768
	$^{екв}\tilde{n}(Na)$	1,391	1,530	1,738	2,087	2,434	2,782	3,478	4,173
	$^{екв}\tilde{n}_{\Sigma}(KtO)$	13,43	14,77	17,16	20,15	23,50	26,86	33,58	40,29
Поглинач	$^{екв}\tilde{n}(Ca)$	7,200	7,920	9,375	10,800	12,600	13,43	13,43	13,43
	$^{екв}\tilde{n}(Mg)$	4,583	5,041	4,055	2,630	0,830	0,000	0,000	0,000
	$^{екв}\tilde{n}(K)$	0,256	0,282	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	$^{екв}\tilde{n}(Na)$	1,391	0,187	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Вода після обміну катіонів	$^{екв}\tilde{n}(Ca)$	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,970	4,570	8,170
	$^{екв}\tilde{n}(Mg)$	0,000	0,000	1,674	4,245	7,190	9,166	11,46	13,749
	$^{екв}\tilde{n}(K)$	0,000	0,000	0,320	0,384	0,448	0,512	0,640	0,768
	$^{екв}\tilde{n}(Na)$	0,000	1,343	1,739	2,087	2,434	2,782	3,478	4,173
	$^{екв}\tilde{n}_{\Sigma}(KtO-Kt)$	-	1,343	3,733	6,716	10,07	13,43	20,146	26,86

Як видно з табл. 1, селективність в поглинанні катіонів проявляється у зміні співвідношень між молярними масами еквівалента. Після досягнення стану насичення, із збільшенням значення КОП, іоніт обмінює поглинуті катіони на катіони з води, які знаходяться в селективному ряду зі сторони катіонів більшої валентності. Послідовність катіонів в ряду для іоніту Dowex 50-ХВ, який є аналогом іоніту КУ 2-8, представлено в [11]. Селективність призводить до збільшення молярної маси еквівалента у воді після

обміну $^{екв}\tilde{n}_\Sigma(KtO-Kt)$ по мірі росту КОП. З даних таблиці 1 також слідує, що наявність у воді катіону Са починає проявлятися при $^H L_v=2,0$. З аналогічних розрахунків для води з інших ДЛВ та їх аналізу, з урахуванням зазначених вище критеріїв, з деякими припущеннями можна вважати, що оптимальне значення протяжності другого інтервалу для переважної більшості природних вод може дорівнювати протяжності першого, або перевищувати його в 1,6-2,0 рази. Значення $^H L_v=3,0$ слід вважати крайньою величиною при варіації КОП. При цьому змінами у величині $^{нас}S(ef)$ можна нехтувати.

В другому інтервалі, пд. час зростання КОП, до наявних у воді катіонів додаються витіснені з ІІІ. Сукупна маса катіонів у воді після обміну зростає. Зростання має близький до лінійного характер. Пряма лінійної апроксимації залежності маси від КОП в цьому інтервалі матиме більший, ніж у першому, коефіцієнт нахилу. Також вона не проходить через початок вісі координат. Координата по вісі значень КОП точки перетину двох прямих з першого і другого інтервалів відповідатиме значенню $^{нас}КОП$, при якому досягається стан насичення ІІІ.

Слід зазначити, що визначення складу води після іонного обміну, в якій є наявними незначні концентрації катіонів, потребує спеціальних методів хімічного аналізу. З'являється необхідність у різноманітних реактивах, індикаторах, дозаторах та мірному посуді підвищеної точності. Визначення концентрації катіонів важких металів потребує спеціальних пристроїв до реалізації методів полум'яної фотометрії або атомно-абсорбційної спектрометрії. Зазначені фактори ускладнюють застосування хімічних методів в аналізі мас еквівалента катіонів. До недоліків хімічних методів можна віднести і обмеження переліку досліджуваних катіонів.

Один із способів дослідження залежності молярної маси еквівалента катіонів в розчині чи природній воді від величини КОП є застосування гравіметричного методу визначення сухого залишку (СЗ) розчинених солей та визначення показника мінералізації води. Метод СЗ є інтегральним. Він встановлює масу всієї наявної у воді сукупності катіонів. Сумісно з даними про початковий хімічний склад води, дослідження СЗ при варіаціях концентрації солей або об'єму води, дозволяють встановити точку насичення ІІІ. Недоліком методу СЗ є термічні перетворення солей, а також тривалий час випарювання води та висушування залишків солі. Перевагою методу є його простота та висока точність аналізу. Відносна похибка визначення СЗ за оцінкою розрахункового співвідношення для більшості природних вод не перевищує 2,4 %.

При застосуванні методу СЗ визначальною величиною є сукупна маса катіонів та аніонів солей. З цієї причини зазначені вище співвідношення для еквівалентів потребують трансформації у форму вимірюваних значень маси СЗ. Для її здійснення у наведені вище співвідношення слід додати складову маси аніонів. Для цього перейдемо до одиниць маси в грамах у представлених вище формулах. Як і раніше, розглянемо спочатку випадок однокомпонентного розчину солі. Помножимо ліву і праву частини рівнянь (3) і (4) на величину відповідної еквівалентної ваги катіону $Kt - E.g(Kt)$ і гідрогену $- E.g(H) = 1,0$. Тоді з (3) отримаємо масу гідрогену $\dot{m}(H) = V_i \cdot ^{екв}C(H) \cdot E.g(H) = V_i \cdot ^{2}C(H)$, де $^2C(H)$ – масова концентрація гідрогену. При досягненні стану насичення ІІІ ця маса визначається як $^{нас}\dot{m}(H) = ^{нас}(V_i \cdot ^{2}C(H))$. У рівнянні (4) маємо аналогічно масу катіонів $\dot{m}(Kt) = ^{екв}\tilde{n}(Kt) \cdot E.g(Kt) = V_i \cdot ^{2}C(Kt) - ^{нас}S(Kt) \cdot E_{n_2} \cdot E.g(Kt)$. Змінюється і нерівність для виконання рівняння. Її запис стане $V_i \cdot ^{2}C(Kt) > ^{нас}S(Kt) \cdot E_{n_2} \cdot E.g(Kt)$.

Додамо в кожний із досліджуваних об'ємів V_i аніони досліджуваної солі масою $\dot{m}(An) = V_i \cdot ^{2}C(An)$. Тоді сукупна маса катіонів і аніонів $\dot{m}(Kt+An)$ у об'ємі буде залежати від співвідношення між кількістю катіонів у розчині та ємністю поглинача. При виконанні умов, які визначені нерівністю $V_i \cdot ^{2}C(Kt) \geq ^{нас}S(Kt) \cdot E_{n_2} \cdot E.g(Kt)$, значення $\dot{m}(Kt+An)$ запишеться як:

$$\dot{m}(Kt+An) = \dot{m}(H+An) = V_i \cdot [^2C(H) + ^2C(An)] . \quad (8)$$

При іонному обміні кількість г-екв утвореного гідрогену тотожно дорівнює кількості г-екв катіонів, а рівно і аніонів. Тому, до моменту насичення поглинач, сукупна маса катіонів і аніонів у розчині є масою кислоти, яка утворюється в результаті процесу обміну. Її маса є пропорційною, як концентрації солі, так і об'єму розчину. При досягненні стану насичення ІІІ маса кислоти $\dot{m}(H+An)$ досягає максимального значення і становить величину ${}^{nac}\dot{m}(H+An) = {}^{nac}(V_i \cdot [{}^2C(H)] + {}^2C(An))$.

Визначимо величини ${}^2C(Kt)$ і ${}^2C(An)$ як долі загальної концентрації солі ${}^2C(Kt+An) = {}^2C(Kt) + {}^2C(An)$. Для цього введемо і визначимо дольові коефіцієнти $K_{Kt} = {}^2C(Kt) / {}^2C(Kt+An)$ та $K_{An} = {}^2C(An) / {}^2C(Kt+An)$. Після насичення ІІІ, при виконанні умов, які задаються нерівністю $V_i \cdot K_{Kt} \cdot {}^2C(Kt+An) > {}^{nac}S(Kt) \cdot E_{n2} \cdot E.v(Kt)$, сукупна маса $\dot{m}(Kt+An)$ визначиться як:

$$\dot{m}(Kt+An) = V_i \cdot {}^2C(Kt+An) + {}^{nac}(V_i \cdot {}^2C(H)) - {}^{nac}S(Kt) \cdot E_{n2} \cdot E.v(Kt). \quad (9)$$

Визначимо координату насичення ${}^{nac}КОП$, як координату по вісі КОП точки перетину двох прямих, які описуються рівняннями (8) і (9). Для значення ${}^{nac}КОП$ ліві частини рівнянь є тотожними. Прирівнявши праві частини, з урахуванням визначення K_{Kt} , отримаємо рівняння:

$${}^{nac}S(Kt) \cdot E_{n2} \cdot E.v(Kt) = K_{Kt} \cdot {}^{nac}[V_i \cdot {}^2C(Kt+An)]. \quad (10)$$

Досягнення стану насичення ІІІ призводить до встановлення досить стійкої рівноваги між катіонами у розчині та іоніті. Тому, у рівнянні (9), доданок ${}^{nac}(V_i \cdot {}^2C(H))$ в межах не дуже значних варіацій величини КОП за межею насичення можна вважати сталою величиною. Dodanok ${}^{nac}(V_i \cdot {}^2C(H))$ зменшує величину зсуву прямої в кусково-лінійній залежності маси від величини КОП. Зсув задається величиною ${}^{nac}S(Kt) \cdot E_{n2} \cdot E.v(Kt)$. Хід прямих залежності в прямокутних координатах з віссю 0 – $V_i \cdot {}^2C(Kt+An)$ і віссю 0 – $\dot{m}(Kt+An)$ та зсув (інтервал b-c) схематично представлено на рис.1. Там же показано хід ідеальної залежності маси $\dot{m}(Kt+An)$ від КОП до моменту насичення ІІІ та після нього. Також на рис. 1 нанесено хід тієї ж залежності без врахування маси гідрогену та наведено формули розрахунку маси $\dot{m}(Kt+An)$ в точках перегину.

З рис. 1 та рівняння (9) випливає, що наявність сталої величини маси катіонів гідрогену в другому інтервалі залежності маси $\dot{m}(Kt+An)$ від КОП не змінює координати по вісі абсцис точки перетину двох прямих цієї ж залежності без врахування маси гідрогену. Це дає можливість встановлення невідомої величини коефіцієнта насиченості ${}^{nac}S(Kt)$ через експериментальне визначення маси $\dot{m}(Kt+An)$ в двох інтервалах варіації КОП.

Перейдемо до аналізу процесу поглинання іонітом КУ 2-8 катіонів з багатокомпонентних розчинів солей, а також води з природних джерел водокористування. По аналогії із попереднім розглядом трансформуємо рівняння (6) і (7) у форму масової концентрації. Для цього визначимо еквівалентну вагу сукупності основних катіонів $E.v_{\Sigma}(KtO)$. При відомому, розрахованому по (5) значенні ${}^{екв}C_{\Sigma}(KtO)$, величину $E.v_{\Sigma}(KtO)$ визначимо на основі формули:

$$E.v_{\Sigma}(KtO) = [{}^2C(Ca) + {}^2C(Mg) + {}^2C(K) + {}^2C(Na)] / {}^{екв}C_{\Sigma}(KtO). \quad (11)$$

Помножимо ліву і праву частини рівняння (6) на відповідні величини $E.v_{\Sigma}(KtO)$ і еквівалентної ваги гідрогену – $E.v(H) = 1,0$. Тоді маса гідрогену визначиться, як $\dot{m}_{\Sigma}(H) = 1,03 \cdot V_i \cdot {}^{екв}C_{\Sigma}(KtO) \cdot E.v(H) = 1,03 \cdot V_i \cdot {}^2C_{\Sigma}(H)$, де ${}^2C_{\Sigma}(H)$ – масова концентрація гідрогену по сукупності основних катіонів. При досягненні стану насичення ІІІ маса гідрогену буде дорівнювати величині ${}^{nac}\dot{m}_{\Sigma}(H) = 1,03 \cdot {}^{nac}(V_i \cdot {}^2C_{\Sigma}(H))$.

Застосування величини $E_{\Sigma}(KtO)$ для трансформації рівняння (7) потребує уточнення. При процесах обміну катіонів змінюється співвідношення катіонів у складі води і застосування початкового значення $E_{\Sigma}(KtO)$ в (7) без встановлення обмежень на

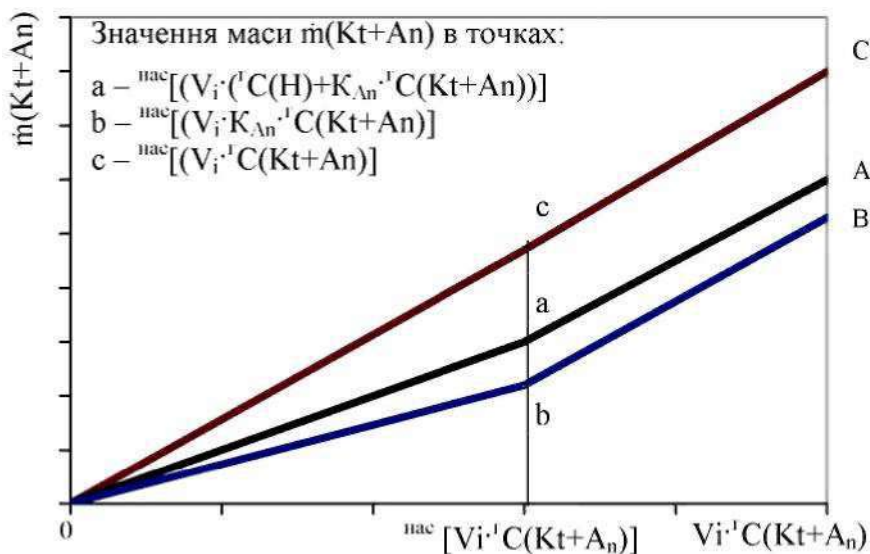


Рис. 1. Схематичне представлення залежності маси $\dot{m}(Kt+An)$ від величини КОП – $V_i^{-1}C(Kt+An)$ до обміну катіонів модельного розчину на іон ІІІ (пряма С) та після нього (крива А). Крива В – залежність без врахування маси гідрогену.

значення КОП та допусків на зміну у хімічному складі води може призвести до значного спотворення результатів розрахунку параметрів поглинача.

Селективність поглинання призводить не тільки до збільшення величин сукупної молярної концентрації еквівалента $^{екв}C_{\Sigma}(KtO-Kt)$ у воді після обміну катіонів, але і до флуктуації в ній значень еквівалентної ваги $E_{\Sigma}(KtO-Kt)$ по мірі зростання величини КОП. Аналіз флуктуацій здійснено на основі розрахунку молярної

маси еквівалента для шести ДЛВ, у воді яких спостерігались різні значення мінералізації та різний хімічний склад [14]. Так, гідрохімічний індекс води з ДЛВ в населених пунктах був наступним: Романківці – $C_{111}^{Ca} 10.6 / 0.80$, Кельменці – $C_{11}^{Mg} 9.2 / 0.86$, Вартиківці – $C_{111}^{Ca} 11.7 / 0.97$, Сербичани – $C_{11}^{Ca} 12.8 / 1.16$, Вітрянка – $C_{111}^{Ca} 16.5 / 1.28$ та Зелена – $C_1^{Na} 9.6 / 1.78$. В табл. 2, для різних $^H L_v$, наведено дані про концентрацію $^{екв}C_{\Sigma}(KtO-Kt)$ та еквівалентну вагу $E_{\Sigma}(KtO-Kt)$. Для їх визначення застосовано співвідношення:

$$^{екв}C_{\Sigma}(KtO-Kt) = ^{екв}\tilde{n}_{\Sigma}(KtO-Kt) / ^H L_v. \quad (12)$$

$$E_{\Sigma}(KtO-Kt) = [20^{екв}\tilde{n}(Ca) + 12^{екв}\tilde{n}(Mg) + 39^{екв}\tilde{n}(K) + 23^{екв}\tilde{n}(Na)] / ^{екв}\tilde{n}_{\Sigma}(KtO-Kt). \quad (13)$$

З аналізу даних таблиці 2 можна зробити наступні висновки. Для природних вод з ДЛВ флуктуації значень величини $E_{\Sigma}(KtO-Kt)$, які суттєво відрізняються від значення $E_{\Sigma}(KtO)$, спостерігаються з початком витіснення з ІІІ катіонів Na і K, що відповідає незначним величинам $^H L_v$. Сукупна маса основних катіонів при таких $^H L_v$ є теж незначною. На початку витіснення катіонів Na еквівалентна вага $E_{\Sigma}(KtO-Kt)$ дорівнює $E_{\Sigma}(Na) = 23$. При витісненні катіонів K з ІІІ через незначну, як правило, концентрацію K, еквівалентна вага $E_{\Sigma}(KtO-Kt)$ також збільшиться на невелике значення. Далі, із зростанням КОП та витісненням в розчин катіонів другої групи, Mg і Ca, відбувається зменшення значень $E_{\Sigma}(KtO-Kt)$, досягнення їх мінімальної величини та поступове зростання при збільшенні концентрації Ca у воді. При подальшому зростанні КОП величина $E_{\Sigma}(KtO-Kt)$ буде поступово наближатись до значення $E_{\Sigma}(KtO)$.

На основі представлених в таблицях результатів проведено оцінку взаємозамінності двох зазначених величин еквівалентної ваги. Для цього визначалось дві маси катіонів у воді після обміну. Розрахунок проведено за рівняннями: $\dot{m}_{\Sigma}(KtO-$

$Kt) = V_i \cdot {}^{екв}C_{\Sigma}(KtO-Kt) \cdot E_{\Sigma}(KtO-Kt)$ та аналогічним – $\dot{m}_{\Sigma}(KtO-Kt) = V_i \cdot {}^{екв}C_{\Sigma}(KtO-Kt) \cdot E_{\Sigma}(KtO)$. Також розраховано різницю між ними – $\Delta \dot{m}_{\Sigma}(KtO-Kt)$ та відносну величину $\delta_{L\Sigma}(KtO) = \Delta \dot{m}_{\Sigma}(KtO-Kt) / E_{\Sigma}(KtO)$ для кожного із розглянутих значень ${}^H L_v$. Результати свідчать про значні (до 0,44-0,54 по абсолютному значенню) величини $\delta_{L\Sigma}(KtO)$ на початку інтервалу змін коефіцієнту ${}^H L_v$. При збільшенні ${}^H L_v$ величина $\delta_{L\Sigma}(KtO)$ суттєво зменшується. Взаємозамінність величин еквівалентної ваги можна застосовувати при достатньо великих значеннях ${}^H L_v$. Ще одне коректне використання величини $E_{\Sigma}(KtO)$ замість $E_{\Sigma}(KtO-Kt)$ можливе при сукупному застосуванні результатів по параметру КОП. За рахунок різного знаку величин $\delta_{L\Sigma}(KtO)$, в останньому випадку загальне значення сумарної по ${}^H L_v$ величини $\delta_{L\Sigma}(KtO)$ зменшиться. Так, у випадку дослідженої води з ДЛВ, значення сумарної $\delta_{L\Sigma}(KtO)$ для чотирьох ДЛВ коливались в межах від 0,01 до 0,08. Максимальне значення сумарної $\delta_{L\Sigma}(KtO)$ не перевищувало 0,13. Таким чином, перехід в співвідношенні (7) від величини ${}^{екв}\tilde{n}_{\Sigma}(KtO)$ до величини сукупної молярної маси катіонів $\dot{m}_{\Sigma}(KtO)$ шляхом використання величини $E_{\Sigma}(KtO)$, може вважатись коректним в задачах, в яких використовуються величини, похідні від всієї сукупності визначених при різних ${}^H L_v$ значень маси.

Таблиця 2

Значення молярної концентрації еквівалента ${}^{екв}C_{\Sigma}(KtO)$ і ${}^{екв}C_{\Sigma}(KtO-Kt)$ та еквівалентної ваги $E_{\Sigma}(KtO)$ і $E_{\Sigma}(KtO-Kt)$ у воді з ДЛВ населених пунктів до та після обміну її катіонів

Населений пункт	Вода з ДЛВ		Вода після обміну катіонами з іонітом КУ 2-8						
	Параметр	Значення	Параметр	${}^H L_v = 1,1$	${}^H L_v = 1,25$	${}^H L_v = 1,5$	${}^H L_v = 1,75$	${}^H L_v = 2,0$	${}^H L_v = 2,5$
				Значення					
Романківці	${}^{екв}C_{\Sigma}(KtO)$	11,13	${}^{екв}C_{\Sigma}(KtO-Kt)$	0,46	2,23	3,71	4,77	5,57	6,68
	$E_{\Sigma}(KtO)$	16,61	$E_{\Sigma}(KtO-Kt)$	25,56	14,86	13,72	13,34	13,77	14,80
Кельменці	${}^{екв}C_{\Sigma}(KtO)$	11,64	${}^{екв}C_{\Sigma}(KtO-Kt)$	1,06	2,33	3,88	4,99	5,62	6,99
	$E_{\Sigma}(KtO)$	17,61	$E_{\Sigma}(KtO-Kt)$	23,00	25,26	20,17	18,35	17,45	16,54
Варти ківці	${}^{екв}C_{\Sigma}(KtO)$	13,43	${}^{екв}C_{\Sigma}(KtO-Kt)$	1,22	2,99	4,48	5,75	6,72	8,06
	$E_{\Sigma}(KtO)$	17,95	$E_{\Sigma}(KtO-Kt)$	23,00	19,44	16,96	15,86	15,89	16,57
Сербичани	${}^{екв}C_{\Sigma}(KtO)$	15,87	${}^{екв}C_{\Sigma}(KtO-Kt)$	1,44	3,17	5,29	6,80	7,94	9,52
	$E_{\Sigma}(KtO)$	18,66	$E_{\Sigma}(KtO-Kt)$	23,00	24,60	19,55	17,88	15,18	17,76
Вітрянка	${}^{екв}C_{\Sigma}(KtO)$	17,46	${}^{екв}C_{\Sigma}(KtO-Kt)$	1,59	3,49	5,81	7,48	8,73	10,48
	$E_{\Sigma}(KtO)$	18,69	$E_{\Sigma}(KtO-Kt)$	20,45	15,84	16,07	16,94	17,38	17,93
Зелена	${}^{екв}C_{\Sigma}(KtO)$	23,83	${}^{екв}C_{\Sigma}(KtO-Kt)$	2,17	4,77	7,94	10,25	11,92	14,30
	$E_{\Sigma}(KtO)$	20,44	$E_{\Sigma}(KtO-Kt)$	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,83

Помножимо ліву і праву частини першого рівняння (7) на $E_{\Sigma}(KtO)$. Тоді по аналогії з наведеним раніше, маємо рівняння для еквівалентної маси основних катіонів у вигляді: $\dot{m}_{\Sigma}(KtO) = {}^{екв}\tilde{n}_{\Sigma}(KtO) \cdot E_{\Sigma}(KtO) = 1,03 \cdot V_i \cdot {}^2C_{\Sigma}(KtO) - {}^{нас}S(ef) \cdot E_{n_2} \cdot E_{\Sigma}(KtO)$. Змінюється і форма запису нерівності для виконання рівняння. Її вигляд буде $1,03 \cdot V_i \cdot {}^2C_{\Sigma}(KtO) > {}^{нас}S(ef) \cdot E_{n_2} \cdot E_{\Sigma}(KtO)$.

Розглянемо у кожному із досліджуваних об'ємів V_i сукупну масу аніонів води. Визначимо її як $\dot{m}_{\Sigma}(AnO) = V_i \cdot {}^2C_{\Sigma}(AnO)$, де ${}^2C_{\Sigma}(AnO)$ є сукупною концентрацією основних аніонів. Тоді маса катіонів і аніонів $\dot{m}_{\Sigma}(KtO+AnO)$ у об'ємі V_i визначатиметься, як кількістю катіонів, співвідношенням між їх еквівалентами, так і ємністю поглинача. Значний вплив при цьому буде відігравати і величина ефективного коефіцієнту насиченості ${}^{нас}S(ef)$. При виконанні нерівності $1,03 \cdot V_i \cdot {}^2C_{\Sigma}(KtO) \leq {}^{нас}S(Kt) \cdot E_{n_2} \cdot E_{\Sigma}(KtO)$ значення $\dot{m}_{\Sigma}(KtO+AnO)$ визначається рівнянням:

$$\dot{m}_{\Sigma}(KtO+AnO) = \dot{m}_{\Sigma}(H+AnO) = 1,03 \cdot V_i \cdot [{}^2C_{\Sigma}(H) + {}^2C_{\Sigma}(AnO)]. \quad (14)$$

Визначимо величини концентрацій ${}^2C_{\Sigma}(KtO)$ і ${}^2C_{\Sigma}(AnO)$ як частки загальної концентрації солей ${}^2C_{\Sigma}(KtO+AnO) = ({}^2C_{\Sigma}(KtO) + {}^2C_{\Sigma}(AnO))$. Для цього, як і раніше, введемо часткові коефіцієнти сукупності катіонів – $K_{\Sigma KtO}$ і аніонів – $K_{\Sigma AnO}$, які можна визначити як співвідношення:

$$K_{\Sigma KtO} = {}^2C_{\Sigma}(KtO) / {}^2C_{\Sigma}(KtO+AnO), K_{\Sigma AnO} = {}^2C_{\Sigma}(AnO) / {}^2C_{\Sigma}(KtO+AnO). \quad (15)$$

Під час зростання параметру КОП, після досягнення рівноважного стану насичення ІІІ, при виконанні нерівності $1,03 \cdot V_i \cdot K_{\Sigma KtO} \cdot {}^2C_{\Sigma}(KtO+AnO) > {}^{nac}S(Kt) \cdot E_{n2} \cdot E_{\Sigma}(KtO)$, сукупна маса $m_{\Sigma}(KtO+AnO)$ буде визначатися наступним співвідношенням:

$$m_{\Sigma}(KtO+AnO) = 1,03 \cdot [V_i \cdot {}^2C_{\Sigma}(KtO+AnO) + {}^{nac}(V_i \cdot {}^2C_{\Sigma}(H))] - {}^{nac}S(ef) \cdot E_{n2} \cdot E_{\Sigma}(KtO). \quad (16)$$

Співвідношення (14) і (16) справедливі при виконання нерівностей, запис яких, враховуючи (15), для рівняння (14) є $1,03 \cdot K_{\Sigma KtO} \cdot V_i \cdot {}^2C_{\Sigma}(KtO+AnO) \leq {}^{nac}S(ef) \cdot E_{n2} \cdot E_{\Sigma}(KtO)$, а для рівняння (16) – $1,03 \cdot K_{\Sigma KtO} \cdot V_i \cdot {}^2C_{\Sigma}(KtO+AnO) > {}^{nac}S(ef) \cdot E_{n2} \cdot E_{\Sigma}(KtO)$. В одиницях маси вони відображають збереження балансу мас між катіонами та аніонами у об'ємі V_i природної води, катіонами поглинача та у воді після обміну катіонів в двох випадках, до і після насичення ІІІ.

Визначимо координату стану насичення ${}^{nac}КОП$ по вісі параметру КОП, як і раніше, як координату точки перетину двох лінійних прямих, які відповідають рівнянням (14) і (16). Таке значення – ${}^{nac}КОП$, забезпечує тотожність лівих частини рівнянь. Тоді, прирівнявши їх праві частини, з урахуванням формул (15), отримаємо наступне співвідношення:

$${}^{nac}S(ef) \cdot E_{n2} \cdot E_{\Sigma}(KtO) = 1,03 \cdot K_{\Sigma KtO} \cdot {}^{nac}[V_i \cdot {}^2C_{\Sigma}(KtO+AnO)]. \quad (17)$$

Аналогічного виду співвідношення може бути записане для випадку аналізу обміну на ІІІ катіонів модельного розчину, який є сумішшю ряду неорганічних солей. В цьому випадку під сумою основних катіонів слід розуміти суму всіх наявних у розчині катіонів, які повинні визначатись по результатам фізико-хімічного аналізу. Коефіцієнт ${}^{nac}S(ef)$ буде відображати результат взаємодії з ІІІ лише наявних у розчині катіонів. Коефіцієнт 1,03, який було введено, як компенсацію на обмеження кількісного переліку у складі катіонів, які, зазвичай, визначаються у природних водах, також слід замінити на коефіцієнт, який дорівнює 1,0.

Співвідношення (17), яке відповідає стану насичення ІІІ, сумісно з (15), поєднує між собою ємність поглинача, об'єм досліджуваної води, параметри хімічного складу води і розраховані на їх основі величини, а також ефективний коефіцієнт насиченості ${}^{nac}S(ef)$. Його можна застосувати для встановлення величини коефіцієнта ${}^{nac}S(ef)$. Для цього слід встановити, відповідно, величину ${}^{nac}V_i$ при варіації об'єму у випадку досліджень природної води, або при варіації концентрації, у випадку модельного розчину, величину ${}^{nac}[{}^2C_{\Sigma}(KtO+AnO)]$. Їх знаходять з даних експерименту при встановленні залежності маси $m_{\Sigma}(KtO+AnO)$ від V_i або $[{}^2C_{\Sigma}(KtO+AnO)]$. По експериментальним даним визначаються інтервали варіації об'єму чи концентрації та обмежується протяжність другого інтервалу до величини, яка відповідає значенню коефіцієнта ${}^{nac}L_v$ від 2,0 до 3,0. Далі, провівши апроксимацію експериментальних даних лінійними функціями знаходяться їх рівняння та координати точки перетину. Координата цієї точки по вісі варіації, як показано раніше, буде значенням ${}^{nac}V_i$, або ${}^{nac}[{}^2C_{\Sigma}(KtO+AnO)]$. Кінцевий розрахунок коефіцієнта ${}^{nac}S(ef)$ здійснюється з використанням даних аналізу хімічного складу природної води чи модельного розчину та апіорі відомої інформації про ємність ІІІ.

Висновки. Результати роботи дають підстави сформулювати наступні положення:

1 Підхід з позиції принципу збереження балансу мас еквівалента до опису процесу обміну катіонів в завданні їх концентрування, дозволив встановити зв'язок між катіонами в досліджуваній пробі води, катіонами в поглиначеві на основі іоніту КУ 2-8 та у воді після обміну катіонів. Враховано особливості взаємного обміну між катіонами у випадках модельного розчину неорганічної солі і ІІ, або природної води та ІІ. Для цього введено коефіцієнт насиченості іоніту катіоном – $^{nac}S(Kt)$, або для природної води – ефективний коефіцієнт насиченості іоніту сумою декількох катіонів – $^{nac}S(ef)$. Коефіцієнти є відображенням відмінностей між початковими хімічними показниками розчину чи досліджуваної води в задачі концентрування катіонів, з метою встановлення показників якості та безпечності, та аналогічними показниками випробувального розчину, який використовується при встановленні характеристик іоніту.

2 Розроблений алгоритм та представлені співвідношення зв'язку між технічними характеристиками ІІ, хімічним складом модельного розчину, або компонентами складу природної води з ДЛВ, дають можливість встановлення, відповідно, величин $^{nac}S(Kt)$ та $^{nac}S(ef)$. При цьому використовуються дані експериментальної залежності сукупної маси катіонів і аніонів у розчині чи воді після обміну катіонів від величини КОП. Координата насичення $^{nac}КОП$ визначається координатою точки перетину двох лінійних функцій, рівняння, які можуть бути отримані в результаті апроксимації експериментальних даних. При встановлених величинах $^{nac}S(Kt)$ і $^{nac}S(ef)$, визначених ємності ІІ та хімічному складі солей в модельному розчині або природній воді, стає можливим розрахунок допустимого об'єму води. Такий об'єм забезпечує коректність дослідження показників якості і безпечності. Дані про коефіцієнти насиченості також є необхідними при розрахунках маси ІІ для випадку фіксованого об'єму води.

3 Цінність роботи для практики полягає не тільки у можливості зменшення величини порогу чутливості МВВ вмісту катіонів у воді за рахунок їх концентрування на ІІ. Робота направлена також на вдосконалення методів атомно-абсорбційного та полум'яно фотометричного аналізу катіонного складу у природних водах. Встановлення допустимого об'єму, коли його перевищення може призвести до спотворення інформації про катіонний склад досліджуваної води забезпечує коректність результату визначення для неї показників якості і безпечності. Одночасно, за рахунок селективних властивостей іоніту, в підготовленій до аналізу пробі можна мінімізувати дію наявних у воді металів першої групи, зокрема катіонів Na і K, випромінювання яких часто створює додаткові труднощі при вимірюванні у воді низьких концентрацій катіонів металів другої та третьої групи. Результати роботи також можуть знайти застосування при розробці систем кондиціювання води. Їх можна використати і в розрахунках систем підготовки води для ряду технологічних процесів промислового виробництва.

Література

- 1 Адаменко О. М. Екологічна безпека збалансування ресурсокористування в Карпатському регіоні. Монографія / О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко, Л. М. Архипова та ін.. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2013. – 368 с.
- 2 Активність бета-випромінних радіонуклідів у лічильних зразках водних об'єктів. Методика виконання вимірювань з використанням бета-спектрометрів і програмного забезпечення AKWin. – К.: НВП «АКП», 2003. – 36 с.
- 3 Аппаратура радиационного контроля. Каталог оборудования 2005 / [Под ред. К. Нурлыбаева]. – М.: НПП “Доза”, 2005. – 255 с.
- 4 Водоподготовка: Справочник / Под ред. д.т.н., действительного члена Академии промышленной экологии С. Е. Великова. – М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.
- 5 Гельферих Ф. Иониты. Основы ионного обмена / Ф. Гельферих. Пер. с нем. Под ред. С. М. Черноброва. – М.: Из-во Иностранной литературы, 1962. – 400 с.
- 6 Горев Л. Н. Региональная гидрохимия. Монография / Л. Н. Горев, А. М. Никаноров, В. И. Пелешенко. – К.: Вища шк.. Головное изд-во, 1989. – 280 с.

7 Горєв Л. М. Гідрохімія України: Підручник / Л. М. Горєв, В. І. Пелешенко, В. К. Хільчевський. – К.: Вища шк., 1995. – 307 с.

8 Иониты. Метод определения статической обменной ёмкости. ГОСТ 202565.1 –89, [чинний від 1991-01-01]. – М.:ИПК Издательство стандартов, 2002. – 7 с. (Межгосуд. стандарт).

9 Кокотов Ю. А. Иониты и ионный обмен: Монография / Ю. А. Кокотов. – Л.: Химия, 1980. – 152 с.

10 Крайнов С. Р. Основы геохимии подземных вод. Монография / С. Р. Крайнов, В. М. Швец. – М.: Недра, 1980. – 285 с.

11 Мархол М. Ионообменники в аналитической химии: В 2-х частях, Ч 1. Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 264 с.

12 Методичні рекомендації для ведення спостережень за радіоактивним забрудненням навколишнього середовища / Під ред.. О. В. Войцеховича та В. В. Канівця – К.: Укр НДГМІ, 2001. – 218 с.

13 Новиков Ю. В. Методы исследования качества воды водоемов/ Ю. В. Новиков, К. О. Ласточкина, З. Н. Болдина. Ред. А. П. Шицковой. – М.: Медицина, 1990. – 400 с.

14 Сінченко В. Г. Про результати моніторингу деяких показників якості і безпечності води з джерел локального водокористування у східних районах Чернівецької області / В. Г. Сінченко, Г. П. Тарасенко, М. М. Тураш, Л. В. Хрикова // Науковий вісник Чернівецького ун –ту: Зб.наук. праць. Чернівці: Чернівецький нац. ун.-т, 2015. – Вип. 762 – 763, Географія, С. 58 – 64.

15 Смолы ионообменные. Катиониты. Технические условия. ГОСТ 20298–74, [чинний від 76-01-01].- М.:ИПК Издательство стандартов, 2003. — 16 с. (Межгосуд. стандарт)/

16 Спектрометр энергий бета излучения СЕБ-01. Руководство по эксплуатации. – К.: НПП “Атом-Комплекс-Прибор”, 2002. – 43 с.

17 Тугай А. М. Водопостачання: Підручник / А. М. Тугай, В. О. Орлов. – К.: Знання, 2009. – 735 с.

18 Фомін Г. С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. Энциклопедический справочник. – 3-е изд., перераб. и доп.- е. – М.: Издательство «Протектор», 2000. – 848 с.

© В. Г. Сінченко

ЕКОЛОГІЯ ФІТОСФЕРИ

УДК 504.064.2

Т. І. Кривомаз, Д. В. Максименко
 Київський національний університет
 будівництва та архітектури, м. Київ

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА МЕТАЛАМИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЇХ КОНЦЕНТРАЦІЇ В МІКСОМІЦЕТІ *FULIGO* *SEPTICA*

В результаті проведеного аналізу вмісту 14 металів в досліджених зразках, з'ясувалось, що в еталіях *Fuligo septica* була зареєстрована найбільша концентрація Ca, Mn, Zn, в субстратах – Ca, Mg, Mn, у ґрунті – Ca, Al, Fe, в рухомих формах ґрунту – Ca, Mn, Mg, у дощовій воді – Ca, Mg, Cu, у повітрі – Ca та Mg. При порівнянні зразків *Fuligo septica* з України та Франції шляхом факторного аналізу виявлено, що особливості накопичення елементів залежать від трьох факторів: 1) концентрацій Pb та Cr; 2) концентрації Mn, Bi, As; 3) від локалізації та концентрації Cd, Zn, Ni в міксоміцеті. На гіперакумулятивні властивості *F. septica* стосовно Zn впливають концентрації цього металу в субстраті, ґрунті та його рухомих формах. Закономірності зв'язків переходу окремих металів по ланцюгам екосистеми описуються рівняннями лінійної регресії: $C_m(Mn)=10,04C_{soil}-47,42C_{SMF}$; $C_m(Pb)=0,21C_{soil}-1066,7C_{rw}$; $C_m(Cd)=2,67C_{soil}$, де C_m – концентрація металу в міксоміцеті, C_{sub} – в субстраті, C_{soil} – в ґрунті, C_{SMF} – в рухомих формах ґрунту, C_{rw} – в дощовій воді.

Ключові слова: екологічна безпека, міксоміцети, метали, математичне моделювання

В результате анализа содержания 14 металлов в исследованных образцах выяснилось, что в еталіях *Fuligo septica* была зарегистрирована наибольшая концентрация Ca, Mn, Zn, в субстратах – Ca, Mg, Mn, в почве – Ca, Al, Fe, в подвижных формах почвы – Ca, Mn, Mg, в дождевой воде – Ca, Mg, Cu, в воздухе – Ca и Mg. При сравнении образцов *Fuligo septica* из Украины и Франции путем факторного анализа выявлено, что особенности накопления элементов зависят от трех факторов: 1) концентраций Pb и Cr; 2) концентрации Mn, Bi, As; 3) от локализации и концентрации Cd, Zn, Ni в миксомицете. На гиперакумулятивные свойства *F. septica* по отношению к Zn влияют концентрации этого металла в субстрате, почве и его подвижных формах. Закономерности связей перехода отдельных металлов по цепям экосистемы описываются уравнением линейной регрессии: $C_m(Mn)=10,04C_{soil}-47,42C_{SMF}$; $C_m(Pb)=0,21C_{soil}-1066,7C_{rw}$; $C_m(Cd)=2,67C_{soil}$, где C_m – концентрация металла в миксомицете, C_{sub} – в субстрате, C_{soil} – в почве, C_{SMF} – в подвижных формах почвы, C_{rw} – в дождевой воде.

Ключевые слова: экологическая безопасность, микромикет, металлы, математическое моделирование

An analysis of the content of 14 metals in the samples revealed that aethalia *Fuligo septica* was registered Ca largest concentration, Mn, Zn, in substrates – Ca, Mg, Mn, in soil – Ca, Al, Fe, in the movable forms of soil – Ca, Mn, Mg, rain water – Ca, Mg, Cu, air – Ca and Mg. In comparing the samples *Fuligo septica* from Ukraine and France by factor analysis showed that especially the accumulation of elements depends on three factors: 1) the

concentrations of Pb and Cr; 2) the concentration of Mn, Bi, As; 3) the location and concentration of Cd, Zn, Ni in Myxomycetes. On hyperaccumulation *F. septica* properties with respect to impact Zn concentration of this metal in the substratum, and movable soil forms. Patterns of connections of transition metals by the individual circuits of the ecosystem are described by linear regression: $C_m(\text{Mn})=10,04C_{\text{soil}}-47,42C_{\text{SMF}}$; $C_m(\text{Pb})=0,21C_{\text{soil}}-1066,7C_{\text{rw}}$; $C_m(\text{Cd})=2,67C_{\text{soil}}$, where C_m – metal concentration in the slime molds, C_{sub} – in the substratum, C_{soil} – in soil, C_{SMF} – in movable forms soil, C_{rw} – in rainwater.

Keywords: ecological safety, micromyceta, metals, mathematical modeling

Актуальність і постановка проблеми. Вирішення проблеми забруднення важкими металами навколишнього середовища є одним з важливих завдань екобезпеки. Живі організми відіграють важливу роль в перерозподілі металів, виступаючи в ролі своєрідних геохімічних бар'єрів та в якості накопичувачів хімічних елементів. Зокрема, міксоміцети, завдяки тісному зв'язку з ґрунтом, рослинними залишками та обмеженій території переміщення, відображають фактичний рівень забруднення екосистем і можуть виступати у ролі біоіндикаторів важких металів у середовищі [1]. Незважаючи на актуальність теми та потенціал міксоміцетів до акумуляції важких металів, існує всього кілька публікацій, присвячених дослідженню вмісту у польових зразках міксоміцетів. В більшості досліджень [4, 5, 7] спостерігався аномально високий вміст цинку в еталіях *Fuligo septica* (4000-20000 мг/кг) і значний вміст заліза, кадмію та інших металів [4]. Згодом з'ясувалось, що гіперакумуляція Zn пов'язана з синтезом *F. septica* жовтого пігменту фулігорубіну А, який утворює хелатні комплекси з Zn, переводячи його в неактивну форму [2]. Проте, не були встановлені шляхи надходження металів, оскільки згадані дослідження не виявили кореляційних зв'язків між концентраціями металів в субстратах та міксоміцетах [7]. З'ясування особливостей кругообігу важких металів в природньому середовищі сприятиме розвитку методів моніторингу антропогенного впливу та покращенню засобів управління у сфері екологічної безпеки.

Мета дослідження. Визначити зв'язки між концентраціями металів в міксоміцеті *Fuligo septica* та в його субстраті, ґрунті, рухомих формах ґрунту, дощовій воді та повітрі.

Матеріали та методи. Матеріалом для дослідження стали зразки плодових тіл (еталії) міксоміцету *Fuligo septica*, субстрати (відмерла деревина, кора, опале листя), ґрунт, рухомі форми ґрунту, а також проби дощової води та повітря. Вісім зразків було відібрано 04.09.2015 на території Національного музею народної архітектури та побуту України у с.Пирогів, а два зразки – на околицях с. Анжа у французьких Альпах поблизу Гренобля 10.08.2016 та 19.08.2016. Субстратами були кора та листя поваленого стовбура *Populus tremula*, деревина пня та стовбура *Picea abies*. Проби повітря відбирались на фільтрувальний папір впродовж 10 днів в чашки Петрі. Проби дощової води збирались в пластикові контейнери під час випадання опадів та зберігались в холодильнику до проведення досліджень. Особливості морфології міксоміцетів визначали з використанням методів трансмісійної світлової мікроскопії [3]. Дослідження вмісту хімічних елементів здійснювалось методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою [6]. Математичну обробку кількісних даних здійснювали з використанням методів математичного аналізу, моделі і графічні зображення, за допомогою програми Statistica. Дослідження проводилось на кафедрі охорони праці та навколишнього середовища факультету інженерних систем та екології Київського національного університету будівництва і архітектури.

Результати досліджень. В результаті проведеного аналізу вмісту 14 металів в досліджених зразках, з'ясувалось, що в еталіях *Fuligo septica* була зареєстрована найбільша концентрація Ca, Mn, Zn, в субстратах – Ca, Mg, Mn, у ґрунті – Ca, Al, Fe, в рухомих формах ґрунту – Ca, Mn, Mg, у дощовій воді – Ca, Mg, Cu, у повітрі – Ca та Mg (табл. 1).

Таблиця 1

Концентрації металів в досліджених зразках

Метали	Середні значення концентрацій елементів					
	міксоміцет, мкг/г	субстрат, мкг/г	грунт, мкг/г	рухомі форми, мкг/г	дощова вода, мг/дм ³	повітря, мкг/см ²
Al	7,55	94,75	1915	23,85	0,03	0,14
As	2,36	0,13	0,05	0,03	--	--
Bi	0,88	0,02	0,06	0,002	--	--
Ca	78801,1	3100,67	12400	2393,89	11,34	57,73
Cd	0,41	0,11	0,06	0,12	--	--
Cr	4,57	0,89	1,14	7,64	0,005	--
Cu	2,97	1,19	2,25	0,11	0,35	0,005
Fe	65,72	47,88	1055	6,28	0,03	0,19
Hg	0,003	0,003	0,003	--	--	--
Mg	784,33	186,47	556,16	152,85	0,45	10,51
Mn	1794,04	167,44	297,48	55,37	0,014	0,006
Ni	0,07	2,07	0,33	5,86	0,003	--
Pb	0,77	0,28	2,31	5,38	0,005	0,0004
Zn	1751,43	21,39	6,67	22,29	0,2	0,01

В попередніх дослідженнях спостерігались надзвичайні акумулятивні властивості *F. septica* стосовно цинку, проте було незрозуміло, звідки міксоміцет бере цей метал. Для з'ясування цього питання було застосовано факторний аналіз за критерієм Кайзера з урахуванням індексу навантаження, де зважена відстань розраховувалась за методом найменших квадратів. Виявилось, що на гіперакумулятивні властивості *F. septica* стосовно Zn найбільше впливають концентрації цього металу в ґрунті та субстраті, а також в рухомих формах ґрунту. Зв'язок між концентраціями в субстраті, ґрунті та міксоміцеті не описується простим лінійним рівнянням. Ця залежність наочно продемонстрована на контурних діаграмах (рис. 1), де колір ліній вказує на концентрацію в міксоміцеті, а за їх конфігурацією можна визначити залежність від концентрацій в субстраті, ґрунті та його рухомих формах.

Факторний аналіз показує, що особливості накопичення елементів у 10 зразках *F. septica* на різних субстратах з різних локалітетів коректно описуються трьома факторами: 1) залежить від концентрацій Pb, Cr; 2) від концентрації Mn, Bi, As; 3) від локалізації та концентрації Cd, Zn, Ni в міксоміцеті (рис. 2).

За допомогою критерію Вальда-Вольфовиця проведено порівняння середнього значення концентрацій металів у 8 зразках *F. septica* з України та двох зразках з Франції. З'ясувалося, що накопичення токсичних металів Cd, Zn, Ni, Cr, As в міксоміцетах значно відрізняється, в залежності від місцезнаходження зразків (рівень значимості $p < 0.05$). Для всіх згаданих елементів, крім As, середні концентрації вищі у зразках з Франції, ніж у зразках з України. Таким чином виявлений стохастичний зв'язок між місцезнаходженням *F. septica* та концентраціями Cd, Zn, Ni, Cr, As в його еталіях. Цей зв'язок також підтверджується значеннями коефіцієнтів кореляції Кенделла та Спірмена (ймовірність 95%).

Слід зауважити, що не для всіх металів виявились однакові тенденції залежностей накопичення. Зокрема, вміст марганцю в *F. septica* суттєво залежить від концентрації цього металу в ґрунті та його рухомих формах (рис. 3). Про значимість впливу свідчить частинний коефіцієнт кореляції, і, в даному випадку, для ґрунту він дорівнює 91%. Напівчастинний коефіцієнт кореляції описує взаємовплив факторів між собою, тобто чим менше його значення, тим фактор більш відокремлений і незалежний від інших факторів.

Як видно з результатів статистичної обробки, найбільш незалежним і відокремленим фактором впливу на концентрацію Mn в міксоміцеті є величина концентрації цього елементу в рухомих формах ґрунту. Графічне представлення моделі

залежності концентрацій Мп в еталіях *F. septica* від вмісту елементу в ґрунті та його рухомих формах наочно демонструє фактичні та прогнозовані значення концентрації металу в міксоміцеті. Довірча область містить 95% значень і всього кілька показників не вписуються в цю модель.

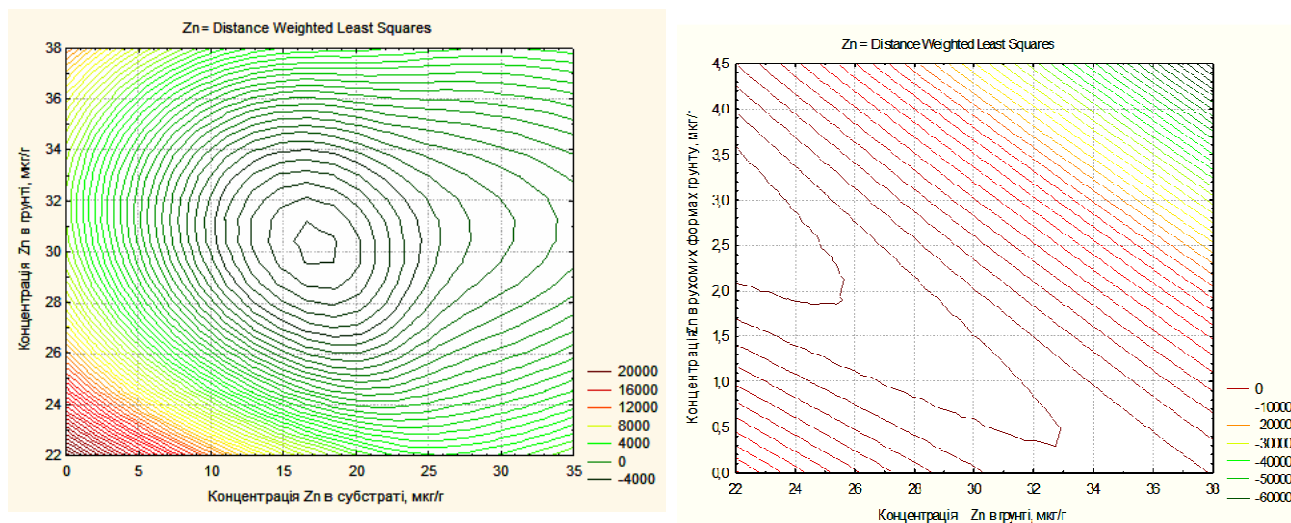


Рис. 1. Контурні діаграми залежності концентрації цинку в *Fuligo septica* від субстрату та ґрунту, ґрунту та його рухомих форм

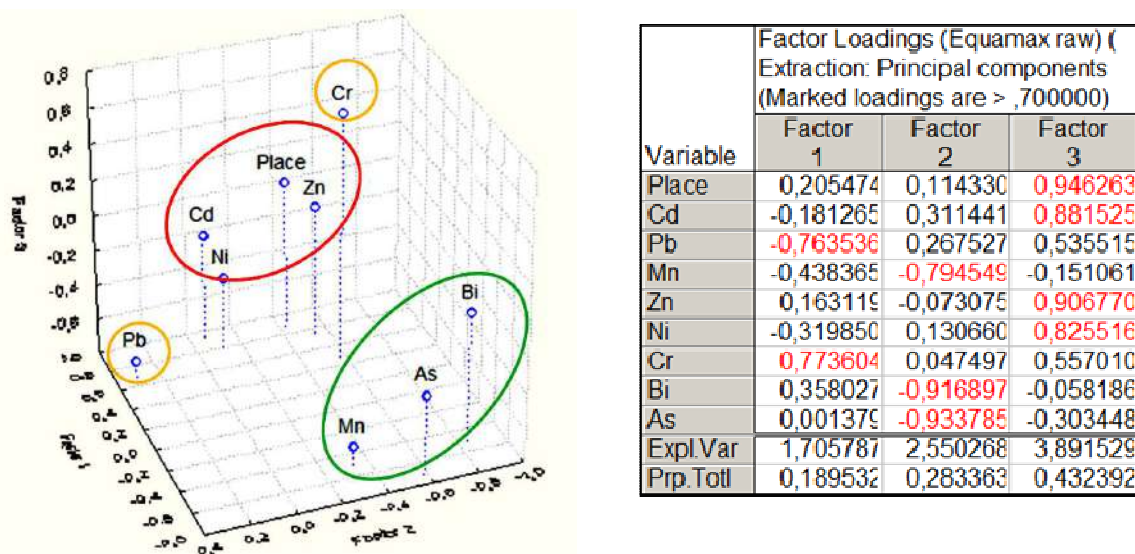


Рис. 2. Моделювання акумуляції металів *Fuligo septica* в залежності від субстрату та місцезнаходженням методом багатомірного масштабування

Залежність концентрації Мп в міксоміцеті від концентрації цього металу в ґрунті та його рухомих формах описується рівнянням лінійної регресії:

$$C_m(\text{Mn}) = 10,04C_{\text{soil}} - 47,42C_{\text{SMF}}, \quad (1)$$

де C_m – концентрація металу в міксоміцеті, а C_{soil} – в ґрунті, C_{SMF} – в рухомих формах ґрунту.

Модель лінійної регресії накопичення свинцю в еталіях *F. septica* в залежності від концентрації цього металу в ґрунті та дощовій воді представлена на рис. 4. Частинний коефіцієнт кореляції для ґрунту дорівнює 79%, а для дощу – 78%. Напівчастинний коефіцієнт кореляції свідчить про більшу відокремленість фактору дощу (70%), проте для

грунту він не набагато менший (72%), тобто в даному випадку ці фактори практично еквівалентні і суттєво взаємопов'язані. Довірча область містить 95% всіх значень.

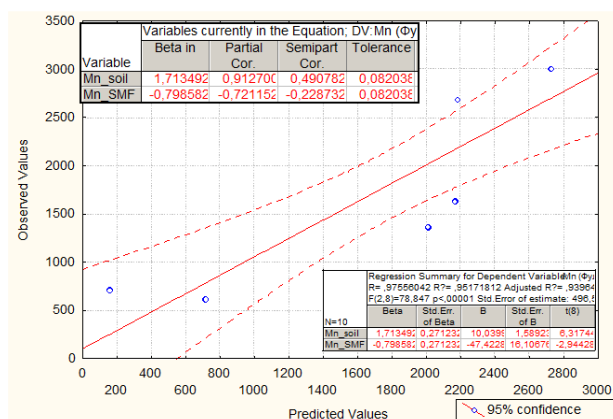


Рис. 3. Залежність концентрації Mn в *Fuligo septica* від концентрації цього металу в ґрунті та його рухомих формах

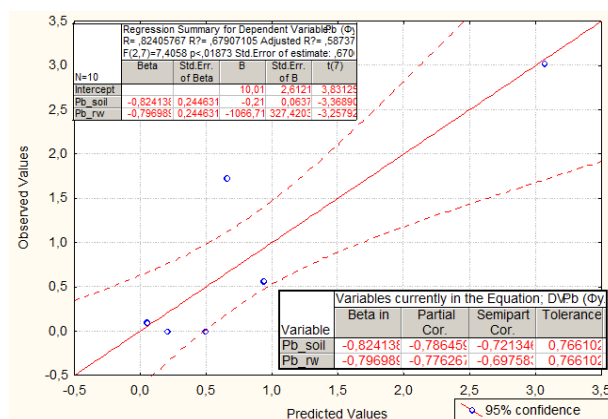


Рис. 4. Залежність концентрації свинцю в *Fuligo septica* від концентрації цього металу в ґрунті та дощовій воді

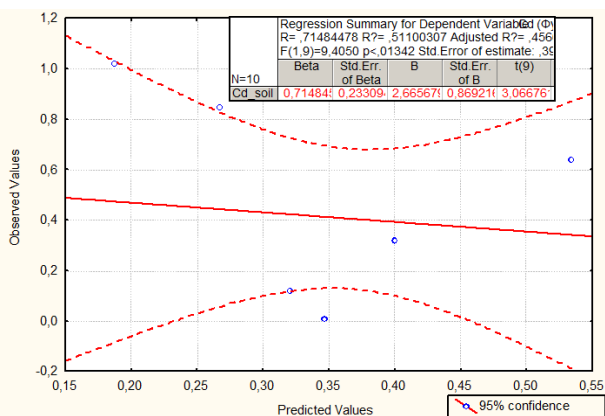


Рис. 5. Залежність концентрації кадмію в *Fuligo septica* від концентрації цього металу в ґрунті

Вміст свинцю в *F. septica* суттєво залежить від концентрації цього металу в ґрунті та дощовій воді, що описується наступною формулою (моделлю):

$$C_m(\text{Pb}) = 0,21C_{\text{soil}} - 1066,7C_{\text{rw}}, \quad (2)$$

де C_m – концентрація металу в міксоміцеті, а C_{soil} – в ґрунті, C_{rw} – в дощовій воді.

Вміст кадмію в еталіях *F. septica* залежить тільки від концентрації цього металу в ґрунті (рис. 5), що описується наступною формулою (моделлю):

$$C_m(\text{Cd}) = 2,67C_{\text{soil}}, \quad (3)$$

Очевидно, що міксоміцет *Fuligo septica* накопичує токсичні метали, проте шляхи надходження кожного елементу носять специфічний характер. Математичне моделювання є ефективним методом, що обґрунтовано та наочно демонструє шляхи надходження елементів та допомагає з'ясувати механізми їх біотрансформації в ланцюгах екосистем. Проте, необхідні подальші дослідження для уточнення отриманих результатів та розширення інформації щодо біоаккумулятивних та біоремедіаційних властивостей різних видів міксоміцетів та інших живих організмів.

Обговорення та висновки. Використання запропонованих моделей дозволяє спрогнозувати забруднення середовища важкими металами за вмістом елементів в міксоміцетах. В результаті дослідження зроблені наступні висновки:

1 Виявлено, що в досліджених зразках *Fuligo septica* найбільша концентрація Ca, Mn, Zn, в субстратах – Ca, Mg, Mn, у ґрунті – Ca, Al, Fe, в рухомих формах ґрунту – Ca, Mn, Mg, у дощовій воді – Ca, Mg, Cu, у повітрі – Ca та Mg.

2 При порівнянні зразків *Fuligo septica* з України та Франції шляхом факторного аналізу з'ясовано, що особливості накопичення елементів залежать від трьох факторів: 1) від концентрацій Pb та Cr; 2) від концентрації Mn, Bi, As; 3) від локалізації та концентрації Cd, Zn, Ni в міксоміцеті.

3 На гіперакумулятивні властивості *F. septica* стосовно Zn впливають концентрації цього металу в субстраті, ґрунті та його рухомих формах.

4 Закономірності зв'язків переходу окремих металів по ланцюгам екосистеми описуються рівняннями лінійної регресії: $C_m(\text{Mn})=10,04C_{\text{soil}}-47,42C_{\text{SMF}}$; $C_m(\text{Pb})=0,21C_{\text{soil}}-1066,7C_{\text{rw}}$; $C_m(\text{Cd})=2,67C_{\text{soil}}$, де C_m – концентрація металу в міксоміцеті, C_{sub} – в субстраті, C_{soil} – в ґрунті, C_{SMF} – в рухомих формах ґрунту, C_{rw} – в дощовій воді.

Література

- 1 Кривомаз Т. І. Перший аналіз вмісту важких металів та інших елементів в плодових тілах нівальних міксоміцетів Карпат [Текст] / Т. І. Кривомаз, І. М. Андрусишина // Екологічна безпека та природокористування. – 2015. – № 4. – С. 20-31.
- 2 Latowski D. *Fuligo septica*, as a new model organism in studies on interaction between metal ions and living cells [Text] / D. Latowski, A. Lesiak, E. Jarosz-Krzeminska, K. Strzalka // Metal Ions in Biology and Medicine and Medicine. 2008. – N 10. – P. 204–209.
- 3 Poulain M. Les Myxomycètes [Text] / M. Poulain, M. Meyer, J. Bozonnet. – Delémont: FMBDS, 2011. – 1119 p.
- 4 Setälä A. High metal contents found in *Fuligo septica* L. Wiggers and some other slime molds (Myxomycetes) [Text] / A. Setälä, P. Nuorteva // Karstenia. 1989. – V. 29. – N 1. – P. 37-44.
- 5 Stijve T. Accumulation of various metals by *Fuligo septica* (L.) Wiggers and by some other slime molds (myxomycetes) [Text] / T. Stijve, D. Andrey // Australasian Mycologist. 1999. – V. 18. – N 2. – P. 23–26.
- 6 Tüzen M. Determination of heavy metals in soil, mushroom and plant samples by atomic absorption spectrometry [Text] / M. Tüzen // Microchem J. 2003. – N 74. – P. 289–297.
- 7 Zhulidov D.A. Zinc Accumulation by the Slime Mold *Fuligo septica* (L.) Wiggers in the Former Soviet Union and North Korea [Text] / D.A. Zhulidov, R.D. Robarts, A.V. Zhulidov, O.V. Zhulidova, D.A. Markelov, V.A. Rusanov, J.V. Headley // Journal of Environmental Quality. 2002. – N 31. – P. 1038–1042.

© Т. І. Кривомаз,
Д. В. Максименко

УДК 504.61:622.32+502.211:582

Н. І. Глібовицька, Х. Б. Караванович
Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН ДЕРЕВНИХ РОСЛИН В УМОВАХ НАФТОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ

Проаналізовано характерні реакції рослинних організмів у відповідь на контамінацію навколишнього середовища нафтою та нафтопродуктами. Виявлено погіршення функціонального стану ряду листяних деревних порід в умовах нафтового забруднення, що проявляється у зниженні ростових процесів та появі масових пошкоджень асиміляційних органів. Встановлено, що горіх волоський є стійким до контамінації поллютантами і може використовуватися у якості фіторемедіанта для рекультивациі забруднених нафтою територій. Гірकोкаштан звичайний, клен ясенелистий, липа серцелиста, липа широколиста, береза повисла та сосна звичайна є чутливими до

3 На гіперакумулятивні властивості *F. septica* стосовно Zn впливають концентрації цього металу в субстраті, ґрунті та його рухомих формах.

4 Закономірності зв'язків переходу окремих металів по ланцюгам екосистеми описуються рівняннями лінійної регресії: $C_m(\text{Mn})=10,04C_{\text{soil}}-47,42C_{\text{SMF}}$; $C_m(\text{Pb})=0,21C_{\text{soil}}-1066,7C_{\text{rw}}$; $C_m(\text{Cd})=2,67C_{\text{soil}}$, де C_m – концентрація металу в міксоміцеті, C_{sub} – в субстраті, C_{soil} – в ґрунті, C_{SMF} – в рухомих формах ґрунту, C_{rw} – в дощовій воді.

Література

- 1 Кривомаз Т. І. Перший аналіз вмісту важких металів та інших елементів в плодових тілах нівальних міксоміцетів Карпат [Текст] / Т. І. Кривомаз, І. М. Андрусишина // Екологічна безпека та природокористування. – 2015. – № 4. – С. 20-31.
- 2 Latowski D. *Fuligo septica*, as a new model organism in studies on interaction between metal ions and living cells [Text] / D. Latowski, A. Lesiak, E. Jarosz-Krzeminska, K. Strzalka // Metal Ions in Biology and Medicine and Medicine. 2008. – N 10. – P. 204–209.
- 3 Poulain M. Les Myxomycètes [Text] / M. Poulain, M. Meyer, J. Bozonnet. – Delémont: FMBDS, 2011. – 1119 p.
- 4 Setälä A. High metal contents found in *Fuligo septica* L. Wiggers and some other slime molds (Myxomycetes) [Text] / A. Setälä, P. Nuorteva // Karstenia. 1989. – V. 29. – N 1. – P. 37-44.
- 5 Stijve T. Accumulation of various metals by *Fuligo septica* (L.) Wiggers and by some other slime molds (myxomycetes) [Text] / T. Stijve, D. Andrey // Australasian Mycologist. 1999. – V. 18. – N 2. – P. 23–26.
- 6 Tüzen M. Determination of heavy metals in soil, mushroom and plant samples by atomic absorption spectrometry [Text] / M. Tüzen // Microchem J. 2003. – N 74. – P. 289–297.
- 7 Zhulidov D.A. Zinc Accumulation by the Slime Mold *Fuligo septica* (L.) Wiggers in the Former Soviet Union and North Korea [Text] / D.A. Zhulidov, R.D. Robarts, A.V. Zhulidov, O.V. Zhulidova, D.A. Markelov, V.A. Rusanov, J.V. Headley // Journal of Environmental Quality. 2002. – N 31. – P. 1038–1042.

© Т. І. Кривомаз,
Д. В. Максименко

УДК 504.61:622.32+502.211:582

Н. І. Глібовицька, Х. Б. Караванович
Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН ДЕРЕВНИХ РОСЛИН В УМОВАХ НАФТОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ

Проаналізовано характерні реакції рослинних організмів у відповідь на контамінацію навколишнього середовища нафтою та нафтопродуктами. Виявлено погіршення функціонального стану ряду листяних деревних порід в умовах нафтового забруднення, що проявляється у зниженні ростових процесів та появі масових пошкоджень асиміляційних органів. Встановлено, що горіх волоський є стійким до контамінації поллютантами і може використовуватися у якості фіторемедіанта для рекультивациі забруднених нафтою територій. Гірकोкаштан звичайний, клен ясенелистий, липа серцелиста, липа широколиста, береза повисла та сосна звичайна є чутливими до

антропогенного навантаження та є інформативними біоіндикаторами екологічного стану навколишнього середовища.

Ключові слова: нафтогазове забруднення, деревні породи, морфометричні показники, функціональний стан.

Проанализированы характерные реакции растительных организмов в ответ на контаминацию окружающей среды нефтью и нефтепродуктами. Выявлено ухудшение функционального состояния ряда лиственных древесных пород в условиях нефтяного загрязнения, что проявляется в снижении ростовых процессов и появлении массовых повреждений ассимиляционных органов. Установлено, что орех грецкий устойчив к контаминации поллютантами и может использоваться в качестве фиторемедианта для рекультивации загрязненных нефтью территорий. Конский каштан обыкновенный, клен ясенелистный, липа сердцелистная, липа крупнолистная, береза повислая и сосна обыкновенная чувствительны к антропогенной нагрузке и являются информативными биоиндикаторами экологического состояния окружающей среды.

Ключевые слова: нефтегазовое загрязнение, древесные породы, морфометрические показатели, функциональное состояние.

The characteristic reactions of plant organisms in response to environmental oil and oil products contamination are analyzed. The worsening functional status of a number of deciduous tree species in terms of oil pollution is revealed, which manifests itself in reducing the appearance of growth processes and mass damage of assimilation organs. It is found that *Juglans regia* L. is resistant to contamination by pollutants and can be used for remediation of oil-contaminated areas. *Aesculus hippocastanum* L., *Acer negundo* L., *Tiliacordata* Mill., *Tiliaplathyphyllos* Scop., *Betula pendula* Roth, and *Pinus sylvestris* L. are sensitive to anthropogenic impact and are informative bioindicators of ecological environment.

Keywords: oil pollution, tree species, morphometric parameters, functional condition.

Вступ. Однією з головних екологічних проблем сучасності є забруднення навколишнього середовища нафтою та продуктами її переробки, що спонукає до пошуку шляхів зменшення негативного впливу контамінантів на біоту, оптимізації процесів нафтогазовидобутку та транспортування нафтопродуктів. У цьому контексті дуже перспективним напрямком відновлення деградованих територій є фіторекультивация за допомогою рослин-ремедіантів та оцінка екологічної ситуації у нафтозабруднених екосистемах за участю фітоіндикаторів. На сьогодні відомо, що цінними фіторемедіаційними характеристиками володіють чимало трав'янистих рослин, серед яких люцерна посівна (*Medicago sativa* L.), кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Wigg.), нетреба звичайна (*Xanthium strumarium* L.), полин гіркий (*Artemisia absinthium* L.), полин звичайний (*Artemisia vulgaris* L.), злинка канадська (*Erigeron canadensis* L.), деревій звичайний (*Achillea millefolium* L.), пирій повзучий (*Elytrigia repens* L.), морква дика (*Daucus carota* L.), які рекомендовані для відновлення техногенно-трансформованих едафотопів [5]. Разом з тим, дендроіндикація та дендроремедіація забруднених нафтою екосистем залишається актуальним питанням екомоніторингу, оскільки саме деревні рослини, перебуваючи в умовах тривалої експозиції, володіють потужною протидією негативним чинникам довкілля та відзначаються цінними осаджуючими і поглинальними властивостями [5, 7, 9, 13].

Відомо, що серед органів рослин найвищу пластичність до дії антропогенних факторів проявляють листки. Зміни забарвлення асиміляційних органів, поява некротичних ушкоджень, шкідників та хвороб є надійним критерієм екологічного стану навколишнього середовища та показником функціонального стану рослинного організму. Тому, метою даної роботи є дослідження впливу нафто-газовидобутку на функціональний стан деревних рослин.

Виклад основного матеріалу. Дослідження проводили в урбоєкосистемі Борислава, що розташована у передгір'ї та північно-східних схилах Українських Карпат та у міжгірних улоговинах ріки Тисмениця. Місто розташоване на нафтогазовому родовищі та є одним з найстаріших нафтопромислових центрів у світі. Урбоєкосистема характеризується високим рівнем загазованості приземного шару атмосфери та забрудненням нафтопродуктами ґрунтів, надземних водойм та підземних вод [1].

У якості об'єктів фітомоніторингу обрали наступні деревні види – клен ясенелистий (*Acer negundo* L.), горіх волоський (*Juglans regia* L.), гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.), липа серцелиста (*Tiliacordata* Mill.), липа широколиста (*Tiliaplathyphyllos* Scop.), верба повисла (*Betula pendula* Roth.) та сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.). Здійснювали відбір зразків рослинного матеріалу з середньої частини крони по її периметру в ярусах за одного порядку галушення у період завершення повного розвитку (серпень-вересень) асиміляційної системи [8]. При цьому аналізували по 8 особин кожного виду, які зростають у зоні безпосереднього впливу родовища на відстані до 500 м. У якості контрольних обрали рослини з умовно екологічно чистої території – урочище Дем'янів Лаз.

Наявність некротичних ушкоджень листкових пластинок установлювали візуально. Класифікацію виявлених уражень листка проводили з використанням схеми, запропонованої Р. Шубертом [14]. Ступінь ушкоджень оцінювали за 5-бальною бонітуральною шкалою за методикою Руденко С. С. [11] у власній модифікації:

- 1 - пошкодження відсутні;
- 2 - наявні незначні точкові некрози;
- 3 - наявні плямисті некрози до 10 мм;
- 4 - наявні локальні некротичні плями, які перевищують 10 мм;
- 5 - половина листкової пластинки відмерла.

Досліджували ураження листкових пластинок деревних рослин хворобами та шкідниками та розраховували частку ушкоджених листків. Площу листків визначали ваговим методом за апробованою методикою [11].

Кожен параметр вивчали у 100-кратній повторності. Функціональний стан листкових пластинок рослин встановлювали, використовуючи рекомендовану нами оцінювальну шкалу (табл. 1) [2].

Таблиця 1

Шкала оцінки функціонального стану деревних рослин

% ушкоджених листяних пластинок	Клас життєвості	Категорія стійкості
1-10	I	висока
11-20	II	вище середньої
21-30	III	середня
31-50	IV	нижче середньої
>50	V	низька

Згідно з літературними даними [4, 6], більшість компонентів нафти є токсичними, тому, потрапляючи у рослину, призводять до виникнення стресових реакцій. Виявлено вплив нафтопродуктів на ріст та розвиток рослин, що призводить до скорочення термінів вегетації, зменшення площі органів асиміляції, передчасної дехромації та дефоліації [1]. Листок – як функціонально активний орган, швидше за інші реагує на природні і техногенні фактори довкілля, тому за реакцією листків можна судити про рівень техногенного пресингу та функціональний стан рослини. Шкідливі речовини, до яких належать присутні у нафті вуглеводні, важкі метали та їх сполуки з солями, легко проникають у тканини листків рослин через продихи, впливають на обмін речовин в клітинах, вступаючи в біохімічні реакції вже на рівні клітинних стінок та мембран.

Загальною неспецифічною реакцією дії нафтогазового забруднення на дерева є процес передчасного старіння. Проведена нами візуальна оцінка стану деревних порід в умовах впливу родовища свідчить про значно ослаблений деревостій поблизу родовища, зокрема, виявлено пошкодження комахами та хворобами, всихання окремих гілок нижньої третини крони, некрози на більш ніж 50 % площі листя та хвої. Некротичні пошкодження призвели до передчасного опадання листя дослідних дерев.

Некрози, зменшення приросту, всихання гілок є наслідком порушення цілого комплексу фізіологічних процесів рослини, зокрема, біосинтезу білків, фотосинтезу, інактивації ферментних систем.

Нашими дослідженнями встановлено наявність некротичних ушкоджень листових пластинок усіх досліджених деревних порід у зоні впливу Бориславського родовища (табл. 2). Найвищі показники відмирання листових тканин зафіксовані у клена ясенелистого та липи серцелистої.

Таблиця 2

**Функціональний стан деревних рослин в умовах зростання у зоні впливу
Бориславського нафтогазового родовища**

Вид рослини	Кількість ушкоджених листків, %		Клас життєвості	Категорія стійкості
	некрози	хвороби і шкідники		
<i>Acer negundo</i> L.	95	54	V	низька
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	100	100	V	низька
<i>Juglans regia</i> L.	-	-	-	висока
<i>Tilia cordata</i> Mill.	100	75	V	низька
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	87	75	V	низька
<i>Betula pendula</i> Roth.	86	72	V	низька
<i>Pinus sylvestris</i> L.	60	55	V	низька

Нижчий рівень некротичних пошкоджень асиміляційного апарату характерний для сосни звичайної – 60 %, що свідчить про достатньо високий рівень антиоксидантного захисту організму виду та активізацію адаптаційних механізмів. Крім цього, вища стійкість хвойної породи до контамінації докілья нафтою порівняно з листовими породами є ознакою інтенсивного і тривалого впливу токсикантів на дерева, що призвело до запуску перебудови ендогенних метаболічних процесів, спрямованих на виживання виду. Це підтверджує положення про те, що окремі види значно відрізняються за глибиною і можливостями адаптаційних змін.

В умовах впливу родовища нами також відмічене всихання гілок і хвої сосни звичайної, що свідчить про дефіцит вологи у нафтозабрудненому ґрунті.

Проведений аналіз типів та ступенів некрозу листових пластинок деревних рослин показав, що усім дослідженим листкам клена ясенелистого притаманний одночасно верхівковий та плямистий тип некрозу з першим ступенем ураження. Верхівковий некроз виникає через накопичення краями листка солей важких металів, які містяться у нафті. Забруднення докілья диоксидом сульфуру при згоранні сірковмісних нафтопродуктів служить причиною виникнення кислотних дощів, які призводять до появи плямистих некрозів листків [11].

Відомо, що у нафто-забрудненому ґрунті більшість необхідних рослині елементів перебуває у недоступній формі через змінені фізико-хімічні властивості едафотопу, змінюється вуглецево-азотний баланс [6]. На дослідженій території виявлено ураження 54 % листків дерев клена ясенелистого захворюванням – смолистою плямистістю, яке виникає через нестачу азоту у ґрунті. Воно характеризується наявністю на листових пластинках чорних плям з жовтою облямівкою, кількість яких, за нашими підрахунками, сягає у середньому 8 діаметром до 3 см. Відзначено зниження площі листків виду у 1,4 рази відносно контролю.

Рослини гіркогоаштана звичайного та липи серцелистої характеризуються ураженням 100 % листків некрозом типу риб'ячий скелет п'ятого ступеня. Цей некроз виникає внаслідок поглинання токсикантів кореневою системою рослин [11]. Масове пошкодження ослаблених особин виду шкідниками виникає внаслідок їх зростання у несприятливих умовах забрудненого довкілля. В умовах дослідженої території усі листові пластинки гіркогоаштана уражені небезпечним і поширеним шкідником – мінуєючою міллю (*Camerariaochridella Deschkaand Dimic*). Згідно з даними літератури [3], некротичні плями гіркогоаштана звичайного виникають також через пошкодження грибом *Guignardiaaesculli*. Дослідні особини гіркогоаштана характеризуються пригніченням ростових процесів у 1,6 рази відносно фонових показників.

Особини липи серцелистої та широколистої в умовах нафтового забруднення середовища зазнають пошкоджень липовими кліщами, які провокують утворення галів – наростів на листовій поверхні. Відсоток пошкоджених тканин становить 25% у липи широколистої та 40% у липи серцелистої. Крім цього рослини ослаблені характерними для роду шкідниками – липовими попелицями, які виявлені на 75% досліджених листків. У досліджених рослин спостерігається зменшення площі листка у 1,8-2 рази щодо фонових значень.

Листя берези повислої пошкоджене комплексом шкідників – листокрутками строкато золотистою (*Cacoeciaxylosteana* L.) і розановою (*Cacoeciarosana* L.), березовою галицею (*Semidobiabetulae* Winn.) та грибом (*Nectriacinnabarina* Fr.). Поверхня листка вкрита масовими плямистими некрозами третього ступеня ураження. Відзначено зниження ростових процесів у 1,6 рази порівняно з контрольними рослинами.

У рослин горіха волоського на території дії нафтового родовища м. Борислава не виявлено видимих ознак пошкодження листових пластинок шкідниками і хворобами. Також відсутні некрози листків. Не встановлено достовірної зміни площі листків горіха у несприятливих умовах зростання. Вид є стійким до забруднення довкілля та може використовуватись у якості фіторемедіанта нафтозабруднених територій.

Основою фіторемедіаційних технологій є здатність рослин детоксифікувати небезпечні для біоти компоненти нафти з перетворенням їх до звичайних клітинних метаболітів. Біологічну деградацію нафтових вуглеводнів можуть здійснювати бактерії, гриби й трав'янисті рослини. На сьогодні розроблено метод очищення нафтозабруднених ґрунтів за допомогою рослини осоки шершаволистої (*Carexhirta* L.), який дозволяє у короткі терміни знижувати рівень вмісту нафти й нафтопродуктів у ґрунті, покращувати його біологічні та фізико-хімічні властивості. У той же час цей метод є екологічно безпечним і дешевим способом ремедіації та рекомендується для використання під час реалізації програм загальнодержавного та регіонального рівнів для боротьби з деградацією земель в Україні.

Тому дослідження фізіолого-біохімічних основ стійкості деревних рослин, зокрема, горіха волоського, до нафтового забруднення є перспективним напрямком рекультивациі нафтозабруднених екосистем та завданням наших подальших досліджень.

Висновки. Клен ясенелистий, гіркогоаштан звичайний, липа серцелиста, липа широколиста, береза повисла в умовах зростання у зоні впливу нафтового родовища характеризуються низькою стійкістю та віднесені до V класу життєвості. Враховуючи чутливість деревних рослин до нафтогазового забруднення навколишнього середовища, доцільно рекомендувати *Aesculushippocastanum* L., *Acernegundo* L., *Tiliacordata* Mill., *Tilia platyphyllos* Scop., *Betulapendula* Roth, для використання у якості біоіндикаторів екологічного стану техногенно-трансформованих екосистем. Сосна звичайна відзначається вищою екологічною пластичністю та краще пристосована до зростання в умовах нафтового забруднення порівняно з листовими породами, однак істотні пошкодження асиміляційних органів рослини не дозволяють віднести вид до стійких та таких, що володіють рекультиваційними властивостями.

Горіх волоський відзначається високою стійкістю до забруднення та фітопатогенів і віднесений до 1 класу життєвості. Вид рекомендований для використання в цілях рекультивациі нафтозабруднених територій.

За комплексом морфологічних змін та пошкоджень листкових пластинок на дослідженій території функціональний стан деревних рослин зростає у наступному ряді: гіркокаштан звичайний → липа серцелиста → клен ясенелистий → липа широколиста → береза повисла → сосна звичайна → горіх волоський.

Література

- 1 Геохімічний контроль стану загазованості повітряного басейну м. Борислав із застосуванням матеріалів дистанційного зондування Землі: звіт про створення НТП (заключний). ЦАКДЗ ІГН НАН України. Київ, 2002. 100 с.
- 2 Глібовицька Н. І. Вітальність та біоіндикаційна перспективність липи серцелистої (*Tilia cordata* Mill.) в урбоєкосистемі Івано-Франківська: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.16. Дніпропетровськ, 2015. 20 с.
- 3 Григорюк І. П., Машковська С. П., Яворівський П. П. та ін. Біологія каштанів. К. : Логос, 2004. 380 с.
- 4 Джура Н. М. Фізіологічні аспекти адаптації рослин *Carex hirta* L. до нафтового забруднення: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.12. Київ, 2007. 20 с.
- 5 Илькун Г. М. Загрязнители атмосферы и растения. К. : Наукова думка, 1978. 274 с.
- 6 Карпин О. Л. Реакція антиоксидантної системи рослин *Carex hirta* L. *Fababona Medic.* (*Vicia faba* L.) в умовах нафтового забруднення ґрунту: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.12. Київ, 2010. 20 с.
- 7 Коршиков І. І., Гнатів П. С. Урботехногенне середовище як інтегральний чинник пристосування рослин // Промышленная ботаника. 2004. Вып. 3. С. 78–82.
- 8 Маргайлик Г. И. К методике отбора листьев древесных растений для сравнительных морфолого-анатомических и физиологических исследований // Ботанический журнал. 1961. Т. 50. №1. С. 89-90.
- 9 Мэнинг У. Дж., Федер У. А. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 141 с.
- 10 Романюк О. Г., Шевчик Л. З. Комплексний екологічний моніторинг нафтозабруднених територій на прикладі міста Борислава // Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2013. № 5. С. 1-9–22.
- 11 Руденко С. С., Костишин С. С., Морозова Т. В. Загальна екологія. Практичний курс: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Ч. 2. Природні наземні екосистеми. Чернівці. 2008. 320 с.
- 12 Саксонов М. Н., Абалаков А. Д., Данько Л. В. и др. Экологический мониторинг нефтегазовой отрасли. Физико-химические и биологические методы. Иркутск. 2005. 114 с.
- 13 Трешоу М. Загрязнение воздуха и жизнь растений. Л. : Гидрометеиздат, 1988. 460 с.
- 14 Schubert R. Ausgewählte pflanzliche Bioindikatoren zur Erfassung ökologischer Veränderungen in terrestrischen Ökosystemen durch antropogene Beeinflussung unter besonderer Berücksichtigung industrieller Ballungsgebiete // Hercynia N. F. 1977. N 14. S. 399-412.

© Н. І. Глібовицька,
Х. Б. Караванович

ЕКОЛОГІЯ ДЕМОСФЕРИ І МЕДИЧНА ЕКОЛОГІЯ

УДК 502.22

*В. В. Кушнірчук, Г. Д. Стельмахович
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ І СТРУКТУРИ ЗАХВОРЮВАНOSTІ НА СЕРЦЕВО-СУДИННІ ХВОРОБИ СЕРЕД ЖІНОК СЕЛА ЛИПІВКА ТИСМЕНИЦЬКОГО РАЙОНУ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Проведено аналіз динаміки і структури захворюваності на серцево-судинні хвороби серед жінок села Липівка Івано-Франківської області за 2005–2015 роки, визначено фактори їх ризику. Показано, що рівень захворюваності серед жіночого населення села поступово зростає і найчастіше факторами ризику виникнення хвороб серця є гіпертонія, гіподинамія, надмірна маса тіла. Все це свідчить про необхідність якісного обстеження медиками, з метою своєчасного виявлення серцево-судинних хвороб і попередження розвитку ускладнень.

Ключові слова: серцево-судинні захворювання, смертність, фактори ризику.

Проведен анализ динамики и структуры заболеваемости сердечно-сосудистыми заболеваниями среди женщин села Липовка Ивано-Франковской области за 2005–2015 годы, определены факторы риска. Показано, что уровень заболеваемости среди женского населения села постепенно растет и зачастую факторами риска является гипертония, гиподинамия, избыточная масса тела. Все это свидетельствует о необходимости качественного обследования врачами с целью своевременного выявления сердечно-сосудистых заболеваний и предупреждения развития осложнений.

Ключевые слова: сердечно-сосудистые заболевания, смертность, факторы риска.

The analysis of the dynamics and structure of the incidence of cardio-vascular disease among women Lypovka village Ivano-Frankivsk region in 2005–2015 years, identified the factors of their risk. It is shown that the level of morbidity among the female population of the village is gradually increasing, and often the risk factors for disease of the heart is hypertension, hemodynamic, overweight. It all shows the need for qualitative examination of doctors with the aim of timely detection of the cardio-vascular disease and preventing the development of complications.

Keywords: cardio-vascular disease, mortality, risk factors.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими або практичними завданнями. Серцево-судинні захворювання (ССЗ), посідаючи перше місце за поширеністю, є причиною смерті в більшості розвинутих країн світу, оскільки на їх частину припадає близько половини від загальної смертності. За оцінками Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), щороку понад 17,2 млн осіб помирає від інфаркту чи інсульту.

Наприкінці ХХ ст. смертність від ССЗ в Україні невпинно зростає: за минуле десятиріччя вона зросла майже на 40 % і складає 72 % в структурі загальної смертності жінок, в той час як у чоловічого населення цей показник становить 54 %. На жаль, наша країна посідає одне із перших місць у світі за рівнем смертності від серцево-судинної

патології. Щороку в Україні 6 з 10 смертей спричинені саме серцево-судинними захворюваннями, а це біля 160 тисяч осіб. Це більше ніж від сукупної кількості випадків смерті від всіх видів раку, туберкульозу, СНІДу.

До недавнього часу головна увага науковців приділялася вивченню профілю ризику чоловічих популяцій, але результати досліджень, які виявляють статеві відмінності умов формування серцево-судинної патології, свідчать про те, що дані, отримані в чоловічій популяції не можуть бути екстрапольовані на жіночу. Отже, галузь медичних знань стосовно ССЗ у жінок залишається недостатньо вивченою через обмежену кількість досліджень та недооцінювання проблеми.

Основним завданням роботи є дослідження динаміки і структури захворюваності, основних факторів ризику серцево-судинних захворювань серед жінок села Липівка за 2005 – 2015 роки, яке знаходиться в Івано-Франківській області.

Аналіз останніх досліджень, в яких започатковано розв'язання даної проблеми, на які спирається автор. У 2005 році в Україні розпочала свою роботу нова ініціатива Європейського кардіологічного товариства – “Жінки і Серце” (Women and Heart), яка акцентує увагу на зростанні ССЗ серед жінок та сприяє кращому розумінню особливостей розвитку, діагностики та лікування цієї патології.

Рівень серцево-судинної захворюваності і смертності залежить від епідеміологічної ситуації в конкретному регіоні, а її неблагополуччя – від наявності та поширеності як хвороби, так і факторів її ризику. Понад 200 відомих в світовій літературі чинників основними та практично значущими є ті, що пояснюють міжпопуляційні відмінності у показниках здоров'я населення: артеріальна гіпертензія (АГ), дисліпопротеїдемія (ДЛП), куріння, надлишкова маса тіла (НМТ) і недостатня фізична активність (НФА) тощо.

Концепція факторів ризику є провідною у превентивній кардіології, оскільки існуючий міжнародний досвід показує, що заходи з їх корекції дозволяють досягти покращення "популяційного здоров'я", знизити рівні захворюваності і смертності.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття. Вирішенню проблеми високої смертності від серцево-судинних захворювань в Україні сприяють комплексні дослідження з оцінкою динаміки профілю ризику, визначенням впливу на рівні смертності основних факторів ризику, встановленням їх оптимальних рівнів та науковим обґрунтуванням пріоритетів профілактичних заходів серед жінок. В селі Липівка Івано-Франківської області подібні дослідження стану здоров'я жіночої популяції не проводилися, що обумовило актуальність та необхідність даної статті.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Основними завданнями статті є аналіз динаміки і структури захворюваності на серцево-судинні хвороби серед жінок села Липівка за період 2005–2015 рр., характеристика факторів виникнення ССЗ.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Розглянемо загальну демографічну ситуацію в селі Липівка Івано-Франківської області.

Населення села Липівка на 2015 рік становить 1880 жителів, за статевим розподілом 1034 – жінки і 865 – чоловіки. За останні 10 років померло 154 людини. Народжуваність у досліджуваному населеному пункті збільшується з кожним роком, за 2005 – 2015 роки народилося – 244 дитини.

Природний приріст становить $PR = 244 - 154 = 90$. Якщо природний приріст – число додатне, то народжуваність переважає над смертністю.

Під час проведення дослідження видно, що найбільша кількість захворювань на серцево-судинні хвороби серед жінок у селі Липівка була у 2015 році – 38 зареєстрованих випадків, найменша кількість спостерігалася у 2005 році, де було зареєстровано всього 23 випадки (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка захворювань на серцево-судинні хвороби серед жінок (за даними документації медпункту села Липівка)

Рік	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Кількість хворих	23	30	32	28	29	34	36	31	37	36	38

Протягом 2005 року було зафіксовано 23 випадки захворювань на ССЗ серед жінок, це один з найнищих показників за 10 досліджуваних років. Найбільша кількість зареєстрованих випадків в цьому році була у січні і травні (3 випадки), а найменша в жовтні і грудні – 1 випадок.

У 2006 році кількість хворих жінок становила 30 осіб.

За 2007 рік було зареєстровано 32 хворі жінки; найбільша їх кількість була зосереджена у травні – 4 випадки.

За 2008–2009 роки зареєстровано 28 випадків цієї хвороби.

Впродовж 2010 року було зареєстровано 34 випадки хворих жінок на серцево-судинні хвороби. Найбільша кількість випадків захворюваності – у січні і липні, а саме 4 випадки.

За 2011 рік – 36 жінок, найбільша їх кількість була у січні – 5.

У 2012 році було зареєстровано 31 випадок захворювань, найбільша кількість, а саме 4 випадки, простежувалась у лютому.

За 2013 рік було зареєстровано 37 випадків захворювань; найбільша кількість простежувалася у січні і серпні.

За 2014 рік зареєстровано 36 випадків. Найбільша кількість була у жовтні – 5 випадків, а в інших місяцях простежувалася однакова кількість зареєстрованих випадків – по 2–4.

У 2015 році загальна кількість хворих – 38 осіб. Це найбільша кількість хворих за всі роки. Найбільша кількість хворих жінок зосереджена у серпні місяці – 6 випадків, найменша – 1 випадок, був зареєстрований у січні (рис.1).

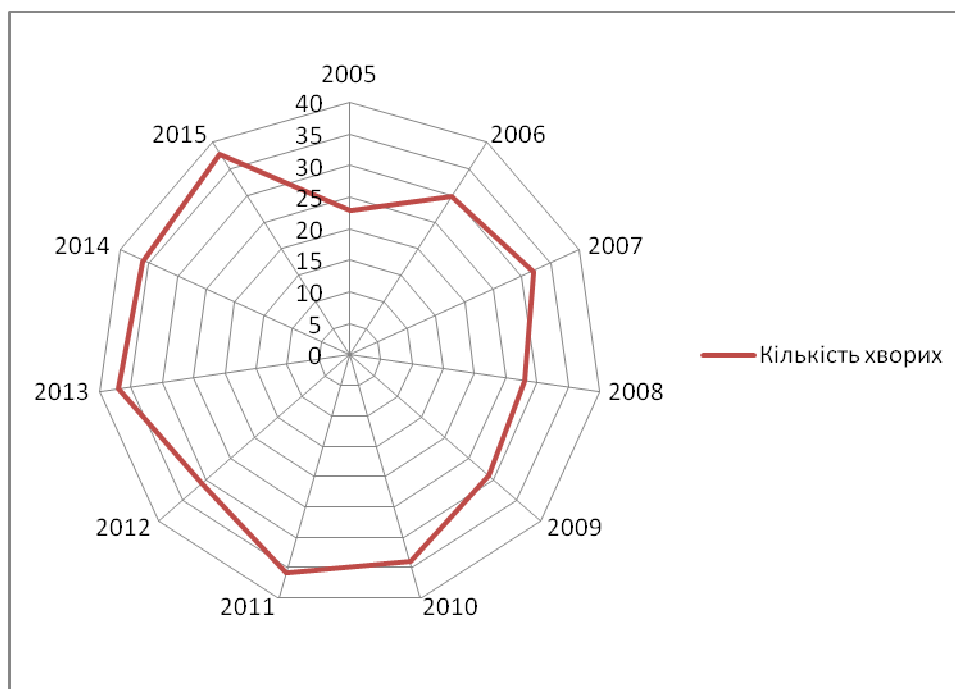


Рис. 1. Статистика захворювань на серцево-судинні хвороби серед жінок села Липівка

З метою вивчення поширеності основних факторів ризику серцево-судинних захворювань була сформована випадкова вибірка із 450 жінок віком 20–64 роки на початок 2015 року. Під час проведення обстеження використовували стандартні методи дослідження та уніфіковані критерії оцінки Всесвітньої організації охорони здоров'я. Програма обстеження включала: заповнення анкет, що вміщують анамнестичні та соціально-демографічні дані; опитування за стандартною кардіологічною анкетой ВООЗ; вимірювання артеріального тиску (АТ); антропометричні вимірювання; забір венозної крові натще для визначення вмісту ліпідів і ліпопротеїдів в плазмі крові; опитування про куріння та фізичну активність [2].

При аналізі даних у 25,2 % обстежених осіб виявлено підвищений рівень артеріального тиску. Порушення обміну ліпідів зареєстровано у 35,1 % обстежених. З віком розповсюдженість їх зростає від 23,4 % у групі 20 – 24 років до 56,1 % у групі 55–64 років ($p < 0,001$).

Найпоширенішим із ліпідних порушень є гіперхолестеринемія (ГХС): гранично підвищений рівень холестерину (ХС) (200–239 мг/м³) зареєстровано у 33,9 % осіб, високий – у 18,9 % осіб. Середньопопуляційні значення загального рівня холестерину перевищують нормальний рівень, починаючи вже з 35-річного віку – $(205,7 \pm 2,9)$ мг/м³.

Розповсюдженість помірної гіпертригліцеридемії (ГТГ) (150–199 мг/м³) становить 10,7 %, вираженої (200 мг/м³ і більше) – 6,3 %; середньопопуляційні значення ГТГ відповідають оптимальним $(112,8 \pm 1,8)$ мг/м³ в усіх вікових категоріях.

Поширеність гіпоальфахолестеринемії (гіпо- α -ХС) – 27,2 %. Характерним є той факт, що цей вид порушення обміну ліпідів реєструється в усіх вікових групах однаково часто. Середньопопуляційний рівень холестерину ліпопротеїнів високої щільності (ХС ЛПВЩ) становить $(45,2 \pm 0,5)$ мг/м³, що відповідає нормальним його значенням.

На період обстеження відсоток жінок, які курять, складав 18,5 %. Найбільш несприятлива ситуація в групі 25–34 років, де поширеність куріння сягає 32,4 %. Вікова розповсюдженість цього фактора ризику має тенденцію до зниження від 22,9 % в 20–24 роки до 5,5 % в 55–64 роки.

Надлишкову масу тіла мають 26,5 % осіб, на ожиріння страждає кожна п'ята (20,6 %) обстежена жінка. Частота цього ФР прогресивно збільшується з віком.

Деякі дослідники вважають основною причиною смерті від ССЗ такий фактор ризику як недостатня маса тіла. Встановлено, що майже у чверті (22,9 %) обстежених жінок віком 20–24 років маса тіла розцінюється як недостатня, загальна розповсюдженість цього фактора становить 7,1 %.

Виявлено, що найбільш поширеним (48,0 %) із основних ФР є недостатня фізична активність, яка визначається майже у половини жінок, однаково часто в усіх вікових групах.

Результати дослідження свідчать, що будь-які фактори ризику серцево-судинних захворювань, що аналізуються, відсутні лише у 13,3 % обстежених жінок; кількість осіб з одним чинником складає 35,1 %, двома – 27,7 %, трьома і більше факторами – 23,9 %.

Виявлений високий ступінь концентрації та агрегації факторів ризику корелює з високою (14,0 %) поширеністю ішемічної хвороби серця (далі – ІХС) в жіночій популяції. Частота визначеної ІХС складає 10,7 %, у тому числі, стенокардії – 6,7 %, безбольової форми – 3,6 %; можливої ІХС – 3,3 %. Профіль серцево-судинного ризику сучасної жіночої популяції характеризується високою поширеністю ФР: артеріальна гіпертензія – 25,2 %; дисліпопротеїдемія – 35,1 %; куріння – 18,5 %; надлишкова маса тіла і ожиріння – 47,1 %; недостатня фізична активність – 48,0 %. Групу низького ризику складають тільки 13,3 % жінок, тоді як 86,7 % популяції підлягають втручанню з корекції факторів ризику серцево-судинних захворювань [1].

Більшість людей не знають про наявність у них підвищеного артеріального тиску і не підозрюють про високий ступінь ризику розвитку ускладнень: мозкового інсульту, інфаркту міокарда, серцевої і ниркової недостатності, ураження периферійних артерій.

Відмінності у віковій динаміці поширеності серцево-судинних хвороб вельми істотні: якщо в діапазоні 20–39 років у жінок поширеність хвороб з віком підвищується однаково, то в інтервалі 40–69 років цей показник у жінок продовжує різко зростати: вдвічі в 50–59 років (34,7%) і втричі – в 60–69 років (57,6%). Число дітей з вродженими вадами серця становить 9 осіб на 1000 народжених; приблизно 40% з них помирає на першому році життя, а інші потребують оперативного втручання. Найбільш значимими факторами ризику виникнення хвороб серця є гіпертонія, гіподинамія, надмірна маса тіла тощо.

Висновки та перспективи подальшого дослідження. З одержаних результатів і проведених діагностичних аналізів можна сказати, що на даній території серцево-судинні захворювання серед жінок спостерігалися в значній кількості за останні 10 років. Найбільша кількість хворих була зареєстрована у 2015 році, а найменша кількість у 2005 році.

Аналіз багаторічної динаміки захворюваності населення на серцево-судинні хвороби, в тому числі на стенокардію та інфаркт міокарда, виявляє тенденцію до підвищення їх числа. Результати проведеного дослідження переконливо доводять необхідність своєчасного виявлення та адекватної корекції таких факторів ризику ССЗ, як артеріальна гіпертензія, дисліпопротеїдемія, куріння, ожиріння та недостатня фізична активність первинними структурами охорони здоров'я. При дослідженні ліпідного спектру крові необхідно визначати не тільки рівень загального холестерину, але й важливий в прогностичному плані для жінок рівень тригліцеридів.

Неухильне зростання захворюваності, інвалідизації та смертності населення внаслідок серцево-судинної патології диктує необхідність розробки стратегічних основ медицини та охорони здоров'я: принципово нових, високоефективних програм первинної та вторинної профілактики серцево-судинних захворювань.

Література

1 Малацківська О. В. Динаміка профілю ризику серцево-судинних захворювань в жіночій популяції за 25-річний період // Кровообіг та гемостаз. – № 3. – 2006. – С. 49-52.

2 Малацківська О. В. Поширеність факторів ризику серцево-судинних захворювань серед жінок за даними популяційного дослідження // Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції (з міжнародною участю) “Вклад молодих вчених в розвиток медичної науки і практики”. – Харків, 2006. – С. 66.

© *В. В. Кушнірчук,
Г. Д. Стельмахович*

УРБООЕКОЛОГІЯ

УДК 504.05

*Т. Є. Ригас**Кременчуцький національний університет
імені Михайла Остроградського***ВПЛИВ ПРОЯВІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ НА СТАН ЗДОРОВ'Я
НАСЕЛЕННЯ ТА ОСЛАБЛЕННЯ ЇХ НАСЛІДКІВ**

На основі антропоцентричного підходу встановлено, що Кременчуцький промисловий регіон має мінімальний рівень екологічної безпеки у Полтавській області. Проведений моніторинг формування і розвитку екологічної небезпеки, вивчено просторову її структуру, виділені господарські комплекси. Визначено основні прояви екологічної небезпеки. Встановлений взаємозв'язок між поширеністю хвороб органів дихання і проявами екологічної небезпеки в окремих технозонах. Введена система показників стану здоров'я населення під впливом чинників екологічної небезпеки, запропоновано інтегральний показник здоров'я населення. Визначено заходи з мінімізації наслідків проявів екологічної небезпеки.

Ключові слова: екологічна безпека, антропоцентричний підхід, Кременчуцький промисловий регіон, екологічна небезпека, інтегральний показник здоров'я, мінімізації наслідків проявів.

На основе антропоцентрического подхода установлено, что Кременчугский промышленный регион имеет минимальный уровень экологической безопасности в Полтавской области. Проведен мониторинг формирования и развития экологической опасности, изучена пространственная ее структуризация, выделены хозяйственные комплексы. Определены основные проявления экологической опасности. Установлена взаимосвязь между распространенностью болезней органов дыхания и проявлениями экологической опасности в отдельных технозонах. Введена система показателей состояния здоровья населения под влиянием факторов экологической опасности, предложен интегральный показатель здоровья населения. Определены мероприятия по минимизации последствий проявлений экологической опасности.

Ключевые слова: экологическая безопасность, антропоцентрический подход, Кременчугский промышленный регион, экологическая опасность, интегральный показатель здоровья, минимизации последствий проявлений.

Based anthropocentric approach found that the Kremenchug industrial region has a minimum level of ecological safety in the Poltava region. Monitored the formation and development of ecological danger studied spatial structuring of isolated farm buildings. The main manifestations of ecological danger. Established correlation between the prevalence of respiratory diseases and symptoms of ecological danger in some techno-zones. Put a system of indicators of health status influenced by factors of ecological danger prompted integral indicator of health. The measures to minimize the effects of the manifestations of ecological danger.

Keywords: ecological safety, anthropocentric approach, Kremenchug industrial region, ecological danger, integral index of health and minimize the consequences of acts.

Постановка проблеми. Загальний стан екологічної безпеки є досить напруженим. Техногенний вплив на довкілля, недостатність екологічної експертизи розміщення господарських об'єктів, нестаток фахівців у галузі екологічної безпеки та інші чинники призвели до формування широкопрофільної екологічної небезпеки [4]. Підвищення рівня екологічної безпеки людини, суспільства і природного середовища є складною соціально-економічною проблемою. З позицій антропоцентричного підходу важливим завданням управління екологічною безпекою є забезпечення здоров'я населення на основі ослаблення впливу проявів екологічної небезпеки.

Аналіз результатів попередніх досліджень та наукових публікацій. Причини, що викликають захворювання, цікавили багатьох дослідників. Автори роботи [1] стверджують, що приблизно 50% захворювань пов'язані з соціально-економічними умовами і способом життя, 18-25% викликано біологічними і генетичними чинниками, 10-20% визначається станом довкілля і природно-кліматичними умовами, 10-15% належать до недоліків в організації охорони здоров'я. Нестабільність функціонування джерел техногенного навантаження, застосування гербіцидів і добрив в сільському господарстві, значна кількість природних і техногенних катастроф не дозволяє провести достовірний аналіз [5]. До того ж, дії певних антропогенних і природних чинників виявляються в зміні стану здоров'я людини з деяким часовим запізнюванням [7]. Проте, є значна кількість даних про вплив проявів екологічної небезпеки на виникнення і розвиток окремих хвороб [3]. В результаті напруженої екологічної ситуації в індустріально розвинених регіонах підвищився рівень захворюваності населення, зокрема, зросла кількість захворювань з патологією дихальної системи. У зв'язку з цим актуальним є дослідження впливу конкретних проявів екологічної небезпеки на стан здоров'я населення.

Отже, розробка заходів із ослаблення наслідків проявів екологічної небезпеки є достатньо важливим завданням.

Мета роботи – встановлення впливу проявів екологічної небезпеки на стан здоров'я населення та розробка заходів з управління екологічною безпекою для вирішення практичних завдань збереження і відновлення територіальних екосистем.

Методологія проведення дослідження базується на використанні системного аналізу закономірностей формування екологічної небезпеки, пошуку ефективних засобів і методів управління екологічною безпекою.

Методологічно наше дослідження структурується на декілька блоків, логічно пов'язаних між собою у певній послідовності.

Один із блоків має на меті встановлення особливостей та механізмів формування екологічної небезпеки у конкретному регіоні. Використовується метод поступового пониження територіально-адміністративних ієрархій, який полягає у наступному. Спочатку проводиться вивчення станів екологічної безпеки адміністративних районів та міст певної області, визначаються найбільш напружений регіон, де має місце відносно високий ступінь екологічної небезпеки за різними її складовими.

У подальшому цей регіон виступає об'єктом детального дослідження. Вивчається вплив природних чинників на зародження та просторове поширення небезпеки. Використовується також хронологічний підхід, тобто аналізується динаміка формування екологічної небезпеки, розглядаються різні стадії її функціонування. Здійснюється просторове зонування регіону з виділенням зон формування техногенної небезпеки (технозон). У будь-якому регіоні існують однопрофільні виробничі об'єкти, що характеризуються типовими загальними особливостями формування екологічної небезпеки, що обумовлює доцільність застосування відомчого підходу, тобто виділення промислових і транспортних комплексів.

Оскільки екологічна небезпека має ймовірнісний характер, достатньо важливим етапом досліджень є вивчення реальних її проявів у конкретному регіоні. Це визначає задачі наступного блоку, які структурно визначаються у наступній послідовності: чинники формування небезпеки – прояви небезпеки – просторова локалізація цих проявів. Прояви

небезпеки можуть безпосередньо впливати на людей (приводити до погіршення стану здоров'я), або змінювати стан компонентів довкілля, що в кінцевому випадку також може привести до розвитку певних хвороб.

В останньому блоці на основі результатів аналізу проявів екологічної небезпеки визначаються заходи з мінімізації їх наслідків. З використанням методу структурно-логічного синтезу формується концепція оцінювання стану здоров'я населення в умовах проявів екологічної небезпеки, яка практично реалізується у техногенно навантаженому регіоні.

Результати досліджень та їх обговорення. Оцінено стан екологічної безпеки у Полтавській області на основі антропоцентричного підходу, який передбачає, що переважно вивчається вплив чинників екологічної безпеки саме на людину [6]. Акцентувалася увага на оцінці антропогенного навантаження на атмосферне повітря, якості питної води, утворення відходів, рівня здоров'я населення в районах та містах області. Встановлено, що за більшістю показників м. Кременчук та розташовані у безпосередній близькості територіальні угруповання характеризуються мінімальним рівнем екологічної безпеки, що обумовлює те, що цьому регіону була приділена особлива увага при вирішенні проблем екологічної безпеки.

На наступному етапі досліджень проведений моніторинг формування, розвитку і проявів екологічної небезпеки в Кременчуцькому промисловому регіоні (КПР), що характеризується специфічними особливостями регіоналізації, просторової і тимчасової структуризації екологічної небезпеки [2]. За результатами вивчення природних чинників та регіональних умови зародження і просторового поширення небезпеки встановлено специфічні умови акумуляції забруднювачів і можливість перенесення їх на значні відстані, інтенсивну передачу напруги сейсмічного характеру, несприятливу позиційність екологічної небезпеки. Результати вивчення динаміки формування небезпеки та різних стадій функціонування дали змогу пояснити просторову структуризацію небезпеки та несприятливе "сусідство" її складових. Проведена просторова структуризація екологічної небезпеки: КПР є практично єдиною урбанізованою територією, в якій за територіальною ознакою виділено п'ять технозон, що відрізняються один від одного різноманітністю і кількістю видів і підвидів небезпеки. У межах відомчого підходу до формування екологічної небезпеки виділені основні господарські комплекси (машинобудування і металообробки, нафтопереробки, видобутку і переробки нерудних копалин, будівельної індустрії, транспортний, теплоенергетичний). Виробничі об'єкти кожного комплексу характеризуються наближеними умовами формування небезпеки.

Проаналізовані основні прояви екологічної небезпеки на території КПР. Це, в першу чергу, стосується забруднення компонентів довкілля шкідливими речовинами, що містяться у відходах, проявів небезпеки в штучно створених об'єктах гідросфери під дією природно-антропогенних чинників, локальних змін стану приземного шару атмосферного повітря, ушкодження конструкцій споруд і погіршення стану здоров'я населення під впливом техногенних землетрусів (табл. 1).

Встановлено, що розташована в південній технозоні КПР звалище відходів експлуатується тривалий час (більше 40 років) з порушеннями вимог природоохоронного і санітарного законодавства (відсутня гідроізоляція, не забезпечено відведення інфільтрату). Грунтові води навколо звалища забруднені іонами важких металів, фенолами і їх похідними, нафтопродуктами. Встановлено [4], зокрема, що концентрації іонів заліза, свинцю, марганцю, нафтопродуктів, фенолу в ґрунтових водах перевищують ГДК в 4-26 разів (для різних інгредієнтів). Вода в колодязях навколишніх сіл не відповідає стандартам і не придатна для вживання.

Ставок-випаровувач нафтопереробного заводу, який розташований в північній технозоні КПР, займає площу близько 360 га і створює багато профільну екологічну небезпеку, яка виявляється не лише в непридатності споживання води з підземних горизонтів для господарчо-побутових і питних цілей, а, що найголовніше, існує

потенційна небезпека, пов'язана з отриманням неякісного продукту харчування на цій території. Шкідливі речовини, що знаходяться в поверхневих і підземних водах, з часом накопичуються в рослинах і можуть мігрувати по трофічних ланцюгах в організм людини, викликаючи хвороби різноманітної етіології і посилюючи хронічні захворювання.

Таблиця 1

Наслідки проявів екологічної небезпеки у КПП

Чинники формування небезпеки	Просторова локалізація проявів	Наслідки проявів небезпеки
Міграція шкідливих речовин підземними горизонтами з місць розташування відходів та ставок-випаровувача НПЗ. Масовий розвиток ціанобактерій	Північна і південна околиці КПП, ставок-випаровувач НПЗ Водосховища Дніпровського каскаду, ставок-випаровувач НПЗ	Погіршення показників якості вод: - підземних; - штучно створених об'єктів гідросфери
Техногенні землетруси	Житлові та виробничі споруди	Ушкодження споруджень різного призначення, погіршення стану здоров'я населення
Викиди шкідливих речовин	Сельбищні території	Зміна стану приземного шару атмосферного повітря
Шумове забруднення	Житлові райони, промзони	Погіршення стану здоров'я населення

У водосховищах Дніпровського каскаду значно збільшилася чисельність синьо-зелених водоростей, про що свідчить інтенсивне "цвітіння" води в літній період, цьому сприяє значна кількість біогенних елементів, що надходять із стічними водами, а також "збагачення" вод органічними речовинами. Негативні наслідки "цвітіння" для санітарно-біологічного стану води полягають в ускладненні рекреаційного використання природних вод і служить причиною виникнення небезпечних в гігієнічному відношенні ситуацій для людей, масових літніх заморозів риби, виникаючих проблемах на водозабірних і очисних спорудах систем водопостачання.

Оцінено кількість споживаного і виробленого кисню, в різних зонах КПП, яка помітно відрізняється. Крайні умови біологічного очищення повітря від газоподібних забруднювачів і пилу спостерігаються в центральній технозоні. Цілеспрямоване озеленення територій сприяє "гасінню" позиційності небезпеки і може розглядатися як елемент управління екологічною безпекою.

Розглянуті шкідливі чинники фізичної дії: техногенні землетруси і шумове забруднення. Встановлені наслідки проявів техногенних землетрусів в КПП: утворення тріщин і осипання штукатурки в житлових і виробничих будівлях. В межах досліджуваного регіону виявлені джерела техногенних землетрусів, поблизу яких розташовані найбільш небезпечні об'єкти (будівлі житлового і громадського призначення, виробничі об'єкти підприємств, що перетинають р. Дніпро лінії електропередачі). Ушкодження їх створює загрозу життя і здоров'ю людей, здатне спричинити до забруднення довкілля.

Встановлена кореляція між поширеністю хвороб органів дихання і проявами екологічної небезпеки, пов'язаної із забрудненням атмосферного повітря пилом в північній і південній зонах КПП, де розміщені найбільш потужні джерела забруднення атмосферного повітря.

Введена система показників, що враховують стан здоров'я населення під впливом чинників екологічної небезпеки (артеріальний тиск; тривалість затримки дихання після

глибокого вдиху і видиху; життєва місткість легенів; статичне балансування; суб'єктивний оціночний показник здоров'я). Запропоновано інтегральний показник здоров'я населення, який відображає ступінь «зношеності» функціональних систем організму, темпи «старіння» та біологічний вік. У КПП виокремлені зони з відмінними рівнями техногенного навантаження. Експериментально встановлені значення показників, які характеризують різні аспекти стану серцево-судинної та дихальної систем організму. Проведена порівняльна оцінка цих показників у мешканців техногенно навантажених зон КПП та тих, що мешкають на певній відстані від джерел екологічної небезпеки.

Визначено заходи з мінімізації наслідків проявів екологічної небезпеки. Стосовно техногенних землетрусів запропоновано: проводити розробку гірських порід в кар'єрах в тих напрямках, де відсутні небезпечні об'єкти; використовувати метод короткоуповільнених вибухів; обмежувати швидкість руху і масу транспортних засобів; підвищити ступінь згасання сейсмохвиль за допомогою облаштування сейсмозахищених траншей; висаджувати дерева з розвинутою мичкуватою кореневою системою. Встановлено, що в результаті реалізації наведених заходів інтенсивність сейсмоколивальних знизилася в 1,3 – 1,7 разів. Дослідженнями очищення жиромісних промивних вод сорбентом, отриманим з відходів агропромислового комплексу, виявлена сорбція жиру на рівні 91%, ефективність очищення стічних вод від технологічної олії склала 99,95%, максимальна абсорбція іонів заліза і цинку досягається при рН=9.

Висновки. За результатами оцінки стану екологічної безпеки у Полтавській області на основі антропоцентричного підходу встановлено, що Кременчуцький промисловий регіон характеризуються мінімальним рівнем екологічної безпеки. Проведений моніторинг формування, розвитку і проявів екологічної небезпеки в КПП, вивчено її просторову структуру, виділені основні господарські комплекси.

Проаналізовані основні прояви екологічної небезпеки на території КПП: забруднення компонентів довкілля шкідливими речовинами, що містяться у відходах, проблеми в штучно створених об'єктах гідросфери під дією природно-антропогенних чинників, локальна зміна стану приземного шару атмосферного повітря, ушкодження конструкцій споруд і погіршення стану здоров'я населення під впливом техногенних землетрусів.

Встановлена кореляція між поширеністю хвороб органів дихання і проявами екологічної небезпеки в північній і південній зонах КПП. Введена система показників, що враховує стан здоров'я населення під впливом чинників екологічної небезпеки, запропоновано інтегральний показник здоров'я населення.

Визначено заходи з мінімізації наслідків проявів екологічної небезпеки.

Література

- 1 Боев В.М. Влияние экологической ситуации на состояние здоровья детей // Экопатология детского возраста.– М.: РАМН, 1995.– С.132-135.
- 2 Ригас Т.Е. Интегральный показатель состояния здоровья населения в условиях проявления экологической опасности. – Науковий журнал «Екологічна безпека». – Кременчук, 2014. – Вип.2(18). – С.87-92.
- 3 Харламова О.В. Антропоцентричний підхід в управлінні екологічною безпекою на регіональному рівні// Науково-технічний журнал «Екологічна безпека та збалансоване природокористування», 2014. – № 2 (10). – С. 142-149.
- 4 Шмандий В.М. Управление экологической безопасностью на региональном уровне (теоретические и практические аспекты): дис... доктора техн. наук. : 21.06.01. – Харьков., 2003. – 356 с.
- 5 Шмандий В.М., Харламова Е.В., Ригас Т.Е. Исследование проявлений экологической опасности на региональном уровне. – Научно-практический журнал «Гигиена и санитария», М.: НИИ ЭЧигОС,- 2015.-№7.- С. 90-92.

6 Шмандий В.М., Харламова О.В. Теоретичні та практичні аспекти управління екологічною безпекою на основі антропоцентричного підходу// Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна. – Харків: ХНУ, 2013. – Вип. 9. – № 1070 серія «Екологія». – С. 24-30.

7 Malovanyu Myroslav. Production of renewable energy resources via complex treatment of cyanobacteria biomass/Myroslav Malovanyu, Vladimir Nikiforov, Elena Kharlamova and Alexander Synelnikov// Chemistry & Chemical Technology. – 2016. – №2. – P.251-254.

© Т. Є. Ругас

УДК 502.175

*Т. В. Кундельська, А. П. Дмитрів
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ РАДІОНУКЛІДАМИ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ МІСТА ІВАНО-ФРАНКІВСЬКА

Проведено вимірювання потужності амбієнтного еквівалента дози по гамма-випромінюванню від різних типів дорожнього покриття, що використовуються на території міста Івано-Франківська. Дорожнє покриття класифіковано в залежності від періоду його облаштування. Проаналізовано результати досліджень, встановлено залежність показників потужності амбієнтного еквівалента дози гамма-випромінювання від типу покриття. Проведено порівняння показників з фоновими значеннями радіаційного випромінювання по місту Івано-Франківську.

Ключові слова: гамма-випромінювання, дорожнє покриття, потужність амбієнтного еквівалента дози, дозиметр.

Проведены измерения мощности амбиентного эквивалента дозы по гамма-излучению от различных типов дорожного покрытия, используемого на территории города Ивано-Франковска. Проведена классификация дорожного покрытия в зависимости от периода его обустройства. Результаты исследований проанализированы, установлена зависимость показателей мощности амбиентного эквивалентна дозы гамма-излучения от типа покрытия. Проведено сравнение показателей с фоновыми значениями радиационного излучения по городу Ивано-Франковску.

Ключевые слова: гамма-излучения, дорожное покрытие, мощность амбиентного эквивалента дозы, дозиметр.

The measurements of ambient dose equivalent rate of gamma X-ray radiation from the different types of roads surface in Ivano-Frankivsk were conducted. The authors conducted the classification of road surface, depending on the period of its arrangement. The results of research were analyzed and the dependence of ambient doses equivalent rate of gamma X-ray radiation from the types of roads were established. The authors conducted the comparisons of research results with the background rates.

Key words: gamma X-ray radiation, types of roads, ambient dose equivalent, dosimeter.

6 Шмандий В.М., Харламова О.В. Теоретичні та практичні аспекти управління екологічною безпекою на основі антропоцентричного підходу// Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна. – Харків: ХНУ, 2013. – Вип. 9. – № 1070 серія «Екологія». – С. 24-30.

7 Malovanyu Myroslav. Production of renewable energy resources via complex treatment of cyanobacteria biomass/Myroslav Malovanyu, Vladimir Nikiforov, Elena Kharlamova and Alexander Synelnikov// Chemistry & Chemical Technology. – 2016. – №2. – P.251-254.

© Т. Є. Ругас

УДК 502.175

Т. В. Кундельська, А. П. Дмитрів
*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ РАДІОНУКЛІДАМИ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ МІСТА ІВАНО-ФРАНКІВСЬКА

Проведено вимірювання потужності амбієнтного еквівалента дози по гамма-випромінюванню від різних типів дорожнього покриття, що використовуються на території міста Івано-Франківська. Дорожнє покриття класифіковано в залежності від періоду його облаштування. Проаналізовано результати досліджень, встановлено залежність показників потужності амбієнтного еквівалента дози гамма-випромінювання від типу покриття. Проведено порівняння показників з фоновими значеннями радіаційного випромінювання по місту Івано-Франківську.

Ключові слова: гамма-випромінювання, дорожнє покриття, потужність амбієнтного еквівалента дози, дозиметр.

Проведены измерения мощности амбиентного эквивалента дозы по гамма-излучению от различных типов дорожного покрытия, используемого на территории города Ивано-Франковска. Проведена классификация дорожного покрытия в зависимости от периода его обустройства. Результаты исследований проанализированы, установлена зависимость показателей мощности амбиентного эквивалентна дозы гамма-излучения от типа покрытия. Проведено сравнение показателей с фоновыми значениями радиационного излучения по городу Ивано-Франковску.

Ключевые слова: гамма-излучения, дорожное покрытие, мощность амбиентного эквивалента дозы, дозиметр.

The measurements of ambient dose equivalent rate of gamma X-ray radiation from the different types of roads surface in Ivano-Frankivsk were conducted. The authors conducted the classification of road surface, depending on the period of its arrangement. The results of research were analyzed and the dependence of ambient doses equivalent rate of gamma X-ray radiation from the types of roads were established. The authors conducted the comparisons of research results with the background rates.

Key words: gamma X-ray radiation, types of roads, ambient dose equivalent, dosimeter.

Постановка проблеми в загальному вигляді. Дослідження радіаційної безпеки, в останні роки, втратили свою актуальність, так як наслідки впливу на навколишнє середовище після аварії на ЧАЕС, зменшились. В результаті аварії до навколишнього середовища потрапили такі активні ізотопи як ^{131}J , ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{240}Pu . періоди напіврозпаду цих ізотопів відповідно складають для ^{131}J – 8 днів, ^{90}Sr – 27,7 років, ^{137}Cs – 32 роки. Так як з часу аварії на ЧАЕС минуло 30 років, то активність ізотопів, що потрапили в навколишнє середовище, внаслідок техногенного забруднення, зменшилась. Тобто дослідження радіоактивної безпеки техногенного походження зменшило свою актуальність. Тому, увагу авторів привернули природні джерела іонізуючого випромінювання, а саме: гірські породи та корисні копалини. Саме ці природні матеріали використовують для виготовлення асфальтних та будівельних сумішей для зовнішніх робіт та облаштування дорожнього покриття.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Першу радіометричну зйомку міста Івано-Франківська було зроблено у 1990 році. Були проведені вимірювання експозиційної дози і вперше розроблена радіологічна карта міста Івано-Франківськ [1]. Причиною проведення досліджень 1990 р .стала аварія на ЧАЕС 1986р. Потужність експозиційної дози гамма-випромінювання в окремих точках досягала 40-46 мкР/год, що свідчило про аномальність внаслідок випадку цезію-137 (Сельський, Сав'юк 1994).

Другу радіологічну зйомку міста Івано-Франківськ було проведено в 2001 році. Найбільшу увагу приділили зонам, які мали підвищені значення під час зйомки 1990 року. Максимальне значення становило 20 мкР/год. [2]

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. На території міста, донедавна, проводилась тільки загальна радіологічна зйомка. Постійні вимірювання радіаційного фону здійснюють гідрометеослужба на авіаційній метеостанції міста, Державна служба надзвичайних ситуацій, Державна установа «Івано-Франківський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України». У наукових публікаціях не виділялось окремого об'єкту досліджень в питанні радіаційної безпеки та визначення радіаційного фону в залежності від типу дорожнього покриття. Автори виділяють дорожнє покриття, як конкретний об'єкт досліджень.

Постановка завдання. Метою наших досліджень є вимірювання потужності амбієнтного еквівалента дози гамма-випромінювання різних типів дорожнього покриття, в залежності від матеріалів, які його складають та терміну використання цього покриття для потреб населення Івано-Франківська. Також, під час дослідження, необхідно було з'ясувати чи існує залежність між типом покриття та отриманими значеннями радіоактивного випромінювання, порівняти ці значення з допустимим нормативними показниками за НРБУ-97 «Норми радіаційної безпеки України» [3] та значеннями фонових показників по місту Івано-Франківську.

Виклад основного матеріалу. Радіаційна безпека – стан техногенних радіаційно-ядерних об'єктів та природного середовища, що забезпечує не перевищення основних дозових лімітів, будь-яке не виправдане опромінення та зменшення радіаційних доз персоналу і населення [4].

Радіаційна безпека також передбачає визначення та забезпечення умов для проживання населення на селітебних територіях, де запроваджена система радіоекологічного моніторингу [5]. Такий моніторинг проводиться на пунктах спостереження гідрометеослужби в місті Івано-Франківську та Державною установою «Івано-Франківський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України». Радіоекологічний моніторинг проводиться без прив'язки до конкретних архітектурно-будівельних чи природних об'єктів селітебних територій. Облік джерел іонізуючого випромінювання та оцінку безпеки здійснює Західна державна інспекція з ядерної та радіації безпеки Державної інспекції ядерного регулювання України, повноваження якої поширюються на місто Івано-Франківськ та область.

За даними Західної державної інспекції з ядерної та радіаційної безпеки, в Івано-Франківську немає відкритих джерел іонізуючого випромінювання. Джерела іонізуючого випромінювання в місті застосовуються лише в медичних цілях, таких як рентгенологічні дослідження, променева терапія, флюорографія. Всі джерела є абсолютно ізольованими, проходять необхідне державне ліцензування та обліковуються.

Як відомо, джерела іонізуючого випромінювання класифікують на природні та штучні. В статті автори зосередили свою увагу на природних джерелах випромінювання таких як: гірські породи та залишкові фракції корисних копалин. До осадових гірських порід, що мають природну радіоактивність належать щебінь, гравій, дресва та гранітний відсів, окрім того ці породи мають здатність акумулювати штучні радіонукліди. Саме такі природні матеріали використовують при виробництві будівельного цементу, тротуарних плиток, бордюрів, бруківки, осипання доріжок та клумб, зведення масштабних архітектурних споруд та мостів, підсилення автодоріг, залізничних колій. До корисних копалин, які мають природну радіоактивність належать бітуми (високомолекулярні фракції нафти), такі їхні властивості обумовлені, в основному, гамма-випромінюванням урану та радію. Бітуми це основний матеріал асфальтних сумішей, що використовуються в дорожньому будівництві. Бітуми часто змішують з піском, гравієм та щебенем для використання в якості ізоляційного матеріалу.

З розвитком суспільства матеріали для покриття доріг змінювались. В місті Івано-Франківську є різні типи дорожнього покриття, в залежності від періоду їх облаштування. Для проведення даної роботи ці типи класифікували наступним чином:

- нове асфальтоване покриття (період 2010-2016 років);
- старе асфальтоване покриття (період СРСР);
- нова бруківка (період 2013-2016 років);
- стара бруківка (період існування Австро-Угорської імперії), даний вид покриття зберігся тільки на території історико-архітектурного центру колишнього Станіслава.

Автори, мали на меті, виміряти та проаналізувати показники потужності амбієнтного еквівалента дози гамма-випромінювання саме автодорожнього покриття та бруківки по місту Івано-Франківську, що містять вищенаведені природні матеріали. Всі дослідження проводились за допомогою дозиметра-радіометра «Терра МКС-05». Вимірювання проводились за стандартною методикою на відстані 15 см від об'єкту, та на відстані 1 м. Дані знімались з приладу в межах стабільної статистичної похибки в мкЗв/год, для порівняння з радіаційним фоном ці одиниці вимірювання були переведені в мкР/год.

Потужність амбієнтного еквівалентна доза – це відношення приросту амбієнтного еквівалента дози за інтервал часу до величини цього інтервалу. Еквівалентна доза – це добуток поглинутої дози на середній коефіцієнт якості іонізуючого випромінювання, який враховує біологічний вражаючий ефект для різних тканин. За одиницю вимірювання еквівалентної дози прийнятий зіверт (Зв). Потужність амбієнтного еквівалентна доза вимірюється в мкЗв/год [4]. Для дослідження, точки на яких проводили вимірювання, розподілили рівномірно по території міста Івано-Франківська, щоб їх кількість була однаковою для різних типів дорожнього покриття. Результати вимірювання наведені в табл. 1 та 2. За результатами вимірювань побудовані порівняльні графіки радіаційного забруднення для асфальтного покриття та для покриття у вигляді бруківки (рис. 1, 2).

За даними управління Державної установи «Івано-Франківський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України» фоновим значенням для міста Івано-Франківська є 9–14 мкР/год [6].

Таблиця 1

Результати вимірювань потужності амбієнтного еквівалента дози за гамма-випромінюванням асфальтованого покриття м. Івано-Франківська

№ п/п	Нове асфальтоване покриття	Значення, мкР/год	Старе асфальтоване покриття	Значення, мкР/год
1	вул. Романа Гурика	12	вул. Млинарська	13
2	вул. Новгородська	12	вул. Короля Данила	17
3	вул. Тичини	17	вул. Чорновола	13
4	вул. Надрічна	13	вул. Чорновола, стадіон «Рух»	10
5	вул. Набережна, («Пако»)	13	вул. Горбачевського, АС-2	10
6	вул. Вовчинецька	13	вул. Грюнвальська	11
7	вул. Гетьмана Сагайдачного	16	вул. Донцова	11
8	вул. Миколайчука	13	вул. Степана Бандери	10
9	вул. Івасюка	14	вул. Василя Стуса	9

Таблиця 2

Результати вимірювань потужності амбієнтного еквівалента дози за гамма-випромінюванням бруківки м. Івано-Франківська

№ п/п	Нова бруківка	Значення, мкР/год	Стара бруківка	Значення, мкР/год
1	вул. Шевченка 23а	18	вул. К. Данила 9	13
2	вул. Шевченка 63	11	вул. Галицька 2	8
3	вул. Грушевського	13	вул. І. Труша	11
4	вул. Галицька 41а	20	вул. Галицька 41а	12
5	вул. Галицька 47	12	Привокзальна площа	9
6	вул. Новгородська	12	вул. Вовчинецька	10
7	вул. Тичини	13	вул. Б. Хмельницького	11
8	вул. Вовчинецька	15	вул. В. Стуса	9
9	вул. Гетьмана Сагайдачного	13	вул. Миру	10

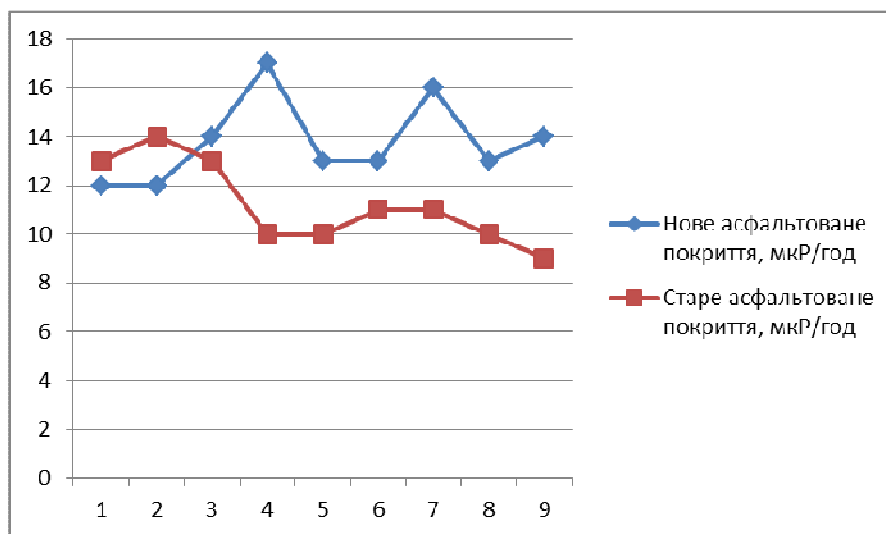


Рис. 1. Графік залежності значень вимірювання від типу асфальтованого дорожнього покриття у місті Івано-Франківську

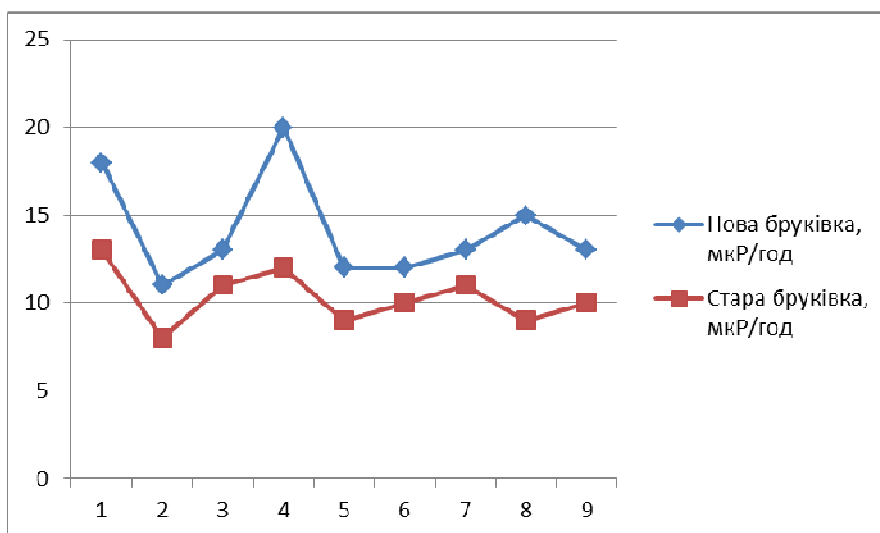


Рис. 2. Графік залежності значень вимірювання від типу бруківки у місті Івано-Франківську

За даними управління Державної служби надзвичайних ситуацій в Україні типовими значеннями радіаційного фону є:

- на вулиці – 8–12 мкР/год;
- в приміщенні – 15–20 мкР/год.

Згідно НРБУ-97 [3] допустима норма радіаційного фону становить 25-30 мкР/год. Крім того, варто зауважити, що якщо фактичне значення радіоактивного забруднення не перевищують фонове значення втричі, то дане число знаходиться в межах норми.

Висновки. Одним із завдань, які ставили перед собою автори, було відслідкувати як впливає тип дорожнього покриття на значення потужності еквівалентної дози. Чіткої залежності від типу покриття до значення вимірювань не прослідковується.

У місті Івано-Франківську виявлено кілька проблематичних зон з підвищеної радіоактивності у порівнянні з фоновими значеннями по місту, а саме т.3, т.7 з новим асфальтованим покриттям та т.2 з старим асфальтованим покриттям (табл.1); т.1, т.4, т.8 з новою бруківкою, перевищень фону по старій бруківці не виявлено. Найвищим значенням було 20 мкР/год по вулиці Галицька, 41, тип покриття – нова бруківка, в даному випадку прокладена в 2016 році. Найнижче значення 8 мкР/год зафіксоване по вулиці Галицькій, 2 – центр міста, де досі збереглася бруківка часів Австро-Угорщини. Отже, можемо зробити висновок, що сучасні матеріали для дорожнього покриття є менш безпечними ніж ті, що використовувались з цією метою раніше.

Загалом, якщо порівнювати отримані показники із заявленими значеннями за НРБУ-97 (фактичні значеннями не повинні перевищувати фонові більш ніж у три рази), то жодне з фактичних показників немає перевищень, тобто не несе небезпеки для мешканців Івано-Франківська, та не має суттєвого впливу на радіаційний фон міста.

Література

1 Природничі основи екологічного моніторингу Карпатського регіону. Монографія О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко, В. О. Булмасов, Б. Я. Голояд та ін. Київ, «Манускрипт», 1996 р. – 208 с.

2 Адаменко О. М., Русанов Г. Г., Журавель О. М., Міщенко Л. В., Кольцова Н. І. Екологія міста Івано-Франківська. Наукова монографія за редакцією професора О. М. Адаменка. Івано-Франківськ, видавництво «СІВЕРСІЯ», 2002.

- 3 НРБУ-97 «Норми радіаційної безпеки України». Київ.1997 р
- 4 Іванов Є. А. Радіоекологічні дослідження: Навч. посібник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. - 149 с
- 5 ДСТУ 4742:2007 Система радіоекологічного моніторингу селітебних територій. Технічні умови
- 6 Електронний ресурс: <http://www.ses.if.ua/>

© *Т. В. Кундельська,*
А. П. Дмитрів

ІНЖЕНЕРІЯ СЕРЕДОВИЩА ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

УДК : [331.45/46]

А. П. Бочковський
Одеський національний
політехнічний університет

НЕВИЗНАЧЕНІСТЬ СТАНУ ЕРГАТИЧНИХ СИСТЕМ: ФАКТОРИ, ПРИЧИНИ ТА ШЛЯХИ МІНІМІЗАЦІЇ

В статті, автором запропоновано власну інтерпретацію терміну невизначеність стану ергатичної системи для застосування в галузі охорони праці та промислової безпеки. Проаспектовано дві основних групи факторів невизначеності («людський» та зовнішні фактори), що можуть впливати на результати і режими роботи ергатичної системи. Зазначено, що найбільший вплив на систему та найвищий ступінь невизначеності має «людський фактор». Охарактеризовані причини стохастичної та нестохастичної невизначеності стану ергатичних систем. Визначено, що мінімізація стану невизначеності ергатичної системи можлива лише за умови усунення (мінімізації) факторів стохастичної і нестохастичної природи, що можуть впливати на процес її функціонування у заданому режимі.

Наведені шляхи мінімізації «людського» та зовнішніх факторів в рамках підвищення стабільності та безпеки функціонування ергатичних систем.

Ключові слова: невизначеність, ергатична система, ризик, небезпека, «людський фактор», зовнішні фактори, охорона праці.

В статье, автором предложена собственная интерпретация термина неопределенность состояния эргатической системы, для использования в области охраны труда и промышленной безопасности. Проаспектированы две основные группы факторов неопределенности («человеческий» и внешние факторы), которые могут влиять на результаты и режимы работы эргатической системы. Установлено, что наибольшее влияние на систему и наивысшую степень неопределенности имеет «человеческий фактор». Охарактеризованы причины стохастической и нестохастической неопределенности состояния эргатических систем. Определено, что минимизация состояния неопределенности эргатической системы возможна лишь при условии исключения (минимизации) факторов стохастической и нестохастической природы, которые могут влиять на процесс ее функционирования в заданном режиме.

Приведены пути минимизации «человеческого» и внешних факторов в рамках повышения стабильности и безопасности функционирования эргатических систем.

Ключевые слова: неопределенность, эргатическая система, риск, опасность, «человеческий фактор», внешние факторы, охрана труда.

The own interpretation of the term uncertainty of the state of ergatic system for use in the occupational health and safety sector was suggested by the author in the article. Two main groups of factors of uncertainty ("human" and external factors) that can influence on the results and operation modes of ergatic system were aspected. It was marked that the greatest impact on the system, and the highest degree of uncertainty has the "human factor". Causes of stochastic and unstochastic uncertainty of state of ergatics systems were described. It was determined that the minimization of uncertainty state of ergatic system is possible only provided removal

(minimization) of stochastic and unstochastic factors, that can influence on the process of its functioning in a set mode. The ways to minimize the "human" and external factors in order to increase the stability and safety of ergatics systems were presented.

Keywords: uncertainty, ergatic system, risk, danger, "human factor", occupational safety and health.

Постановка проблеми. Сенс життєдіяльності сучасної людини завжди полягав в створенні комфортного простору свого існування. За багатовікову еволюцію суспільство пройшло шлях від виготовлених власноруч знарядь праці до складних технічних систем, які майже повністю замінюють труд людини. Однак, незважаючи на складність і високий рівень автоматизації, навіть найсучасніші системи досі не можуть бути самодостатніми, оскільки будь-яка з них потребує в тому чи іншому технологічному аспекті участі людини. Такими аспектами можуть бути керування системою, коригування її дій, обслуговування, ремонт тощо. Іншими словами, людина і технічна система на даному етапі розвитку, не мають можливості повноцінно існувати один без одного, створюючи разом так звані ергатичні системи.

Основною метою, яка ставиться перед розробником під час проектування (створення) будь-якої системи є гарантування її стабільного та безпечного функціонування. Однак статистичні дані, що наведені міжнародною компанією Swiss Re, відносно промислових аварій і катастроф у світі, свідчать про те, що, незважаючи на постійне удосконалення технічних систем, їх кількість тільки за останні 40 років збільшилась в середньому у 4 рази, а соціально-економічні наслідки від негативної дії приблизно в 10 разів [1].

Відповідні ж дані по природним катастрофам у світі ще гірші. За оцінками провідних вчених, які були оголошені у 2014 році, на міжнародному конгресі присвяченому глобальним стратегіям керування ризиками катастроф, до 2050 року кількість природних катастроф у світі може збільшитись майже у 4 рази, а збитки від їх наслідків – майже у 9 разів [2]. Взагалі, за останні 20 років жертвами природних та техногенних катастроф у світі стали близько 3 млн осіб, більше ніж 800 млн осіб постраждали від їх наслідків, причому переважна більшість з них – мешканці країн, що розвиваються [2].

Таку велику кількість загиблих і постраждалих від дії природних і техногенних катастроф можна пояснити декількома причинами. По перше, недосконалою системою заходів і засобів цивільного захисту населення (особливо у країнах, що розвиваються), по друге, недостатнім ступенем інформованості та освіченості людей щодо порядку дій у разі виникнення тієї чи іншої надзвичайної ситуації, по третє, відсутністю (недосконалістю) методик її раннього виявлення, недооцінкою людиною небезпеки, низькою мотивацією щодо власної безпеки та іншими. Однак, все ж таки основною причиною, на думку автора, є раптовість виникнення як природних так і техногенних катастроф, тобто існує момент невизначеності щодо часу, місця їх виникнення, виду катастрофи, а також масштабів наслідків тощо. Зазначена причина відноситься у рівній мірі і до виникнення випадків виробничого травматизму та профзахворювань на підприємствах, оскільки непередбачуваність кінцевого результату дії людини (безпечний результат або навпаки травма, чи вплив на працівника не ідентифікованих шкідливих факторів) викликана саме моментом невизначеності стану ергатичної системи, в межах якої ця людина працює.

Тобто незаперечним є той факт, що зменшуючи зазначені моменти невизначеності, ми зможемо мінімізувати негативні наслідки впливу певних надзвичайних ситуацій, а в деяких випадках попередити їх виникнення, тим самим підвищуючи стабільність і безпеку функціонування ергатичних систем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематиці підвищення стабільності і безпеки стану ергатичних систем були присвячені роботи таких вчених як Ліберман А. Н. [3], Райзер В. Д. [4], Вишняков Я. Л. [5] та інших. Однак в дослідженнях

авторів приділено недостатньо уваги аналізу головної причини їх нестабільного функціонування, а саме факторам невизначеності та причинам її виникнення.

Метою даної роботи є аспектація перспективних шляхів мінімізації невизначеності стану ергатичних систем, як об'єкту досліджень.

Досягнення поставленої мети у роботі передбачається у процесі вирішення наступних **завдань**:

- інтерпретація терміну невизначеність в галузі охорони праці та промислової безпеки;
- аспектація факторів невизначеності ергатичних систем;
- характеристика причин виникнення невизначеності;
- перспективні шляхи мінімізації стану невизначеності ергатичних систем.

Виклад основного матеріалу. Небезпека є постійним супутником життєдіяльності сучасної людини. Однак це зовсім не означає, що вона повинна неминуче відбутися, якщо у діях (бездіяльності) людини присутня навіть велика частка ризику її виникнення. І навпаки, коли у таких діях (бездіяльності) ризик мізерно малий, вона може обов'язково настати.

В літературі описано достатньо багато нестандартних випадків виникнення загорянь і пожеж, ризик виникнення яких був майже неможливим.

Інформаційно-аналітична видання по технічним засобам і системам безпеки Security News навела найбільш курйозні випадки виникнення пожеж у 2013 році [6]:

1 Економний господар, впустив в унітаз рулон туалетного паперу та вирішив скористатися мікрохвильовою піччю, щоб його просушити. В печі папір загорівся та викликав пожежу.

2 Громадянин скористався рулоном туалетного паперу в якості підсвічника, результат – виникнення пожежі.

3 Щоб натерти підлогу лляною олією, чоловік вирішив скористатися старою бавовняною білизною. Пролежавши кілька діб, просочена маслом білизна стала осередком самозаймання.

4 Біологічна реакція в горщиках з компостом, залишених на зиму в підвалі, розігріла їх до такої міри, що в приміщенні почалася пожежа.

Реалізації невизначеності у небезпеку сприяли не тільки люди, але і тварини. Так, тліючи цигарку, що впустила людина, підхопив голуб і поніс у гніздо, яке було облаштовано в трубі житлового будинку. В результаті загоряння гнізда виникла пожежа в будинку.

Великий собака, поклавши лапи на кухонний стіл в пошуках їжі, випадково натиснув на важіль тостера – в результаті запалав паперовий пакет з хлібом, залишений зверху пристрою. Інша собака ввімкнула газову плиту, після чого згоріла залишена на конфорках їжа, а за нею і сама кухня.

Причиною масштабної лісової пожежі в штаті Каліфорнія (США, 2008 рік) було визнано непогашене вогнище, що було розведене студентами місцевого коледжу. Завдяки сильному вітру, який почав вирувати в цей день, полум'я поширилося на територію 607 гектарів і знищило більше 200 будинків.

Однак, таких вогнищ кожен день у лісі розпалюють численну кількість разів і пожежа не виникає.

В залежності від збігу обставин, дія (бездіяльність) людини може мати різний результат, що найменше за трьома варіантами:

- 1 Реалізуватись у небезпеку.
- 2 Бути нейтральною.
- 3 Дати позитивний результат (можливо й несподіваний).

В якості прикладу можна навести так званий спосіб «вибухового шиномонтажу», який доволі часто використовують водії в складних умовах, коли поблизу немає професійного обладнання та фахівців. Спосіб полягає у накачці змонтованої автошини

вибухом паливоповітряної суміші, суттю якого є підпал певної кількості бензину (ефіру тощо), який наливають всередину шини. Такий спосіб в залежності від обставин може призвести до серйозної небезпеки травмування людини (в результаті перебільшення кількості бензину або ефіру), може не дати ніякого ефекту (у разі недостатньої кількості такої суміші) або дати позитивний ефект – в результаті вибуху автошину змонтовано на колісний диск (у разі правильного підбору кількості вибухової суміші). Вибуховий спосіб шиномонтажу дозволив врятувати життя багатьох водіїв в умовах крайньої півночі (при температурах мінус 50° С і нижче), коли на відстані сотень кілометрів не має жодного людського поселення, не працюють засоби зв'язку і єдиним шансом вижити є справний автомобіль, який може рухатися далі.

Іншими словами в ризикових діях (бездіяльності) людини є певний момент невизначеності, який при несприятливих умовах (збігу певних обставин) може перетворитися у небезпечну подію чи мати нейтральні або навіть і позитивні наслідки.

Невизначеність зазвичай характеризується недостатністю або відсутністю інформації щодо стану потенційно небезпечного об'єкту в майбутньому, а також впливом на цей об'єкт зовнішніх факторів.

В літературі зустрічаються наступні тлумачення терміну «невизначеність» [6]:

- відсутність або недостатність ясності і (або) впевненості відносно стану об'єкту, що розглядається;
- усвідомлення нестачі знань про поточні події або про майбутні можливості об'єкту;
- відсутність або нестача інформації про об'єкт.

Термін «невизначеність» застосовується для різних об'єктів та в різних галузях науки: метрології, фізиці, математиці, економіці та інших. В даній роботі необхідно уточнити тлумачення зазначеного терміну, яке було би коректним для застосування в галузі охорони праці і промислової безпеки, а саме для ергатичних систем (тут і далі по тексту під ергатичною системою розуміють систему, складовими частинами якої є людина, технічна система і середовище в якому вони взаємодіють).

Таким чином термін «невизначеність стану ергатичної системи» можна інтерпретувати як відсутність (нестача) інформації та (або) впевненості, щодо гарантованого стабільного стану складових ергатичної системи і оточуючого середовища, з яким ці складові взаємодіють в певний момент часу та в просторі (визначення автора).

В процесі функціонування на будь-яку систему впливає багато факторів, які можуть викликати певні невизначеності в режимах та результатах її роботи.

На режими і результати роботи ергатичної системи можуть впливати дві основні групи факторів невизначеності: «людський фактор» та фактори зовнішнього середовища (природні явища в атмосфері, гідросфері, літосфері, фактори виробничого середовища тощо). Зазначені фактори мають різну питому вагу впливу на систему і, як правило, різний ступінь невизначеності.

Найбільший вплив на систему та найвищий ступінь невизначеності має «людський фактор», оскільки людина не тільки є невід'ємним та незмінним елементом ергатичної системи, а і її творцем.

Іншими словами, людина вносить помилки, починаючи з ідеї створення системи і закінчуючи її експлуатацією, які при несприятливому збігу обставин реалізуються у різні небезпеки, котрі в свою чергу можуть привести до деградації природного середовища, а також заподіяти шкоду людині і, як це не парадоксально, закінчитись знищенням цивілізації (рис. 1).

Таким чином, головною задачею, яку необхідно вирішити в процесі створення стабільної та безпечної ергатичної системи, є усунення (мінімізація) факторів невизначеності, які можуть впливати на процес її функціонування в заданому режимі.

За своєю природою такі фактори можуть бути випадковими (фактори стохастичної природи) чи не випадковими (фактори нестохастичної природи).

Фактори стохастичної природи – це фактори, час виникнення яких та їх вплив на майбутній стан ергатичної системи неможливо передбачити та спрогнозувати за тими чи іншими причинами. Такими причинами можуть бути:

- нестача рівня знань на даному етапі розвитку людства (наприклад, на сучасному етапі розвитку науки неможливо передбачити місце та час виникнення землетрусів);
- наявність певних явищ, суть, природу і характеристики яких не можна визначити до кінця;
- поведінкові дії людини, що сформовані під впливом сукупності ознак, які не можна змінювати, виходячи з моральних та етичних міркувань (генотип людини).

Фактори нестохастичної природи – це фактори, час виникнення яких та їх вплив на майбутній стан ергатичної системи можна передбачити (спрогнозувати) за певних умов.

Нестохастична невизначеність стану системи може характеризуватись наступними основними причинами:

- відсутністю та неналежним виконанням вимог щодо безпеки функціонування ергатичної системи;

- поведінковими (фенотипічними) особливостями людини або групи людей (рівнем культури, свідомістю тощо), які входять до складу цієї системи;

- суб'єктивною оцінкою в прогнозуванні майбутнього стану ергатичної системи;

- неможливістю або відсутністю інструментального контролю функціонування складових ергатичної системи.

Такий розподіл є завжди умовним, оскільки еволюційний розвиток людства передбачає поступове накопичення нових знань та умінь, які дозволяють виключати фактори стохастичної природи, що можуть вплинути на стабільність і передбачуваність роботи певної системи. Наприклад, створення автоматизованих систем управління токарним верстатом, дозволило усунути розбіжності (невизначеність) у результатах точності (стабільності) розмірів деталей, що виготовлялись раніше за допомогою ручної праці. Точність ручної праці залежала від досвіду фахівця, стану його психофізіологічного здоров'я тощо. Тобто досягнення безпечної і стабільної роботи ергатичної системи можливо за умов усунення (мінімізації) факторів невизначеності, коли

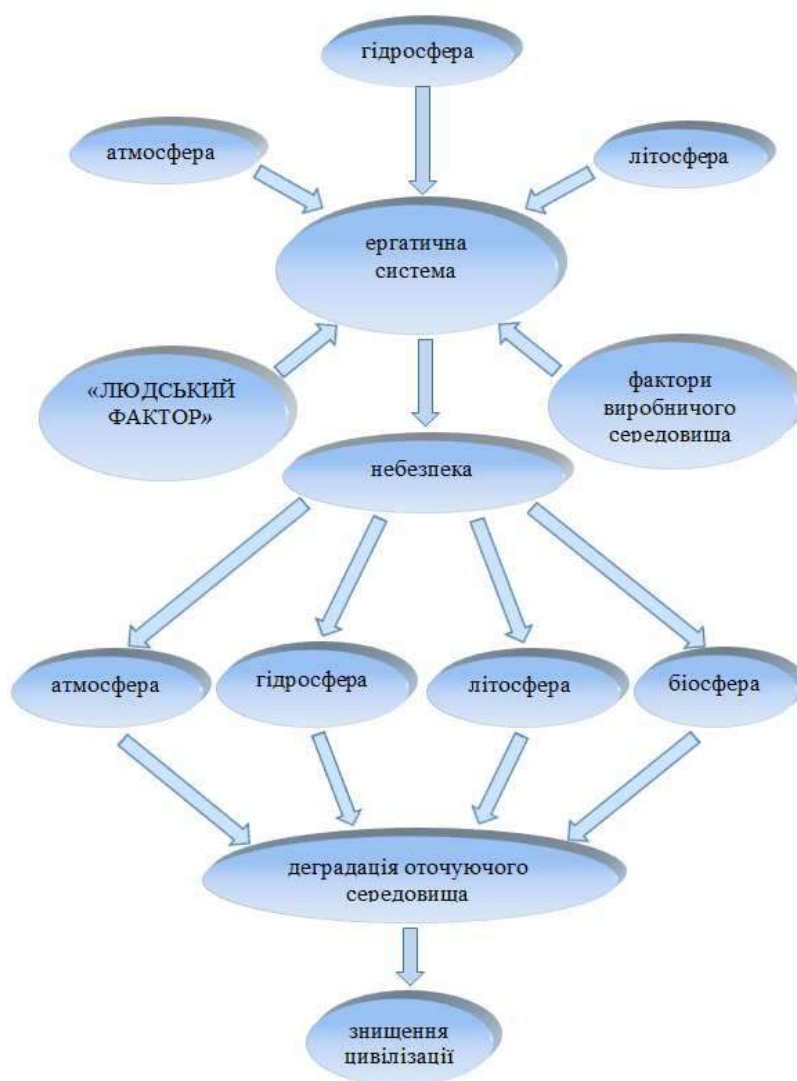


Рис. 1. Характеристика процесу функціонування ергатичної системи під впливом «людського» та зовнішніх факторів

конкретно зрозуміло, які та коли потрібно розробити і впровадити заходи і засоби безпеки. Виходячи же із характеристики причин виникнення невизначеності стану ергатичної системи, можна зробити певний висновок, що на будь-якому етапі розвитку суспільства ми можемо усувати (мінімізувати) лише фактори нестохастичної природи.

В проявах «людського фактору» з точки зору стохастичності природи його проявів спостерігається певний дуалізм.

З одного боку, дії людини, що обумовлені її генотипом та несвідомими (непідконтрольними) реакціями організму за своєю природою є стохастичними, тобто такими, які неможливо передбачити (спрогнозувати) або змінити, навіть маючи необхідні знання та інструменти.

З другого ж, певні (поведінкові) дії людини можна спрогнозувати та коректувати шляхом позитивних змін нестохастичних за своєю природою інформаційної та соціальної складових «людського фактору». Зазначені складові були детально описані і проаналізовані автором в рамках попередніх досліджень [7].

Існуючі взаємозв'язки між інформаційною, соціальною та біологічною складовими (мається на увазі фенотипічні поведінкові ознаки людини) [7], дозволяють тим самим змінити (мінімізувати) невизначеність всієї ергатичної системи (рис. 2).

Зовнішні фактори, що впливають на стан невизначеності ергатичної системи можна поділити на дві групи:

1 Природні.

2 Виробничого середовища.

За причиною невизначеності, природні фактори можуть бути як стохастичної природи, так і нестохастичної.

Стохастична невизначеність певних факторів природного середовища (природних явищ) обумовлена слабким прогнозуванням їх характеристик (часу, місця виникнення, потужності впливу тощо). Однак характеристики деяких з них (наприклад, метеорологічні умови) сучасні наукові методи дозволяють відносно точно спрогнозувати. Тому такі фактори за своєю природою можна віднести до нестохастичних.

Наведений умовний розподіл, дозволяє робити певні прогнози відносно мінімізації впливу таких факторів на стан невизначеності ергатичної системи та передбачати і ефективно впроваджувати в

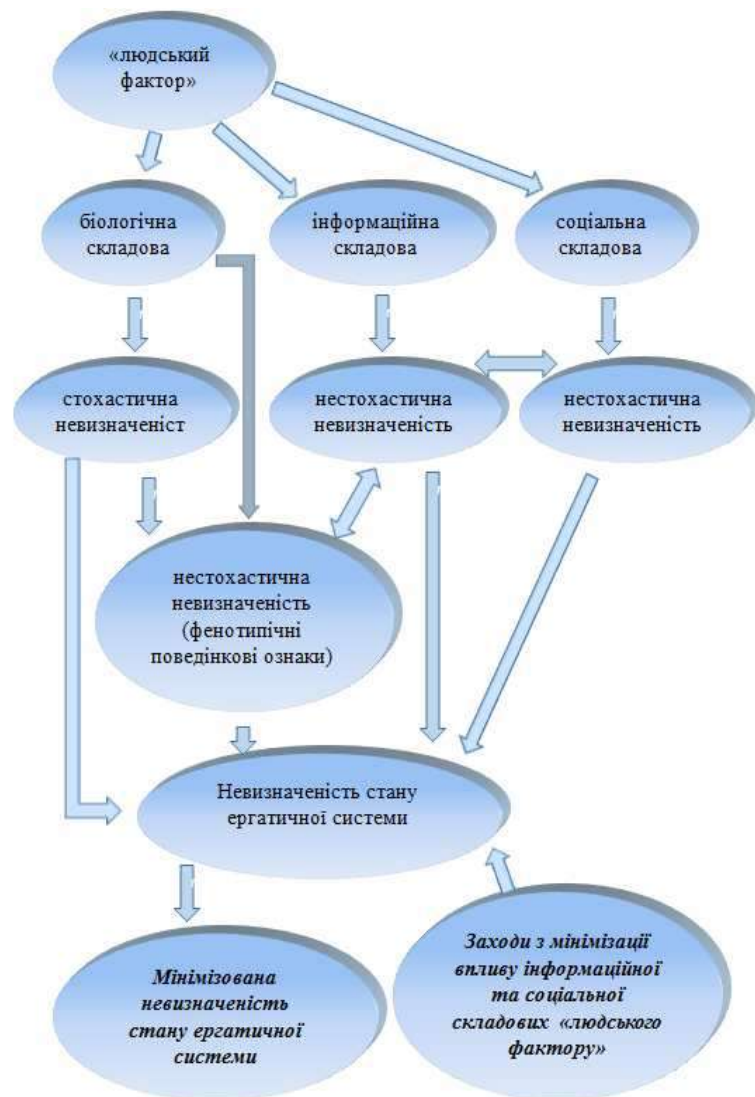


Рис. 2. Характеристика впливу «людського фактору» на стан невизначеності ергатичної системи

системах управління охороною праці на підприємствах конкретні заходи захисту від їх шкідливої дії.

Фактори виробничого середовища можна віднести до факторів нестохастичної природи, оскільки вони характеризуються не тільки прогнозованістю впливу (за наявності певних умов), але і піддаються досить чіткому коригуванню та управлінню (рис. 3).

Так, мікрокліматичні показники виробничого середовища можна коригувати за допомогою автоматизованих систем керування мікрокліматом, освітленість робочих поверхонь у різних зонах – за рахунок застосування датчиків рівня освітленості, автоматичних жалюзі тощо, рівні запиленості та загазованості повітря робочої зони – за допомогою датчиків, газоаналізаторів, а також систем аспірації та вентиляції і таке інше.

Прикладом застосування такого підходу може слугувати так звана автоматизована система «розумний будинок», яка чітко програмується на досягнення та підтримку заданих людиною параметрів, а також живиться від незалежних (від загальної системи електропостачання) джерел енергії (генераторів, джерел безперебійного живлення тощо).

Висновки:

1 Термін «невизначеність стану ергатичної системи» можна інтерпретувати як відсутність (нестача) інформації та (або) впевненості, щодо гарантованого стабільного стану складових ергатичної системи та оточуючого середовища, з яким ці складові взаємодіють в певний момент часу і в просторі.

2 На режими і результати роботи ергатичної системи можуть впливати дві основні групи факторів невідомості: «людський фактор» і фактори зовнішнього середовища (природні та виробничого середовища).

3 Основними причинами виникнення стохастичної невідомості є:

- нестача рівня знань на даному етапі розвитку людства (наприклад, на сучасному етапі розвитку науки неможливо передбачити місце та час виникнення землетрусів);

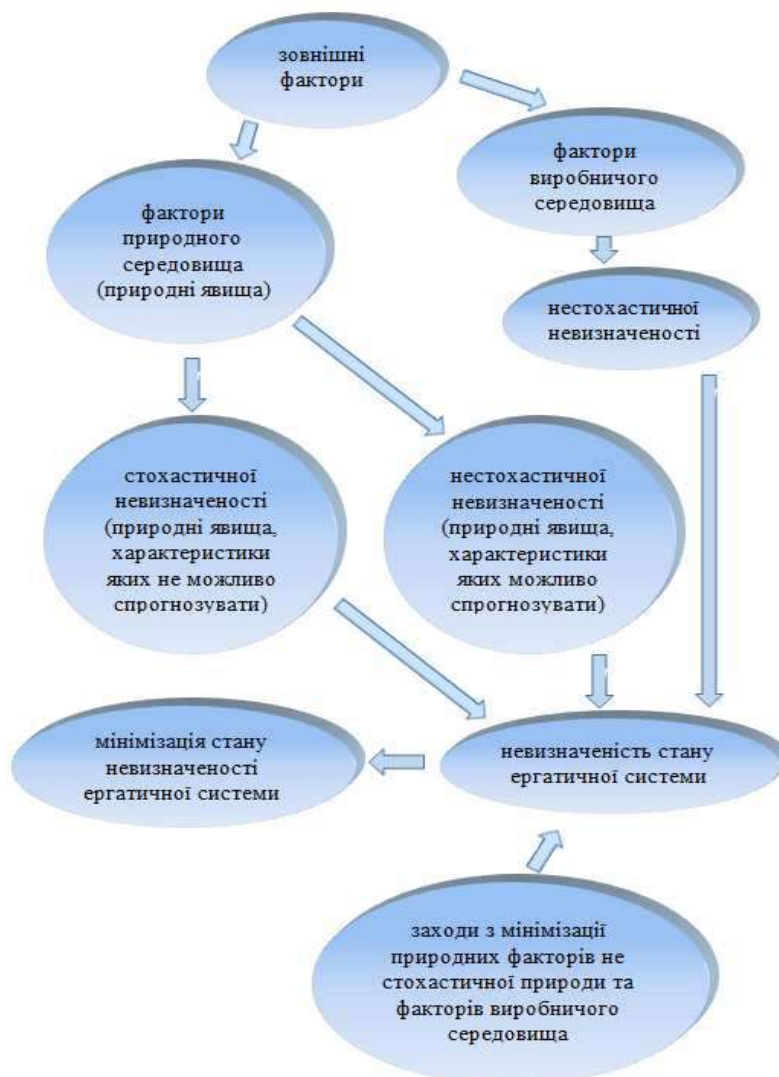


Рис. 3. Характеристика впливу зовнішніх факторів на стан невизначеності ергатичної системи

- наявність певних явищ, суть, природу і характеристики яких не можна визначити до кінця;

- поведінкові дії людини, що сформовані під впливом сукупності ознак, які не можна змінювати, виходячи з моральних та етичних міркувань (генотип людини).

4 Нестохастична невизначеність стану системи може характеризуватись наступними основними причинами:

- відсутністю та неналежним виконанням вимог, щодо безпеки функціонування ергатичної системи;

- поведінковими (фенотипічними) особливостями людини або групи людей (рівнем культури, свідомістю тощо), які входять до складу цієї системи;

- суб'єктивною оцінкою в прогнозуванні майбутнього стану ергатичної системи;

- неможливістю або відсутністю інструментального контролю функціонування складових ергатичної системи.

5 Досягнення безпечної і стабільної роботи ергатичної системи можливо за умов усунення (мінімізації) нестохастичних факторів невизначеності.

6 Мінімізація впливу «людського фактора» можлива лише за умови позитивних змін його інформаційної та соціальної складових.

Література

- 1 Електронний ресурс: <http://forinsurer.com/>.
- 2 Електронний ресурс: <http://ria.ru/>.
- 3 Либерман А. Н. Техногенная безопасность: человеческий фактор//СПб., 2004, 101с.
- 4 Райзер В. Д. Общие принципы обеспечения надежности и безопасности уникальных объектов в экстремальных условиях. (Рукопись.) // М., 1996, 17 с.
- 5 Вишняков Я. Л. Управление рисками и безопасностью. // «Менеджмент в России и за рубежом». 1998, № 3.
- 6 Електронний ресурс: <http://www.secnews.ru/foreign/19525.htm#axzz3ZpW11YpH>.
- 7 Електронний ресурс: http://dic.academic.ru/dic.nsf/econ_dict/18626.
- 8 Бочковський А. П. «Людський фактор та ризик виникнення небезпек: випадковість чи закономірність». (Монографія) // Одеса: Юридична література, 2015. – 136 с.

© А. П. Бочковський

ТЕХНОЕКОЛОГІЯ

УДК 502/504

Г. Г. Трохименко, Ц. Р. Яценко
Національний університет
кораблебудування імені адмірала Макарова

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ РЕГІОНУ ЗА РАХУНОК ФІТОРЕКУЛЬТИВАЦІЇ ШЛАМОВИХ МАСИВІВ МГЗ

Оцінено вплив шламонакопичувачів МГЗ на екологічну безпеку регіону, запропонований метод фіторекультивациі, як захід із запобігання негативного впливу.

Ключові слова: фіторекультивациа, шламосховище, відвал, рекультиватори.

Оценено влияние шламонакопителей НГЗ на экологическую безопасность региона, предложен метод фиторекультивации, как мера по предотвращению негативного воздействия.

Ключевые слова: фиторекультивации, шламохранилище, отвал, рекультиваторы.

The effect of Nikolaev Alumina Refinery (NAR) sludge tanks on the environmental security of the region is estimated, the method of phytorecultivation as a measure to prevent negative impact is provided.

Keywords: phytorecultivation, sludge tanks, dump, recultivators.

Збереження екосистем від негативного впливу промислових технологій є однією з найважливіших проблем сучасної екології. Для Миколаївського регіону надзвичайну небезпеку становлять шламосховища Миколаївського глиноземного заводу (надалі МГЗ), червоні шлами якого складають 1,2 млн тон на рік, що несе загрозу виникнення техногенної катастрофи, аналогічну аварії на металургійному підприємстві з виробництва алюмінію Ajkai Timfoldgyar Zrt (Угорщина) в жовтні 2010 р. [6]. Наприклад, тільки за офіційними даними за 2012 рік на МГЗ 2 рази відбулося розпилення шламу зі шламосховища №2. Але, незважаючи на це, в Україні досі немає проектів з утилізації червоних шламів, вони вважаються дорогими і тому недоцільними. Модернізація виробництва не проводилася вже багато років, а відходи накопичуються і складаються в шламосховищах (відношення сухих відходів підприємства до рідких приблизно 50% на 50%) [1].

Найбільш руйнівний вплив на прилеглі до МГЗ території становить дефляція поверхонь, на яких утворюється пил шламових масивів, яка, в свою чергу, призводить до перенесення екополютантів (за добу з 1 га – від 2 до 5 т пилу) [6]. Залежно від якості бокситу і особливостей його переробки червоний шлам містить (мас.%): 40-55 Fe₂O₃, 14-18 Al₂O₃, 5-10 CaO, 5-10 SiO₂, 4-6 TiO₂, 2-4 Na₂O. Вміст елементів-домішок наступний (г/т): 5 Cu, 10 Be, 50 B, 4 S, 0,2 Co, 30 Ga, 30 Sc, 20 La, 30 Ce, 20 Mo, 80 Y, 20 Ni [13].

Для запобігання негативного впливу шламосховищ на прилеглі території та з метою поліпшення санітарно-гігієнічних умов різні автори пропонують закріплювати сухі ділянки шламосховищ відходами нафтопереробки і виробництва целюлози, латексу, полімерами і т.д., які створюють на поверхні сховища тонку плівку. Одним із запропонованих способів зміцнення поверхні також є формування гнучких або жорстких конструктивних елементів (плит, матів, великих гранул) з поживних ґрунтотрав'яних

сумішей із подальшим механізованим укладанням цих елементів на похилі поверхні шламосховищ. Але всі ці методи мають істотні недоліки: низьку механічну стійкість покриття, токсичність, складність приготування і нанесення, неможливість використання в зимовий період, високу вартість і т.д. Також, варто зазначити, що всі вище зазначені методи пройшли тільки експериментальне випробування і на момент проведення нашого дослідження не знайшли використання на МГЗ.

Після ретельного дослідження стану шламосховища, запропоновано нівелювати ситуацію методами біологічної рекультивації, такими як гідропосів трав або фіторекультивацією досліджуваних шламових масивів. Фіторекультивація – один із найбільш дешевих і ефективних способів відновлення порушених промисловістю земель, який, крім функції збільшення продуктивних земель, також відіграє сануючу роль.

За сучасними уявленнями біологічна рекультивація шламосховищ повинна переслідувати мету формування рельєфу, наближеного до навколишніх прилеглих територій, ліквідації ерозії земель та забруднення повітряного і водного середовища. Численними дослідженнями встановлено, що найбільш важливими критеріями придатності субстрату, в нашому випадку, червоного шламу, для фіторекультивації, є показник рН субстрату (рН червоного шламу 10-13), а також ступінь засоленості та токсичності [1]. Варто відзначити, що рослини в процесі фіторекультивації змінюють субстрат в сторону зниження показника рН, тобто нейтралізації токсичних солей. Безперечними перевагами представленого методу є прискорені темпи закріплення поверхонь, що пілять, несуттєві витрати на добрива і насіння. На протегрунті без гумусу за 2-3 роки створюється стійка рослинна система. Метою статті є оцінка стану шламосховищ МГЗ для подальшої фіторекультивації, а також вибір методу фіторекультивації.

Виклад основного матеріалу. Миколаївський глиноземний завод має два шламосховища. Шламонакопичувач № 1 це штучно створена ємність, загальною площею 188 га, призначена для складування шламу і освітленої зворотної води з урахуванням атмосферних опадів. Обсяг накопичення червоного шламу, що утворюється в термічних процесах металургії алюмінію, станом на 01.01.10 р. складає 26,6 Мт. Шламосховище належить до гідротехнічних споруд наливного типу і класифікується як гідродинамічно небезпечне. В урядовому рішенні про будівництво МГЗ передбачалася повна утилізація шламу з початком експлуатації заводу, але це не було реалізовано. Шламосховище вже майже наповнене і проблема вторинного використання шламу стоїть дуже гостро. На сьогоднішній день воно експлуатується як технологічне водоймище зворотного водопостачання [10]. Шламонакопичувач № 2 це штучно створена ємність загальною площею 112 га, призначена для «сухого» складування червоного шламу. Ємність споруди – 27,8 млн м³, термін експлуатації – 24,9 року. Шламосховище з 2008 року експлуатується за своїм прямим призначенням і заповнене приблизно на 15%. [12]. Попередні оцінки показали, що найбільш значний вплив на навколишнє середовище відбувається:

1) на стадії будівництва шламосховища (вилучення земель, в тому числі сільськогосподарського призначення; зміна рельєфу місцевості і порушення ландшафту, що, в свою чергу, спричинить знищення водних об'єктів, флори і фауни в межах будівництва шламосховища; шумове забруднення);

2) на стадії експлуатації шламосховища (вплив шламосховища на гідродинамічний режим підземних вод, що може призвести до підвищення їх рівня; вплив на гідрологічний режим поверхневих вод);

3) при виникненні аварійних ситуацій (гідродинамічна аварія, пов'язана з руйнуванням захисної дамби шламосховища в період повені; аварія, пов'язана з виділенням пилу червоного шламу; аварія з можливими викидами аерозолі їдкого натрію).

Проектними рішеннями будівництва шламосховища № 2, в частині запобігання забрудненню атмосферного повітря, заходів щодо недопущення виникнення зазначених

позаштатних ситуацій не передбачено [2]. Вище перелічені загрози реальні і підтверджуються практикою експлуатації шламонакопичувачів.

Систематизація рослин-рекультиваторів шламових масивів. Критерії, що використовуються при відборі рослин для фіторекультивациі шламових масивів:

- надання переваги використанню місцевих видів;
- підбір видів з широким ареалом розповсюдження;
- здатність до виживання та росту в місцях з низьким вмістом поживних речовин, високою концентрацією важких металів і підвищеною лужністю субстрату;
- наявність видів у комерційних розсадниках рослин або можливість малозатратного культивування.

На рисунках 1-6 наведені назви рослин, які можуть бути використані як рекультиватори шламосховищ, з урахуванням вище зазначених критеріїв і досліджень, проведених в Україні та за кордоном, зокрема, такими авторами як Лукіна Н. В. та Гурина І. В. та систематизовані нами відповідно до умов півдня України [3, 5, 8] (відповідно українською та латинською мовами).

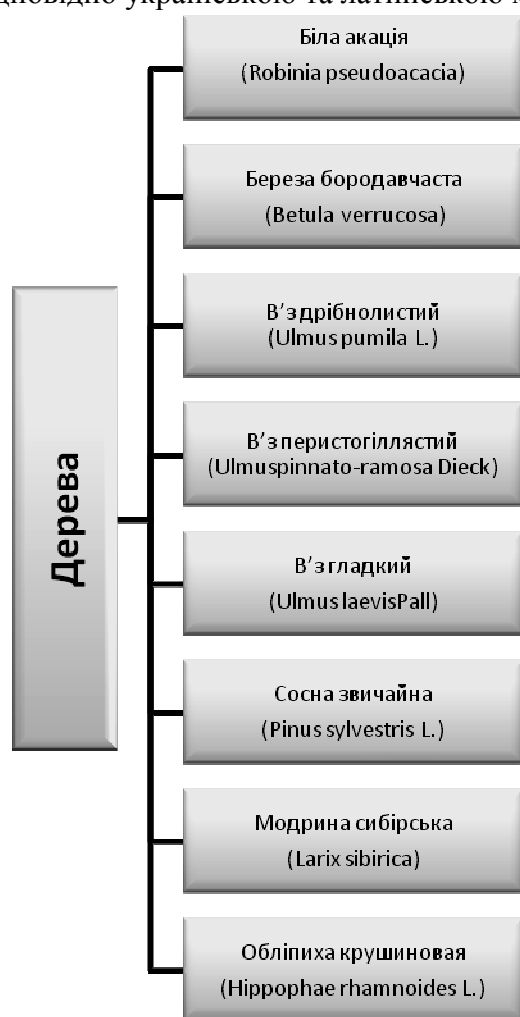


Рис. 1. Види дерев, що можуть бути використані для фіторекультивациі шламових масивів різних типів



Рис. 2. Види кущів, що можуть бути використані для фіторекультивациі шламових масивів різних типів

Найкращими фітомеліорантами, найбільш пристосованими до умов різних видів відвалів є сосна звичайна, модрина сибірська і обліпиха крушинова. Дослідження показали, що особини обліпихи, що використовувались для озеленення відвалів, містять в 3,5 рази більше важких металів, ніж обліпиха, що росте в звичайних умовах [11]. З огляду на те, що обліпиха швидко розростається і має досить розвинену кореневу систему, простежити динаміку накопичення в рослині шкідливих речовин у днаміці досить нескладно.

Досліджені нами результати фіторекультивациі різноманітних відвалів свідчать, що найбільш ефективною є

технологія озеленення багаторічними травами. Найбільш стійкими показали себе злакові, а також бобові. Для лугових трав, що використовуються в якості рослин-рекультиваторів, виключно велике значення має процес накопичення кореневої маси. Встановлено, що на першому місці по накопиченню підземної маси йде костриця червона, за нею в порядку

зменшення тонконіг лучний, костриця лучна, тонконіг альпійський, арктагростіс широколиста, щучка дерниста. Останній злак характеризується тим, що під час етапу екологічного відбору має значний вплив на рослинність навколо себе, біологічно активні речовини, що виділяє щучка дерниста, негативно впливають на рослини інших видів.

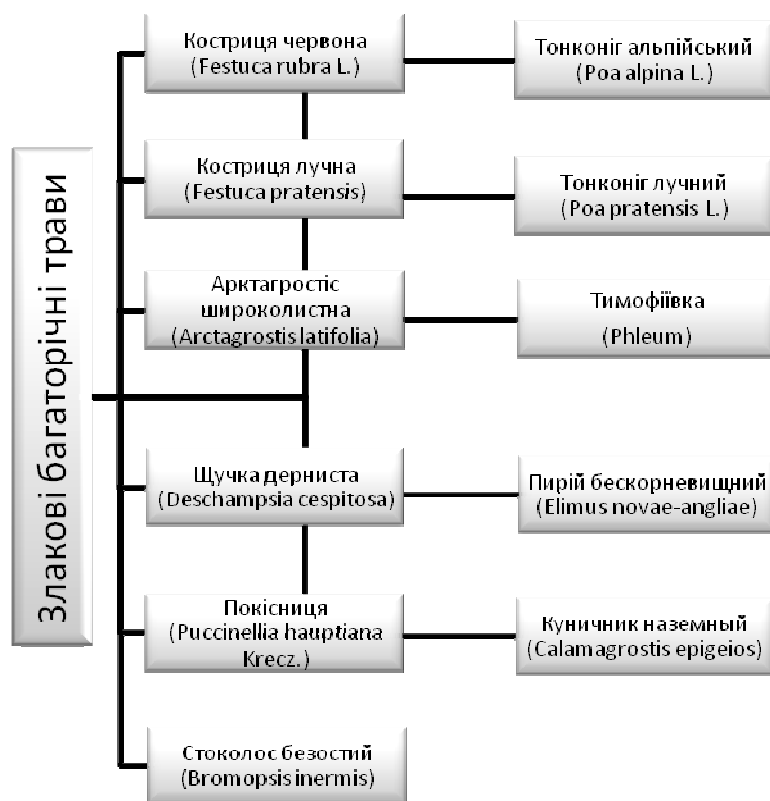


Рис. 3. Види злакових багаторічних трав, що можуть бути використані для фіторекультивації шламових масивів різних типів

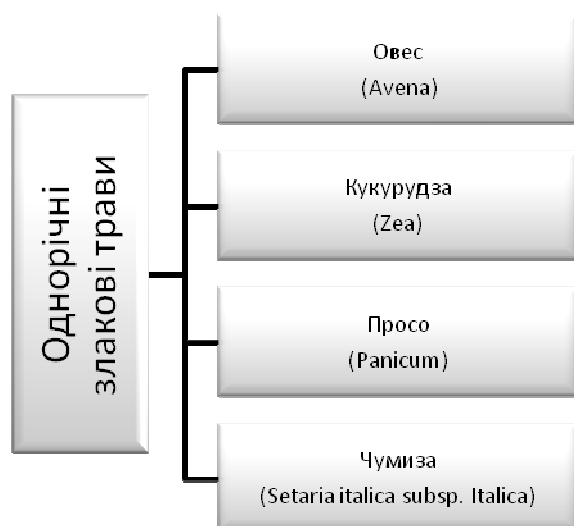


Рис. 4. Види злакових однорічних трав, що можуть бути використані для фіторекультивації шламових масивів різних типів



Рис. 5. Види бобових трав, що можуть бути використані для фіторекультивації шламових масивів різних типів

При врахуванні того, що в умовах шламосховищ на рослини діє багато негативних факторів навколишнього середовища, то вплив щучки дернистої в цьому випадку

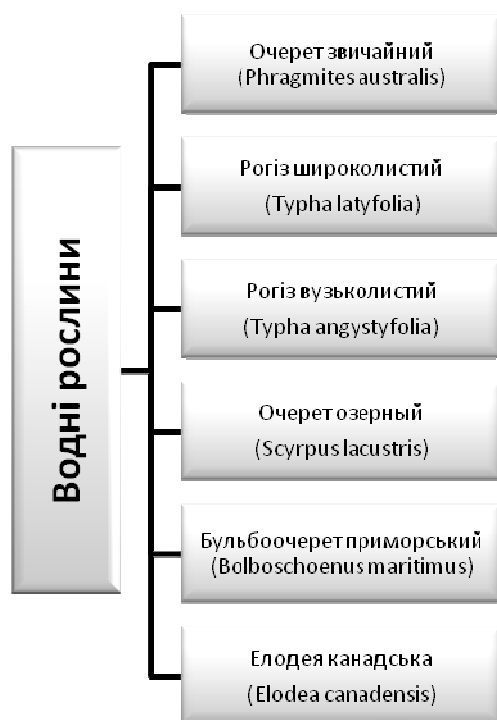


Рис. 6. Види водних рослин, що можуть бути використані для фіторекультивації шламових масивів різних типів

виявляється важливим фактором у відборі видів для формування парціальної флори. Крім того на початкових етапах заростання шламосховищ щучка формує фітомасу – матеріал для збагачення субстрату органічними речовинами.

Позитивні результати досягаються при посіві злаково-бобових сумішей з співвідношенням 2:1 по масі з нормою посіву 35-40 кг на га. Рослини мають різну чутливість до вмісту в ґрунті рухомого алюмінію, що особливо важливо при рекультивації сховищ червоного шламу до складу якого входить 14-18% Al_2O_3 . Одні без шкоди витримують відносно високі концентрації цього елемента, а інші при тих же концентраціях гинуть. Високою стійкістю до рухомого алюмінію володіють овес, тимофіївка, середньою – кукурудза, люпин, просо, чумиза.

На підставі вивчення процесу природного заростання, досвіду фіторекультивації на шламосховищах рекомендовані наступні види водних культур: очерет звичайний, рогіз

широколистий, рогіз вузьколистий, очерет озерний і бульбоочерет приморський. Багатьма попередніми дослідженнями та нашими лабораторними дослідженнями встановлено, що ці рослини не тільки невибагливі до умов середовища, а й здатні виживати в умовах інтенсивних промислових забруднень (зокрема, ґрунто-суміші з різним співвідношенням шламу) і при цьому мають унікальну здатність акумулювати в своїх тканинах розчинені у воді хімічні речовини, таким чином очищаючи ґрунтове середовище. Також, варто відзначити, елодею канадську або, як її називають, «водяну чуму», яка при дослідженні реакції на стічні води виявила себе як найбільш стійкий вид.

На підставі вивчення процесу природного заростання, досвіду фіторекультивації шламосховищ, дослідно-промислових випробувань і експериментальних досліджень на шламосховищах МГЗ рекомендовані наступні види культур: рогіз вузьколистий (*Typha Angustifolia*) і очерет звичайний (*Phragmites Fustralis*). Багатьма дослідженнями встановлено, що ці рослини не тільки не вибагливі до умов природного середовища, а й здатні виживати в умовах інтенсивних промислових забруднень і при цьому мають унікальну здатність акумулювати в своїх тканинах розчинені у воді хімічні речовини і таким чином очищати ґрунтове середовище.

Для біологічного закріплення відкосів діючих шламосховищ найбільш доцільним і економічно вигідним є створення чистих культур з очерету звичайного (для даної території це – найпоширеніша рослина). Важливою біологічною особливістю очерету є те, що при частковій засипці стебел, в їх вузлах починають пробуджуватися сплячі бруньки, що в свою чергу провокує утворення нових пагонів, коріння і кореневища, тобто інтенсивність росту очерету випереджає інтенсивність складування шламів, тому складування нових шарів шламів не призводить до загибелі очерету, при достатньому рівні вологості. Температура нагріву шламів сонячними променями в зонах, що вкриті рослинністю, в два рази нижче, ніж на відкритих ділянках. З огляду на зниження

температури нагріву, шлами менше висушуються і зберігають певний запас вологи, що також знижує запилювання.[4]

Попередження розпилювання шламу досягається завдяки двом ефектам: зв'язуванню мінеральних часток в межах зміцнюваного шару і екрануванню поверхні від зовнішніх впливів. Ефект зміцнення створюється в результаті з'єднувальної дії продуктів життєдіяльності мікроорганізмів (бактерій, нижчих рослин) або внаслідок армуючої дії кореневої системи рослин. Також наземна частина біомаси, що покриває поверхню, запобігає безпосередньому впливу повітряних потоків або гранично знижує їх швидкість поблизу поверхні. І, нарешті, навіть при нерівномірному заростанні поверхні такі ділянки служать просто механічною перешкодою для частинок ґрунту, що переміщуються.

Висновки

1 Фіторекультивація шламосховищ МГЗ дозволить підвищити екологічну безпеку регіону.

2 Закріплення пилоутворюючої поверхні шламонакопичувачів методом фіторекультивації дозволяє попередити вітрову ерозію, активувати процес ґрунтоутворення, покращити мікроклімат та екологічні умови території навколо шламосховища.

3 Найбільш доцільно для фіторекультивації шламосховищ МГЗ використовувати культури із рогузу вузьколистого (*Typha Angustifolia*) та очерету звичайного (*Phragmites Fustralis*).

Література

1 Акт перевірки шламонакопичувачів ТОВ «Миколаївський глиноземний завод» міжвідомчою комісією. – 21.10.2010. – №4040/05-49. – с. 2-3.

2 Горянов Е. И. ООО Николаевский глиноземный завод/ Горянов Е. И., Чураевская Н. М., Кузьмин В. В. Шламохранилище №2. Система гидротранспорта и оборотного водоснабжения. //Харьков, 2005. – с.11-19.

3 Гурина И. В. Научное обоснование технологий фитомелиорации нарушенных земель при биологической рекультивации (2004-2013 гг.): автореферат дис. д. с.-х. наук: 06.01.02 / И. В. Гурина; Новочеркасская гос. мелиорат. акад. – Н., 2013. – 46 с.

4 Гурина И. В. О применении комплексных мелиораций при биологической рекультивации нарушенных земель / Гурина И. В. // Мелиорация и водное хозяйство. – 2013. – № 3. – с. 27-28.

5 Гурина И. В. Проблемы биологической консервации золоотвалов тепловых электростанций / И. В. Гурина, А. И. Щиренко // Сб. трудов I Всерос. науч. конф. «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и с.-х. производства» (18.03 - 19.03.2009). – Краснодар, 2009. – с. 74-79.

6 Из-за катастрофы в Венгрии в Украине начинается внеплановая проверка двух крупных заводов [электронный ресурс] – Режим доступа <http://telegraf.by/2010/10/iz-zakatastrofivvengrii>.

7 Корнеев В. И. Красные шламы (свойства, складирование, применение)/ Корнеев В. И., Сусс А. Т., Цеховой А. И. – М.: Металлургия, 1991.– 144 с.

8 Лукина Н. В. Особенности формирования флоры и растительности в условиях золоотвалов тепловых электростанций (1990-2002 гг.): автореф. дис. канд. биол. наук: 03.00.16, 03.00.05/ Н. В. Лукина; Уральский государственный университет им. А. М. Горького – Е., 2002. – 19 с.

9 Панов С. Н. Опыт закрепления пылящих поверхностей хвостохранилищ. Горный журнал, 1998, №4, с.92-93.

10 Паспорт потенційно небезпечного об'єкта «Шламонакопичувач №1 глиноземного виробництва ТОВ Миколаївський глиноземний завод». – м. Миколаїв, 2008.

11 Прозоров В. И. Биологическая рекультивация шламохранилищ КМЛ (1996 г.): автореф. дис. канд. с.-х. наук./ В. И. Прозоров; Курская государственная сельскохозяйственная академия им. проф. И. И. Иванова – Курск, 1996. – 23 с.

12 Система пылеподавления на шламохранилище № 2 при складировании шламов «сухим способом». Проект. ОАО «Николаевский глиноземный завод». – Санкт-Петербург, 2005. – 19 с.

13 Утков В. А. Промышленные способы переработки красных шламов / Утков В. А., Мешин В. В., Ланкин В. П. // Состояние, проблемы и направления использования в народном хозяйстве красного шлама // Николаев, 1999.– с. 11.

© Г. Г. Трохименко,
Ц. Р. Яценко

УДК 628.39

Л. Д. Пляцук, Є. Ю. Черниш, А. А. Горова

Сумський державний університет

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ РЕЦИКЛІНГУ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

У статті наведено аналіз динаміки розвитку проектів в сфері біоенергетики в світі і можливості їх реалізації в Україні. Проведено порівняльний аналіз сучасних біотехнологічних рішень переробки та утилізації органічних відходів та обґрунтовано доцільність розробки комплексної біотехнології рециклінгу відходів агропромислового комплексу при комбінації аеробних і анаеробних методів з утилізацією низькопотенційного тепла відходів за допомогою теплових насосів і виробництва біошроту або добрива.

Ключові слова: біотехнологія, рециклінг відходів, агропромисловий комплекс, біоенергетика.

В статье приведен анализ динамики развития проектов в сфере биоэнергетики в мире и возможности их реализации в Украине. Проведен сравнительный анализ современных биотехнологических решений переработки и утилизации органических отходов и обоснована целесообразность разработки комплексной биотехнологии рециклинга отходов агропромышленного комплекса при комбинации аэробных и анаэробных методов с утилизацией низькопотенциального тепла отходов с помощью тепловых насосов и производства биошрота или удобрения.

11 Прозоров В. И. Биологическая рекультивация шламохранилищ КМЛ (1996 г.): автореф. дис. канд. с.-х. наук./ В. И. Прозоров; Курская государственная сельскохозяйственная академия им. проф. И. И. Иванова – Курск, 1996. – 23 с.

12 Система пылеподавления на шламохранилище № 2 при складировании шламов «сухим способом». Проект. ОАО «Николаевский глиноземный завод». – Санкт-Петербург, 2005. – 19 с.

13 Утков В. А. Промышленные способы переработки красных шламов / Утков В. А., Мешин В. В., Ланкин В. П. // Состояние, проблемы и направления использования в народном хозяйстве красного шлама // Николаев, 1999.– с. 11.

© Г. Г. Трохименко,
Ц. Р. Яценко

УДК 628.39

Л. Д. Пляцук, Є. Ю. Черниш, А. А. Горова
Сумський державний університет

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ РЕЦИКЛІНГУ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

У статті наведено аналіз динаміки розвитку проектів в сфері біоенергетики в світі і можливості їх реалізації в Україні. Проведено порівняльний аналіз сучасних біотехнологічних рішень переробки та утилізації органічних відходів та обґрунтовано доцільність розробки комплексної біотехнології рециклінгу відходів агропромислового комплексу при комбінації аеробних і анаеробних методів з утилізацією низькопотенційного тепла відходів за допомогою теплових насосів і виробництва біошроту або добрива.

Ключові слова: біотехнологія, рециклінг відходів, агропромисловий комплекс, біоенергетика.

В статье приведен анализ динамики развития проектов в сфере биоэнергетики в мире и возможности их реализации в Украине. Проведен сравнительный анализ современных биотехнологических решений переработки и утилизации органических отходов и обоснована целесообразность разработки комплексной биотехнологии рециклинга отходов агропромышленного комплекса при комбинации аэробных и анаэробных методов с утилизацией низькопотенциального тепла отходов с помощью тепловых насосов и производства бишрота или удобрения.

Ключевые слова: биотехнология, рециклинг отходов, агропромышленный комплекс, биоэнергетика

The article presents analysis of dynamics of bio-energy projects in the world and the possibility of their implementation in Ukraine. The modern biotechnology solutions for processing and recycling of organic waste were analyzed. The expediency of developing a comprehensive recycling biotechnology of agricultural waste was determined. The optimal combination of aerobic and anaerobic methods was proposed with production fat-free protein preparation (bio-meal) or fertilizers. In this case the use of low-potential heat of waste was provided from a heat pump.

Keywords: biotechnology, waste recycling, agriculture, bioenergy

Вступ. На сьогоднішній день сільськогосподарська індустрія є невід'ємною частиною суспільства, забезпечуючи життєдіяльність людини і при цьому, утворюючи значні обсяги відходів. Тому розробка технологій рециклінгу відходів агропромислового комплексу (АПК) є своєчасним завданням, що вимагає рішення. Адже забруднення довкілля тваринницькими та іншими комплексами найчастіше відбувається через недосконалість технологій і технічних засобів, що застосовуються, недотримання встановлених екологічних нормативів та санітарно-гігієнічних вимог [5]. У країнах Європи відбувається активний розвиток нових і вдосконалення існуючих способів та технологій переробки відходів. При цьому більш широкого впровадження набувають анаеробні технології з виробництва добрива і біометану. Стимулювання розвитку біотехнологій рециклінгу відходів відбувається завдяки високим еколого-економічним показникам, які досягаються використанням нових типів біогазових установок.

Аналіз літературних джерел і постановка проблеми. В агропромисловому комплексі утворюється понад 250 млн тон відходів на рік, з них 150 млн тон припадає на тваринництво і птахівництво, 100 млн тон – на рослинництво (в Україні виробляють за добу до 300 тон посліду). Це завдає серйозного економічного, екологічного та соціального збитку, тому що значна частка органічної сировини не переробляється, а накопичується поблизу ферм, утворюючи «послідні озера» з розвитком в них патогенних мікроорганізмів. Для вирішення цієї проблематики розробляються різні технологічні рішення та відповідне апаратне оснащення для переробки органівмістних відходів. Насамперед, це стосується розвитку біотехнологій з можливістю виробництва біопалива та інших біопродуктів [5].

Використання біогазу на фермах може забезпечити фермерські господарства власною електро- і теплоенергією, скорочуючи енергетичні втрати і т.п. Адже на сьогодні ціни на енергоносії постійно зростають, стримуючи зростання промислового і сільськогосподарського виробництва. Отже, завдання створення джерел енергії на постійно поновлюваному паливі є найбільш актуальним [11].

У ряді розвинутих країн світу переробка органічних відходів набула широкого впровадження у промислових масштабах. Анаеробні установки створюються з механізованим обслуговуванням і автоматичним регулюванням процесів [1]. В останнє десятиліття інтенсивно почали розвиватися проекти виробництва біометану з подальшим закачуванням у мережі природного газу. Виходячи з даних про кількість проектів виробництва біогазу та біометану в світі, наведених в [2], нами була побудована діаграма відсоткового співвідношення вагомості внеску окремих країн в розвиток біоенергетики (рис. 1).

За даними діаграми (див. рис. 1) видно, що найбільший розвиток виробництва біометану припадає на Німеччину (42%), а на другому місці Швеція (24%). В Україні виробництво енергії з біогазу знаходиться на початковому етапі становлення, єдиний механізм стимулювання є використання фіксованих «зелених» тарифів, який запрацював у

квітні 2013 року, а його величина становить 0,1239 євро / кВт·год. (з коефіцієнтом ЗТ рівним 2,3) [3].

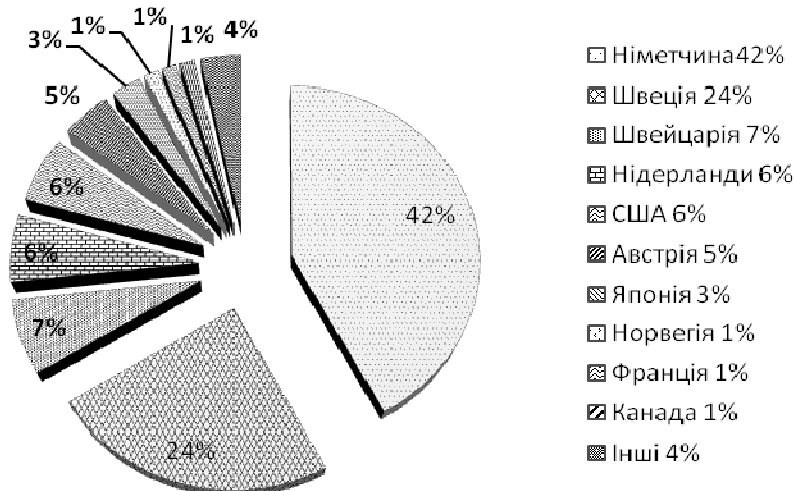


Рис. 1. Розвиток біоенергетики у світі

Таким чином, завдання розробки екологічно безпечної біотехнології утилізації відходів АПК з виробництвом біометану і утилізацією рідких стоків як низькотемпературних джерел тепла є актуальним завданням. При цьому залишається важливим процес автоматизації роботи біотехнологічних систем та оптимізації їх робочих параметрів, для чого необхідно подальше вдосконалення технологічних рішень і раціоналізація підбору апаратного оснащення.

Мета і завдання дослідження. Мета – аналіз сучасних біотехнологічних рішень рециклінгу відходів АПК та обґрунтування найбільш оптимального варіанту з утилізацією енергетичного потенціалу відходів і отримання високоякісного добрива або біошроту.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- аналіз різних типів установок біологічної обробки, які можуть бути застосовані для утилізації відходів АПК;
- пропозиції найбільш оптимальних варіантів реалізації комплексної технології рециклінгу органічних відходів.

Матеріали і результати дослідження. Порівняльна характеристика сучасних біотехнологічних рішень і їх апаратного оснащення для переробки органічних відходів. Для обробки стоків використовують три типи реакторів: анаеробний фільтр, біореактор з гранульованим активним мулом (USAB і EGSB-реакторів), біосорбер з псевдозрідженим шаром частинок сорбенту, при цьому матеріал сорбенту може бути різний (активоване вугілля та ін.). Розглянемо конструкційні особливості цих реакторів.

Найбільш простим в конструкційному вирішенні є анаеробний біофільтр. Це герметичний апарат, найчастіше циліндричної форми, в якому закріплена нерухома волокниста насадка. На цій насадці закріплена біоплівка з анаеробних мікроорганізмів, де відбувається процес перетворення важкоокислюючих речовин, в легко окислюючі [8].

З реакторів з прикріпленою біомасою можливість підвищення дози вдало реалізована в реакторах з псевдозрідженим шаром загрузки [6]. Конструкція EGSB-реактора представлена на рис. 2,б [13]. Вони почали активно завойовувати ринок і впроваджені в промислових масштабах в ряді європейських країн.

Комбінований UASB-реактор (рис. 2,а) складається з декількох зон. У нижній зоні відбувається ущільнення активного мулу в процесі якого утворюються гранули, вони створюють велику концентрацію мулу. У верхній зоні знаходиться анаеробний біофільтр з волокнистою насадкою, де відбувається газомуловідділення. Він відрізняється тим, що не має завантаження. Активний мул утримується за допомогою того ж газомуловідділювача,

З точки зору базових умов, які обґрунтовуються в [4], Україна, в порівнянні, наприклад з світовим лідером в цій сфері – Німеччиною, має навіть кращі умови для розвитку біогазових технологій. При майже вдвічі меншому населенні, територія України майже в два рази більше території Німеччини. При цьому Україна через меншу лісистість має майже в 3 рази більше орних земель, основний фонд яких формують чорноземи.

що забезпечує в процесі експлуатації біореактора формування флокульованого і гранульованого мулу з високою седиментаційною здатністю.

Ряд експертів [14, 12] доводять, що UASB-реактори не поступаються за своїми технологічними параметрами і ефективністю роботи EGSB-технологіям. UASB-технологія має такі переваги [14, 15]:

- регламентований гідродинамічний режим і стійкий бактеріальний консорціум активного мулу забезпечують високу продуктивність UASB-реакторів;

- питома потужність анаеробного зброджування реактора (без ферментів) становить до 16 кг ХПК/м^3 на добу з тривалістю зброджування розчинених органічних забруднень протягом 6-8 годин;

- цей технологічний процес дозволяє видалити більше 95% маси органічного забруднення, з концентрацією їх по ХПК на виході з біореактора в межах $1,5-3,0 \text{ г/дм}^3$;

- реактор можливо поділити на три різні частини: мулову основу, муловий шар, трифазний відділювач;

- винайдення UASB-реактора з висхідним потоком через шар активного мулу істотно поліпшило анаеробну метанізацію рідкої фракції;

- низький приріст біомаси при анаеробній метанізації рідкої фракції пояснюється малим енергетичним виходом реакцій, здійснюваних метановим біоценозом. Лише 8% енергії витрачається на приріст біомаси, 3% складають теплові втрати і 89% переходить у метан.

На рис. 3 зображено біосорблер з псевдозрідженим шаром частинок сорбенту (найчастіше використовують порошкоподібне активоване вугілля). Вода, що очищається, циркулює через реакційну зону та утримує сорбент у підвішеному стані. Після чого на поверхні цього сорбенту утворюється біоплівка активного мулу, що сприяє більш глибокому окисленню забруднення [9].

Біосорбери ефективні при знебарвленні води, видаленні вуглеводнів нафти, домішок фенольної групи і іншої резистентних органічних домішок. З урахуванням місцевих умов і результатів розрахунків біосорбери виконуються одно- або багатоступінчастими.

З даних табл. 1 [8,13] видно, що при анаеробних умовах і малій швидкості потоку ступінь очищення стічної води досягає 98% за ХСК.

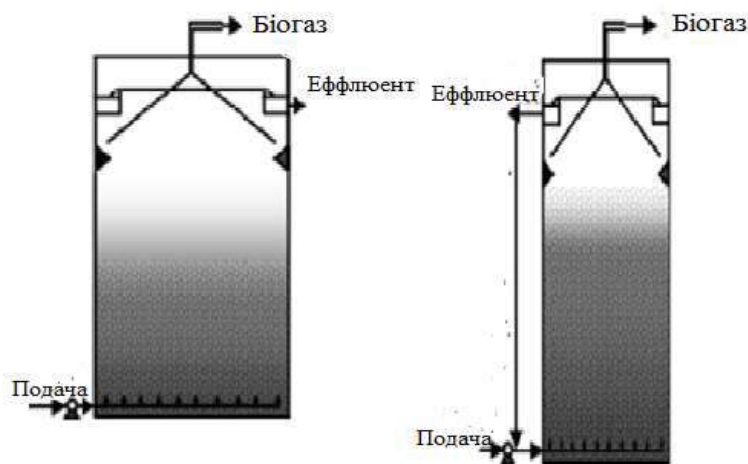


Рис. 2. Принципова схема UASB (а) та EGSB-реакторів (б) [13]

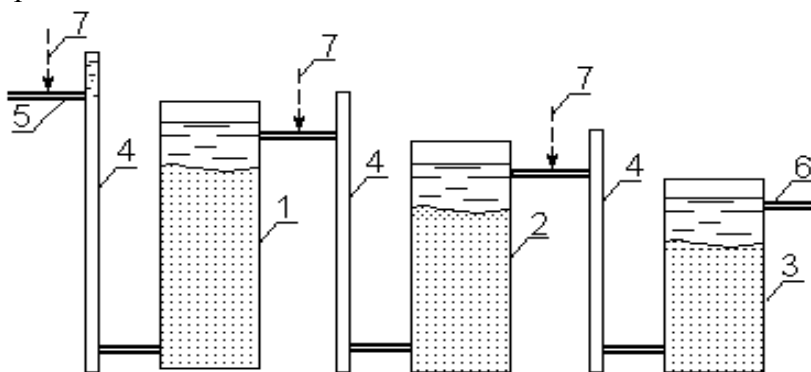


Рис. 3. Схема конструкційного рішення біосорбера:
1, 2, 3 – колони 1, 2, 3 ступенів; 4 – аераційні камери;
5 – подача води; 6 – очищена вода; 7 – повітря

Високий ступінь очищення досягається при тривалості обробки в анаеробному біофільтрі 21 год. [8], в UASB і EGSB-реакторів 5-6 год. [13], в біосорбері з псевдозрідженим шаром сорбенту досягається ступінь очищення 90% при часі утримання 0,8 год. [8].

Таблиця 1

Порівняльна характеристика різних типів установок біологічної обробки органічних відходів

Тип установки	Забрудненість стоків за ХСК, мг\дм ³	Концентрація зваженої маси мікроорганізмів в апараті, г\дм ³	Кількість видалених забруднень за ХСК, мг\дм ³	Ступінь очистки стоків за ХСК, %
Анаеробний біофільтр	3300	5-20	2420	73-81
UASB-реактор	3100	20-40	2530	86-98
EGSB-реактор	3100	20-35	2540	85-98
Біосорбер	1400	10-40	1165	81-90

У роботі [8] зазначено, що висока продуктивність біосорбера обумовлена сприятливими умовами для масообміну в псевдорозрідженому шарі і великою поверхнею частинок сорбенту з розвиненою біоплівкою. Однак недоліком роботи біосорбера є значні витрати енергії на аерацію.

Слід зазначити, що все більшого поширення набуває реалізація комплексних систем біологічної очищення, що включають як анаеробну так і аеробну стадії і забезпечують високу ступінь очищення від забруднюючих речовин. При цьому актуальним є впровадження систем утилізації низькопотенційного тепла відходів. Застосування теплових насосів для утилізації теплоти стічних вод дає ряд переваг не тільки економічного, але й екологічного характеру – за рахунок скорочення шкідливих викидів. Теплота, що отримується від теплонасосних установок, може бути використана як на власні потреби, так і реалізована споживачам [10].

У роботі [7] описане технологічне рішення, в якому оброблений в анаеробному біореакторі субстрат (ефлюент) направляється в накопичувач ефлюента і в безперервному режимі прокачується через теплообмінник-випарник теплового насоса (рис. 4).

Теплова енергія від ефлюента, через легко закипаючий теплоносії, після підвищення температурного потенціалу в компресорі передається через теплообмінник-конденсатор вихідному субстрату, що циркулює за схемою «біореактор–насос–теплообмінник–конденсатор–біореактор». Таким чином, теплова енергія нагрітого субстрату, що відводиться з біореактора, корисно використовується для нагріву інфлюента. При коефіцієнті перетворення теплового насоса на рівні 4-5, на кожні 3-4 кВт теплової потужності, що відводиться з біореактора з ефлюентом, може бути отримано 4-5 кВт теплової потужності, що підводиться до вихідного субстрату. При цьому витрачається ~ 1 кВт механічної потужності на приводі компресора. Недоліком цього технічного рішення є низька інтенсивність основних процесів, що визначають продуктивність технологічної лінії «приймальня ємність–біореактор–відстійник ефлюента»

У цілому використання теплонасосних установок дає можливість зменшити витрати потужності і покрити витрати на підігрів сировинної маси відходів.

Обговорення результатів аналізу біотехнологічних рішень переробки відходів та обґрунтування комплексної біотехнології рециклінгу органічних відходів АПК. Проаналізувавши існуючі варіанти реалізації біотехнологій переробки відходів ми прийшли до висновку про високу ефективність комбінації аеробних і анаеробних методів.

Комплексне біотехнологічне рішення рециклінгу відходів АПК, на наш погляд, слід реалізувати у двох стадійній формі:

I – попередня аеробна підготовка (біотермічна конверсія) з утилізацією низькопотенційного тепла відходів за допомогою теплових насосів;

II – анаеробна ферментація з виробництвом біошроту.

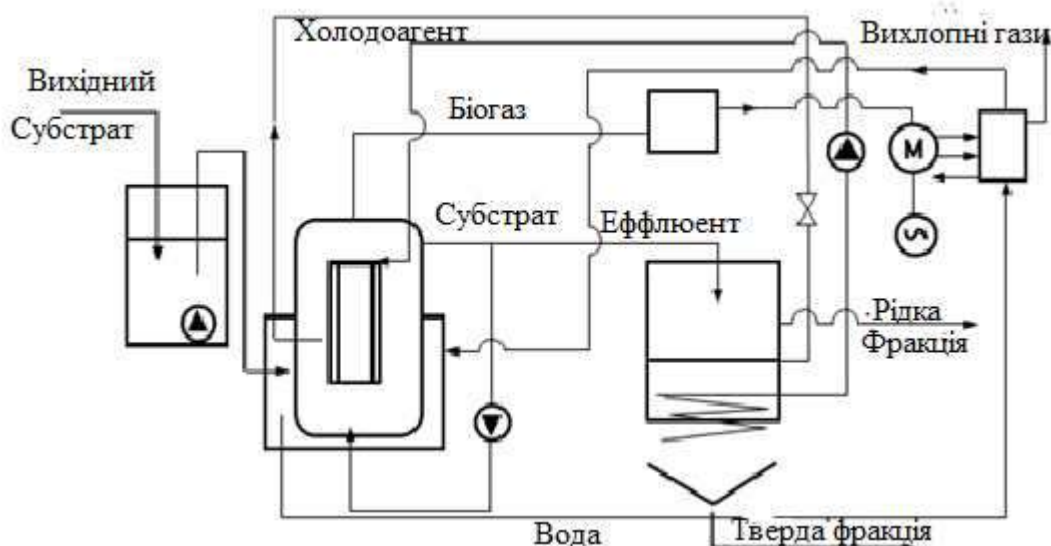


Рис. 4. Використання низькопотенційної теплоти ефлюента за допомогою теплового насоса

На першому етапі відбувається біотермічна конверсія, що дозволяє істотно скоротити витрати на знезараження органічних відходів і поліпшити їх санітарно-гігієнічні показники (внаслідок загибелі хвороботворних мікроорганізмів, яєць гельмінтів і личинок мух). У процесі життєдіяльності аеробних мікроорганізмів відбувається споживання і витрата органічних речовин, тому біотермічний процес найбільш ефективний при біоконверсії сирих незброджених органічних відходів АПК.

Доцільно застосувати процес біотермічної обробки в поєднанні з анаеробним зброджуванням відходів. При цьому низькопотенційне тепло відходів можна утилізувати за допомогою теплового насоса і використовувати для підтримки постійного температурного режиму в анаеробному біореакторі.

На другому етапі в процесі анаеробної ферментації відбувається утворення біогазу, який надходить на доочищення для отримання біометану, а маса збродженої суміші органічних відходів АПК піддається центрифугуванню. При цьому частина утвореного концентрату повертається в анаеробний біореактор як інокулят. Надлишок збродженої маси направляють на сушку для отримання сухого біошроту або добрива (в залежності від компонентного вихідного складу органовмісних відходів).

У подальших дослідженнях було б доцільним провести проектування технічного оснащення для реалізації запропонованої комплексної біотехнології, здійснити математичну формалізацію енерго-речовинного балансу системи і зробити розрахунок оптимальних співвідношень потоку сировини до потоку біомаси, яку повертатимуть в якості закваски в процесі анаеробної ферментації.

Висновки. Аналіз сучасних розробок в області конструкційних рішень біореакторів свідчить про високу ефективність використання UASB-реакторів з висхідним потоком через шар активного мулу, що істотно покращує анаеробну метанізацію рідкої фракції і досягає ступеня очищення стоків до 98% за ХПК.

У результаті порівняльного аналізу існуючих варіантів реалізації біотехнологій переробки відходів було обґрунтовано доцільність розробки комплексної біотехнології

рециклінгу відходів АПК при комбінації аеробних і анаеробних методів з утилізацією низькопотенційного тепла відходів і виробництвом біошроту або добрива.

Література

- 1 Водяников В. Т. Научно-технический прогресс и энергетика в АПК: экономика и тенденции развития / В. Т. Водяников, А. В. Шахов; под ред. В. Т. Водяникова. – Липецк: Издат. дом «Липецкая газета», 2010. – 288 с.
- 2 Гелетуха Г. Г. Перспективы производства и использования биометана в Украине / Г. Г. Гелетуха, П. П. Кучерук, Ю. Б. Матвеев // Аналитическая записка БАУ. – 2014. – №11. – 44 с.
- 3 Гелетуха Г. Г. Перспективы производства и использования биогаза в Украине / Г. Г. Гелетуха, П. П. Кучерук, Ю. Б. Матвеев // Аналитическая записка БАУ. – 2013. – №4. – С.15 – 20.
- 4 Гелетуха Г. Развитие биогазовых технологий в Украине и Германии: нормативно-правовое поле, состояние и перспективы [Електронний ресурс] / Г. Гелетуха, П. Кучерук, Ю. Матвеев. – Киев: НТЦ «Биомасса», 2013. – Режим доступа: <http://biomass.kiev.ua/activities/our-articles/981-biogas-booklet>.
- 5 Кривых Л. И. Утилизация отходов с животноводческих комплексов и ферм / Л. И. Кривых. – Барнаул: РИО АИПКРС АПК, 2005. – 40 с.
- 6 Калюжный С. В. Биотехнология защиты окружающей среды: единство биокаталитических и инженерных подходов / С. В. Калюжный // Известия академии наук. Серия химическая. – 2001. – №10. – С. 1735-1742.
- 7 Ковалев А. А. Возможные пути повышения энергетической эффективности биогазовой установки / Ковалев А. А., Ковалев Д. А. // Вестник Вниимж. ежеквартальный научный журнал. Серия: механизация, автоматизация и машинные технологии в животноводстве. – 2012. – №4(8) – С. 36–41.
- 8 Ровенская И. А. Моделирование процесса очистки сточной воды молокоперерабатывающего производства в анаэробных биореакторах различных типов / И. А. Ровенская, Н. С. Ручай, О. Ю. Фролова, Т. П. Сергеева // Труды Белорусского государственного технологического университета. Серия 4: Химия, технология органических веществ и биотехнология. – 2008. – № 4, том 1.– С. 239–242.
- 9 Семенов М. Ю. Биологическая очистка поверхностных сточных вод от органических загрязнений и соединений азота: автореф. дисс. на соискание степени к.т.н. 05.23.04 – Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов. – М., 2007. – 23 с.
- 10 Слесаренко В. В. Перспективы применения тепловых насосов при утилизации теплоты стоков / В. В. Слесаренко, В. В. Князев, В. В. Вагнер. // Энергосбережение и водоподготовка. – 2012. – №3 (77). – С.28–33.
- 11 Шалимов Ю. Н. Энергетический комплекс утилизации отходов промышленного и сельскохозяйственного производства [Електронний ресурс] / Ю. Н. Шалимов, Е. Л. Савельева // Электротехнические комплексы и системы управления. – 2008. – №2. – Режим доступа: <http://www.v-itc.ru/electrotech/2008/02/pdf/2008-02-21.pdf>.
- 12 Brito A. G. A simplified analysis of reaction and mass transfer in UASB reactors / A. G. Brito, L. F. Melo // Environmental technology. – 1997. – Vol. 18. – P. 35– 44.
- 13 Samer M. Biological and Chemical Wastewater Treatment Processes [Electronic resource] / M. Samer // In Tech Europe. – 2015. – Режим доступа: <http://www.intechopen.com/subjects/engineering>.
- 14 Seung J. Lim Comparisons Between the UASB and the EGSB Reactor. [Electronic resource] / J. Lim Seung // Energy. – 2010. – Режим доступа: <http://www.public.iastate.edu/~tge/courses/ce521/seungjoo.pdf>.

15 Tera V. UASB Technology – expectation and reality [Electronic resource] / V. Tera, A. Nema // United Nation Asian and Pacific Centre for Agricultural Engineering and Machinery. – 2010. – Режим доступа: <http://www.sswm.info/library/336>.

© Л. Д. Пляцук,
Є. Ю. Черниш,
А. А. Горова

УДК 697.1:699.865

М. С. Мальований¹, А. Жичинська²
¹Національний університет
«Львівська політехніка»,
²Люблінська Політехніка, Польща

МІНІМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОВИТРАТ НА ОПАЛЕННЯ БУДИНКІВ ШЛЯХОМ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ (НА ПРИКЛАДІ НАВЧАЛЬНИХ КОРПУСІВ)

У статті представлені результати аналізу зниження споживання тепла для опалення в результаті термомодернізації. На основі енергетичного аналізу трьох навчальних корпусів встановлена різниця між значеннями економії експлуатаційної енергії в порівнянні з прогнозованою економією енергії, оціненою за результатами енергоаудитів окремих будівель. Проаналізована величина інвестицій та встановлений термін окупності заходів термомодернізації.

Ключові слова: термомодернізація, енергоаудит, тепло, опалення, економія енергії, інвестиції, енергозбереження.

В статье представлены результаты анализа снижения потребления тепла для отопления в результате термомодернизации. На основании энергетического анализа трех учебных корпусов установлена разница между значениями экономии эксплуатационной энергии в сравнении с прогнозированной экономией энергии, оцененной по результатам энергоаудитов отдельных зданий. Проведен анализ размера инвестиций и установлен срок окупаемости мероприятий термомодернизации.

Ключевые слова: термомодернизация, энергоаудит, тепло, отопление, экономия энергии, инвестиции, энергосбережение.

The article compiles the results of the analysis of energy consumption reduction for central heating due to thermo modernization. The energy analysis that was conducted on three buildings gave the possibility to determine the difference between the operational energy savings compared to the predicted energy savings, which was calculated during energy audits of

15 Tera V. UASB Technology – expectation and reality [Electronic resource] / V. Tera, A. Nema // United Nation Asian and Pacific Centre for Agricultural Engineering and Machinery. – 2010. – Режим доступа: <http://www.sswm.info/library/336>.

© Л. Д. Пляцук,
Є. Ю. Черниш,
А. А. Горова

УДК 697.1:699.865

М. С. Мальований¹, А. Жичинська²
¹Національний університет
«Львівська політехніка»,
²Люблінська Політехніка, Польща

МІНІМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОВИТРАТ НА ОПАЛЕННЯ БУДИНКІВ ШЛЯХОМ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ (НА ПРИКЛАДІ НАВЧАЛЬНИХ КОРПУСІВ)

У статті представлені результати аналізу зниження споживання тепла для опалення в результаті термомодернізації. На основі енергетичного аналізу трьох навчальних корпусів встановлена різниця між значеннями економії експлуатаційної енергії в порівнянні з прогнозованою економією енергії, оціненою за результатами енергоаудитів окремих будівель. Проаналізована величина інвестицій та встановлений термін окупності заходів термомодернізації.

Ключові слова: термомодернізація, енергоаудит, тепло, опалення, економія енергії, інвестиції, енергозбереження.

В статье представлены результаты анализа снижения потребления тепла для отопления в результате термомодернизации. На основании энергетического анализа трех учебных корпусов установлена разница между значениями экономии эксплуатационной энергии в сравнении с прогнозированной экономией энергии, оцененной по результатам энергоаудитов отдельных зданий. Проведен анализ размера инвестиций и установлен срок окупаемости мероприятий термомодернизации.

Ключевые слова: термомодернизация, энергоаудит, тепло, отопление, экономия энергии, инвестиции, энергосбережение.

The article compiles the results of the analysis of energy consumption reduction for central heating due to thermo modernization. The energy analysis that was conducted on three buildings gave the possibility to determine the difference between the operational energy savings compared to the predicted energy savings, which was calculated during energy audits of

individual buildings. The future investments were evaluated, as well as the payback period was estimated.

Key words: thermo modernization, energy audit, energy, heating, energy saving, investment.

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій. У багатьох країнах вже впродовж значного часу спрямовуються зусилля на проведення термомодернізації, ціллю якої є значне скорочення споживання енергії в існуючих будівлях [1–7]. У Польщі ця діяльність поширюється, в першу чергу, стосовно житлових будинків та будинків громадської діяльності, і для будівель такого типу ці заходи отримують фінансову підтримку з боку держави або Євросоюзу [8–10]. Все частіше з'являється також можливість часткового дофінансування проведення широкомасштабної термомодернізації і для промислових будівель. Незалежно від типу будівлі підтримуються заходи щодо комплексної термомодернізації, яку останнім часом часто називають "глибокою" і передбачають заходи з поліпшення теплоізоляції конструкцій будівлі, а також поліпшення ефективності систем опалення, гарячого водопостачання, охолодження та стаціонарно вбудованого освітлення. В аналізі таких комплексних заходів розглядається також можливість використання відновлювальних джерел енергії. Невід'ємним елементом оцінки досягнутих результатів термомодернізації поряд із очікуваним ступенем економії енергії є і аналіз інвестиційних затрат та очікуваного терміну окупності цих затрат, за рахунок яких проводиться термомодернізація [5–7]. З цією метою для кожного окремого будинку проводився енергоаудит. Результати енергоаудиту є обов'язковою складовою заявки для виділення інвестицій з ціллю проведення термомодернізації. Розрахунки, які є складовою енергоаудиту, і які пов'язані із енергоспоживанням будинку, проводяться у відповідності до чинних європейських стандартів та національного законодавства для так званих стандартних кліматичних умов і стандартного використання будівлі [11–13]. У багатьох випадках, з точки зору потреб тепла для опалення, порівняння отриманих енергетичних та фінансових ефектів, що містяться в аудитах, із реальними ефектами вказує на значні розбіжності [7, 14].

Мета статті. Ціллю аналізу, який приведений в цій статті, є визначити розмір розбіжностей між енергетичними та фінансовими ефектами, що містяться в аудитах та реальними ефектами, а також виявлення причин їх появи в ракурсі опалення будівлі. Індикатором, який найкращим чином характеризує потреби будівлі в енергії для обігріву, є індикатор потреби в кінцевій енергії, який враховує потребу на спожиту енергію та ефективність системи опалення. В експлуатаційних умовах його можна визначити на підставі показів лічильника тепла.

Виклад основного матеріалу. Для аналізу використано дані енергетичних аудитів трьох громадських будівель (навчальних) і вимірювання споживання тепла (дві будівлі) та природного газу (одна будівля) в умовах експлуатації. Для аналізу були обрані будівлі, в яких була проведена повна термомодернізація в ракурсі термоізоляції конструкцій будівель та модернізації систем обігріву. Характеристики будівель наведені в табл. 1.

Теплоізоляція будівельних перегородок та покращення ефективності системи опалення після термомодернізації були аналогічні у всіх будівлях. Енергетичні аудити, які проводились з ціллю отримання фінансування для виконання термомодернізації, були виконані відповідно до методологічних вимог в Польщі згідно діючих правил і на основі європейських стандартів. Дані, що містяться в результатах енергетичних аудитів, дозволили визначити розрахункову величину споживання, індикатор кінцевої енергії для опалення та прогнозовану економію енергії за рахунок термомодернізації, а також аналіз фактичного споживання тепла або газу, для експлуатаційних показників. Корекція результатів вимірювань проводилась шляхом приведення їх до стандартних умов введенням так званого індексу фактора опалювального сезону. Проведено аналіз

інвестицій та заощаджень експлуатаційних витрат і розраховано термін окупності за умови постійних цін на енергоносії.

Таблиця 1

Характеристика будинків

№ будинку	Вік будови	Об'єм, м ³	Технологія виконання	Джерело тепла	Спектр робіт термомодернізації	Коефіцієнт теплопередачі перегородок, В/м ² К
B1	роки 50-ті XX ст.	11600	традиційна	центральне опалення	- заміна установки обігріву, - модернізація підстанції,	- стіни – 0,25 - стелі – 0,22 – дахи, стропи – 0,22 - двері – 1,9 - вікна – 1,8
B2	роки 50-ті XX ст.	9290	традиційна	центральне опалення	- утеплення стін - утеплення дахів і стель - заміна вікон і дверей	
B3	роки 60-ті і 70-ті XX ст.	13900	традиційна	газова котельня	- модернізація системи обігріву, - утеплення стін - утеплення дахів і стель - заміна дверей	

Для обрахунків використано залежності:

$$Q = Q_p \varphi; EO_i = \frac{Q}{V_H}; PO = \frac{I}{\Delta \Phi}, \quad (1)$$

де: Q – споживання тепла після термомодернізації, перераховане на так званий стандартний сезон, [GJ]; Q_p – реальне споживання тепла після термомодернізації, [GJ]; φ – поправочний коефіцієнт для опалювального сезону; EO_i – остаточний індикатор споживання енергії [КВт/м³ · рік]; V_H – об'єм обігріву [м³]; PO – період окупності [рік]; I – розмір інвестицій [злоті]; $\Delta \Phi$ – фінансові заощадження [злоті/рік].

У табл. 2 наведено енергетичний ефект, отриманий в результаті термомодернізації та порівняння його із даними, наведеними у енергоаудиті, а в таблиці 3 підсумовано економічні показники. На рис.1 показана планова та фактична вартість термомодернізації (після виділення фінансування) [4].

Таблиця 2

Енергетичні ефекти, досягнуті термомодернізацією

Номер будинку	Споживання тепла, GJ/рік			Економія енергії, GJ/рік		Економія енергії, %		Різниця, %
	перед аудитом	після аудиту	вимірювання	аудит	вимірювання	аудит	вимірювання	
B1	2509,1	1060,0	1008,4	1449,1	1500,7	57,8	59,2	+2,0
B2	1727,8	851,9	804,1	875,9	923,7	50,7	53,5	+2,8
B3	2331,5	1155,8	1310,2	1175,7	1021,3	50,4	43,8	-6,6

На підставі споживання тепла, як показано в табл. 2, визначався остаточний індикатор споживання енергії для нагріву одиниці об'єму (EO_i). Він міститься в інтервалі від 24,0 до 26,2 кВт-год/м³.

Дані, наведені на рис. 1 свідчать, що у кожному проаналізованому випадку планований розмір інвестицій із супроводжуючими роботами вищі від фактичних витрат, різниця досить значна і складає від 16% до 36% в залежності від будинку.

Представлені у табл. 3 дані свідчать, що збільшення реальної вартості комплексної термомодернізації за рахунок супроводжуючих робіт, яка для окремих будівель відрізняється в широкому діапазоні і складає відповідно для В3 – біля 5% для В1 – приблизно 9%, а для В2 – біля 35%. Такі великі розбіжності виникають за рахунок різного технічного стану будівель. Відмінності між фактичними та розрахунковими інвестиційними коштами мають вирішальний вплив на величину терміну окупності, і очевидно, що будь-яка додаткова робота призводить до їх збільшення. У випадку врахування тільки вартості термомодернізації для кожного із аналізованих випадків значення терміну окупності досить високе.

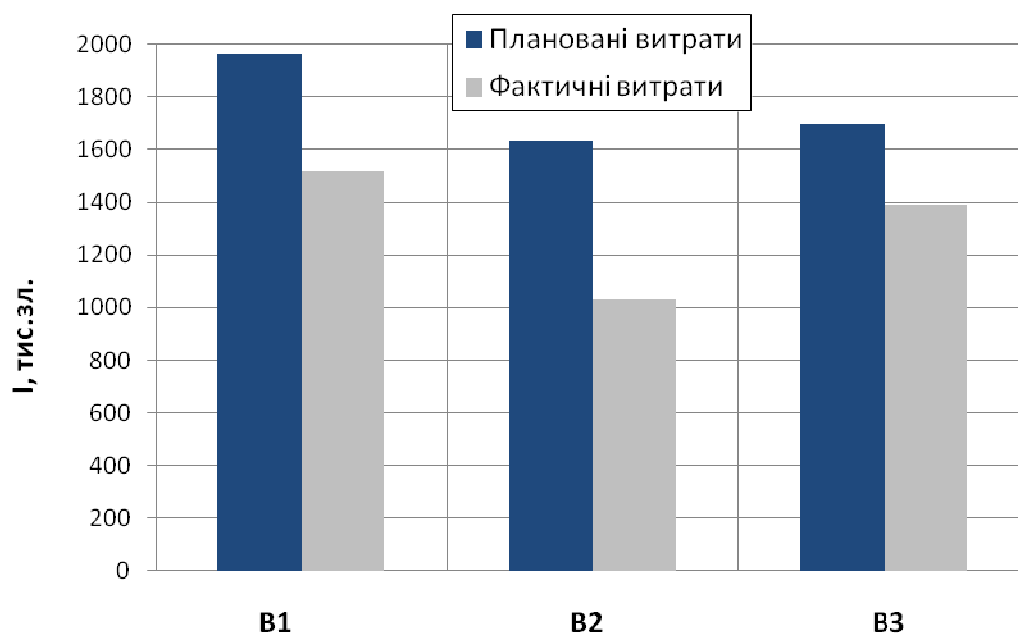


Рис. 1. Плановані та фактичні витрати термомодернізації із супроводжуючими роботами.

Таблиця 3

Економічна характеристика термомодернізації

Номер будинку	Фінансові заощадження	Інвестиції		Період окупності	
	$\Delta\Phi$, злоті/рік	I_1 , злоті	I_2 , злоті	$ПО_1$, роки	$ПО_2$, роки
В1	75 870	1 392 399	1 514 868	18,4	20,0
В2	41 805	765 675	1 030 125	18,3	24,6
В3	68 398	1 333 031	1 391 948	19,5	20,4

Індекс 1 – для фактичної вартості термомодернізації без супроводжуючих робіт;
Індекс 2 – для фактичної вартості термомодернізації із супроводжуючими роботами.

Висновки. Заходи, комплексної термомодернізації сприяли значному скороченню споживання тепла для опалення в аналізованих навчальних будинках. Зниження потреби на тепло за умови дотримання зовнішніх та внутрішніх стандартних умов в порівнянні з цією величиною до проведення термомодернізації коливалася від границь 44–59%.

Отримані енергетичні ефекти близькі до очікуваних ефектів, отриманих в енергоаудитах, і для двох будинків вище в розмірах біля 2%, а для одного будинку нижче приблизно на 6%. Це означає, що цільовий стан, який описаний в енергоаудитах був досягнутим. Будівлі характеризуються значно нижчими потребами в теплі для опалення, ніж до термомодернізації. Цей показник після термомодернізації для всіх будівель близький і знаходиться в діапазоні від 24,0 до 26,2 кВт-год/м³.

Однак, слід зазначити, що отриманий рівеньощадності, віднесений до так званих стандартних умов, не означає, що наступить задеклароване реальне зменшення споживання тепла, оскільки перед термомодернізацією в будинках не були дотримані вимоги нормативів. Досягнення поставленої мети можливе лише за умови коли експлуатація будинків буде проводитись правильно, а потреба в теплі і споживання енергії будуть раціональними. Нездатність контролювати і аналізувати споживання енергії в будівлі, а також проведення біжучих експлуатаційних заходів щодо підвищення ефективності опалювальної системи може призвести до значних розбіжностей між прогнозованим та реальним ефектами.

Окреме важливе питання при проведенні інвестиційної термомодернізації є планування та аналіз витрат, понесених в ході реалізації інвестицій. При розрахунку капітальних витрат слід також включати вартість супроводжуваних робіт, які не приносять економії енергії, але є обов'язковими для виконання із технічних причин. У нинішніх умовах конкуренції на будівельному ринку, витрачені інвестиційні фактичні кошти є нижчими від планованих. У деяких випадках настає значне збільшення інвестиційних витрат через необхідність проведення супроводжуваних робіт, що викликає відповідно збільшення терміну окупності. Слід зауважити, що інвестиції комплексної термомодернізації, яка проводилась для аналізованих будинків, не належать до проектів, які характеризуються хорошими економічними показниками. Проте, необхідно підкреслити, що економічні аспекти не є найважливішим критерієм для оцінки термомодернізації. Термомодернізація цих будівель окрім значного зниження споживання тепла, що дозволяє значно скоротити викиди забруднюючих речовин в атмосферу, сприяла серед інших речей покращенню теплового комфорту в приміщеннях, дозволила довести конструкцію будівлі та опалювальної системи до сучасних обов'язкових вимог згідно технічно – будівельних норм, дозволила усунути багато несправностей в процесі проведення ремонтних робіт, сприяла значним естетичним ефектам в будинках та поліпшенню використання та експлуатації будівель.

Література

- 1 Droutsas K.G. Mapping the energy performance of hellenic residential buildings from EPC (energy performance certificate)/ K.G.Droutsas, S.Kontoyiannidis, E. G.Dascalaki, C. A. Balaras// Energy, Volume 98, №1, 2016. – P. 284-295.
- 2 Jermyn D. A process for developing deep energy retrofit strategies for single-family housing typologies: Three Toronto case studies/ D.Jermyn, R.Richman// Energy and Buildings, Volume 116, №15, 2016. – P. 522-534.
- 3 Kalinowska H. Wieloaspektowe efekty termomodernizacji wielkopłytowych budynków mieszkalnych/ H.Kalinowska, B.Więcek// Izolacje, №1/2011. – P.34-39.
- 4 Rocha P. Energy-efficient building retrofits: An assessment of regulatory proposals under uncertainty/ P.Rocha, M.Kaut, A.S.Siddiqui//Energy, V. 101, №15, 2016. – P. 278-287.
- 5 Życzyńska A. Oszczędności energetyczne i ekonomiczne w budynkach po termomodernizacji/A.Życzyńska//Międzynarodowa konferencja Naukowo-Szkoleniowa „Przyjazny Dom; Dom Energooszczędny”; Krynica Zdrój 3-5 czerwca 2009 r. Materiały konferencyjne, 2009. – P.205-216.
- 6 Życzyńska A. The heat consumption and heating costs after the insulation of building partitions of building complex supplied by the local oil boiler room/A.Życzyńska//Maintenance and Reliability, V.16, №2, 2014. – P.294-299.

7 Życzyńska A. Rzeczywiste oszczędności ciepła i kosztów ogrzewania po termomodernizacji budynków wielolokalowych/A.Życzyńska G.Dyś./XXIV Spotkania Producentów, Dystrybutorów i Odbiorców Ciepła Puławy 29-31 stycznia 2008 r. Materiały konferencyjne, 2008. – P.73-80.

8 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 marca 2009 r. (z póź. zmianami) w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. nr 43/2009 r. poz. 346);

9 Ustawa o wspieraniu termomodernizacji i remontów z dnia 21.11.2008 (tekst jednolity Dz.U. z 30.05.2014 r., poz. 712);

10 Życzyńska A. Wykorzystanie audytu oraz świadectwa energetycznego budynku przy zarządzaniu nieruchomością/ A.Życzyńska // Budownictwo i Architektura, №12(4), 2013. – P.107-116.

11 Barbetta G. P. The impact of energy audits on energy efficiency investment of public owners. Evidence from Italy/G.P.Barbetta, P.Canino, S.Cima// Energy, V.93, P.1, №15. – P.1199-1209.

12 Murphy L. The influence of energy audits on the energy efficiency investments of private owner-occupied households in the Netherlands/L.Murphy//Energy Policy, V.65, №2, 2014. – P.398-407.

13 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 18.03.2015 r., poz. 376);

14 Balaras C.A. Empirical assessment of calculated and actual heating energy use in Hellenic residential buildings/C.A.Balaras, E.G.Dascalaki, K.G.Droutsas, S.Kontoyiannidis // Applied Energy, V.164, №2, 2016. – P.115-132.

© М. С. Мальований,
А. Жичинська

УДК (574+502):55

*О. Р. Манюк, Н. В. Боднар, М. Ю. Голембйовська
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ПОЛІГОНІВ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ЗА РАХУНОК ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ ГОРЮЧИХ КОМПОНЕНТІВ

В роботі, на основі проведених досліджень, науково обґрунтовано виділення і використання із гетерогенної суміші твердих побутових відходів горючих компонентів з високою теплотвірною здатністю. Використання яких, як паливо на Бурштинській ТЕС, дозволить зекономити природні ресурси (газ, вугілля), суттєво зменшити об'єми міграції забруднюючих речовин в довкілля, зменшити потребу в земельних ресурсах під нові полігони ТПВ.

Ключові слова: тверді побутові відходи, горючі компоненти, біогаз, довкілля, енергетичний потенціал.

7 Życzyńska A. Rzeczywiste oszczędności ciepła i kosztów ogrzewania po termomodernizacji budynków wielolokalowych/A.Życzyńska G.Dyś./XXIV Spotkania Producentów, Dystrybutorów i Odbiorców Ciepła Puławy 29-31 stycznia 2008 r. Materiały konferencyjne, 2008. – P.73-80.

8 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 marca 2009 r. (z póź. zmianami) w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. nr 43/2009 r. poz. 346);

9 Ustawa o wspieraniu termomodernizacji i remontów z dnia 21.11.2008 (tekst jednolity Dz.U. z 30.05.2014 r., poz. 712);

10 Życzyńska A. Wykorzystanie audytu oraz świadectwa energetycznego budynku przy zarządzaniu nieruchomością/ A.Życzyńska // Budownictwo i Architektura, №12(4), 2013. – P.107-116.

11 Barbetta G. P. The impact of energy audits on energy efficiency investment of public owners. Evidence from Italy/G.P.Barbetta, P.Canino, S.Cima// Energy, V.93, P.1, №15. – P.1199-1209.

12 Murphy L. The influence of energy audits on the energy efficiency investments of private owner-occupied households in the Netherlands/L.Murphy//Energy Policy, V.65, №2, 2014. – P.398-407.

13 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 18.03.2015 r., poz. 376);

14 Balaras C.A. Empirical assessment of calculated and actual heating energy use in Hellenic residential buildings/C.A.Balaras, E.G.Dascalaki, K.G.Droutsas, S.Kontoyiannidis // Applied Energy, V.164, №2, 2016. – P.115-132.

© М. С. Мальований,
А. Жичинська

УДК (574+502):55

*О. Р. Манюк, Н. В. Боднар, М. Ю. Голембйовська
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ПОЛІГОНІВ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ЗА РАХУНОК ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ ГОРЮЧИХ КОМПОНЕНТІВ

В роботі, на основі проведених досліджень, науково обґрунтовано виділення і використання із гетерогенної суміші твердих побутових відходів горючих компонентів з високою теплотвірною здатністю. Використання яких, як паливо на Бурштинській ТЕС, дозволить зекономити природні ресурси (газ, вугілля), суттєво зменшити об'єми міграції забруднюючих речовин в довкілля, зменшити потребу в земельних ресурсах під нові полігони ТПВ.

Ключові слова: тверді побутові відходи, горючі компоненти, біогаз, довкілля, енергетичний потенціал.

В работе, на основании проведенных исследований, научно обосновано выделение и использование из гетерогенной смеси твердых бытовых отходов горючих компонентов с высокой теплотворной способностью. Использование которых, как топливо на Бурштынской ТЭС, позволит сэкономить природные ресурсы (газ, уголь), существенно уменьшить объемы миграции загрязняющих веществ в окружающую среду, уменьшить потребность в земельных ресурсах под новые полигоны ТБО.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, горючие компоненты, биогаз, окружающая среда, энергетический потенциал.

In-process on the basis of undertaken studies a selection and use are scientifically reasonable from heterogeneous mixture of hard domestic wastes of combustible compos of with high calorific ability. Use of that, as a fuel on Burstyn TES will allow to economize natural resources (gas, coal), substantially decrease the volumes of migration of contaminants in an environment, to decrease a requirement in the landed resources under the new grounds of hard domestic wastes.

Keywords: hard domestic wastes, combustible components, biogas, environment, power potential.

Вступ та актуальність проблеми. Безумовно, проблема складування і зберігання побутових та промислових відходів є однією з найактуальніших та життєво важливих екологічних проблем України, яка нагадала про себе нещодавніми подіями на Грибовицькому сміттєзвалищі поблизу Львова.

Так, за підрахунками спеціалістів, за час свого існування (особливо в останні 20 років) людина зуміла знищити більше половини природних екосистем планети, які могли переробляти відходи людської життєдіяльності. Як наслідок, об'єм допустимої дії на біосферу уже перевищує допустиму норму в декілька разів. На сьогодні в навколишнє середовище викидаються тисячі тонн речовин, які ніколи у ньому не знаходились (пластмаси, пластик та ін.) і які практично не піддаються перетворенню існуючими природними екосистемами.

Отже, на сьогодні суспільство зіткнулося з одного боку із всезростаючими потребами, а з іншого - з неспроможністю біосфери забезпечувати асиміляцію відходів.

На жаль існуюча в Україні схема поводження з твердими побутовими відходами полягає в тому, що близько 95% твердих побутових відходів (ТПВ) складаються на полігонах захоронення, так званих сміттєзвалищах. При цьому переважна більшість таких сміттєзвалищ не відповідає елементарним вимогам до їхнього влаштування та експлуатації. У них немає ізолювальних захисних екранів, часто порушують технологію складування відходів. Унаслідок цього вони з природоохоронних споруд, які повинні були б забезпечувати захист довкілля від забруднення атмосфери, ґрунтово-рослинного покриву, підземних і поверхневих вод, перешкоджати поширенню забруднень за межі майданчика складування сміття, перетворюються в потужні вогнища дестабілізації екологічної ситуації.

Усе це ставить на порядок денний необхідність детального вивчення екологічного стану таких полігонів ТПВ та розробки необхідних заходів, щодо зниження екологічного навантаження цих об'єктів на довкілля.

Аналіз останніх досліджень і публікацій в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Слід зазначити, що проблема оцінки характеру та особливостей впливу полігонів ТПВ на різні компоненти довкілля на сьогодні є маловивченою. Проведені дослідження [1, 3, 5 та ін.] не мають системного характеру. Вони здебільшого охоплювали окремі складові довкілля, не враховуючи особливостей природних умов територій. Відбір проб на аналізи проводяться здебільшого без прив'язки їх до топографічної основи.

Переважну більшість із них відбирають лише в межах санітарно-захисної зони, а набір забруднюючих інгредієнтів, які вивчають, постійно змінюється.

Метою наших досліджень і зокрема цієї праці є диференціація, тобто виділення внеску окремих вуглецевмісних компонентів полігонів ТПВ у загальному екологічному навантаженні об'єкту, що вивчається на довкілля.

Виклад основного матеріалу досліджень. Особливо гострою ця проблема є для найбільшого на території Івано-Франківської області полігону твердих побутових відходів, який розташований поблизу села Рибного за 15 кілометрів від обласного центру (рис. 1). На жаль цей полігон, як і Грибовицький поблизу Львова, будувався за радянських часів і має аналогічні проблеми. Так, найбільшими проблемами полігону є його наповненість, на 75%, переповненість відстійників фільтратом, а також виділення біогазу. І якщо обсяги вивезення сміття не зміняться, то потужності полігону вистачить лише на 10 років.

У морфологічному складі ТПВ полігон с.Рибне представлений наступними фракціями: по-перше ті, що легко розкладаються (харчові відходи та папір); по-друге такі



Рис. 1. Полігон ТПВ у с. Рибне Івано-Франківської області

для яких характерний середній по тривалості період розпаду (дерево, текстиль); по-третє фракції, що погано розкладаються і мають тривалий період розпаду (пластик, кістки, резина, шкіряні вироби), та такі фракції, що практично не піддаються розпаду і представлені чорними та кольоровими металами, скло, будівельне сміття (табл. 1).

З точки зору елементного складу полігону ТПВ то, як показала практика досліджень, основу їх складають вуглецевмісні компоненти (табл. 2). Саме такі компоненти і зумовлюють суттєве екологічне навантаження при експлуатації полігонів ТПВ в навколишньому середовищі.

Таблиця 1

Період напіврозпаду відходів та фактори біорозпаду різних типів ТПВ

Тип ТПВ	Відходи	Період напіврозпаду відходів, рік			Фактор біорозпаду
		мокрих	середніх	сухих	
Легко розпадаються	Харчові відходи, одноразовий папір-посуд, журнальний папір	3	7	15	0,83
Середній період розпаду	Целофан, упаковка, офісний папір, трава, листя	7	15	25	0,60-0,72
Тривалий період розпаду	Гофрований картон, дерев'яні вироби	15	25	50	0,22

На даний час, полігон складування ТПВ с. Рибне нами розглядається як активний біологічний реактор, управління яким лише в теперішній час починають вивчати. Так, в складній системі біореактора, який працює при постійному надходженні свіжих відходів через нерівномірні проміжки часу, проходить процес біодеградації органогенів ТПВ шляхом дії на них аеробної і анаеробної мікрофлори. Так у товщі заскладованих на

полігоні відходів під дією мікрофлори проходить біотермічний процес, тобто анаеробний процес розпаду органічних складових, в результаті в атмосферу потрапля біогаз, головним складником якого є метан і диоксид вуглецю (до 96 %). Поряд з основними компонентами біогаз включає: пару води, аміак, толуол, ксилол, етилбензол, фенол, сірководень.

Таблиця 2

Елементний склад ТПВ с. Рибне

Компоненти ТПВ	Хімічна формула					Зольність, Д.од	Вологість, Д.од
	С	Н	О	N	S		
Харчові відходи	320	508	188	14,9	1,0	0,05	0,7
Одноразовий папір, паперовий посуд, журнальний папір	581	952	441	3,4	1,0	0,06	0,06
Целофан, упаковка, офісний папір	581	952	441	3,4	1,0	0,06	0,06
Гофрований картон	581	952	441	3,4	1,0	0,06	0,06
Вироби з деревини	425	636	254	6,41	1,0	0,045	0,6
Тканина	979	1396	417	70,2	1,0	0,025	0,1
Шкіра	400	635	58,1	57,2	1,0	0,1	0,1

Нами, на основі стехіометричних моделей повного розпаду для вуглецевмісних компонентів ТПВ і морфологічного складу відходів полігону, з врахуванням часу розкладання і даних по складу біогазу [2, 4], було спрогнозовано питомий вихід біогазу за окремими компонентами ТПВ полігону с. Рибне (табл. 3, рис. 2).

Таблиця 3

Питомий вихід біогазу за окремими компонентами ТПВ полігону с. Рибне

Назва компонента ТПВ	Вміст кг/кг, ТПВ	Час повного розпаду, роки	Середньорічний вихід (за роками генерації)				
			1-14	15-30	31-50	51-100	Всього
Макулатура*	0,096	14	0,0039	0,0	0,0	0,0	0,1359
Макулатура**	0,072	30	0,0014	0,0014	0,0	0,0	
Макулатура***	0,072	50	0,0008	0,0008	0,0008	0,0	
Дерево	0,026	50	0,0002	0,0002	0,0002	0,0	0,0088
Текстиль	0,044	30	0,0011	0,0011	0,0	0,0	0,0321
Шкіра	0,0065	40	0,0002	0,0002	0,0002	0,0	0,0063
Резина	0,0065	1000	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,0069
Плівка	0,026	200	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,0193
Пластмаса.	0,032	1000	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,0237
Харчові відходи	0,1882	14	0,00901	0,0	0,0	0,0	0,1261
Всього			0,0166	0,0037	0,0013	0,0001	0,3592

*— одноразовий посуд;

**— офісний папір;

***— гофрований картон

Аналіз отриманих даних таблиці та рисунку показав, що максимальне утворення біогазу проходить в перші роки генерації, за рахунок матеріалів, які швидко розпадаються.

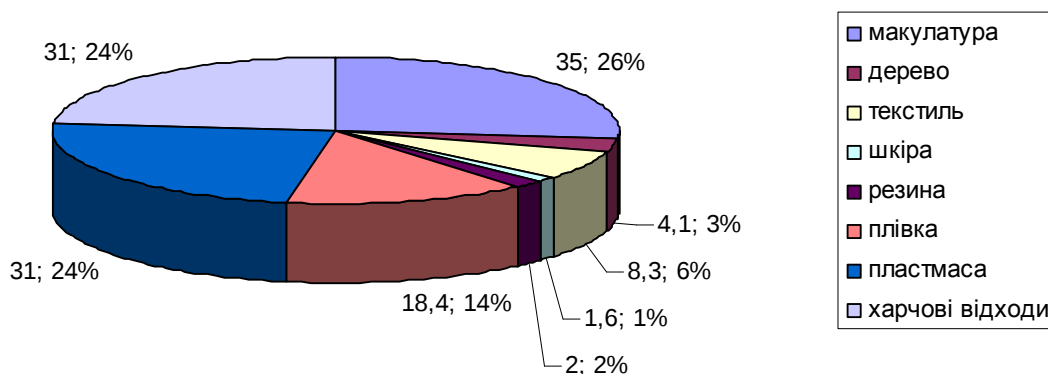


Рис. 2. Розподіл газоносної здатності за компонентами ТПВ

Відповідно загальний емісійний потік, який надходить у навколишнє середовище в результаті розкладання ТПВ, можна класифікувати за агрегатним станом на потік газоподібних E_g (в основному характеризується генерацією біогазу), розчинних E_p (утворення фільтрату) і твердих матеріалів E_t (грунти і акумульовані у ньому нерозчинні сполуки):

$$E = \sum E_i = E_g + E_p + E_t \quad (1)$$

Відповідно, зменшення маси компонентів ТПВ, за рахунок їх розпаду можна описати наступним рівнянням [4]:

$$m = m_0 \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T_{0,5}} \Delta t} \right) \quad (2)$$

де, m – маса компонентів ТПВ, яка ще залишилась на звалищі на момент часу, t ; m_0 – початкова маса на момент часу t_0 , кг; $T_{0,5}$ – час напіврозпаду, роки; Δt – період складування, роки.

Так використовуючи вище наведену формулу (2) нами проведено відповідні розрахунки в результаті яких встановлена величина зменшення маси заскладованих матеріалів, що в свою чергу дозволило кількісно оцінити $(E_g + E_p)$. Відповідні результати проведених досліджень деструкції вуглецевмісних компонентів ТПВ нами представлено в табл. 4.

Аналіз отриманих даних (табл. 4) показав, що найбільший процент утворення розчинних речовин серед вуглецевмісних компонентів полігону ТПВ припадає на відходи із дерева, пластмаси та резини.

Очевидно, якщо із загальної маси ТПВ які ідуть на захоронення, відділити відходи із дерева, пластмаси та резини, то надходження розчинних речовин в навколишнє середовище може знизитися аж на 36,5%. З іншого боку вище згадані матеріали (деревина, пластмаси) володіють високою теплотворною здатністю. В цьому аспекті нами пропонується можливість використання вище згаданих вуглецевмісних матеріалів в якості пального на Бурштинській ТЕС.

Висновки. Таким чином, вважаємо, що виділення та використання із гетерогенної суміші полігонів ТПВ компонентів з високою теплотворною здатністю дозволить одночасно вирішити декілька задач, а саме: суттєве зменшення об'ємів міграції забруднюючих речовин в довкілля від полігонів ТПВ, зменшення потреби в земельних

ресурсах під нові полігони ТПВ та безумовне використання їх, як паливо на Бурштинській ТЕС, що дозволить зекономити природні ресурси (газ, вугілля).

Таблиця 4

Матеріальний баланс деструкції вуглецевмісних компонентів ТПВ

Назва компонента ТПВ	Вхід речовин					Вихід речовин						
	по ТПВ		Н2О		Всього, кг	біогаз		грунт		розчинні речовини		Всього, кг
	кг	%	кг	%		кг	%	кг	%	кг	%	
Макул.б/раз.	0,0960	86,89	0,0145	13,11	0,1105	0,0544	49,20	0,0240	21,72	0,0321	29,08	0,1105
Макул. с/раз.	0,0720	86,89	0,0109	13,11	0,0829	0,0408	49,20	0,0180	21,72	0,0241	29,08	0,0829
Макул.м/раз.	0,0720	86,89	0,0109	13,11	0,0829	0,0408	49,20	0,0180	21,72	0,0241	29,08	0,0829
Дерево	0,0260	71,99	0,0101	28,01	0,0361	0,0088	24,29	0,0065	18,0	0,0208	57,71	0,0361
Текстиль	0,0440	70,96	0,0180	29,04	0,0620	0,0321	51,84	0,0110	17,74	0,0189	30,42	0,0620
Шкіра	0,0065	60,95	0,0042	39,05	0,0107	0,0063	58,84	0,0016	15,24	0,0028	25,92	0,0107
Резина	0,0065	42,71	0,0087	57,29	0,0152	0,0069	45,47	0,0016	10,68	0,0067	43,85	0,0152
Плівка	0,0260	47,71	0,0285	52,29	0,0545	0,0193	35,39	0,0065	12,01	0,0287	52,6	0,0545
Пластмаси	0,0320	47,71	0,0351	52,29	0,0671	0,0237	35,39	0,0080	11,93	0,0353	52,68	0,0671
Харчові відходи	0,1882	81,91	0,0422	18,31	0,2304	0,1261	54,76	0,0470	20,40	0,0572	24,84	0,2304
Всього	0,5692	75,68	0,1829	24,32	0,7521	0,3592	47,75	0,1423	18,92	0,2507	33,33	0,7521

Література

- 1 Крилюк В. М. Екологічний аудит як дієвий засіб прийняття практичних рішень в сфері екологічної безпеки / В. М. Крилюк // Екологічна безпека. – 2012. – №1. – С. 31-34.
- 2 Landfill gas émissions. Report / С. Cooper, D. Reinhart, F. Rash// Florida center for solid and hazardous waste management. – US EPA., 1992. – Р. 130.
- 3 Малик Ю. О. Аналіз впливу полігону твердих промислових відходів Червоноградської ЦПФ на довкілля / Ю. О. Малик, Н. Ю. Голець // Вісник НУ «Львівська політехніка» Хімія, технологія речовин та їх застосування. – 2008. -№609. – С. 253-256.
- 4 Методические указания по расчету количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых отходов. – М.: АКХ, НПП «Экопром», 1995. – С. 9
- 5 Шевченко О. А. Еколого-гігієнічна оцінка ступеню небезпеки території муніципальних звалищ та заходи щодо їх оздоровлення / О. А. Шевченко, Е. А. Деркачов // Проблеми збору, переробки та утилізації відходів: зб. наук. стат. IV Міжнар. наук.-практ. конф. – Одеса, 2002. – С. 224-227.

© О. Р. Манюк,
Н. В. Боднар,
М. Ю. Голембйовська

*Я. О. Забишний, Я. М. Семчук,
Б. В. Долішній, В. М. Мельник
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНКИ І ПРОГНОЗУВАННЯ ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТУ НА ДОВКІЛЛЯ

Наведені методи визначення характеристик дорожнього руху, а саме документальні, натурні та моделювання. На основі досліджень побудована схема формування хімічного і фізичного забруднення довкілля автомобільним транспортом міських агломерацій. Оцінено викиди шкідливих речовин автомобільними двигунами з бензиною та дизельною системою живлення. Наведено залежності для визначення максимальних концентрацій шкідливих речовин.

Ключові слова: транспортний потік, дорожній рух, автомобільні двигуни, викиди шкідливих речовин, методи досліджень.

Приведены методы определения характеристик дорожного движения, а именно документальные, натурные и моделирования. На основе исследований построена схема формирования химического и физического загрязнения окружающей среды автомобильным транспортом городских агломераций. Оценены выбросы вредных веществ автомобильными двигателями с бензиновой и дизельной системой питания. Приведены зависимости для определения максимальных концентраций вредных веществ.

Ключевые слова: транспортный поток, дорожное движение, автомобильные двигатели, выбросы вредных веществ, методы исследований.

The methods of determining the characteristics of the road, namely documentaries, and full-scale simulation. Based on the research the scheme of formation of the chemical and physical pollution road conurbations. Estimated emissions of harmful substances by motor engines with the petrol and diesel power system. The dependences for determination of the maximum concentrations of harmful substances.

Keywords: traffic, traffic, car engines, emissions of harmful substances, methods of research.

Актуальність проблеми. Оцінка масштабів впливу транспортних потоків на екологічну ситуацію у містах вздовж протягання автошляхів на сьогоднішній час є досить актуальним. Методи оцінки цього впливу розроблялися для певних дорожніх умов, а далі поширювалися на інші умови шляхом їх удосконалення. І основне питання, що треба дослідити – це характеристика транспортних потоків.

Аналіз попередніх досліджень. Дослідженням характеристик транспортних потоків присвячено роботи Л. О. Коваленко, який аналізував впливи дорожніх умов на основні характеристики транспортного потоку на міських вулицях. Питання теоретичного опису механізму впливу транспортних потоків міста на навколишнє середовище в різний час вивчали такі науковці, як Луканін В. М., Гутаревич Ю. Ф., Донченко В. В., Корчагін В. О., Трофіменко Ю. В., Фрідріх Р., Айсфельдт Н., Шварц Х. та ін. Проблемами зниження аварійності займалися такі науковці як Сильянов В. В., Кравченко П. О., Рябчинський О. І., Кондратьєв В. Д., Джоунс В., Сибеник Т. та ін.

Дослідження методів оцінки і прогнозування впливу автотранспорту на довкілля. Залежно від мети дослідження, можуть бути використані різні методи визначення характеристик дорожнього руху: документальні, натурні, методи моделювання.

Документальні методи – ґрунтуються на вивченні і аналізі планових, звітних, статистичних і проектно-технічних матеріалів. До цієї групи методів належать також анкетні обстеження транспортних потоків і пасажиропотоків.

Методи натурних обстежень засновані на проведенні безпосередніх вимірів характеристик дорожнього руху у різних дослідних місцях. Інформацію можна одержати шляхом безпосередніх спостережень або за допомогою засобів автоматичної реєстрації.

Натурні обстеження діляться на локальні, зональні, регіональні. Локальні обстеження проводяться для вивчення інтенсивності, швидкості, складу потоків на перехрестях, окремих ділянках доріг, вулиць.

Зональні обстеження полягають в одержанні просторових і тимчасових характеристик у певній зоні. Ці обстеження є вибічковими.

Регіональні обстеження проводяться для одержання сумарних значень параметрів транспортних потоків у районі, місті, області. Вони використовуються для прогнозування тенденцій зміни характеристик потоків при будівництві, реконструкції об'єктів.

Методи моделювання, що базуються на використанні математичних і нематематичних (фізичних, аналогових) моделей зміни параметрів транспортних потоків. Наприклад, основне рівняння транспортного потоку – математична модель, яка описує взаємозв'язок між інтенсивністю, швидкістю й щільністю потоку. У порівнянні з методами натурних обстежень, методи моделювання мають більш низьку точність. Але при цьому, вони прості в застосуванні, не вимагають залучення великої кількості обліковців. Крім того методи моделювання застосовні для проєктованих об'єктів.

Для проведення досліджень екосистем необхідно, за результатами натурних спостережень, оцінити фізичний рівень викидів, ступінь впливу на довкілля автотранспортних потоків в конкретних міських умовах, визначити найбільш суттєві чинники. На рис. 1 приведена схема, яка лягла в основу статті.

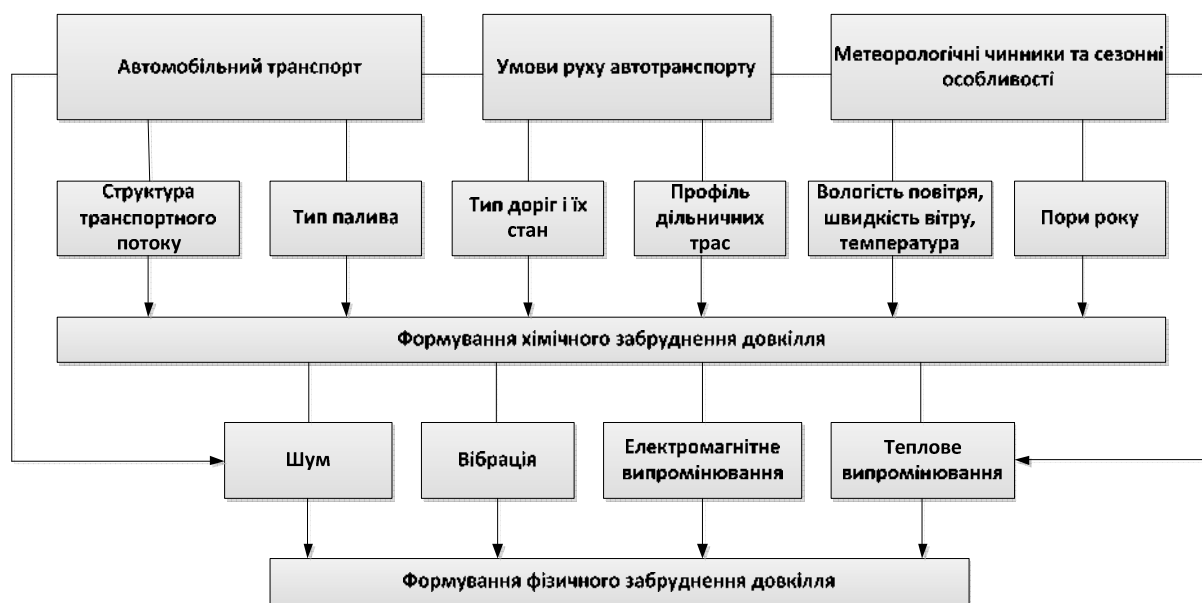


Рис. 1. Схема формування хімічного і фізичного забруднення довкілля автомобільним транспортом міських агломерацій

Для проведення досліджень були використані дані звітів про організацію схеми руху транспортних засобів в місті та його околицях, результати спостережень за рівнями фізичного і хімічного забруднення атмосферного повітря.

Експериментальні дослідження включали такі напрями збору первинного матеріалу:

- результати замірів метеорологічних даних на режимних пунктах спостережень;

- параметри стану і профілю доріг;
- інформація про характер транспортних і пасажирських потоків;
- вільність маршрутів по трасах, схем їх розташування на карті міста;
- графіки руху по маршрутах.

В роботі [3] на основі експериментальних даних, одержаних при оцінці токсичних викидів автомобільних двигунів рекомендується використовувати коефіцієнти які дозволяють визначити кількість шкідливих речовин при спалюванні 1 кг палива за формулою:

$$M = k \times G, \quad (1)$$

де M – кількість виділяються шкідливих речовин, кг;

G – кількість палива, що витрачається, кг;

k – коефіцієнт, що дорівнює для бензинових двигунів $k=0,6$ для оксиду вуглецю, $k=0,1$ для вуглеводнів та $k=0,04$ для діоксиду азоту; для дизельних двигунів $k=0,1$ для оксиду вуглецю, $k=0,03$ для вуглеводнів та $k=0,04$ для діоксиду азоту.

З наведених даних про коефіцієнт k у формулі (1) можна зробити висновок, що дизельні двигуни викидають менше шкідливих речовин, ніж бензинові на одиницю палива, що спалюється, але треба враховувати, що дизельні двигуни, які встановлюються на вантажних автомобілях, як правило, мають велику потужність і витрачають на одиницю шляху більше палива, ніж в середньому автомобілі з бензиновими двигунами. Крім того, у відхідних газах дизельних двигунів є в невеликій кількості канцерогенна речовина (бензопірен). Тому в ряді великих міст експлуатація транспорту з дизельними двигунами заборонена.

Автомобільна магістраль з інтенсивним рухом слід розглядати як лінійне наземне джерело виділення шкідливих речовин.

Визначення середнього числа автомобілів, що знаходяться на дослідній ділянці шляху за формулою [3]:

$$N = \frac{l}{\Delta l}, \quad (2)$$

де l – довжина заданої частини магістралі, м;

N – число автомашин, що знаходяться в даний момент на заданій частині магістралі;

Δl – інтервал по довжині між автомобілями, м.

Інтервал по довжині між автомобілями можна розрахувати за формулою [3]:

$$l = \Delta \tau \times v, \quad (3)$$

де $\Delta \tau$ – середній інтервал за часом між автомобілями, с;

v – середня швидкість автомобілів км/год. (м/с).

Середній інтервал за часом між автомобілями виражається за формулою [3]:

$$\Delta \tau = \frac{60}{n}, \quad (4)$$

де n – число автомобілів, що пройшли через контрольний пункт на цій частині автошляху в обидві сторони за 1 хв.

Вважаючи, що в середньому легкові і вантажні автомобілі з бензиновими двигунами витрачають 100 г палива на 1 км шляху, можна розрахувати витрату палива одного автомобіля за секунду [3]:

$$g = 0,1 \times v. \quad (5)$$

Звідки витрата палива усіма автомобілями, що знаходяться на ділянці довжиною l визначають [3]:

$$G = \frac{n \times l}{600}. \quad (6)$$

Знаючи загальна кількість спалюваного усіма автомобілями палива на дослідній ділянці автошляху, сумарний викид шкідливих речовин визначаємо за формулою (1) [3].

В якості загальноприйнятого узагальненого параметра при дослідженнях хімічного забруднення повітряного середовища взято індекс загазованості атмосфери, який має такий вигляд:

$$ІЗА = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{M_i}{ГДК_i}}{n}, \quad (7)$$

де M_i – фактичні концентрації i -того хімічного компонента у викидах;
 n – кількість хімічних компонентів.

Для числового аналізу це простий і універсальний показник, що дозволяє поділяти ділянки території населених пунктів за рівнем безпеки та оцінити ефективність природоохоронних заходів.

Вираз (7) можна застосувати на локальному рівні, тобто на певній ділянці території і не дозволяє оцінити ступінь забруднення на певній території, де проживає більша частина населення.

Одним із важливих практичних завдань є розрахунок концентрацій шкідливих речовин, що викидають автотранспортом в атмосферу.

Вибір методу розрахунку величини забруднення атмосфери залежить від виду джерел викиду (лінійні, точкові, площинні), а також від їх висоти. Згідно з [3] джерела викиду шкідливих речовин за висотою діляться на чотири класи: високі джерела, $H > 50$ м; джерела середньої висоти, $H = 10-50$ м; низькі джерела, $H = 2-10$; наземні джерела, $H \leq 2$ м.

Джерела викиду шкідливих речовин автотранспортом відносяться до точкових, середньої висоти.

За одночасної сумісної присутності в атмосфері декількох шкідливих речовин безрозмірна концентрація q визначається за формулою [2]:

$$q = \frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n}, \quad (8)$$

де $C_1, C_2, \dots, C_n$ ($\text{м}^2/\text{м}^3$) – розрахункові концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі в одній і тій же точці місцевості;

$ГДК_1, ГДК_2, \dots, ГДК_n$ ($\text{м}^2/\text{м}^3$) – відповідні максимальні разові гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі.

Зведена до однієї речовини концентрація C розраховується за формулою:

$$C = C_1 + C_2 \frac{ГДК_1}{ГДК_2} + \dots + C_n \frac{ГДК_1}{ГДК_n}, \quad (9)$$

де C_1 – концентрація речовини, до якої здійснюється зведення;

$C_1, \dots, C_n, ГДК_2, \dots, ГДК_n$ – концентрації та ГДК інших речовин, що входять у групу сумарної.

Масова концентрація шкідливих речовин в атмосфері описується відомим класичним диференціальним рівнянням [3]:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial C}{\partial z} \right), \quad (10)$$

де C – масова концентрація повітряної суміші;

x, y, z – система прямокутних координат, в якій вісь x збігається з напрямком вітру, а вісь z вертикальна; u – швидкість вітру;

K_x, K_y, K_z – коефіцієнти турбулентної дифузії в напрямку x, y, z відповідно.

Граничними умовами для даного рівняння є:

$$\frac{C}{t} \leq 0 = 0; \frac{C}{x^2 + y^2 + z^2} \rightarrow \infty = 0. \quad (11)$$

У роботі [3] наведене розв'язання для стаціонарного точкового джерела за умови нормального розподілу концентрації речовин в атмосфері:

$$C_{x,y,z} = \frac{M}{\pi u x^{2-n} S_y S_z} \exp \left\{ - \left[\frac{y^2}{S_y^2 x^{2-n}} \right] \right\}, \quad (12)$$

де S_y, S_z – «віртуальні коефіцієнти дифузії» в напрямку координат;

n – число від 0 до 1, що визначається профілем швидкості вітру.

М. Е. Берлянд [3] одержав рівняння для точкового джерела, розташованого на висоті H . Для приземної концентрації повітряної суміші розв'язання рівняння має вигляд:

$$C_{x,y,0} = \frac{M}{(1+m) K_1 \varphi_0 x^2 \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ - \left[\frac{u_1 H^{1+m}}{K_1 (1+m^2) x} - \frac{y^2}{2 \varphi_0^2 x^2} \right] \right\}, \quad (13)$$

де K_1, u_1 – відповідні значення коефіцієнтів турбулентної дифузії та швидкості вітру;

φ_0 – дисперсія в напрямку вітру.

Більшість закордонних авторів [3] для визначення концентрації шкідливих речовин використовує таку залежність для стаціонарного точкового джерела:

$$C_{x,y,z} = \frac{M}{2\pi \sigma_y \sigma_z u} \exp \left(- \frac{y^2}{2\sigma_y^2} \right) \left\{ \exp \left[- \frac{(z-h)^2}{2\sigma_z^2} \right] + \exp \left[- \frac{(z+h)^2}{2\sigma_z^2} \right] \right\}, \quad (14)$$

де σ_y, σ_z – горизонтальна та вертикальна дисперсії розподілу повітряної суміші.

В літературних джерелах [3] визначено, що формування зони дисперсії підпорядковується закону Гаусса, в якому значення концентрації має вигляд:

$$C(x, y, z, \tau) = \frac{M \left(\tau - \frac{x}{U_a} \right)}{2\pi U_a \sigma_y (x + x_{vy}) \sigma_z (x + x_{vz})} \cdot e^{\left\{ \frac{y^2}{2\sigma_y^2 (x + x_{vy})} \right\}} \cdot \left[e^{\left\{ \frac{(z - h_0)^2}{2\sigma_z^2 (x + x_{vz})} \right\}} \right], \quad (15)$$

де C – концентрація, мг/м³;

x, y, z – координати;

τ – час, с;

M – маса шкідливої речовини, що викидається в атмосферу, г/с;

U_a – швидкість вітру, м/с;

σ_z – коефіцієнт поперечної дисперсії, м²/с;

σ_y – коефіцієнт поздовжньої дисперсії, м²/с;

x_{vz}, x_{vy} – відстань від джерела викиду, м.

Розрахунок концентрацій шкідливих речовин від автомобільного транспорту у приземному шарі атмосфери, а також на яку відстань вони розповсюджуються проводять за різними методиками [3].

Максимальне значення приземної концентрації шкідливих речовин C_m (мг/м³) під час викиду їх автомобільним транспортом після впровадження екологічно безпечного обладнання можна оцінити за методикою [8]:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n}{H^2 \sqrt[3]{V \cdot \Delta T}}, \quad (16)$$

де A – коефіцієнт, який залежить від температурної стратифікації атмосфери, що визначає умови горизонтального та вертикального розсіювання шкідливих речовин в атмосферному повітрі $C^{2/3}$ мг, К^{1/3} г;

M – маса шкідливих речовин, що викидаються в атмосферу, г/с;

F – безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осідання шкідливої речовини в атмосферному повітрі;

m, n – безрозмірні коефіцієнти, що враховують умови виходу газоповітряної суміші з гирла джерела викиду;

H – висота джерела викиду над рівнем поверхні землі, м;

V – об'єм газоповітряної суміші, м³/с;

ΔT – різниця між температурою газоповітряної суміші, що викидається, і температурою навколишнього атмосферного повітря, К.

Об'єм газоповітряної суміші визначається за формулою:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} w, \quad (17)$$

де D – діаметр гирла джерела викиду, м;

w – середня швидкість виходу газоповітряної суміші з джерела викиду.

Коефіцієнт A приймають для несприятливих метеорологічних умов, за яких концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі від джерела викиду досягають максимального значення.

Величину ΔT в °С необхідно визначати, приймаючи температуру навколишнього атмосферного повітря T_0 , що дорівнює середній температурі зовнішнього повітря на 13-ту годину найтеплішого місяця року згідно з СНиП «Строительная климатология и геофизика», а температуру газоповітряної суміші T_g , що викидається автомобільним транспортом – за діючими технологічними нормативами.

Величину безрозмірного коефіцієнта F приймають для газоподібних шкідливих речовин – 1, а величину безрозмірного коефіцієнта m залежно від параметра f , що має розмірністю $\text{м/с}^2 \cdot ^\circ\text{C}$:

$$f = 10^3 \frac{w^2 D}{H^2 \Delta T}, \quad (18)$$

визначаємо графічно [3].

Величину безрозмірного коефіцієнта p визначають графічно [3] в залежності від величини параметра v_M , який розраховується за формулою:

$$v_M = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V \cdot \Delta T}{H}}. \quad (19)$$

Висновки. Аналізуючи наведені залежності для визначення максимальних концентрацій шкідливих речовин, можна зробити висновок, що тут не враховуються молекулярна дифузія, дисперсія, що формують ареали забруднення в атмосфері.

Окрім цього, концентрація шкідливих речовин визначається тільки в приземному шарі атмосфери на висоті 2 м над поверхнею землі, а формування зони забруднення довкілля, за формулою Гаусса, враховані зони дисперсії.

Література

- 1 Луканин В. Н. Автотранспортные потоки и окружающая среда: учебное пособие для вузов / В. Н. Луканин, А. П. Буслаев, Ю. В. Трошиминко. – М.: ИНФРА, 2007. – 408 с.
- 2 Гутаревич Ю. Ф. Екологія та автомобільний транспорт. Навч. посібник / Ю. Ф. Гутаревич, Д. В. Зеркалов, А. Г. Говорун, А. О. Корпач. – К.: Арістей, 2006. – 292 с.
- 3 Семчук Я. М., Чабанович Л. Б. Оцінка впливу компресорних станцій магістральних газопроводів на навколишнє середовище // Державний міжвідомчий науково-технічний збірник “Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ”. Серія: Розробка та експлуатація нафтових і газових родовищ. – Випуск 33. – Івано-Франківськ, 1996. – С. 141-145.
- 4 Эльтерман В. М. Охрана воздушной среды на химических и нефтехимических предприятиях. – М.: Химия, 1985. – 160 с.
- 5 Белов П. С. "Временная методика расчета газовых выбросов наземных источников на объектах газовой промышленности" / П.С. Белов. – М.:, РАО "ГАЗПРОМ", 1987. – 42 с.
- 6 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий ОНД-86 –Л: Гидрометеиздат.-1987- 92 с.

© Я. О. Забишиний,
Я. М. Семчук,
Б. В. Долішній,
В. М. Мельник

ЗБАЛАНСОВАНЕ РЕСУРСОКОРИСТУВАННЯ

УДК 504.064.2

Д. В. Варавін, Р. В. Сінаков
Київський національний університет
будівництва та архітектури

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ ЖИТЛОВОГО ФОНДУ УКРАЇНИ З ПОЗИЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОСТІ

Розглянуті основні аспекти енергоефективності реконструкції житлових будинків. До заходів із забезпечення енергетичної ефективності реконструкції споруд належать: термомодернізація будівлі; встановлення засобів обліку та регулювання споживання енергетичних ресурсів; модернізація систем опалення, постачання гарячої води, вентиляції, кондиціонування та освітлення; використання місцевих відновлюваних та/або альтернативних джерел енергії; здійснення перевірки за станом систем опалення, вентиляції, кондиціонування і гарячого водопостачання будівель відповідно до законодавства; здійснення інших заходів із підвищення енергоефективності.

Ключові слова: екологічна безпека, термомодернізація будівлі, енергоефективність реконструкції.

В статье рассмотрены основные аспекты энергоэффективности реконструкции жилых домов. К мерам по обеспечению энергетической эффективности реконструкции сооружений относятся: термомодернизация здания; установление средств учета и регулирования потребления энергетических ресурсов; модернизация систем отопления, снабжения горячей воды, вентиляции, кондиционирования и освещения; использование местных возобновляемых и / или альтернативных источников энергии; осуществления проверки по состоянию систем отопления, вентиляции, кондиционирования и горячего водоснабжения зданий в соответствии с законодательством; осуществление других мероприятий по повышению энергоэффективности.

Ключевые слова: экологическая безопасность, термомодернизация зданий, энергоэффективность реконструкции.

The paper discusses the main aspects of the energy renovation of residential buildings. Measures to ensure the energy efficiency reconstruction of buildings are: thermo-building; the establishment of the accounting system and regulation of energy consumption; modernization of heating systems, hot water supply, ventilation, air conditioning and lighting; the use of local renewable and / or alternative energy sources; of the test as the heating, ventilation, air-conditioning and hot water supply of buildings in accordance with the law; implementation of other measures to improve energy efficiency.

Keywords: environmental safety, thermo modernization of buildings, energy efficiency renovation.

Постановка проблеми. Затвердження державної екологічної політики Верховною Радою для України є важливим кроком у формуванні нового екологічного світогляду. В зв'язку з цим особливої актуальності набуває завдання її гармонізації з європейською політикою, регламентом з екологічного управління та міжнародними стандартами серії ISO 14000.

Україна є однією з країн світу, де енергія використовується неефективно (рис. 1) [1]. Зважаючи на енергозалежність, енергозбереження є пріоритетним напрямом політики нашої держави.

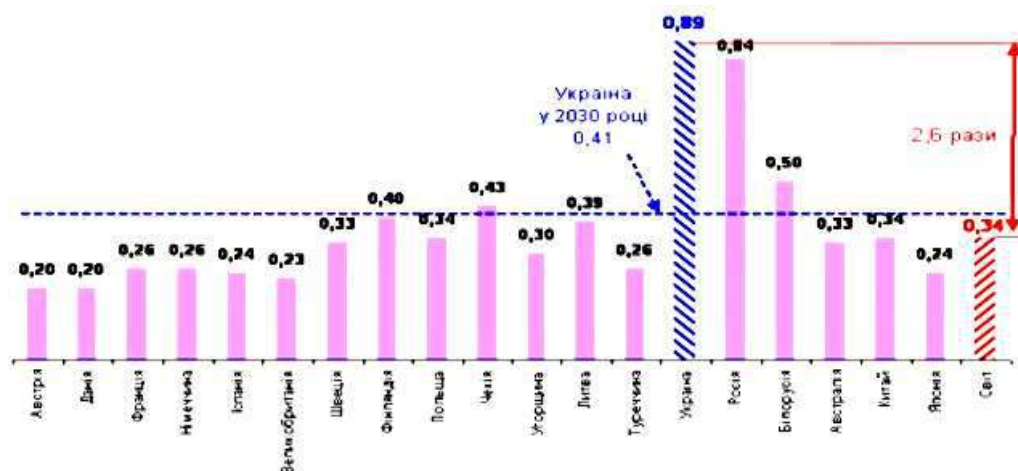


Рис. 1. Енергоємність ВВП країн світу, кг у.п./\$ США [1]

Екологічна політика України реалізується виконанням спеціально розроблених екологічних планів дій або програм. Її впровадження також здійснюється шляхом інтегрування екологічних вимог та пріоритетів у секторальній стратегії, програми розвитку або плани дій, конкретні проекти.

На сучасному етапі розвитку природоохоронної діяльності надзвичайно важливого значення набули екологічні плани дій, що розробляються і реалізуються на національному рівні у сфері енергозбереження. Усе це потребує пошуку оптимальних технічних рішень теплової модернізації з урахуванням досвіду проектування, будівництва та реконструкції об'єктів, що представляють найбільш поширені типові серії масової забудови.

Енергозбереження в нашій державі має більш високий пріоритет у порівнянні з модернізацією енергетики, тому його необхідно розглядати як додаткове, цілком реальне і ефективне «джерело» паливно-енергетичних ресурсів. Зважаючи, що значна частина витрат міст та населених пунктів йде на покриття комунальних послуг, питання підвищення енергоефективності є надзвичайно актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Житловий сектор України є одним з найбільших споживачів теплової та електричної енергії. Українські будівлі споживають більше енергії на квадратний метр, ніж будівлі Західної Європи з подібними кліматичними умовами [1]. Переважна частина житлового фонду складається з багатоквартирних будинків з централізованим тепло- та електропостачанням. Більше половини викидів парникових газів в енергетичному секторі житлового фонду припадає на опалення приміщень [2]. Така ситуація обумовлена низьким рівнем теплозахисту огорожувальних конструкцій, відсутністю в багатьох випадках енергозберігаючого інженерного обладнання, засобів автоматизації та обліку теплоти. В країні не існує методологічно стандартизованої системи збору даних по енергоспоживанню в окремих будівлях.

Для вирішення питання енергоефективності, слід враховувати комплексну оцінку екологічної безпеки, яка ґрунтується на оцінці ризику, що виникає внаслідок тієї чи іншої діяльності в паливно-енергетичному комплексі. Передові країни світу керуються концепцією “pollution prevention pays” (“витрати на попередження забруднення”) і приділяють велику увагу природоохоронним заходам, випуску екологічно чистої продукції; впровадженню орієнтованої стратегії економічного зростання як єдиного перспективного напрямку досягнення стійкого розвитку.

Екологічна безпека будівель, споруд і обслуговуючих їх систем останнім часом викликає широкий інтерес у фахівців. В даний час ця тема набула особливої актуальності в силу об'єктивної необхідності та реакції громадськості на зростання числа прикладів зміни клімату і навколишнього середовища в результаті діяльності людини.

Більшість житлових будинків збудовані до 1990 року (рис. 2). Тому модернізація та реконструкція житлового фонду України є одним із варіантів рішення проблеми енергозбереження та екологічної безпеки.

Найбільш доцільним є зменшення потреби будівель в енергії. Адже економія 1% енергії у споживача економить ~3% енергії на джерелі. Джерела та структура енергоспоживання житлового сектору за типами первинної енергії показані на рисунку 3. Як можна бачити, основним джерелом енергії є природний газ.

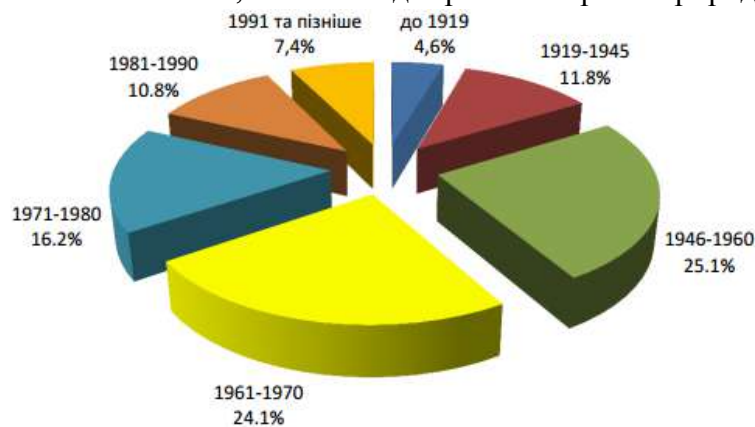


Рис. 2. Розподіл житлового фонду України за роками спорудження

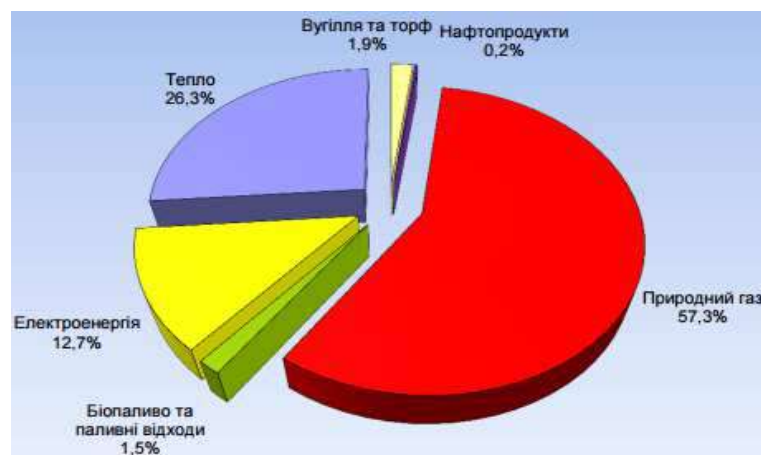


Рис. 3. Джерела та структура енергоспоживання житлового сектору за типами первинної енергії

Енергоспоживання будівель в Україні – до 600 кВт·год/(м² рік), а за новими вимогами має становити до 75-100 кВт·год/(м² рік). В країнах ЄС введена вимога щодо переходу найближчим часом у новому будівництві до стандарту «пасивна будівля» – 15 кВт·год/(м² рік).

Тепловтрати будівлі орієнтовно розподіляються наступним чином: з вентиляційним повітрям – 30-40%; через стіни – 20-30%; через вікна – 15-25%; через дах – 10-25%; через підвал – 3-6%. Тому збереження теплоти у будинках можна досягнути за рахунок утеплення стін, перекриттів, заміни або ущільнення вікон. Починати потрібно насамперед з вікон.

Формулювання цілей та завдання. Метою даної роботи є аналіз рішень та заходів енергоефективності житлових будинків при їх реконструкції з урахуванням нормативно-методичної бази України.

Основна частина. В Україні створюється та постійно оновлюється нормативна база з енергозбереження у будівництві, реалізуються державні програми з термомодернізації будівельного фонду. Існуючий фонд будівель має суттєвий резерв енергозбереження, при умові дотримання сучасних вимог по тепловому захисту будівель можна досягти значного (40÷60%) скорочення споживання енергії та зменшення впливу на довкілля [4, 5]. Зменшення потреби в енергії призводить до того, що і потужність джерела енергії для фонду будівель може бути значно знижена, а тому покращується економічна доцільність застосування комбінованих схем забезпечення енергією з застосуванням нетрадиційних джерел енергії [6].

Показник, що характеризує перший спосіб тепловтрат – це опір теплопередачі вікна R , $\text{м}^2 \text{К/Вт}$. За діючими вимогами в Україні цей показник становить: $R=0,75 \text{ м}^2 \text{К/Вт}$ (основна частина України); $R=0,6 \text{ м}^2 \text{К/Вт}$ (південні області України, Закарпаття, Крим). Ущільнення, реставрація, модернізація існуючих вікон може призвести до тих самих результатів, що і встановлення нових вікон, але цей захід значно дешевший. Нанесення теплозберігаючої плівки на вікна дає хороші результати, температура в приміщенні зростає на $3\div 4^\circ\text{C}$. Таким чином, втрати теплоти через вікна зменшується на 25%.

Зменшити тепловтрати через вхідні двері можна за рахунок тамбура між дверними полотнами (економія до 35%).

Для утеплення горищ користується популярністю метод, при якому простір між дахом та плитою перекриття заповнюється теплоізолюючим матеріалом на основі спіненого поліуретану. Для ізоляції горищних перекриттів застосовують також насипні матеріали типу керамзиту, який викладається на фольгу, а зверху виконується стяжка чи накладаються дошки.

Термоізоляцію перекриття над підвалом можна здійснювати методом наклеювання теплоізоляційних плит на стелю підвалу або на підлогу першого поверху. Хоча в другому випадку зменшується корисна висота приміщення, проте часто дуже складно технічно виконувати роботу першим методом, зважаючи на велику кількість комунікацій, які необхідно перекладати у підвальному приміщенні. При утепленні підлоги у приміщеннях потрібно використовувати плити з підвищеною несучою здатністю.

У більшості житлових будинків система вентиляції є природною, з надходженням свіжого повітря через нещільності огорожень, виведення відпрацьованого повітря здійснюється через вентиляційні канали в кухні та санвузлах. Підвищення теплозахисних властивостей будівель, масова установка склопакетів призвели до погіршення інфільтрації, а витяжна система не працює належним чином. Це призводить до погіршення мікроклімату приміщень, що створює значні проблеми, оскільки обмін повітря необхідний для комфорту і видалення надлишків вологи.

Утеплення стін здійснюється у відповідності з ДБН В.2.6-33. Конструкції із фасадною теплоізоляцією з утеплювачами на органічній та мінеральній основах, які мають групи горючості Г1 та Г2, можуть застосовуватись для малоповерхових та багатоповерхових будинків, а з негорючою (НГ) тепловою ізоляцією – для всіх типів будинків згідно з класифікацією ДБН В. 1.1-7. До негорючої теплової ізоляції (НГ), як правило, відноситься мінеральна вата (кам'яна та скляна), але вона може бути і класу Г1 або Г2, якщо сполучними елементами між волокнами мінеральної вати виступають горючі полімерні матеріали, що підтримують горіння. Пінопласт, який дозволяється використовувати в будівництві має бути маркований як ПСБ-С (самозатухаючий) і відноситься до групи горючості Г1 або Г2. Пінопласт марки ПСБ відноситься до класу Г3 і Г4 та заборонений для використання в системах теплоізоляції.

За діючими вимогами та нормами рекомендовано утеплення стін з зовнішньої сторони будівлі. Проте існує ряд будівель, для яких утеплення можливе лише з середини приміщення (наприклад, історичні будівлі), в результаті більша частина стіни опиняється в зоні низьких температур, відбувається зміщення точки роси всередину приміщення і змінюється рух вологи через конструкцію (рис. 4). В зимовий період водяна пара, що утворюється всередині приміщення за рахунок життєдіяльності людини, конденсуючись, починає накопичуватися між ізоляцією і внутрішньою поверхнею стіни, яка починає накопичувати вологу. Це призводить до розвитку на поверхнях стін грибів, результати життєдіяльності яких усунути надзвичайно важко.

Сучасна розробка утеплення стін – теплоізоляційна штукатурка, дає змогу суттєво полегшити навантаження на конструкцію і фундамент. Перевага цієї технології – властивість «дихати», висока паропровідність, можливість усунення містків холоду, пожежобезпечність, подовжений термін придатності. Проте, зважаючи на те, що ця технологія ще недостатньо вивчена, з вибором виробника даних матеріалів потрібно бути

дуже уважним і обов'язково вимагати сертифікат випробувань, який підтвердить декларовані показники. За сучасних вимог ефективний шар утеплювача повинен бути близько 10-15 см, але не менше.

Клаптикове утеплення стін, яке практикується сьогодні в Україні, дуже небезпечне з погляду термодинаміки: через різницю температур під утепленою і неутепленою стіною може початись виламування стіни, утворення тріщин, затікання води і руйнування, тощо.



Рис. 4. Розміщення точки роси на зовнішніх стінах для різних варіантів: утеплення зсередини, без утеплення та утеплення ззовні

Суттєве подорожчання теплоносіїв викликало у населення цілком зрозуміле бажання утеплити своє житло, і тим самим зменшити витрати на опалення. Однак, піддавшись хвилі паніки, люди не завжди реально оцінюють всі можливі ризики від нефахового здійснення утеплення багатоповерхівок. У зв'язку із стихійним утепленням фасадів до фахівців управління житлово-комунального господарства, благоустрою та екології уже почастишали скарги від сусідів, у яких стіни починають сиріти та вкриватися грибок. Все це – результат утворення конденсату водяного пару на поверхні стін в найхолодніших місцях, який ще називають «точкою роси», що зумовлений наявністю надмірної вологості. Як показує практика, на появу таких недоліків впливає також відсутність дверей на кухні та належної витяжки. Найчастіше схожі проблеми виникають на перших поверхах, з північної сторони будівлі або внаслідок розгерметизації міжпанельних швів.

Утеплення фасадів будинків за допомогою пінопласту таки дає помітний ефект (при умові використання пінопласту завтовшки не менше 10 см), дозволяючи утримати тепло в оселі. Але він буде тривалим і нікому не зашкодить лише за умови, якщо таким способом утепляють цілий будинок, при цьому варто подбати і про заміну вікон і дверей.

Оскільки роботи з утеплення стін у багатоповерхівках проводяться господарським способом, без проектно-кошторисної документації, виконавців не можливо притягнути до відповідальності за недоброякісне виконання робіт та використання неякісних матеріалів. Відповідальність за самовільне утеплення фасадів пінопластом не визначена та не передбачена.

З 1 жовтня 2015 року вступив в дію національний стандарт ДСТУ-Н Б В.3.2-3. Основним завданням документу є: встановлення переліку та порядку проведення робіт з комплексної термомодернізації житлових будинків; встановлення переліку та вимог до документації, необхідної для проведення комплексної термомодернізації; надання загальної допомоги архітекторам, проектувальникам, що виконують роботи з розробки документації щодо комплексної термомодернізації житлових будинків, а також організаціям, що виконують роботи з комплексної термомодернізації будинків; встановлення вимог до організацій, які виконують капітальний ремонт та реконструкцію

будинків і споруд, роботи з утеплення конструкцій будинків і споруд, ремонт та реконструкцію інженерних мереж; встановлення основних правил експлуатації будинків після їх термомодернізації; гармонізація стандарту з діючими на даний час державними, міждержавними, міжнародними стандартами з утеплення будинків, модернізації мереж енергопостачання; забезпечення нормативним документом (ДСТУ) організацій, які виконують капітальний ремонт та реконструкцію будинків і споруд, роботи з утеплення конструкцій будинків і споруд, ремонт та реконструкцію інженерних мереж.

Впровадження даного стандарту спрямоване на таке:

- забезпечити зменшення енергозатрат на утримання житлових будинків;
- зекономити енергоресурси;
- збільшити терміни експлуатації будинків;
- зменшити витрати коштів на утримання будинків.

Крім того, комунальна теплоенергетика, що безпосередньо пов'язана з житловим сектором, забезпечує теплоносіями, перебуває у кризовому стані, спричиненому моральним і фізичним спрацюванням теплового обладнання. За даними Держкомстату України, у цій галузі на підприємствах усіх форм власності та відомчого підпорядкування експлуатується 26 430 котелень, загальний технічний стан яких не відповідає сучасним вимогам (ДБН В.2.5-77:2014. «Котельні»). Використання застарілого обладнання негативно впливає на навколишнє середовище. Основним джерелом забруднення атмосферного повітря є котельня, яка працює на природному газі. З димовими газами, що утворюються при згоранні газу, в повітряний басейн потрапляють: нітроген (IV) оксид та карбон (II) оксид.

Висновки. За умови стабільного значного зростання вартості виробництва теплової енергії для будинків житлового фонду та з метою скорочення витрат мешканців на їх теплозабезпечення, пропонується впровадження енергозберігаючих заходів щодо комплексної реконструкції будинків, що дозволить покращити показники енергоефективності будинків.

Значні втрати тепла в житлових будинках відбуваються через: віконні блоки та вхідні двері, які не відповідають сучасним вимогам й мають високий фізичний знос (20-24%); систему вентиляції, яка не експлуатується або зруйнована та вимагає відновлення (20-26%); старі радіатори системи опалення, які забруднені м'якими та твердими відкладеннями, що призводить до значного зниження тепловіддачі; огорожувальні конструкції стін, що не відповідають діючим нормам і є містками передачі тепла в навколишнє середовище (20-26%); дах будівлі (11-15%); підвали, що взагалі не ізолюються (7-11%).

Впровадження енергоефективних заходів в житлових будинках знижує споживання теплової енергії та зменшує техногенне навантаження на навколишнє середовище. Зниження споживання енергоресурсів у споживачів сприяє непрямому (опосередкованому) зменшенню викидів парникових газів в місцевій системі теплопостачання.

Реконструкція будинків житлового фонду зменшить теплове навантаження навколишнього середовища. Знижується кількість використання паливно – енергетичних ресурсів. Це призведе до зменшення викидів CO₂, NO_x, сажі та інших шкідливих продуктів горіння.

Література

1 Практическое пособие по энергосбережению для объектов промышленности, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Украины – Луганск, изд-во "Місячне сяйво", 2010. – 696 с.

2 Методичні вказівки щодо впровадження заходів з енергозбереження в бюджетних установах та житлових будинках типової забудови міста Львова. – Львів: Вид-во ЗАТ «Інститут енергоаудиту та обліку енергоносіїв», 2009. – 80 с.

3 Підвищення енергетичної ефективності житлового будинку – пріоритетне завдання реконструкції [Текст]/ Г. М. Агеєва, Н. В. Марченко. – Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – Харьков, 2010. – № 9 (79), сентябрь 2010. – С. 9–15.

4 Проектирование теплоизоляционной оболочки по максимально допустимым удельным теплотерям здания [Текст]/ Н. В. Тимофеев, С. А. Сахновская. – Реконструкція житла. – Вип.12. – 2011. – С. 149–155.

5 Принципові технічні рішення термореконструкції фасадів житлових будинків 1960–1995 р.р. забудови [Текст]/ НДІБК. – К., 2012. – 50 с.

6 ДБН В.2.6-33:2008 Конструкції будівель і споруд. Конструкція зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації [Текст]. – Чинні від 2009-07-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 23 с

7 Олійник Є. М. Аналіз, зауваження та пропозиції до ДБН В-2.5-77-2014 «Котельні».[Електронний ресурс] / Є. М. Олійник. – Режим доступу: <http://www.uabio.org/img/files/news/pdf/ppt-oleynik-dbn.pdf>. – Назва з екрану. – Дата звернення: 03.03.2016.

© Д. В. Варавін,
Р. В. Сінаков

УДК 504.05

О. В. Харламова
*Кременчуцький національний університет
імені Михайла Остроградського*

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ В ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННИХ ВОДОЙМАХ

Доведено, що у якості елементів управління екологічною безпекою в природно-антропогенних водоймах доцільно розглядати утилізацію ціанобактерій, масовий неконтрольований розвиток яких формує високий рівень екологічної небезпеки в об'єктах гідросфери. За результатами дослідження хіміко-кінетичних закономірностей виділено стадії розкладу біомаси синьо-зелених водоростей. Доведено, що попередня підготовка субстрату сільськогосподарських відходів методом подрібнення та делігніфікації дозволяє підвищити показники утворення газу. Встановлено, що на інтенсивність метаногенезу в значній мірі впливають рН середовища та температура. Розглянуто мікробіологічні та біохімічні закономірності процесу одержання біогазу. Визначено заходи з мінімізації наслідків проявів екологічної небезпеки.

Ключові слова: екологічна безпека, ціанобактерії, природно-антропогенні водойми, хіміко-кінетичні закономірності, біогаз.

Доказано, что в качестве элементов управления экологической безопасностью в природно-антропогенных водоемах целесообразно рассматривать утилизацию цианобактерий, массовое неконтролируемое развитие которых формирует высокий уровень экологической опасности в объектах гидросферы. По результатам исследования химико-кинетических закономерностей выделено стадии разложения биомассы сине-зеленых водорослей. Доказано, что предварительная подготовка субстрата

3 Підвищення енергетичної ефективності житлового будинку – пріоритетне завдання реконструкції [Текст]/ Г. М. Агеєва, Н. В. Марченко. – Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – Харьков, 2010. – № 9 (79), сентябрь 2010. – С. 9–15.

4 Проектирование теплоизоляционной оболочки по максимально допустимым удельным теплотерям здания [Текст]/ Н. В. Тимофеев, С. А. Сахновская. – Реконструкція житла. – Вип.12. – 2011. – С. 149–155.

5 Принципові технічні рішення термореконструкції фасадів житлових будинків 1960–1995 р.р. забудови [Текст]/ НДІБК. – К., 2012. – 50 с.

6 ДБН В.2.6-33:2008 Конструкції будівель і споруд. Конструкція зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації [Текст]. – Чинні від 2009-07-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 23 с

7 Олійник Є. М. Аналіз, зауваження та пропозиції до ДБН В-2.5-77-2014 «Котельні».[Електронний ресурс] / Є. М. Олійник. – Режим доступу: <http://www.uabio.org/img/files/news/pdf/ppt-oleynik-dbn.pdf>. – Назва з екрану. – Дата звернення: 03.03.2016.

© Д. В. Варавін,
Р. В. Сінаков

УДК 504.05

О. В. Харламова
*Кременчуцький національний університет
імені Михайла Остроградського*

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ В ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННИХ ВОДОЙМАХ

Доведено, що у якості елементів управління екологічною безпекою в природно-антропогенних водоймах доцільно розглядати утилізацію ціанобактерій, масовий неконтрольований розвиток яких формує високий рівень екологічної небезпеки в об'єктах гідросфери. За результатами дослідження хіміко-кінетичних закономірностей виділено стадії розкладу біомаси синьо-зелених водоростей. Доведено, що попередня підготовка субстрату сільськогосподарських відходів методом подрібнення та делігніфікації дозволяє підвищити показники утворення газу. Встановлено, що на інтенсивність метаногенезу в значній мірі впливають рН середовища та температура. Розглянуто мікробіологічні та біохімічні закономірності процесу одержання біогазу. Визначено заходи з мінімізації наслідків проявів екологічної небезпеки.

Ключові слова: екологічна безпека, ціанобактерії, природно-антропогенні водойми, хіміко-кінетичні закономірності, біогаз.

Доказано, что в качестве элементов управления экологической безопасностью в природно-антропогенных водоемах целесообразно рассматривать утилизацию цианобактерий, массовое неконтролируемое развитие которых формирует высокий уровень экологической опасности в объектах гидросферы. По результатам исследования химико-кинетических закономерностей выделено стадии разложения биомассы сине-зеленых водорослей. Доказано, что предварительная подготовка субстрата

сельскохозяйственных отходов методом измельчения и делигнификации позволяет повысить показатели образования газа. Установлено, что на интенсивность метаногенеза в значительной степени влияют pH среды и температура. Рассмотрены микробиологические и биохимические закономерности процесса получения биогаза. Определены меры по минимизации последствий проявлений экологической опасности.

Ключевые слова: экологическая безопасность, цианобактерии, природно-антропогенные водоемы, химико-кинетические закономерности, биогаз.

Proved that as an element controls of ecological safety in natural and man-made reservoirs should be considered recycling cyanobacteria, because massive uncontrolled development creates a high level of ecological danger in facilities hydrosphere. Was defined the stage of decomposition of biomass of blue-green algae on the results of the study of chemical and kinetic laws. Established that the preliminary preparation substrate of agricultural waste, by grinding and delignification, can increase the performance of gasification. Found that the intensity of methane genesis heavily influenced by pH and temperature. Considered microbiological and biochemical regularities of obtaining biogas. Identify measures to minimize the effects of displays ecological danger.

Keywords: eecological safety, natural and man-made reservoirs, cyanobacteria chemical and kinetic laws, biogas.

Постановка проблеми. Загальний стан екологічної безпеки є досить напруженим [11]. У штучно створених водосховищах, зокрема Дніпровського каскаду, значно збільшилася чисельність синьо-зелених водоростей, про що свідчить інтенсивне "цвітіння" води в літній період, чому сприяють значна кількості біогенних елементів, що поступають із стічними водами, а також "збагачення" вод органічними речовинами. Негативні наслідки "цвітіння" для санітарно-біологічного стану води полягають в ускладненні рекреаційного використання природних вод і служать причиною виникнення небезпечних в гігієнічному відношенні ситуацій для людей, масових літніх заморозів риби, проблемах на водозабірних і очисних спорудах систем водопостачання. Важливим завданням управління екологічною безпекою є забезпечення здоров'я населення на основі ослаблення впливу проявів екологічної небезпеки. Перспективним є спосіб очищення поверхневих вод від синьо-зелених водоростей та використання концентрованої біомаси, як субстрату для отримання біогазу шляхом біотехнології метанового "бродіння" та забезпечення належного рівня якості води в каскаді водосховищ за умови економії енергоресурсів.

Аналіз результатів попередніх досліджень та наукових публікацій. Перспективність використання синьо-зелених водоростей для отримання корисної продукції доведена різними науковцями [2, 6, 8]. Результати досліджень [2] підтверджують доцільність виробництва із зібраних водоростей біодизелю та біогазу. Деякі вчені, зокрема [12], розглядають обробку поверхневих вод у кавітаційному полі як спосіб, що може застосовуватись для забезпечення відмирання цианобактерій. Отже, розробка заходів із ослаблення наслідків проявів екологічної небезпеки є достатньо важливим завданням. Виникла нагальна необхідність хіміко-кінетичного дослідження закономірностей розкладу біомаси синьо-зелених водоростей та особливостей попередньої підготовки субстрату.

Ціль роботи – обґрунтувати використання у якості елементів управління екологічною безпекою в природно-антропогенних водоймах утилізацію цианобактерій на основі теоретико-експериментального дослідження хіміко-кінетичних закономірностей розкладу біомаси синьо-зелених водоростей.

Методологія проведення дослідження базується на використанні системного аналізу закономірностей формування екологічної небезпеки, пошуку ефективних засобів і

методів реалізації елементів управління екологічною безпекою в природно-антропогенних водоймах та забезпечення на цій основі управління екологічною безпекою.

Результати досліджень та їх обговорення. У якості елементів управління екологічною безпекою в природно-антропогенних водоймах, де формується екологічна небезпека внаслідок масового неконтрольованого розвитку ціанобактерій, будемо розглядати їх утилізацію.

Проаналізовано можливості регулювання процесу отримання продуктів цільового призначення із біомаси синьо-зелених водоростей на основі моделювання кінетичних і фізико-хімічних параметрів цього процесу.

Процес розкладу біомаси синьо-зелених водоростей (СЗВ) можна поділити на два етапи. На першому з них первинні анаеробні бактерії піддають ферментативному гідролізу та бродінню білків, ліпідів та полісахаридів з утворенням нижчих карбонових кислот, спиртів, альдегідів, кетонів, CO_2 і H_2 . Всі продукти первинного перетворення, включаючи нижчі карбонові кислоти, добре розчинні у воді, що дозволяє розглядати утворення біогазу без чутливих до глибокого окислення стадій перетворення специфічних мікрокомпонентів біомаси СЗВ. На другому етапі вторинні анаероби використовують метаболіти первинних анаеробів як субстрат для перетворень. Сульфат-редукція є основним процесом не тільки анаеробної мінералізації біомаси ціанобактерій, завдяки сульфат-редукції проходить і метаморфізація донних відкладів водосховищ.

З використанням результатів досліджень, викладених у роботах [9,10], встановлено наступні закономірності:

- наявність аліфатичних органічних речовин (оцтової, пропіонової, фенілоцтової та інших кислот) у біомасі СЗВ збільшує вихід біогазу;
- неароматичні гетероциклічні сполуки, до складу яких входять азот і сірка, є джерелом утворення в складі біогазу сірководню та незначної кількості аміаку;
- ароматичні речовини (фенол, похідні толуолу, ксилол і т.і.) є лімітуючими чинниками в процесі утворення біогазу;
- утворення біогазу протікає по експоненційному типу з оптимальним виходом біогазу при $t = 35-37^\circ\text{C}$. Підвищення температури збільшує вміст побічних домішок (CO , H_2S , NH_3) і ненасичених вуглеводнів (етилену, пропілену).

Процес метаногенезу біомаси СЗВ описується диференціальним рівнянням Михаеліса-Ментена, що має вигляд:

$$C = \lambda C_o (1 - e^{-kt}), \quad (1)$$

де C_o – початкова концентрація органічних сполук у біомасі СЗВ;

λ – швидкість метаногенезу біомаси СЗВ;

k – стала накопичення біогазу;

t – тривалість процесу.

Аналізуючи вираз (1) констатуємо наступне. Накопичення біогазу в біологічній системі на початку процесу незначне. Зі збільшенням різниці між сталою накопичення біогазу та сталою метаногенезу зростає його кількість. При цьому, швидкість метаболізму (кількість молекул, які руйнуються за одиницю часу) пропорційна загальному вмісту речовини. Для прискорення процесу метаболізму СЗВ необхідно накопичення біогазу хоча б у незначній кількості. При певній концентрації швидкість метаболізму врівноважується зі швидкістю надходження, що й визначає максимальний вихід біогазу. Найбільш певно відображає процес утворення біогазу (оскільки у ціанобактеріях міститься значна кількість полісахаридів) наступне рівняння:



Можна констатувати, що у результаті експериментально-аналітичних досліджень одержана кінетична схема конверсії біомаси в метан, в присутності природного консорціуму із синьо-зелених водоростей.

З метою подальшого дослідження процесу отримання біогазу із синьо-зелених водоростей є сенс порівняти дані метанового бродіння такої сировини, як солома, торф, тирса та гній. Встановлено, що для реальних сільськогосподарських субстратів швидкість конверсії значно нижча, ніж для модельних, тому що кількість полімерів із більш довгими ланцюгами і високою кристалічною стадією гідролізу обмежена. На швидкість біогенезу метану впливає також наявність неконвертованих домішок, наприклад, лігніну. З вищенаведеного констатуємо, що для інтенсивного розвитку процесу метабіогенезу потрібна попередня підготовка субстрату.

Достатньо важливим є встановлення впливу на утворення біогазу різних методів попередньої обробки сировини, подрібнення, делігніфікація лугом при підігріві. Хімічний склад досліджуваних субстратів наведено в табл. 1. За результатами експериментів з перетворення у метан органічної сировини встановлено, що подрібнення дає більш високий коефіцієнт газифікації: солома – 68%, тирса соснова – 14%, торф – 47%, гній – 54%.

Таблиця 1

Хімічний склад сільськогосподарської сировини

С/г сировина	Вміст органічної речовини, %	Гексозні рештки, %	Пентозинні рештки, %	Лігнін, %
Солома	91,8	46,2	28,4	30,2
Тирса сосни	99,7	60,5	12,0	27,0
Торф	98,0	29,4	11,4	57,2
Гній	86,0	21,5	10,5	66,1

Як свідчать дані табл. 1, ефективним способом підготовки субстрату є делігніфікація та подрібнення. При обробці лугом за високої температури проходить розрив складноефірних зв'язків між лігніном і вуглеводними молекулами, а також деградація лігнінової сітки, що призводить до збільшення площі поверхні, доступної до ферментів мікроорганізмів.

Під впливом водного розчину лугу проходить вимивання разом із лігніном більшої частини геміцелюлоз. Оскільки останні мають більш низьку ступінь полімеризації, ніж целюлоза, вони легко гідролізуються і тому є прийнятні для конверсії в метан, що повністю відповідає результатам попередніх експериментів. Це підтверджується і тим, що максимальний ефект попередньої обробки лугом має місце для соломи (близько 30% геміцелюлоз), соснової тирси (близько 30%), торфу (більш 56%) і гною (більше 60%). Подрібнення субстрату призводить до зменшення кристалічності, а значить і збільшення поверхні, доступної для ферментів мікроорганізмів, що прискорює швидкість ферментативного гідролізу і, як наслідок, інтенсифікує процес утворення біогазу. Подрібнення є найбільш ефективним способом попередньої обробки біомаси, яка не має в своєму складі лігніну і геміцелюлоз.

На хід каталітичних реакцій утворення біогазу часто впливає інгібіторна дія продуктів бродіння та вихідного субстрату. За певних концентрацій цей вплив стає домінантним. Тому, для побудови математичної моделі процесу біотрансформації складних органічних речовин, необхідно враховувати зв'язок між питомою швидкістю росту μ та концентрацією субстрату S :

$$\frac{1}{\mu} = \frac{K_s + S}{\mu_{\max} \cdot S} = \frac{K_s}{\mu_{\max} \cdot S} + \frac{1}{\mu_{\max}}, \quad (3)$$

де K_s – концентрація субстрату при $S = \max$.

Значення μ в реальній ситуації визначається так:

$$\mu = \frac{S_1 - S_0}{S_0(t_1 - t_0)}, \quad (4)$$

де S_1 та S_0 – концентрації органічної речовини в вихідному та зброженому субстраті, відповідно;

t_1 та t_0 – час початку та кінця збродження.

Особливості зміни швидкості росту можна пояснити гальмуванням ферментативних реакцій, які проходять в процесі збродження, спочатку нестачею, а потім збільшенням витрати лімітованого субстрату. Проте, у випадку метанового збродження, при надлишковому тиску біогазу поряд із субстратним інгібуванням враховується гальмування процесу за рахунок блокування доступу свіжого субстрату до мікроорганізмів асоціації, як наслідок повільного відведення газоподібних продуктів метанобіологізму, що дає можливість розробляти процеси біоконверсії органічної маси [1].

Відомо, що в замкнених анаеробних системах органічні речовини за відсутності кисню розкладаються та перетворюються один в одного без окислювальних реакцій. Загальне значення ХСК повинно залишатися сталим. Однак, у водному залишку після відокремлення біомаси ціанобактерій, що містить органічні сполуки, які завдяки метаногенезу перетворюються на біогаз, ХСК знижується за рахунок утворення метану (рис. 1).

У процесі метаногенезу органічні речовини не повністю перетворюються на біогаз. Менша їх частина (5–15% від загальної кількості активної маси) утворює біомасу, інша (0–5%) – втрачається або залишається розчиненою у воді. Вуглекислий газ слугує не тільки єдиним джерелом вуглецю, але й кінцевим акцептором електронів при окисленні водню. Біля 90% використаного CO_2 відновлюється до CH_4 .

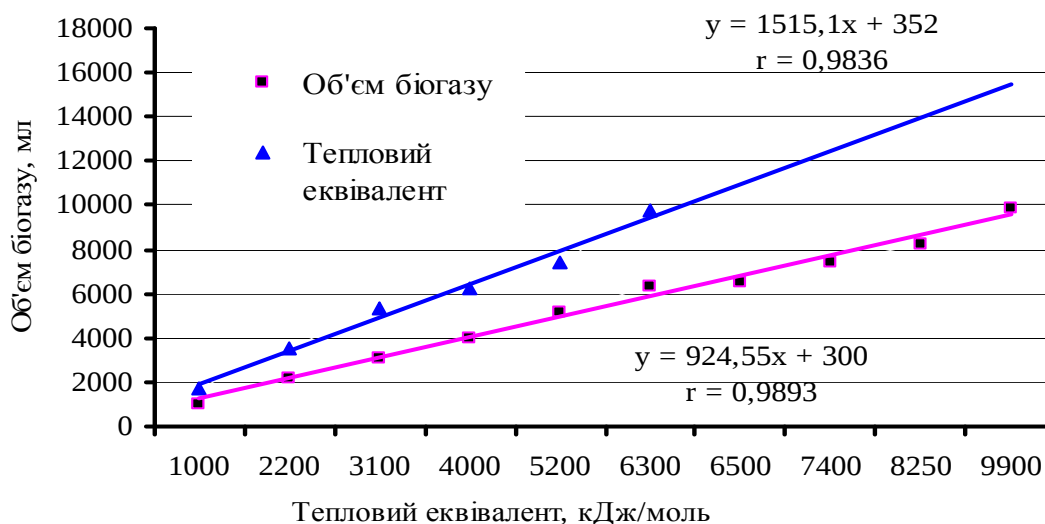


Рис. 1. Залежність об'єму біогазу від величини теплового еквіваленту

Для з'ясування механізму анаеробного перетворення вологої біомаси СЗВ проаналізована її водна складова. За результатами газорідинної хроматографії встановлено наявність різних сполук [7]. Встановлено, що в біомасі ціанобактерій в значних кількостях містяться глютамінова та аспарагінова кислоти, пролін, лейцин, аланін. Процес старіння культури водоростей супроводжується змінами в кількісному

співвідношенні амінокислот. З часом різко зменшується вміст лейцину, фенілаланіну, тирозину й аланіну [9]. З'ясовано, що похідні пропілового спирту та пропіонової кислоти уповільнюють виділення метану, реакція інгібується на стадії утворення оцтової кислоти. Азотовмісні сполуки дають додатково оксид азоту, хоча й в незначних кількостях.

Важливим є те, що метаногенезу піддаються бензол, ксилол, толуол і їх похідні, наявність яких була встановлена у поверхневих природних водах водосховищ. Варіюванням співвідношення кількості біомаси ціанобактерій та інокулянту можна визначити найбільш оптимальні режими отримання максимальної кількості біогазу. Крім того, на цей процес значною мірою впливають температура і рН середовища, в якому відбувається утворення біогазу. Встановлено, що найбільш оптимальним для процесу метаногенезу є інтервал температур 26–37°C, рН – 7,5–7,8 [4]. Газовий хроматографічний аналіз отриманого біогазу показав наявність метану (CH₄) – 61,1%; диоксиду вуглецю (CO₂) – 31%; кисню (O₂) – 0,33%; азоту (N₂) – 7,4%; оксиду вуглецю (CO) – 0,12%. Густина газу склала 0,914–0,922 кг/м³ із теплотою згоряння Q= 5100–5200 кДж/м³, що за своїми параметрами наближається до природного газу (пропан-бутанової суміші) [4].

Класична технологія отримання біогазу із органічних відходів базується на симбіотичній взаємодії трьох груп мікроорганізмів, на одному з етапів якої відбувається процес біосинтезу метанобактеріями суміші газів із переважанням метану (більше половини за об'ємом) і домішок інших газів, у присутності яких метаногени розвиваються (H₂ і CO₂) або пригнічуються (O₂).

За результатами аналізу літературних джерел [5] та власних спостережень і узагальнень ми дійшли наступних висновків:

- синтезувати метан можуть біля 50 видів із 17 родів, котрі належать до Archaeobacteriobionta. Традиційно їх розглядають як групу метаноутворюючих бактерій, але філогенетично вона досить неоднорідна. Виділено три порядки метаногенів: Methanobacteriales, Methanococcales и Methanomicrobiales;

- розвиток усіх бактерій-метаногенів чутливий до вмісту кисню в системі. Для деяких із них ріст повністю пригнічується вже за вмісту кисню в газовій фазі у концентрації 0,004%. Більшість із метаногенів є мезофіли і мають оптимум росту в області 30–40°C та при рН 6,5–7,5 і є галофітами;

- біля половини видів автотрофні та фіксують вуглекислий газ, деякі із них здатні до азотофіксації. Сірка засвоюється у відновленій формі, тому можливо залучення до метаболізму молекулярної сірки, сульфід-аніону. Лише декілька видів можуть використовувати сульфат-аніон;

- окислювати водень вуглекислим газом здатні практично всі метаногени, однак лиш дві родини (Methanosarcina, Methanotrix) можуть декарбоксилувати ацетат. При цьому, власне, вони дають максимальний внесок в емісію метану. Метаногени завершують анаеробну деструкцію речовини із використанням H₂, CO₂ і CO, а також нижчі органічні кислоти, що виділяються в процесах бродіння.

У процесі біометаногенезу виділяємо три стадії: гідроліз органічних сполук біомаси ціанобактерій; ацетилогенез; метаногенез (синтез метану). У відповідності до цього розглядаємо три групи бактерій:

- такі, що перетворюють органічну складову ціанобактерій у пропанову, молочну та масляну кислоти;

- бактерії, які використовують продукти життєдіяльності першої групи як живильне середовище, сприяють синтезу із органічних кислот водню, ацетату та вуглекислого газу;

- бактерії, які відновлюють вуглекислий газ до метану із поглинанням водню (надлишок водню може інгібувати ацетокислі бактерії).

Висновки. Доведено, що у якості елементів управління екологічною безпекою в природно-антропогенних водоймах доцільно розглядати утилізацію ціанобактерій,

масовий неконтрольований розвиток яких формувє високий рівень екологічної небезпеки в об'єктах гідросфери.

За результатами дослідження хіміко-кінетичних закономірностей виділено стадії розкладу біомаси синьо-зелених водоростей. Встановлено, що попередня підготовка субстрату методом подрібнення та делігніфікації дозволяє підвищити показники газифікації. Встановлено, що на інтенсивність метаногенезу впливають рН середовища та температура (оптимальні діапазони рН=7,5-7,8 та $t=26-37^{\circ}\text{C}$). Результати хроматографічного аналізу біогазу дають підстави стверджувати, що за своїми параметрами біогаз, отриманий із ціанобактерій, наближається до природного газу (пропан-бутанової суміші). Розглянуто мікробіологічні та біохімічні закономірності процесу одержання біогазу. Визначено заходи з мінімізації наслідків проявів екологічної небезпеки.

Література

- 1 Малащенко Ю. Р., Романовская В. А., Троценко Ю. А. Метаноокисляющие микроорганизмы. – М.: Наука, 1978. – 248 с.
- 2 Мальований М. С. Оптимальні умови отримання енергії із ціанобактерій / М. С. Мальований, О. Д. Синельников, О. В. Харламова, А. М. Мальований // Хімічна промисловість України :наук.-виробн. журнал. – 2014. – № 5. – С. 39-43.
- 3 Никифоров В. В. Использование сине-зелёных водорослей для получения биогаза / В. В. Никифоров, В. П. Алфёров, В. М. Шмандий и др. // Гигиена и санитария. – М.: НИИ ЭЧиГОС, 2010. – № 6. – С. 35–37.
- 4 Никифоров В. В., Козловская Т. Ф., Дегтярь С. В. Химическая биология метаногенеза сине-зеленых водорослей и положительные эффекты их утилизации // Екологічна безпека. – 2008. – № 2. – С. 83-91.
- 5 Никифоров В. В., Козловская Т. Ф. Химико-биологические причины ухудшения качества природной воды // Вісник КДПУ. – 2002. – Вип. 6 (17). – С. 82-85.
- 6 Никифоров В. В. Обеспечение экологической безопасности Днепроовского бассейна путём использования гидробионтов для получения биогаза: межвуз. сб. науч. раб. / В. В. Никифоров, С. В. Дегтярь, Е. В. Шмандий // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – М.: Машиностроение, 2008. – Вып. 5. – С. 51–56.
- 7 Никифоров В. В. О методах подавления массового развития сине-зелёных водорослей // Вісник проблем біології і медицини. – 2002. – Вип. 4. – С. 27-31.
- 8 Приймаченко А. Д. Фитопланктон и первичная продукция Днепра и днепровских водохранилищ [Текст] / А. Д. Приймаченко. – Киев: Наукова думка, 1981. – 278 с.
- 9 Таштаналиев А. С., Стручалина Т. И. Биодegradация отходов микробиологического синтеза аминокислот в анаэробных условиях // Проблемы и перспективы развития химии и химических технологий в Кыргызстане. – Бишкек: Илим, 2001. – С. 260-265.
- 10 Чань Динь Тоай, Хлудова М. С., Панцхава Е. С. Биогенез метана / Итоги науки и техники. Биотехнология. – М.: ВИНТИ, 1983. – С. 151-194.
- 11 Шмандий В. М., Харламова Е. В., Ригас Т. Е. Исследование проявлений экологической опасности на региональном уровне. – Научно-практический журнал «Гигиена и санитария», М.: НИИ ЭЧиГОС, – 2015.-№7.- С. 90-92.
- 12 M. Malovanyu; V. Nikiforov; O. Kharlamova; O. Synelnikov Production of renewable energy resources via complex treatment of cyanobacteria biomass// Journal «Chemistry & Chemical technology». – Vol. 10, No. 2, 2016.– С. 251-254.

О. М. Мандрик, В. І. Іванов
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу

РОЗРОБЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПЛОСКОГО СОНЯЧНОГО КОЛЕКТОРА ЗІ СПЕЦІАЛЬНО ОБРОБЛЕНОЮ ПОВЕРХНЕЮ АБСОРБЕРА

Представлено результати натурних, експериментальних і теоретичних досліджень щодо визначення ступеня селективності абсорбера залежно від мікрошорсткості та форми поглинальної поверхні.

Ключові слова: сонячний колектор, абсорбер, селективність.

Представлены результаты натурных, экспериментальных и теоретических исследований по определению степени селективности абсорбера в зависимости от микрошероховатости и формы поглощающей поверхности.

Ключевые слова: солнечный коллектор, абсорбер, селективность..

The article presents the results of the full-scale experimental and theoretical studies on determination of the degree of selectivity of the absorber depending on the surface microroughness and form of the absorption surface of the solar collector.

Key words: solar collector, absorber, selectivity

Актуальність роботи. Значне зростання ціни на природний газ, як для економіки, так і для населення країни значно вплинуло на всі сфери життя людей, поставило серйозні проблеми перед урядом держави. Необхідно швидко шукати альтернативу природному газу, використовуючи вітчизняні та зарубіжні розробки і досвід. Використання нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії (НВДЕ) науковцями розглядається як один із найбільш перспективних шляхів вирішення зростаючих проблем енергозабезпечення. Наявність невичерпної ресурсної бази, екологічна безпека та «чистота» НВДЕ є основними перевагами в умовах вичерпання ресурсів органічного палива та зростаючих темпів забруднення довкілля [1-3].

На сьогодні, частка НВДЕ у світовому виробництві енергії є незначною ($\approx 15\%$), однак їх потенціал значно перевищує рівень світового споживання паливно-енергетичних ресурсів. В Україні існує значний потенціал використання НВДЕ, частка якої в енергетичному балансі країни становить лише 7,2%, з яких 0,8% – відновлювальні джерела. Тому задля забезпечення енергетичної незалежності та економічного зростання держави необхідно активізувати вирішення цієї актуальної проблеми.

За відомостями [8] сонячна енергетика України має дещо обмежені можливості використання в залежності від погоди, широти розташування території регіону (рис. 1).

Одним з інноваційних напрямків модернізації систем теплопостачання, що дозволяє скоротити енерговитрати, є використання сонячних колекторів. Сонячні колектори використовують для забезпечення об'єктів (приватні будинки, багатоповерхові будинки, промислові та громадські будівлі) гарячою водою, а також частково – для опалення, підігріву води в басейнах, сушіння сільськогосподарської продукції, приготування їжі, та кондиціонування повітря.

За кліматичними умовами Україна належить до регіонів із середньою інтенсивністю сонячної радіації. Кількість енергії, яка надходить на одиницю площі, складає 1000 – 13500 кВт год/м². Реалізовані за останні роки проекти [4, 5] показали, що річне вироблення теплової енергії колекторами складає 500 – 600 кВт год/м².

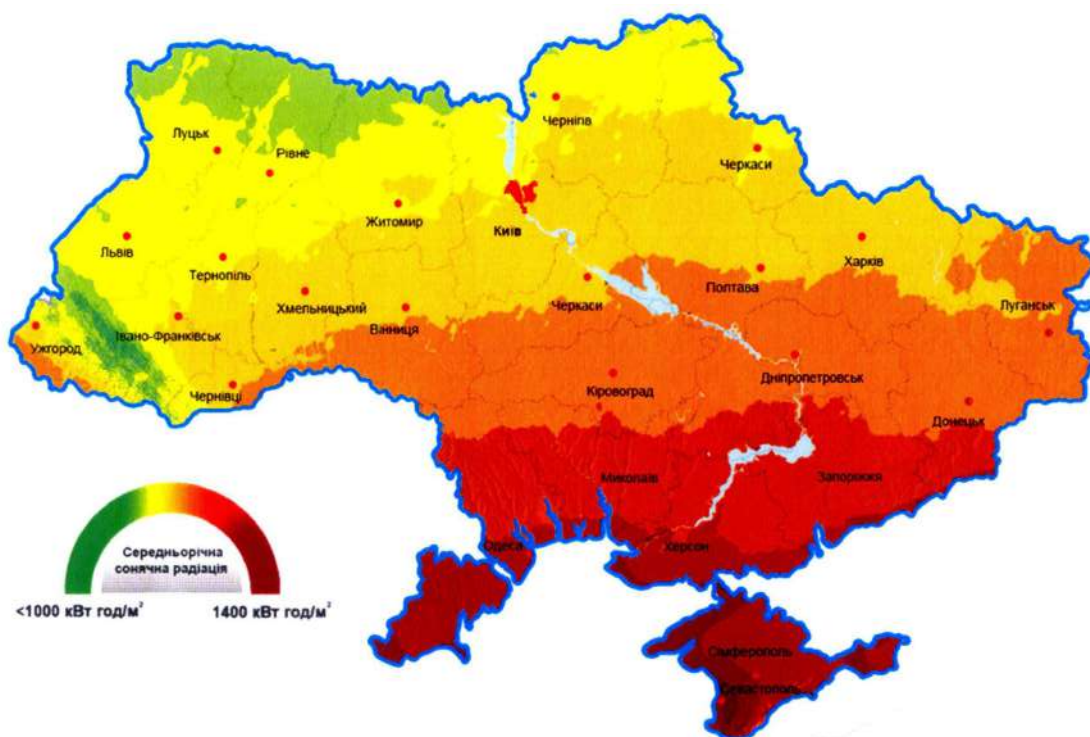


Рис. 1. Енергетичний потенціал сонячної енергії на території України [8]

Порівняльні дослідження показали, що використання сонячних колекторів на 60-70% зменшує витрати на гаряче водопостачання та на 10-20 % – на опалення.

З урахуванням норми використання сонячних колекторів на Заході України, що дорівнює 1 м^2 на людину, річний ресурс сонячного гарячого водопостачання міг би становити $45,0 \text{ млн осіб} \times 500 \text{ кВт год/м}^2 \approx 23 \text{ млрд кВт год}$.

В Україні населення та теплогенерувальні організації використовують близько 17 млрд м^3 природного газу на рік. Більше 30% газу використовують на гаряче водопостачання. Сонячні колектори можуть зменшити споживання газу на 50%, що становить 2,5 млрд м^3 . Вони дозволять зменшити також викиди шкідливих газів, що покращить рівень забруднення навколишнього середовища України.

Для цього потрібно встановити 45 млн м^2 сонячних колекторів. Однак, це величезний, довгостроковий обсяг роботи, створення сотні тисяч робочих місць. Для реалізації цього потрібна державна підтримка на всіх рівнях: законодавчому, адміністративному тощо. Тому, для широкого впровадження сонячної енергетики в Україні, необхідно налагодження вітчизняного масового виробництва сонячних колекторів. Колектори бажано виготовляти стовідсотково з вітчизняних матеріалів та комплектуючих. За технічними характеристиками вони не мають поступатися зарубіжним, але бути значно дешевшими в ціні, доступними для більшості населення України. Вчені та інженери університету намагались вирішити це завдання: розроблено нову конструкцію плоского сонячного колектора, що немає аналогів. Сонячний колектор виготовлено повністю з вітчизняних матеріалів, що за ціною в 2,5-4 рази дешевше, ніж зарубіжні. При багатосерійному виробництві вартість колектора можна зменшити.

Мета й завдання дослідження. Робота спрямована на експериментальне вивчення ефективності роботи запропонованого сонячного колектора під час його дослідження в натурних умовах для помірного клімату, зокрема для м. Івано-Франківська.

Результати досліджень та їх обговорення. Плоский сонячний колектор (рис. 2) складається з сталюого коробчастого корпусу 1 із прозорою скляною кришкою 2, яка зафіксована штапиками 3, що саморізами 4 прикручені до корпусу 1. Абсорбер 5

розміщений у корпусі 1 і теплоізований знизу та з боків пінополістиролом 6. Між скляною кришкою 2 і абсорбером 5 встановлена прозора термостійка полімерна плівка 7. До верхнього листа абсорбера 5 припаяні вхідний 8 і вихідний кутові фітінги, в які закручені нижній вхідний патрубок 9 і верхній вихідний патрубок 10. Форма поперечного перерізу паралельних циркуляційних каналів має вигляд зрізаної піраміди з кутом нахилу твірної до осі $\gamma = 60^\circ$.

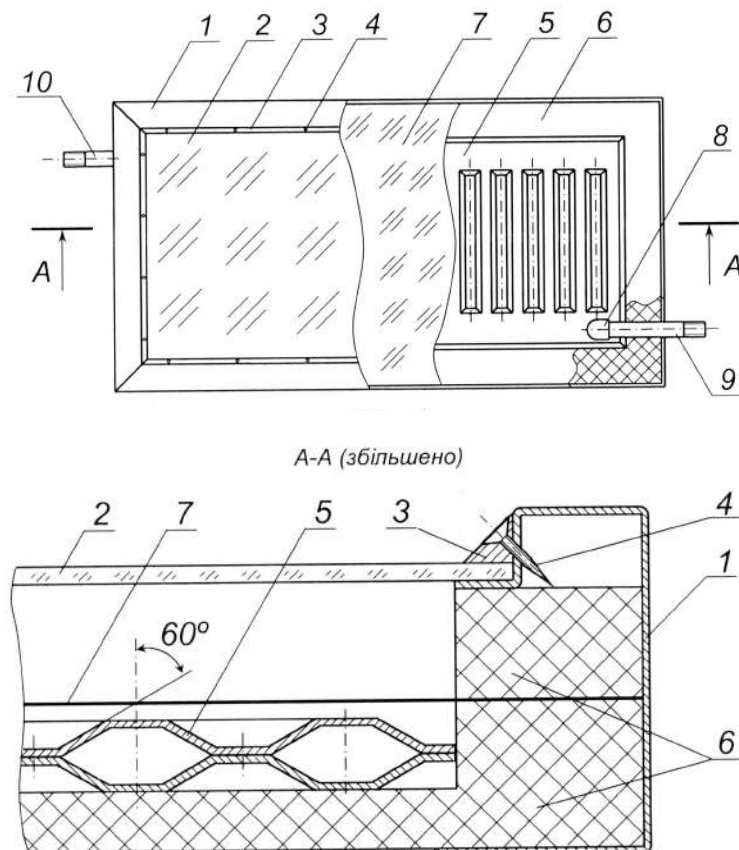


Рис. 2. Конструкція плоского сонячного колектора

примусова циркуляція теплоносія за допомогою циркуляційного насоса. Нагрітий теплоносій через верхній вихідний патрубок 10 подається до споживача, від якого повертається охолодженим і через нижній вхідний патрубок 9 надходить до абсорбера 5. Прозора полімерна термостійка плівка 7 та пінополістирол 6, який має низьку теплопровідність, низьку щільність і високу водостійкість, зменшують втрати теплоти.

Плоский сонячний колектор пройшов заводські випробування і показав високі технічні характеристики нарівні із закордонними моделями. Для порівняння було використано сонячний колектор німецької фірми “Wolf”.

На відміну від зарубіжних конструкцій [6], де для виготовлення корпусу та абсорбера використовують кольорові дорогі матеріали, у запропонованому колекторі корпус виготовлено зі сталевого листового профілю з алюмоцинковим покриттям. Абсорбер виготовлено з чорної листової сталі, в якій виштампувані канали для циркуляції теплоносія та колекторна частина. Канали в перерізі мають форму усіченої піраміди, що дає можливість ефективно нагрівати теплоносій з ранку до вечора, не повертаючи колектор. Між основними каналами є мікроканали, через які також циркулює теплоносій.

Отже, майже вся поверхня абсорбера віддає тепло теплоносію, що збільшує ефективність роботи колектора [7].

Плоский сонячний колектор працює наступним чином. Його закріплюють, наприклад, на даху споруди, а нижній вхідний патрубок 9 і верхній вихідний патрубок 10 приєднують до трубопроводів системи гарячого водопостачання або опалення. Сонячне проміння крізь прозору скляну кришку 2 та прозору термостійку полімерну плівку 7 потрапляє на зовнішню поверхню обробленого селективним покриттям абсорбера 5, що забезпечує максимальне поглинання теплоти при мінімальному рівні відбивання сонячних променів. При цьому відбувається нагрівання абсорбера 5, від якого теплота передається теплоносію. За рахунок різниці температур, та відповідно різниці густин теплоносія в зоні нижнього вхідного патрубка 9 і верхнього вихідного патрубка 10 створюється циркуляція теплоносія. Також можлива

Основною частиною в конструкції колектора є абсорбер, який поглинає сонячне випромінювання та в якому циркулює теплоносії. Тому, важливо розглянути фізичну основу процесу нагрівання поверхні абсорбера (рис. 3).

Поверхню абсорбера оброблено спеціальним інструментом так, що виступи мікронерівностей шорсткості мають пірамідальну форму, що забезпечує максимальне поглинання сонячного випромінювання. Ця поверхня покрита чорним цинком, що збільшує її селективність та забезпечує корозійну стійкість.



Технічні характеристики сонячного колектора «СК-ССЕД-1»:

Габаритні розміри: 2112x612x100 мм.
Вага – 38 кг.
Загальна площа – 1,3 м².
Апертурна площа – 1,1 м².
Поглиналина здатність – 0,94.
Відбивальна здатність – 0,11.
Пропускна здатність прозорої ізоляції – 0,9.
Кількість шарів прозорої ізоляції – 2.
Прохідний переріз патрубків – 18 мм.
Максимальний тиск – 8 бар.
Об'єм теплоносія – 2,9 л.
Коефіцієнт тепловтрат внаслідок теплопередачі – 3,44 Вт/м²·с.
Коефіцієнт тепловтрат внаслідок випромінювання – 0,016 Вт/м²·с.
Прозора ізоляція – скло 5 мм.
Коефіцієнт корисної дії – 0,75.
Температура стагнації – 159 °С.
Теплоносії – пропіленгліколь / «Тепро».
Продуктивність – 60 літрів/добу з температурою 45° – 65 °С.
Теплоізоляція – скловолокно фольговане товщиною 50 мм.
Селективне покриття – чорний цинк.
Максимальна потужність – 750 Вт.
Корпус – листовий металевий профіль з алюмоцинковим покриттям.
Абсорбер – листова оцинкована сталь з виштампуваними каналами з формою усіченої піраміди.

Рис. 3. Плоский сонячний колектор

Поглиналина властивість у діапазоні сонячного випромінювання $\alpha_c=0,9$, випромінювальна властивість у діапазоні інфрачервоного випромінювання $\rho_T=0,1$.

На сонці предмети нагріваються в результаті поглинання енергії сонячного випромінювання. Для пояснення цього явища використовуємо квантову теорію. Ця теорія виходить з визнанням подвійної природи часток (частка – хвиля).

Суттєвим моментом квантової теорії є положення про те, що енергія будь-якої системи, яка проявляє хвильові якості, може змінюватися лише дискретно окремими елементарними порціями, які називають квантами. Енергія кванта прямо пропорційна частоті відповідного коливання. Якщо хвиля довжиною λ розповсюджується з швидкістю

ϑ , то її частота ν (визначається кількістю хвиль, що проходять через дану точку за одиницю часу) дорівнює:

$$\nu = \frac{\vartheta}{\lambda}. \quad (1)$$

Величину енергії кванта для такої хвилі знаходять з рівняння:

$$T = h \cdot \nu, \quad (2)$$

де h – стала Планка. Ця стала дуже мала $6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж/с, тому дискретний характер зміни енергії помітно проявляється лише на високих частотах. Квант світла, енергія світлового фотону складають $3,0 \cdot 10^{-19}$ Дж.

Взаємодія між падаючим фотоном та електроном проходить лише в тому випадку, якщо енергія фотона точно відповідає значенню енергії, необхідної для переходу електрона на іншу допустиму орбіту.

У такому випадку атом має дискретне поглинання, яке відповідає відповідним квантовим числам. Але в твердому тілі кількість допустимих енергетичних рівнів значно більша, ніж в ізольованому атомі. Атоми розміщені настільки близько один від одного, що електрони кожного атома перебувають під впливом інших ядер. Крім того, самі атоми в твердому тілі роблять коливальні рухи, що також збільшує кількість можливих енергетичних рівнів. Тому тверді тіла поглинають випромінювання в широкому діапазоні довжини хвиль і характеризуються не дискретним, а суцільним електронним поглинанням.

Тверде тіло поглинає не всі фотони, що падають на нього: одні з них розсіюються під час зіткнення, а інші проходять крізь тіло без взаємодії.

Деякі фотони розсіюються в зворотному напрямку і їх можна спостерігати на поверхні, на яку вони падали. У матеріалі, проникному для випромінювання, фотони можуть мати всередині тіла багаторазове розсіювання, але якщо поглинання в матеріалі велике, то назад повертаються лише ті фотони, що розсіюються поблизу поверхні. В обох випадках ми можемо говорити, що тіло відбиває фотони.

Отже, фотони, котрі падають на тіло, можуть відбиватися, поглинатися чи проходити крізь нього. Частка фотонів кожної з названих категорій в загальній кількості падаючих фотонів відповідно характеризують відбиваючу, поглинаючу і пропускну здатність тіла. Сума всіх цих показників має становити одиницю. При поглинанні випромінювання тіло переходить до збудженого стану, за якого електрони перебувають на більш високих енергетичних рівнях, а інтенсивність коливання атомів у решітці зростає, відповідно температура тіла підвищується.

Випадкові фотони зникають, а тіло прагне повернутися до свого первинного стану, випромінюючи надлишкову енергію. Тоді проходить зворотний процес: довжина хвиль випромінюваних фотонів відповідає зміні енергії тіла, але кількість їх можливих значень настільки велика, що спектр такого випромінювання можна вважати безперервним.

Атом або молекула перебувають у збудженому стані недовго, після чого вони випромінюють фотон такої ж енергії. Але, в твердому тілі, завдяки дії міжатомних сил на випромінювання фотона, можлива передача енергії від збудженого атома до сусіднього. У результаті температура тіла вирівнюється.

Випромінювання реального тіла з неймовірно складним розподілом енергетичних рівнів суттєво відрізняється від випромінювання чорного тіла. Але для простоти ми використовували модель чорного тіла для аналізу властивостей і поведінки реального тіла. Кількість отриманої енергії залежить не тільки від довжини хвилі, але і від кута падіння

випромінювання, а також від стану поверхні тіла. При шорсткій поверхні фотони опиняються у впадинах, де умови для їх поглинання зростають. Фотони у впадинах багаторазово відбиваються від пірамідальної поверхні, де розсіюють майже всю свою енергію. Отже, зростає поглинальна властивість поверхні, ефективність конвертування сонячного випромінювання в теплову енергію. Виходячи з зазначеного вище, для того щоб збільшити ефективність абсорбера сонячного колектора, ми обробили поглинальну поверхню спеціальним інструментом, який створив на поверхні шорсткість пірамідальної форми. Висота мікронерівностей поверхні становила до 25 мкм, що відповідає діапазонам видимої та інфрачервоної хвиль.

Реальне тіло має відбиваючу (ρ) та поглинаючу (α) здатність. Відношення α/ρ характеризує ступінь селективності покриття. Якщо за необробленої поверхні ступінь селективності становив 2,35 ($\alpha=0,94$; $\rho=0,4$), то за обробленої поверхні 8 ($\alpha=0,90$; $\rho=0,11$).

Експериментальні випробування показали зростання селективності поверхні в 3,4 рази порівняно з необробленою поверхнею та підвищення вихідної потужності сонячного колектора до 20 %, що відображено на графіках (рис. 4, 5).

Наші дані, частково, співпадають з даними групи спеціалістів під керівництвом Чжуна Сюи – представника Національної лабораторії Оак Ридж (США), які створили напівпровідники n -типу з поверхнею у формі конусів мікроскопічного розміру з оксиду цинку. Як стверджують спеціалісти Національної лабораторії, використання напівпровідника з такою формою поверхні збільшує здатність батареї поглинати сонячне випромінювання і збільшувати кількість отриманої електричної енергії на 80 % порівняно з аналогами, що мають таку ж площу.

Висновок. Поглинальні властивості поверхні, яка має мікрошорсткість пірамідальної форми, збільшуються в 3,4 рази що збільшує, відповідно, отримання теплової енергії, підвищує ККД плоских колекторів.

Для гарячого водопостачання потрібна різниця температур $\Delta T=20\div 50$ °С, що навіть за середньої інтенсивності сонячного випромінювання 500-600 Вт/м² повністю задовольняють поглинальні властивості даного абсорбера.

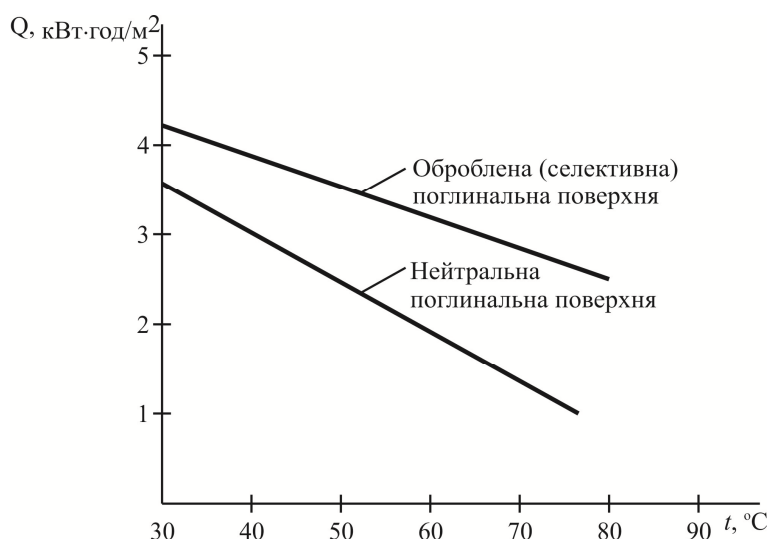


Рис. 4. Залежність вихідної потужності сонячного колектора від температури

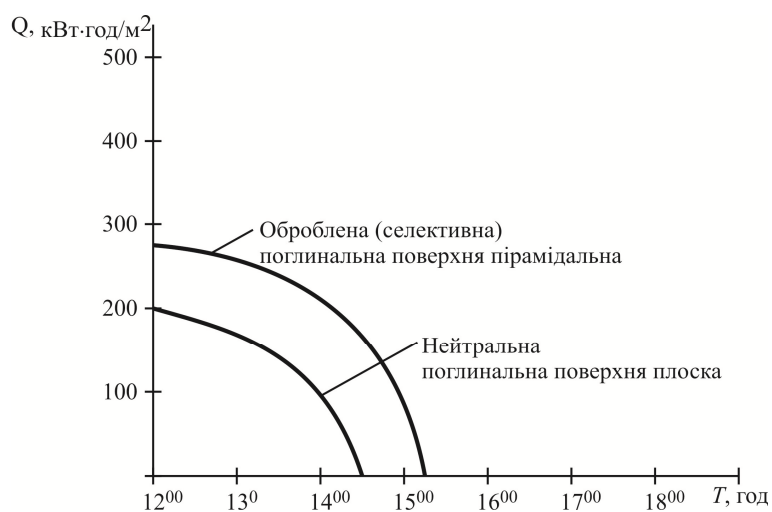


Рис. 5. Добові зміни вихідної потужності сонячного колектора

Для зменшення тепловтрат конвекційними потоками в зазорі між абсорбером та склом встановлено термостійку прозору плівку. Конструкція пройшла заводські випробування і показала високі технічні характеристики нарівні із закордонними моделями. Для порівняння було використано німецький колектор фірми «Wolf».

Отже, ми отримали вискоєфективний сонячний колектор для гарячого водопостачання. Крім того, конструкція колектора дозволяє використовувати високопродуктивну технологію виготовлення, автоматизувати та механізувати ряд технологічних операцій, що дає можливість масового виробництва сонячних колекторів в Україні.

Література

1 Стратегічна оцінка використання відновлювальних джерел енергії у сталому туристично-рекреаційному розвитку Карпатського регіону / Монографія за редакцією Архипової Л.М. // Івано-Франківськ: ІФНТУНГ Факел, 2016.

2 Мандрик О. М. Аналіз використання потенціалу вітрової і сонячної енергії в Карпатському регіоні. Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – Івано-Франківськ: Вид-во ІФНТУНГ, 2016. – № 1 (13). С. 158-167.

3 Mandryk O. Induction of the Carpathian Region Environmental Safety Level Change using the Alternative Sources of Energy / O. Mandryk, Ya. Adamenko, L. Arkhypova, O. Maniuk // Scientific Bulletin of North University Center of Baia Mare Series D, Mining, Mineral Processing, Non-ferrous Metallurgy, Geology and Environmental Engineering Volume XXIX No. 1, 2016 p.65-71.

4 Патент України на корисну модель № 74755, МПК F24J 2/20, F24J 2/22. Сонячний тепловий колектор / І. О. Мікульонок, заявник і патентовласник – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». – № u 2012 04890; заявл. 18.04.2012; опубл. 12.11.2012, Бюл. № 21.

5 Патент України на винахід № 22748 А, МПК F24J 2/20. Сонячний водонагрівач / Д. Л. Міцкевич, В. М. Ільїн, заявник і патентовласник – автори. – № 97126408; заявл. 29.12.1997; опубл. 30.06.1998, Бюл. № 3.

6 Шаповал С. П. Ефективність системи теплопостачання на основі сонячного колектора за зміни кута надходження теплового потоку / С. П. Шаповал, О. Т. Возняк, О. С. Дацько // Вісник. Національного університету «Львівська політехніка». – 2009. – № 655. – С. 299–302.

7 Заявки на корисну модель № u 2016 06384, МПК (2016.01) F24J 2/22. Плоский сонячний колектор / О. М. Мандрик, В. І. Іванов, І. В. Гладь, заявник і патентовласник – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу 2016.

8 Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії України. - Київ, 2001р., НАН України.

© О. М. Мандрик,
В. І. Іванов

ПРИРОДООХОРОННІ ТА РЕКРЕАЦІЙНІ ТЕРИТОРІЇ

УДК 620.9

О. В. Побігун, С. А. Побігун
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу

АНАЛІЗ ТУРИСТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В КАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

В статті здійснено аналіз показників доходності, динаміки доходів, інтенсивності розвитку туристичної діяльності Карпатського регіону для можливості планування впровадження відновлюваних джерел енергії в господарсько-туристичних комплексах для забезпечення сталого розвитку регіону.

Ключові слова. Доходи, інтенсивність розвитку туризму, відновлювальні джерела енергії.

В статье проведен анализ показателей доходности, динамики доходов, интенсивности развития туристической деятельности Карпатского региона для возможности планирования внедрения возобновляемых источников энергии в хозяйственно-туристических комплексах для обеспечения устойчивого развития региона.

Ключевые слова. Доходы, интенсивность развития туризма, возобновляемые источники энергии.

The analysis of indicators of profitability, revenue dynamics and intensity of development of tourism in the Carpathian region for scheduling the introduction of renewable energy in the economic and tourist complexes for sustainable development in the article.

Keywords. Income intensity of tourism, renewable energy.

Актуальність досліджень. Велика увага приділяється питанням розвитку туризму як самостійної складової господарського комплексу Карпатського регіону. У зв'язку з цим, важливого значення набуває аналіз показників оцінки діяльності суб'єктів туристичної діяльності за останні роки. Такий аналіз відображає роль туризму в національному господарстві, а також дає можливість оцінити інтенсивність розвитку туризму та частку цього внеску, спланувати дії щодо впровадження принципів сталого розвитку регіону, зокрема впровадження відновлювальних джерел енергії.

Попередні дослідження. Вивченню питань впровадження відновлювальних джерел енергії присвятили свої праці ряд вітчизняних і зарубіжних учених. Серед них О. Адаменко, М. Михайлів, Г. Гелетуха та інші. Питанням аналізу розвитку туризму – І. Балабанова, А. Балабанов, Л. Дядечко, Е. Драчева та ін.

Постановка завдання. Поряд з тим, питанням оцінки інтенсивності розвитку туризму в конкретному регіоні, зокрема в Карпатському, практично не приділялась увага взагалі. Враховуючи зазначене, основним завданням є аналіз показників розвитку туристичного господарства в тенденції становлення туристичної галузі в Карпатському регіоні. Це дасть можливість територіального планування впровадження відновлювальних джерел енергії в областях з найбільш інтенсивною тенденцією туристичної діяльності з урахуванням особливостей розвитку місцевого ринку для запобігання негативного впливу на довкілля в контексті сталого розвитку регіону.

Викладення основного матеріалу. Кожна держава, в економіці якої туризм відіграє істотну роль, повинна приділяти увагу правильному та гармонійному розвитку туризму у формуванні своєї економічної стратегії, як на макро- так і на мікрорівні.

Особливо це стосується регіонів, які володіють характеристиками та властивостями, що приваблюють туристів. Сучасний розвиток туризму спрямований не тільки на задоволення різноманітних потреб туристів, але й на економічну активізацію окремих регіонів. Туризм, як і будь-яка інша галузь, є відкритою системою, що взаємодіє і функціонує в певному середовищі, яке певним чином здійснює вплив на розвиток туристичного регіону.

До кінця 70-х рр. стратегія розвитку туризму була націлена виключно на приваблення людей до певного місця. Однак цілі поступово змінюються. Туристичні регіони повинні фокусуватися не лише на отриманні прибутку, а й планувати туристичну діяльність для зменшення негативних соціальних, економічних та екологічних наслідків приросту туристичної галузі. Щоб досягти цілей збереження довкілля потрібний чіткий план розвитку. За відсутності плану дій можуть з'явитись різні економічні проблеми, або ж просто не буде використаний весь позитивний потенціал. Такими діями може бути спрогнозоване впровадження відновлювальних джерел енергії, використання вітро-, міні гідро- та геліо-електростанцій в роботі туристичних комплексів, зелених садиб, транспортній інфраструктурі, освітленні вулиць та інших сферах туристичної діяльності як в контексті сталого розвитку, так і для інноваційних ідей.

Зважаючи на такий підхід будемо проводити дослідження щодо розвитку та функціонування туризму в чотирьох областях Карпатського Єврорегіону: Закарпатська, Львівська, Івано-Франківська, Чернівецька. На нашу думку ці області об'єднані єдиними мотиваційними факторами для туристів.

Особливе значення для оцінки рівня розвитку туризму в країні або регіоні мають показники охоплення туризмом свого населення, які характеризують інтенсивність туристичних потоків. Ці показники виступають у двох видах: нетто- і бруutto-інтенсивність туристичних потоків [1]. Нетто-інтенсивність розвитку означає, яка частка (%) населення країни (регіону) або якої-небудь демографічної групи здійснила хоча б одну туристичну поїздку за рік чи за інший період часу, наприклад сезон. Показник бруutto-інтенсивності означає, скільки туристичних подорожей припадає в середньому на одного жителя країни (регіону) за який-небудь період. Показник бруutto-інтенсивність визначають, як "частота туристичних поїздок" населення країни (регіону) або окремої демографічної групи.

Крім показників, що характеризують туристичні потоки, розвиток туристичного бізнесу оцінюється макроекономічною та соціальною ефективністю. Такі показники ефективності туризму характеризують внесок туризму у створення робочих місць, у валовий внутрішній продукт (ВВП) і національний дохід країни. Вони виражають частку доходів від туризму в експорті та частку витрат на туризм в імпорті країни, охоплюють мультиплікаційний ефект туризму, який впливає на соціально-культурний рівень населення.

До найважливіших показників оцінки туристичної діяльності суб'єктів підприємництва належать такі:

- кількість обслужених туристів та екскурсантів;
- доход від реалізації туристичних послуг;
- прибуток від туристичної діяльності;
- рентабельність туристичної діяльності.

Ефективність туристичної діяльності проявляється в мінімізації сукупних витрат і підвищенні прибутковості туристичних підприємств, а також в отриманні додаткових вигод суб'єктами підприємництва поза туристичною сферою діяльності.

Згідно даних щорічного статистичного бюлетеня України по туристичній діяльності [2, 3, 4] в табл. 1 зведені показники доходності за 2013-2015 рр.

За даними таблиці слід зазначити, що лідером у доходності від надання туристичних послуг за ці роки є Івано-Франківська область із збільшенням значення від 243 893,2 тис. грн. до 260757,2 тис. грн. Закарпатська область знаходиться на останньому місці і показники у 2015 році порівняно з 2013 роком знизилися майже вдвічі. Слід зауважити, що такі результати діяльності свідчать про неефективність використання природного потенціалу, який для Закарпатської області є найбільшим серед досліджуваних. Зокрема, рівень концентрації у Закарпатській області складає 33,273; у Львівській – 15,587; у Івано-Франківській – 13,223; у Чернівецькій – 7,911. Якщо брати природно-рекреаційний потенціал у розрахунку на 1 тис. жителів, то найбільші показники демонструють Закарпатська (0,341), Івано-Франківська (0,131) та Львівська (0,131) області [5]. Це свідчить, що при невеликій чисельності населення зосереджено потужний природно-рекреаційний потенціал регіону.

Таблиця 1

Показники доходності від туристичної діяльності за 2013-2015 рр. (тис. грн.)

Показник	Закарпатська	Івано-Франківська	Львівська	Чернівецька	Закарпатська	Івано-Франківська	Львівська	Чернівецька	Закарпатська	Івано-Франківська	Львівська	Чернівецька
	2013 рік				2014 рік				2015 рік			
	Закарпатська	Івано-Франківська	Львівська	Чернівецька	Закарпатська	Івано-Франківська	Львівська	Чернівецька	Закарпатська	Івано-Франківська	Львівська	Чернівецька
Доходи від надання туристичних послуг (без ПДВ, акцизів і аналогічних обов'язкових платежів)	10 015,3	243 893,2	228 708,4	10 487,5	9 474,4	206 925,7	174 753,5	8 657,6	9 441,4	262 885,4	188 650,6	160 92,5
Доходи туроператорів:	7016,6	240 647,4	204 746,9	5392,6	6080,5	204 034,6	158 198,7	2714,8	3920,6	258 767,7	151 648,2	2461,8
– від екскурсійної діяльності	44,7	142 907,4	781,6	84,0	30,3	122 145,8	665,2	22,5	38,8	854,2	1048,4	33,1
– сума комісійних, агентських, інших винагород	602	2903,6	5741,9	1581,1	452,1	1052,6	7179,4	1655,3	400,5	775,4	7199,2	1177,4
Доходи тур агентів:	930,5	1376,8	11742,5	1574,6	933	997,5	7764,3	3717,5	1348	1976,5	21614,5	9573,3
– від екскурсійної діяльності	1,6	161,1	182,6	54,5	5,6	43,2	348,8	0	13,6	156,2	241,4	20,4
– сума комісійних, агентських, інших винагород	930,5	1212,8	7975,2	798,2	927,4	954,3	7246,9	997,5	1334,4	1820,1	11508,4	1459,8
Доходи суб'єктів, що здійснюють екскурсійну діяльність:	37	326,3	2514,4	8	3,9	320	947,8	0	13,1	13	4305,1	0
– від екскурсійної діяльності	37	326,3	2499,1	2,1	3,9	320	947,8	0	13,1	13	4292,6	0
Інші доходи	2 031,2	1 542,7	9 704,6	3 512,3	2 457,0	1 573,6	7 842,7	2 225,3	0,0	2 128,2	11 082,8	4 057,4

Карпатський регіон України є територією, де зосереджений значний рекреаційно-туристичний потенціал. Питома частка останнього у сумарному природно-ресурсному потенціалі України складає 22,8 % від загальнодержавного показника, у тому числі 77 % припадає на ресурси відпочинку і туризму і 23 % – на ресурси санаторно-курортного лікування [5].

У територіальному розрізі регіону значна частка природно-рекреаційного потенціалу припадає на Закарпатську (7,3 %), Львівську (5,6 %), Івано-Франківську (4,1 %) області, дещо менше має – Чернівецька (1,8 %).

За даними таблиці 1 слід зауважити, що в 2014 році відбулось зниження дохідності від туристичної діяльності в усіх областях Карпатського регіону. Найбільший рівень зниження відбувся у Львівській області (23,59 %), а найменший у Закарпатській області (5,4 %). Водночас, найбільший рівень зниження дохідності відзначаємо в діяльності туроператорів Чернівецької області (-49,66%) та в екскурсійній діяльності в Закарпатській, Львівській і Чернівецькій областях. Водночас незначне зниження в дохідності від екскурсійної діяльності дозволило Івано-Франківській області випередити Львівську в загальному рейтингу дохідності в 2014 році.

Позитивна динаміка спостерігається в діяльності турагентів у Закарпатській (+0,27 %) і особливо Чернівецькій (+136,09 %) областях. За результатами туристичної діяльності у 2015 році спостерігаємо суттєве зростання доходів у Івано-Франківській (на 27,04 %) та Чернівецькій областях (на 85,88 %), несуттєве зростання у Львівській області (на 7,95 %) і зниження у Закарпатській області (-0,35 %). Слід зазначити, що виявлені тенденції відбулись переважно за рахунок діяльності турагентів, які в основному показали позитивну динаміку доходів.

Надання послуг туристам у тому чи іншому регіоні забезпечують туристичні підприємства, яких в залежності від форми взаємодії із суб'єктами надання туристичних послуг, як правило поділяють на туроператорів та турагентів. Такі туристичні підприємства в процесі свого функціонування також взаємодіють з виробниками туристичних послуг – елементами туристичної інфраструктури (закладами розміщення, харчування, транспортними організаціями і т.д.). Таким чином, за ефективністю діяльності туроператорів та тур агентів, в цілому, можна зробити висновок про ефективність функціонування туристичної індустрії в певному регіоні.

Аналіз структури доходів від туристичної діяльності (табл. 2) дозволив зробити висновки про наступне. Суттєвий внесок у загальний дохід від туристичної діяльності у всіх досліджуваних областях здійснюють туроператори.

Таблиця 2

Структура доходів від туристичної діяльності (у %)

Показник	Закарпатська	Івано-Франківська	Львівська	Чернівецька	По регіону	Закарпатська	Івано-Франківська	Львівська	Чернівецька	По регіону	Закарпатська	Івано-Франківська	Львівська	Чернівецька	По регіону
	2013 рік					2014 рік					2015 рік				
Частка доходів туроператорів	70,06	98,67	89,52	51,42	92,84	64,18	98,60	90,53	31,36	92,80	41,53	98,43	80,39	15,30	87,3
Частка доходів турагентів	9,29	0,56	5,13	15,01	3,17	9,85	0,48	4,44	42,94	3,35	14,28	0,75	11,46	59,49	7,2
Частка доходів (екскурсійна діяльність)	0,37	0,13	1,10	0,08	0,59	0,04	0,15	0,54	0,00	0,32	0,14	0,00	2,28	0,00	0,91
Інші доходи від туристичної діяльності	20,28	0,63	4,24	33,49	3,41	25,93	0,76	4,49	25,70	3,53	44,06	0,81	5,87	25,21	4,4

Так у 2013 році така частка становила 98,67 % для Івано-Франківської області проти 51,42 % для Чернівецької області. Суттєвих змін у структурі дохідності по областях у 2014 році не відбулось. Проте у 2014 році частка доходу від діяльності турагентів у Чернівецькій області була найбільшою (а саме 42,94 % проти 31,36 % доходів туроператорів). А у 2015 році спостерігається суттєве зменшення частки доходів туроператорів по Закарпатській та Чернівецькій областях, Львівська область лише дещо знизилася ці показники, а Івано-Франківська не змінює показників. З даних таблиці та рисунків (рис. 1) слід зазначити зміну у структурі доходів по досліджуваному регіону, а саме: суттєво зменшилась частка доходів туоператорів (з 92,84 % у 2013 році до 87,3 % у 2015 році), водночас зросла частка внеску турагентів (з 3,17 % у 2013 році д 7,2 % у 2015 році), що може свідчити про активізацію діяльності фізичних осіб – суб'єктів підприємницької діяльності, які в основному представляють саме турагентів. Частка доходів від екскурсійної діяльності за три роки знизилася у всіх областях, окрім Львівської, де навіть дещо збільшилася.

Суттєвих змін зазнала структура реалізованих путівок туроператорами особливо в розрізі областей (табл.3). Так, у 2013 році частка путівок, реалізованих для подорожей в межах України для Закарпатської області складала 61 %, а у 2014 році вже 18,7 %. Відповідно зменшилась частка путівок для подорожей за кордон (з 33,9 % у 2013 році до 81,3 % у 2014 році). В загальному по регіону суттєво зросла частка путівок для подорожей за кордон (33,8 % у 2014 році проти 24,1 % у 2013 році) Суттєво знизилась частка путівок, реалізованих іноземцям для подорожей в межах України. Так у 2013

році така частка складала 9,2 %, а у 2014 році вже 1,4 %. У 2015 році суттєво зросла частка путівок, реалізованих громадянам України для подорожей в межах України (з 66,7 % у 2013 році до 81,6 % у 2015 році). Найбільший приріст в цьому показнику показали Івано-Франківська (з 85,8 % у 2013 році до 95,7 % у 2015 році) та Львівська області (з 42,4 % у 2013 році до 52,6 % у 2015 році). В загальному зазначимо, що в діяльності туроператорів переважає частка путівок, реалізованих громадянам України для подорожей в межах України (рис. 2).

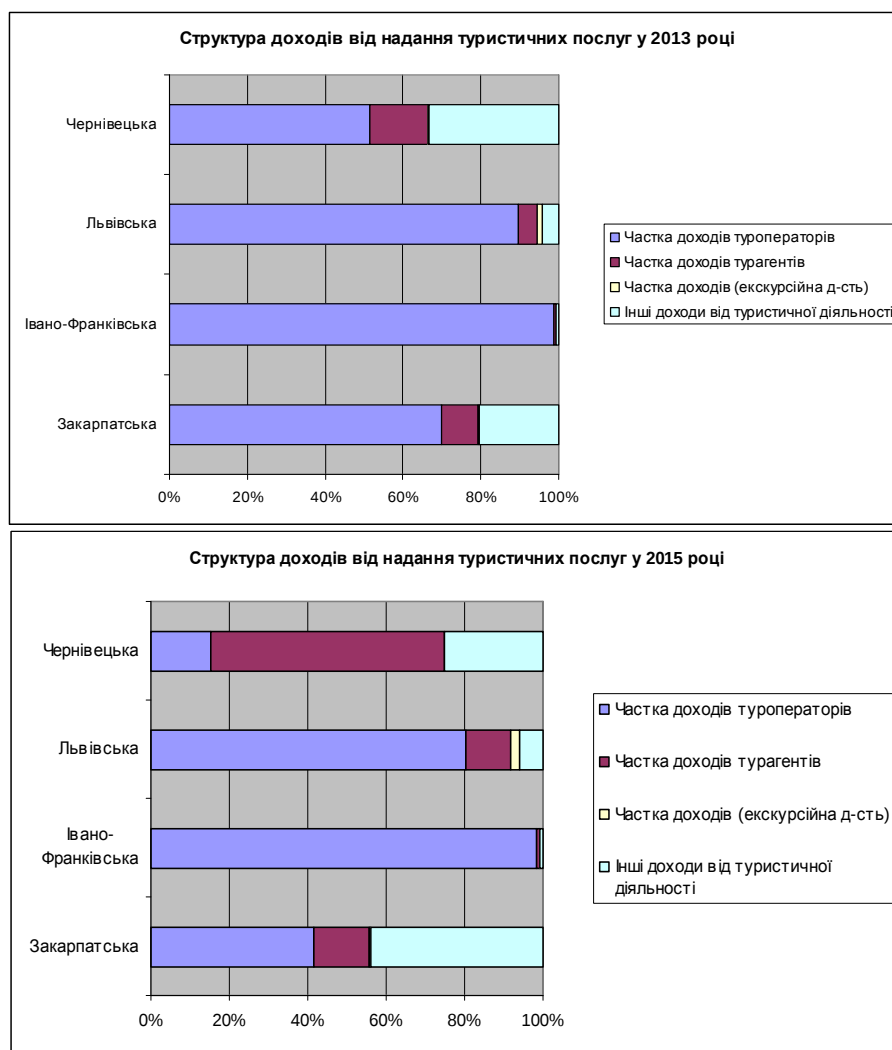
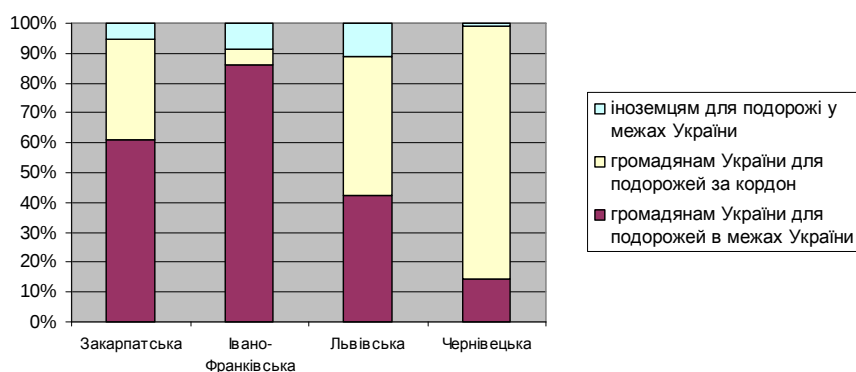


Рис. 1. Структура доходів від надання туристичних послуг

Структура реалізованих путівок туроператорами (у %)

Показник	Закарпатська	Івано-Франківська	Львівська	Чернівецька	По регіону	Закарпатська	Івано-Франківська	Львівська	Чернівецька	По регіону	Закарпатська	Івано-Франківська	Львівська	Чернівецька	По регіону
	2013 рік					2014 рік					2015 рік				
	Частка путівок, реалізованих:														
	- громадянам України для подорожей в межах України	61,0	85,8	42,4	14,2	66,7	18,7	94,2	34,0	6,7	64,7	30,5	95,7	52,6	3,5
- громадянам України для подорожей за кордон	33,9	5,3	46,6	84,9	24,1	81,3	4,7	64,0	93,1	33,8	69,5	2,0	43,6	95,9	15,7
- іноземцям для подорожі у межах України	5,1	8,9	11,1	0,9	9,2	0,0	1,1	2,0	0,1	1,4	0,0	2,4	3,8	0,6	2,7

Структура реалізованих туроператорами турпутівок (2013р)



Структура реалізованих туроператорами турпутівок (2015р)

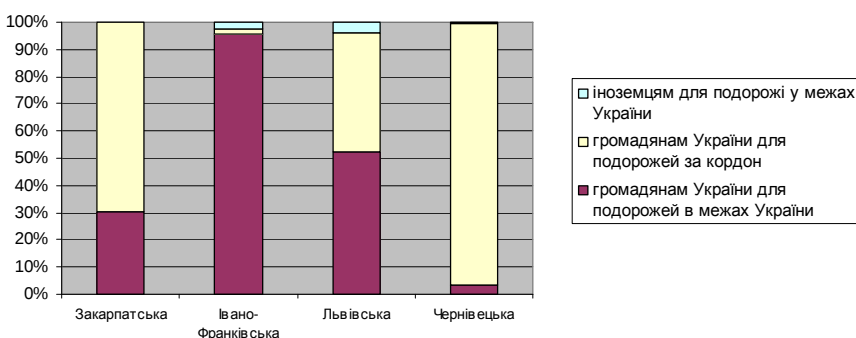


Рис. 2. Структура реалізованих путівок туроператорами

відповідає тенденціям характерним для туроператорів. Найбільших змін зазнала структура реалізованих путівок у Львівській області. В загальному зазначимо, що в діяльності турагентів переважає частка путівок, реалізованих громадянам України для подорожей за кордон, що протилежно до ситуації, характерної для туроператорів (рис. 3).

Структура реалізованих путівок турагентами особливо не змінилась. В загальному по регіону суттєво зросла частка путівок для подорожей за кордон (73,9 % у 2014 році проти 61,2 % у 2013 році) (табл.4). Суттєво знизилась частка путівок, реалізованих іноземцям для подорожей в межах України. Так у 2013 році така частка складала 13,5 %, а у 2014 році вже 2,2 %. У 2015 році суттєво зросла частка путівок для подорожей в межах України (з 25,2 % у 2013 році до 34,5 % у 2015 році) і дещо знизилась для подорожей за кордон (з 61,2 % у 2013 році до 63,6 % у 2015 році), що в цілому

Таблиця 4

Структура реалізованих путівок турагентами (у %)

Показник	Закарпатська	Івано-Франківська	Львівська	Чернівецька	По регіону	Закарпатська	Івано-Франківська	Львівська	Чернівецька	По регіону	Закарпатська	Івано-Франківська	Львівська	Чернівецька	По регіону
	2013 рік					2014 рік					2015 рік				
	Частка путівок, реалізованих:														
- громадянам України для подорожей в межах України	12,6	18,0	31,8	4,8	25,2	7,1	15,5	32,5	3,4	23,9	18,0	16,5	40,9	4,4	34,5
- громадянам України для подорожей за кордон	86,9	81,9	48,4	95,2	61,2	92,9	84,5	64,2	96,6	73,9	81,9	83,5	56,6	95,6	63,6
- іноземцям для подорожей у межах України	0,5	0,0	19,7	0,0	13,5	0,0	0,0	3,3	0,0	2,2	0,0	0,0	2,5	0,0	2,0

На основі даних табл. 5 можна зробити наступні висновки. Найвищий показник нетто-інтенсивності у 2013 р. спостерігаємо у Львівській області, проте у 2014 р. і 2015 р. найвищий показник характерний для Івано-Франківської області. Найнижче значення по всіх роках спостерігаємо в Закарпатській області. Коефіцієнт нетто-інтенсивності по внутрішньому туризму є найбільший для Івано-Франківської області і найменшим для Чернівецької області, що може свідчити про активізацію туроператорів Івано-Франківської області саме у формуванні внутрішнього туристичного продукту. Для зовнішнього туризму характерна дещо інша тенденція. Тут лідером є Львівська область, що можна пояснити розвинутою транспортною інфраструктурою, зокрема широким вибором авіарейсів та залізничних напрямків. Слід зауважити, що така тенденція характерна переважно завдяки туристичним потокам, сформованих туроператорами.

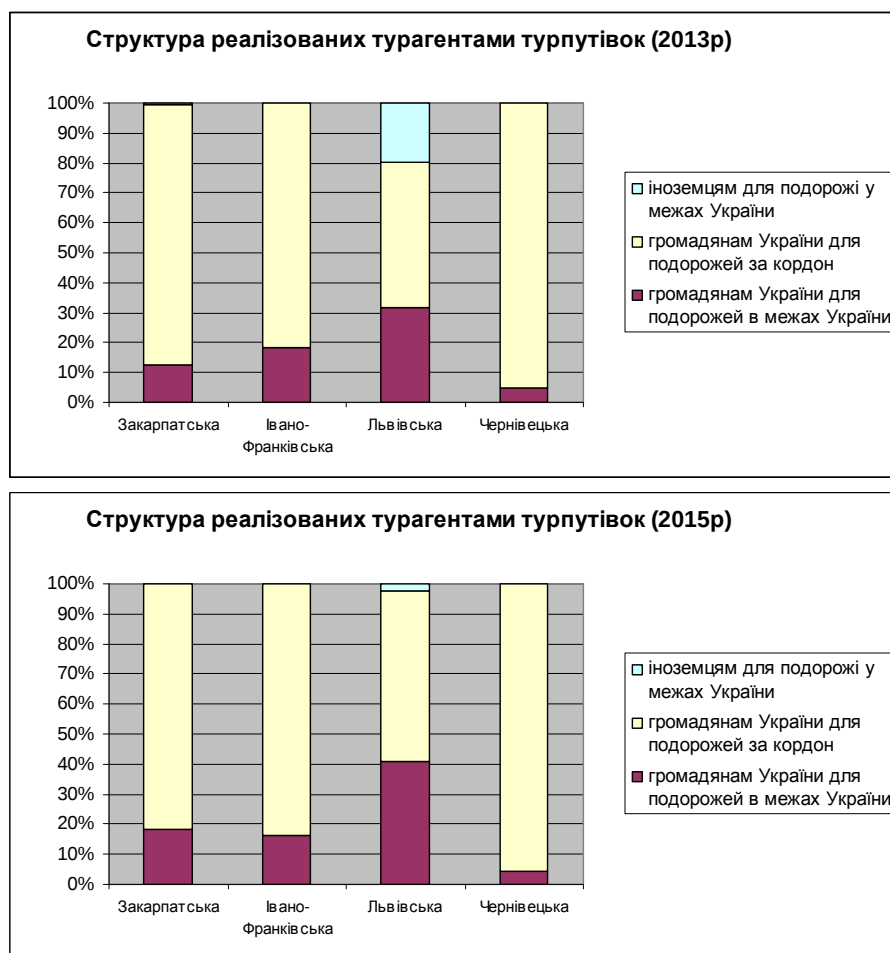


Рис. 3. Структура реалізованих путівок турагентами

Аналіз інтенсивності розвитку туризму (2013-2015рр)

Показник	Закарпатська	Івано-Франківська	Львівська	Чернівецька	По регіону	Закарпатська	Івано-Франківська	Львівська	Чернівецька	По регіону	Закарпатська	Івано-Франківська	Львівська	Чернівецька	По регіону
	2013 рік					2014 рік					2015 рік				
	Інтенсивність розвитку туризму (загалом)														
Коефіцієнт нетто-інтенсивності туристичних потоків:	1,107		4,840	6,125	1,343	4,086	0,595		4,303	3,030	1,152	2,536	0,556		4,427
- внутрішній туризм;	0,484		4,290	1,399	0,323	1,707	0,131		3,976	0,981	0,206	1,370	0,222		4,127
- зовнішній туризм.	0,623		0,550	4,726	1,020	2,379	0,464		2,050	0,946	1,166	1,370	0,333		0,300
Коефіцієнт бруutto-інтенсивності туристичних потоків:	1,084		4,333	2,607	1,119	2,463	0,546		4,006	2,713	1,048	2,311	0,429		4,192
- внутрішній туризм;	0,454		3,808	1,143	0,084	1,448	0,066		3,647	0,930	1,043	1,236	0,095		3,908
- зовнішній туризм.	0,630		0,525	1,464	1,035	1,015	0,480		0,327	1,784	1,005	1,075	0,333		0,284
Інтенсивність розвитку туризму (гуроператори)															
Коефіцієнт нетто-інтенсивності туристичних потоків:	0,898		4,671	5,132	0,931	3,528	0,385		4,190	2,176	0,560	2,022	0,341		4,243
- внутрішній туризм;	0,445		4,252	1,082	0,283	1,552	0,118		3,947	0,674	0,188	1,230	0,181		4,095
- зовнішній туризм.	0,453		0,419	4,050	0,649	1,976	0,267		0,243	1,502	0,372	0,793	0,160		0,148
Коефіцієнт бруutto-інтенсивності туристичних потоків:	0,615		3,972	1,368	0,316	1,647	0,237		3,796	1,641	0,225	1,629	0,144		3,946
- внутрішній туризм;	0,395		3,743	0,652	0,045	1,210	0,044		3,615	0,569	0,015	1,070	0,044		3,867
- зовнішній туризм.	0,220		0,230	0,716	0,271	0,437	0,193		0,243	1,072	0,210	0,559	0,100		0,079
Інтенсивність розвитку туризму (турагенти)															
Коефіцієнт нетто-інтенсивності туристичних потоків:	0,210		0,169	0,993	0,411	0,558	0,210		0,113	0,854	0,592	0,514	0,215		0,184
- внутрішній туризм;	0,039		0,038	0,317	0,040	0,155	0,013		0,029	0,307	0,018	0,140	0,042		0,032
- зовнішній туризм.	0,170		0,131	0,676	0,371	0,402	0,197		0,084	0,547	0,574	0,374	0,173		0,152
Коефіцієнт бруutto-інтенсивності туристичних потоків:	0,469		0,360	1,239	0,803	0,816	0,309		0,210	1,072	0,823	0,682	0,285		0,246
- внутрішній туризм;	0,059		0,065	0,491	0,039	0,238	0,022		0,032	0,361	0,028	0,166	0,051		0,040
- зовнішній туризм.	0,410		0,295	0,748	0,764	0,578	0,287		0,178	0,712	0,795	0,515	0,234		0,205

Для туристичних потоків сформованих турагентами спостерігаємо дещо іншу ситуацію. Так лідером по показнику нетто-інтенсивності та бруutto-інтенсивності є Львівська область. Найнижчий рівень показників є характерним для Івано-Франківської області, що можна пояснити суттєвою різницею у кількості турагентів по даних областях (рис. 4).

Оцінюючи внесок в інтенсивність розвитку туризму, слід відмітити наступні тенденції (табл. 6). Частка внеску туроператорів по досліджуваному регіону зменшилась з 86 % у 2013 році до 64 % у 2015 році. При чому слід відмітити домінуючу роль туроператорів у Івано-Франківській та Закарпатській областях у 2013-2015 р.р. Найбільших змін зазнала частка внеску у Львівській області – 46 % у 2015 році проти 84% у 2013 році. Таким чином, для Львівської та Чернівецької областей суттєвий внесок у розвиток туризму здійснюють турагенти, відповідно 54 % і 67 %. Загалом по регіону збільшилась часта внеску турагентів з 14 % у 2013 р. до 36 % у 2015 році.

Оцінюючи внесок в інтенсивність розвитку туризму за напрямками, слід відмітити зростання частки турагентів з 9 % до 17 % у внутрішньому туризмі та з 17 % до 66 % у зовнішньому туризмі. Що стосується зовнішнього туризму, то слід зазначити суттєве зниження частки внеску туроператорів у Львівській області (33 % у 2015 році проти 86 % у 2013 році). Загалом у 2015 році турагенти в зовнішньому туризмі здійснюють свою діяльність більш інтенсивніше, ніж туроператори.

Найбільший внесок у розвиток внутрішнього туризму здійснюють туроператори Івано-Франківської області – 99 % у кожному з досліджуваних років. Найбільший показник внеску турагентів у внутрішньому туризмі спостерігаємо у Львівській області (40 % у 2015 році проти 23 % у 2013 році).

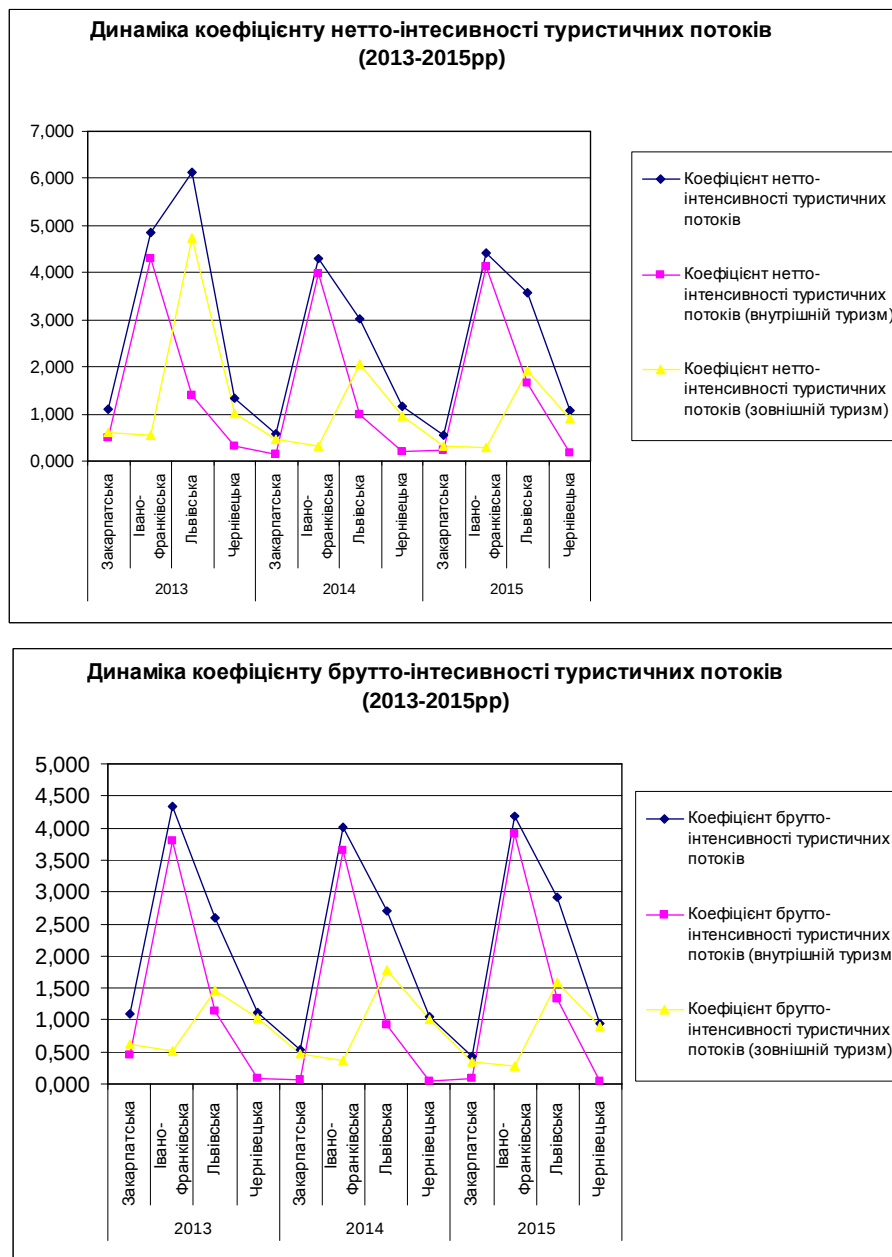


Рис. 4. Динаміка коефіцієнтів нетто- і бруutto-інтенсивності туристичних потоків (2013-2015рр.)

Таблиця 6

Аналіз частки внеску в інтенсивність розвитку туризму (у %)

Показник	Закарпатська	Івано-Франківська	Львівська	Чернівецька	По регіону	Закарпатська	Івано-Франківська	Львівська	Чернівецька	По регіону	Закарпатська	Івано-Франківська	Львівська	Чернівецька	По регіону
	2013 рік					2014 рік					2015 рік				
	Частка внеску в інтенсивність розвитку туризму														
Туроператори (загалом)	81	97	84	69	86	65	97	72	49	80	61	96	46	33	64
Туроператори (внутрішній туризм)	92	99	77	88	91	90	99	69	91	90	81	99	60	74	83
Туроператори (зовнішній туризм)	73	76	86	64	83	58	74	73	39	68	48	49	33	25	34
Турагенти (загалом)	19	3	16	31	14	35	3	28	51	20	39	4	54	67	36
Турагенти (внутрішній туризм)	8	1	23	12	9	10	1	31	9	10	19	1	40	26	17
Турагенти (зовнішній туризм)	27	24	14	36	17	42	26	27	61	32	52	51	67	75	66

Висновки. При інтенсивних процесах людської діяльності йде руйнівна боротьба людської самовпевненості із природною і культурною спадщиною. Наслідки такої боротьби є складними і незворотними. Тому дбайливе ставлення до довкілля, зокрема впровадження відновлювальних джерел енергії для енергозабезпечення різних сфер туристичної діяльності є одним з напрямів переходу до сталого розвитку держави. Проводячи аналіз соціально-економічної ефективності становлення туристичної сфери і даючи оцінку інтенсивності розвитку туризму в регіоні, ми можемо підібрати напрями впровадження принципів сталого розвитку і визначити найбільш економічно сприятливі для цього області. Використання відновлювальних джерел енергії для забезпечення сталого розвитку в областях з інтенсивним розвитком туризму дозволить запобігти негативному впливу на довкілля та буде сприяти раціональному використанню природних ресурсів.

Література

- 1 Дядечко Л.П. Економіка туристичного бізнесу. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 224 с.
- 2 Туристична діяльність в Україні у 2013 році. Статистичний бюлетень. Державна служба статистики України. – Київ, 2014 р. – 272 с.
- 3 Туристична діяльність в Україні у 2014 році. Статистичний бюлетень. Державна служба статистики України. – Київ, 2015 р. – 76 с.
- 4 Туристична діяльність в Україні у 2015 році. Статистичний бюлетень. Державна служба статистики України. – Київ, 2016 р. – 76 с.
- 5 Руденко В.П. Географія природно-ресурсного потенціалу України: [підручник] / В.П. Руденко. – Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2010. – 552 с

© О. В. Побігун,
С. А. Побігун

Г. Є. Долгопола, Я. С. Коробейникова
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕКРЕАЦІЙНИХ ПОТРЕБ НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ НАФТИ І ГАЗУ

У статті наведені результати дослідження рекреаційних потреб науково-педагогічних працівників Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. Методом анкетного опитування виявлено переваги респондентів у формі відпочинку, місцях відпочинку та часу його проведення. Узагальнюючи результати досліджень, можна стверджувати, що працівник університету у своїх рекреаційних потребах надає перевагу пасивному відпочинку у комфортабельних засобах розміщення з поєднанням відвідування природних та історико-культурних туристичних атракцій у різних країнах світу. Результати досліджень можуть бути основою для визначення попиту на туристичний продукт серед працівників університету, дозволили сформулювати основні проблеми у формуванні рекреаційних потреб науково-педагогічних працівників.

Ключові слова: сталий розвиток, рекреація, анкетне опитування, рекреаційні потреби, рекреаційний попит,

В статье приведены результаты исследования рекреационных потребностей научно-педагогических работников Ивано-Франковского национального технического университета нефти и газа. Методом анкетного опроса определены преимущества респондентов в форме отдыха, местах отдыха и времени его проведения. Обобщая результаты исследований, можно утверждать, что работник университета в своих рекреационных потребностях предпочитает пассивный отдых в комфортабельных средствах размещения с сочетанием посещения природных и историко-культурных туристических достопримечательностей в разных странах мира. Результаты исследований могут служить основой для определения спроса на туристический продукт среди работников университета, позволили сформировать основные проблемы рекреационных потребностей научно-педагогических работников.

Ключевые слова: устойчивое развитие, рекреация, анкетный опрос, рекреационные потребности, рекреационный спрос.

The results of the study of the teaching staff recreational needs in Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas are presented in the article. The preferences of the respondents on the leisure form, recreation places and its time were identified with the help of the questionnaire method. Summarizing the research results it can be stated that the university employees in their recreational needs prefer passive rest in the comfortable means of accommodation combined with visits to natural, historical and cultural tourist attractions around the world. The research results can be the basis for determining the demand for tourism product among university staff. They also allowed identifying the major problems in forming of the teaching staff recreational needs.

Keywords: sustainable development, recreation, questionnaire method, recreational needs, recreational demand.

Постановка проблеми. Визначальним фактором процесу розробки заходів для сприяння сталому розвитку туризму в Українських Карпатах є підвищення ролі рекреації, як найважливішого компоненту відновлення трудових ресурсів. Зі зміною елементів виробництва зростають вимоги до робітника: рівня його загальної освіти і професійної

підготовки, кваліфікації, фізичного стану і здатності швидко адаптуватися до мінливих умов виробництва.

Відновлення нервово-психічної енергії, на відміну від фізичної, – процес складніший і вимагає специфічних форм і способів. Сучасні умови праці визначають необхідність не тільки тривалішого відпочинку, але і переходу до активних його форм з використанням природних умов і ресурсів. Такий вид відновлюваної діяльності відповідає рекреаційному (екотуризм, сільський, активний, історико-пізнавальний, етнографічний тощо, екскурсійний).

Зміни, як в матеріально-технічній базі і організації виробництва, так і в соціальній сфері сучасного суспільства, безумовно, вплинули на соціально-економічну роль рекреації (туризму) в процесі суспільного відновлення. Сьогодні вона впливає не тільки на відновлення трудових ресурсів, але і на населення в цілому.

Від сучасної людини потрібні все більш висока психічна стійкість до потужніших і триваліших нервових напружень, більший об'єм уваги, уміння концентруватися й швидше переключатися. Науково-педагогічна діяльність належить до найскладніших видів розумової праці і вимагає великої інтелектуальної напруги при низькій м'язовій активності – гіподинамії. Поєднання цих двох умов призводить до перезбудження і невротизації – функціональних розладів, а хронічне стомлення – до значного і тривалого зниження працездатності й розвитку багатьох хвороб.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як свідчать дані ряду наукових досліджень, результати спостережень та опитувань викладачів, стресогенними для них є непорозуміння зі студентами, колегами по роботі, несправедливе ставлення до них із боку керівництва освітнім закладом, домашні негаразди. А якщо до цього додати ще низьку заробітну платню, погані житлові умови, матеріальні нестатки тощо, то все це може призвести до невротичних розладів, різноманітних порушень у психоемоційній сфері. Внаслідок цього розвивається цілий спектр захворювань – гіпертонія, інфаркт міокарда, гастрит, виразкова хвороба шлунку, ішемічна хвороба серця, цукровий діабет, інші порушення ендокринної системи, судинні захворювання мозку тощо.

Зазвичай педагоги низько оцінюють стан свого здоров'я: вибираючи з чотирьох градацій (відмінне, хороше, задовільне, погане). Так, за дослідженнями Г. Мешко та О. Мешко, більшість педагогів (67,5 %) вибрали варіант відповіді «задовільний». Варіант «відмінний» не був обраний жодним респондентом, варіант «добрий» вибрали 30 % опитаних, 2,5 % педагогів оцінили стан свого здоров'я як незадовільний. Слід зазначити, що 77,3% педагогів (відзначили наявність порушень у власній емоційній сфері – поганий, пригнічений настрій, дратівливість, напруженість, неспокій, гнів, труднощі у керуванні своїми емоціями). Важливо підкреслити, що більшість педагогів (63,7%) вказують на погіршення свого здоров'я у віці 21-40 років, тобто в період найбільш інтенсивної професійної діяльності, що ще раз підтверджує професіогенний характер порушень їх здоров'я. За результатами дослідження резерви їх організму близькі до виснаження [3].

Варто зазначити, що незважаючи на освіченість викладачів, розуміння ними цінності здоров'я, педагоги мало піклуються про свій фізичний та психологічний стан, ігноруючи дотримання режиму, активний відпочинок, заняття спортом, зловживаючи шкідливими звичками тощо. Так, усі опитані педагоги усвідомлюють цінність здоров'я, але тільки 15% з них роблять постійні зусилля щодо його зміцнення. 35% педагогів роблять це епізодично, 50% – повністю ігнорують правила здорового способу життя. Причому, близько 40% педагогічних працівників готові пожертвувати здоров'ям заради досягнення успіхів у професійній діяльності та досягнення матеріального благополуччя [4].

При цьому викладачі, коли хворіють, у більшості випадків (52,8 %) листок непрацездатності не беруть, майже ніколи – 32,2 % опитаних. Пояснюють причину цього таким чином: «вважаю, що хвороба пройде сама собою», «не звертаю уваги на стан здоров'я», «нема часу», «нема коштів». Та й підвищене почуття відповідальності змушує

викладача працювати навіть тоді, коли потрібно взяти листок непрацездатності. Завжди звертаються за кваліфікованою медичною допомогою лише 15 % опитаних педагогів [3].

Результати опитувань підтверджують несформованість у викладачів валеологічної поведінки, яка включає в себе активні дії людини, великі затрати енергії, волі, знань, умінь і навичок, спрямованих на бережливе ставлення до свого здоров'я. Це підтверджують і результати проведених досліджень В. Колбанова [2], Г. Мешко, О. Мешко [3] та ін. З цієї точки зору цікавими, на наш погляд є дослідження рекреаційних потреб науково-педагогічних працівників різних навчальних закладів та ВУЗів з метою дослідження рекреаційних потреб, просування ідеї необхідності активної рекреації для людей розумової праці, пропаганди валеологічних принципів, що, загалом, приведе до підвищення працездатності працівників науково-педагогічної сфери.

Метою досліджень є виявлення рекреаційних потреб працівників Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу та розробка рекомендацій щодо удосконалення організації відпочинку, відновлення збереження та зміцнення індивідуального здоров'я науково-педагогічних працівників.

Виклад основного матеріалу. З точки зору медичних працівників здоровий спосіб життя – це дії, звички, певні обмеження, спрямовані на досягнення оптимальної якості життя та зниження ризику захворювань, який досягається гармонійним режимом поєднання роботи та відпочинку (рекреація, туризм, санаторно-курортне лікування), оптимальним харчуванням, адекватною фізичною активністю, дотриманням гігієни, відсутністю шкідливих звичок, а також найважливішою складовою – доброзичливим ставленням до оточуючих і до життя взагалі в будь-яких його проявах, тобто позитивною життєвою установкою.

Ризик нехтування власним здоров'ям заради кар'єри, грошей та через гіпервідповідальність полягає у виникненні різних видів порушень у фізичному, психічному і репродуктивному здоров'ї, особистісному статусі й соціальній поведінці людини. Зокрема, у хворої людини відбуваються зниження працездатності, інертність психічної діяльності, оскільки будь-яка хвороба призводить до астенізації організму. Хвороба послаблює всі процеси пам'яті (фіксацію, утримання, відтворення).

Така тенденція не тільки негативно позначається на працездатності працівників навчальних закладів, унеможлиблює адекватне виконання ними професійних функцій, призводить до виникнення міжособистісних конфліктів тощо, а й обумовлює значний тягар витрат систем охорони здоров'я та соціального забезпечення, а також економічні втрати. Для держави здоров'я або хвороба кожного її громадянина мають певне конкретне матеріальне вираження. Перш за все, вона має виплачувати хворому гроші за лікарняним листком, оплачувати його лікування; крім того, хворий не виробляє матеріальних цінностей (або за нього повинні працювати інші люди), що позначається на величині валового національного продукту. З іншого боку, працівник, що систематично займається своїм здоров'ям, виробляє продукції значно більше, ніж той, хто не звертає на це уваги. У результаті, з одного боку, обмежується економічний потенціал країни, з іншого – зростає ризик як антигромадських (соціально-небезпечних), так і самознищуючих (алкоголізм, аутоагресія, суїциди) дій, що завдає ще більшої шкоди безпеці в масштабах нації.

Рекреаційні потреби, як і потреби людини в цілому, є суспільно-історичним продуктом, оскільки вони змінні в часі, їх просторово-часова динаміка відбивається на територіальних формах організації рекреаційної діяльності. Тому вивчення рекреаційних потреб вважається необхідним для дослідження форм територіальної організації рекреаційних районів всіх рангів, як тих, що склалися, так і перспективних: від загальнодержавної схеми розміщення сфери відпочинку і туризму до функціонального зонування окремих районів відпочинку та курортів.

Попит на рекреаційну діяльність визначається рекреаційними потребами людей, підкріплений їх платоспроможністю і вираженими у формі реальних вимог до організаторів відпочинку, з іншого боку – системою наявних пропозицій.

Тому попит відтворює лише частину потреб – в ньому не прийняті до уваги, по-перше, суспільні потреби, по-друге, потреби для задоволення яких ще не створена система пропозицій (найчастіше це нові потреби), по-третє – потреби, пригнічені несприятливим співвідношенням доходів суб'єкта і ціною пропозиції. Тому при довгостроковому плануванні та прогнозуванні не можна обмежитися лише аналізом попиту.

Потреба в тому чи іншому вигляді рекреаційної діяльності виступає в попиті як вимога засобів та умови діяльності. Можна говорити, наприклад, про існування попиту на відпочинок біля моря, а в зв'язку з цим і на упорядковані засоби розміщення і на пляж. Платіжоспроможний попит формується безліччю соціально-економічних чинників, у тому числі і такими, як мода. Проте основним визначальним його чинником є співвідношення доходу суб'єкта і ціни пропозицій. Потреба вимагає задоволення людини в тому чи іншому об'єкті (матеріальні, духовні, біологічні, та ін). Рекреаційні потреби можуть бути громадські, групові, особисті [1].

При визначенні сутності цих потреб необхідно враховувати завдання, що стоять перед нашим суспільством: збереження здоров'я людей, підвищення рівня життя всіх членів суспільства, формування особистості у відповідності з громадськими ідеалами, розвиток народного господарства та ін. Відповідно до цього громадські рекреаційні потреби можна визначити, перш за все, як потреби суспільства у відновленні фізичних і психічних сил, а також всебічному розвитку всіх його членів.

Групові рекреаційні потреби займають проміжне положення між громадськими та особистими. Особливий інтерес представляє зміст потреб великих і малих груп людей, які для географів часто виступають і як деякі територіальні спільності. До них відноситься населення міст, селищ, сіл, колективи заводів і установ, вищих навчальних закладів, шкіл і, що особливо важливо, сім'я.

В умовах сучасного суспільства не окремий індивід, а сім'я стає основним споживачем рекреаційних послуг. Тому організаторам рекреаційної діяльності доводиться враховувати специфічні рекреаційні потреби сімей.

Діапазон особистих потреб, що задовольняються шляхом рекреаційної діяльності, досить широкий. Серед них можна виділити наступні: потреби в сприятливому природному середовищі, здоров'я, спілкування з іншими людьми, розваги, зняття втоми, творчої діяльності, зміні видів діяльності та місця, в пізнанні світу, що тісно пов'язано з потребою у задоволенні пізнання, у подоланні перешкод, задоволенні естетичних потреб.

Кожній рекреаційній потребі відповідає певна кількість рекреаційних занять, і люди при описі своїх потреб оперують уже сформованими наборами цих занять. При цьому одне заняття може бути пов'язане з необхідністю задоволення кількох потреб. Так, «катання на лижах» приховує в собі потребу в знятті втоми після одноманітної роботи, у фізичному розвитку, у спілкуванні з природою.

У березні-травні 2016 року було проведено опитування працівників Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу з метою виявлення та аналізу рекреаційних потреб, їх туристичних вподобань та чинників, які впливають на їх рекреаційні потреби. Опитування – це найпоширеніший та найнеобхідніший спосіб отримання інформації про життєвий світ людини, її наміри, мотиви, думки, події, результати людської діяльності, тощо [5]. Найбільш розповсюдженим різновидом опитування є роздаткове анкетування, яке застосовувалося в даних дослідженнях. На відміну від інших видів анкетування, в даному випадку між запитуючим та респондентом встановлюється контакт, що дозволяє не тільки безпосередньо ознайомити респондентів з метою дослідження, правилами заповнення опитувальника, але й відповідати на їх запитання, якщо такі виникнуть під час заповнення анкети. Якщо респондент заповнив анкету неповністю чи неякісно, існує можливість запропонувати йому відповісти на пропущене питання чи більш чітко позначити зроблений вибір.

В анкетному опитуванні взяли участь 168 респондентів – науково-педагогічних працівників всіх структурних підрозділів університету, що становило 26 % всіх науково-

педагогічних працівників. Віковий склад респондентів: від 20 до 35 років – 42%; працівників віком від 35 до 50 років – 33%, та від 50 років – 25% (рис. 1).

Науково-педагогічні працівники університету надають перевагу літньому відпочинку – 87%, можуть відпочити в будь-яку пору року – 10%. Зимовому відпочинку надають перевагу тільки 3% респондентів (рис. 2).

Половина всіх опитаних надають перевагу пасивному, спокійному відпочинку – 50%, екстремальному – 27% , поєднання різних видів відпочинку під час відпустки – 23% (рис. 3).

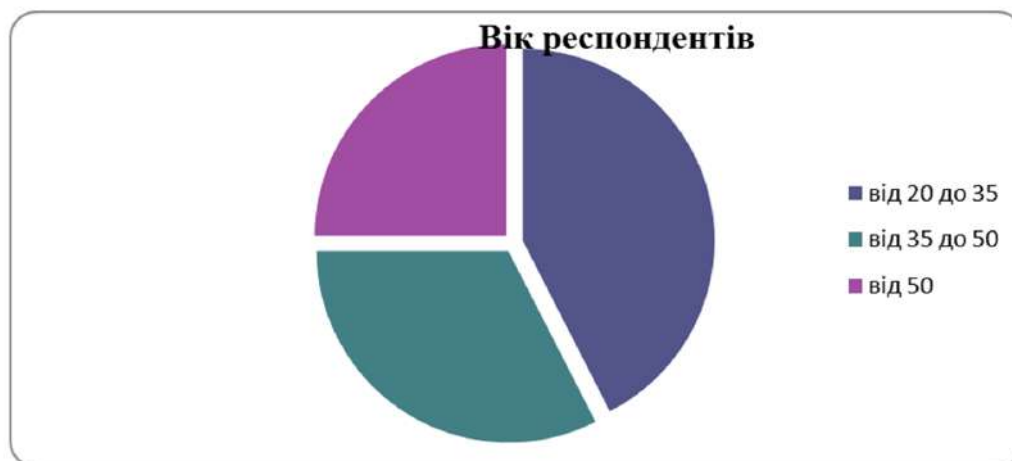


Рис. 1. Віковий склад респондентів опитування (років)

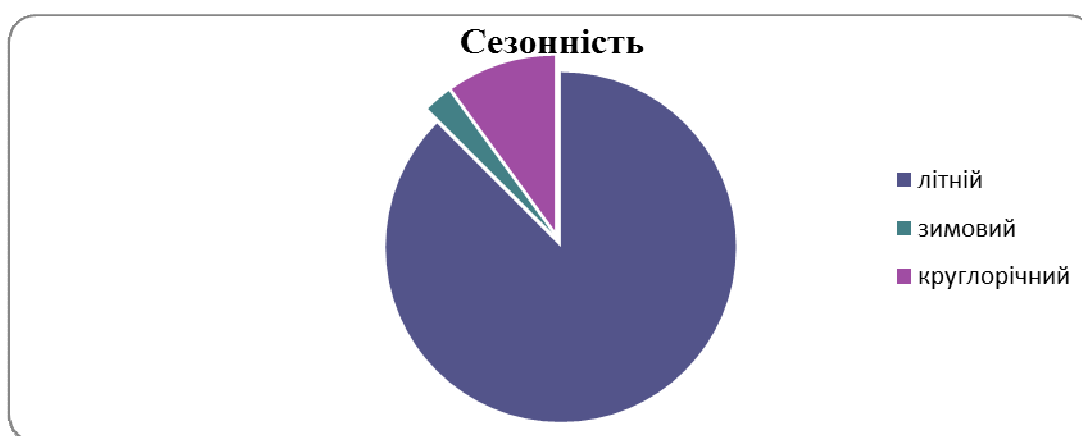


Рис. 2. Переваги респондентів щодо сезонності відпочинку

Слід відзначити, що активний відпочинок (туризм) може знижувати рівень захворювань на найнебезпечніші серцево-судинні хвороби майже наполовину. Не набагато менша його дія в попередженні психічних розладів. Захворювання органів дихання зменшуються майже на 40%, нервів і кістково-м'язевої системи – майже на 30%, органів травлення – більше як на 20%. Багаторічні дослідження показують, що в перший місяць після активного відпочинку відновлюваність праці зростає на 15-25%, в подальшому вона знижується і через 4-8 місяців досягає попереднього (до відпочинку) рівня. Це означає, що середньорічний приріст продуктивності праці, в результаті активного відпочинку, який базується на широкому використанні природних та історико-культурних рекреаційних ресурсів, знаходиться на рівні 3%. Наведені дані наочно характеризують роль активного відпочинку, як інтенсивного фактора відновлення робочої сили науково-педагогічних працівників. Якщо ж врахувати вплив рекреації на зростання

культурного рівня працівників і всебічний розвиток особистості, то її значення незмінно зростає.

Відвідання місць, які цікавлять працівників під час відпустки: поєднання відпочинку на природному середовищі з відвідуванням історичних та архітектурних пам'яток цікавить найбільше – 45%, природне середовище цікавить 40% працівників, та відвідування історичних та архітектурних пам'яток – 15% (рис. 4).

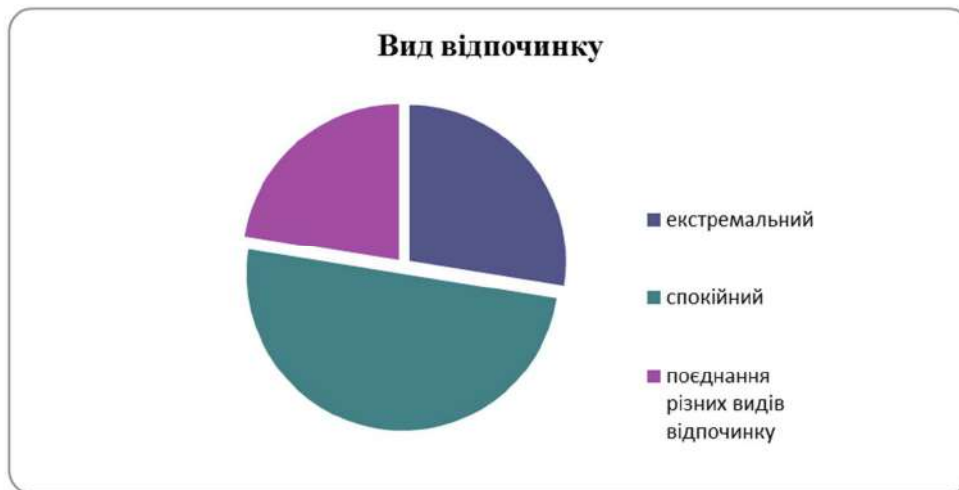


Рис. 3. Види відпочинку, яким надають перевагу респонденти

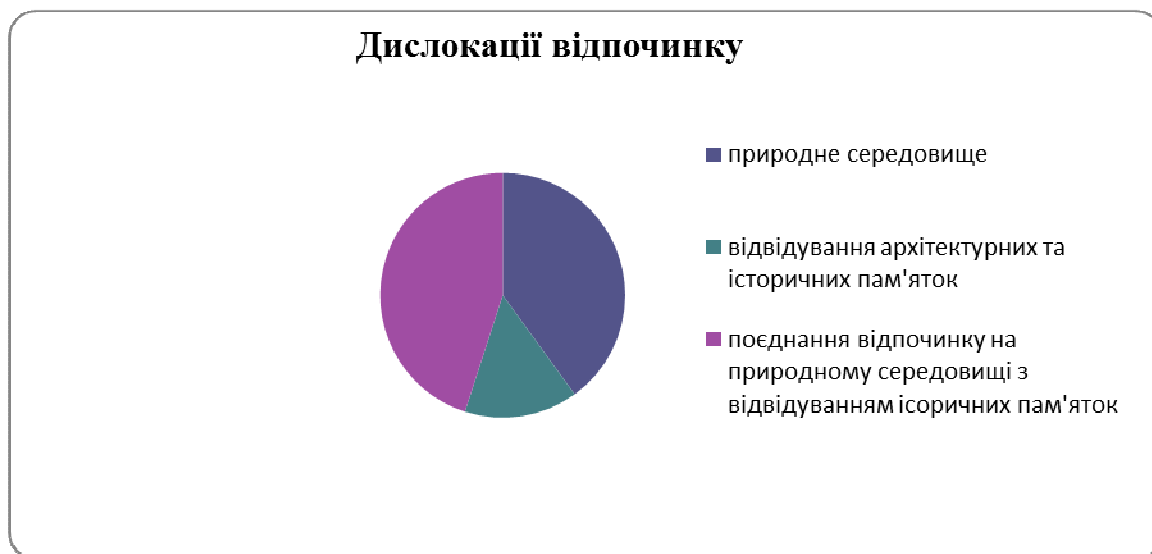


Рис. 4. Розподіл респондентів за дислокаціями відпочинку

Де б хотіли провести свою відпустку працівники ІФНТУНГ: найбільше цікавить відвідання різних країн світу – 43%, Європу хочуть відвідати – 37%, провести свою відпустку в Україні – 15%, та побувати в екзотичних місцях – 5%.

Комфорт та розміщення: розміщення в готельних номерах категорії 4-5* цікавить найбільше – 50%, категорії 2-3* – 25%, та 25% працівникам не принципово якої категорії буде готельний номер.

Висновки. Узагальнюючи результати досліджень, можна стверджувати, що працівник університету у своїх рекреаційних потребах надає перевагу пасивному

відпочину у комфортабельних засобах розміщення з поєднанням відвідування природних та історико-культурних туристичних атракцій у різних країнах світу.

Пропозиції щодо організації проведення відпустки, які працівники університету ІФНТУНГ вносили під час заповнення анкет стосуються активізації організації різних форм відпочинку в рамках ІФНТУНГ:

- промоція на рівні профспілкових та інших громадських організацій посилення для різних вікових груп рекреантів активних форм відпочинку, як найбільш ефективній формі відновлення психофізичних сил організму науково-педагогічних працівників;
- більш активна робота суб'єктів туризму щодо просування туристичних продуктів внутрішнього туризму для працівників університету, індивідуальність турів, креативність, тури типу «квестів»;
- матеріальна допомога від профкому, соціального страхування та фонду ректорату;
- організація груп за інтересами для відпочинку в Карпатах;
- відпочинок з використанням існуючих баз відпочинку зі спрямуванням на оздоровлення в зимовий період вимушеної відпустки.

Результати досліджень можуть бути основою для визначення попиту на туристичний продукт серед працівників університету дозволили сформулювати основні проблеми у формуванні рекреаційних потреб науково-педагогічних працівників. Вважаємо, що, в подальшому, дослідження туристичної галузі України та її взаємодії і рефлексії на економічну ситуацію буде актуальним, а прогнозування та планування цих тенденцій допоможе більш чітко проаналізувати усі негативні та позитивні сторони розвитку туризму в західному регіоні та Україні загалом.

Література

1 Долгопола Г. Є. Визначення потреб щодо відтворення потенційних сил населення та трудових ресурсів Карпатського регіону у 2015 – 2016 роках. / Г. Є. Долгопла, І. Смик // Матеріали XXIV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку науки на початку третього тисячоліття у країнах Європи та Азії»: збірник наукових праць. – Переяслав-Хмельницький, 2016 р. – 313 с.

2 Колбанов В. В. Современные средства повышения психоэмоциональной устойчивости человека /В. В. Колбанов // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2007. – №3(19). – С. 245-246.

3 Мешко Г. М. Професійне здоров'я педагога як умова ефективної виховної діяльності /Г. М. Мешко, О. І. Мешко //Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка.– 2005. -№ 24. – С. 93-96.

4 Тяпкина А. Д., Ковригина Т. Р. Основные факторы риска труда учителя /А. Д. Тяпкина, Т. Р. Ковригина //Здоровье педагога: проблемы и пути решения: материалы I заоч. всерос. науч.-практ. интернет-конф. с междунар. участием – Омск: БОУ ДПО «ИРООО», 2010. – С.44-48

5 Анкетування як різновид письмового опитувального діагностичного методу. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://pidruchniki.com/15130616/psihologiya/anketuvannya_riznovid_pismovogo_opituvalnogo_diagnostichnogo_metodu.

© Г. Є. Долгопола,
Я. С. Коробейникова

І. Є. Смик, Л. М. Архипова
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу

ІМПЕРАТИВИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТУРИЗМУ НА ПРИКАРПАТТІ

В статті висвітлено динаміку розвитку туристичної галузі у світі, в Україні та Івано-Франківській області. Відзначено негативний вплив рекреантів та життєдіяльності туристично-рекреаційних комплексів на стан всіх сфер навколишнього середовища. Досліджено походження і зміст поняття «екотуризм». Висвітлено системні проблеми розвитку туристичної та рекреаційної сфери держави й Прикарпаття.

Ключові слова: сталий розвиток, туристична галузь, екотуризм, рекреація.

В статье освещены динамика развития туристической отрасли в мире, в Украине и Ивано-Франковской области. Проанализировано негативное влияние рекреантов и жизнедеятельности туристическо-рекреационных комплексов на состояние всех сфер окружающей среды. Исследовано происхождение и содержание понятия «экотуризм». Освещены системные проблемы развития туристической и рекреационной сферы государства и Прикарпатья.

Ключевые слова: устойчивое развитие, туристическая отрасль, экотуризм, рекреация.

In article deals with dynamics of the tourism industry in the world, Ukraine, Ivano-Frankivsk region. Noted the negative impact of life tourists and tourist and recreational complexes in the state in all spheres of the environment. Investigated the origin and meaning of the term "ecotourism". Deals with the systemic problems of tourism and recreation industry state and Carpathians.

Keywords: sustainable development, tourism, ecotourism, recreation.

Постановка проблеми. Туристична сфера є однією з найбільш динамічних галузей глобальної економіки. Незважаючи на світові кризи, туризм показав практично безперервне зростання. Кількість міжнародних туристів збільшилася з 25 млн у 1950 році, 278 млн - у 1980 році, 527 млн - у 1995 році до 1,133 млрд. в 2014 р., що дозволило туризму увійти в п'ятірку найприбутковіших галузей світу [1]. Чинні стратегії розвитку регіонів України приділяють різну увагу туристичній та рекреаційній сфері, подекуди недостатню, ставлячи під загрозу досягнення визначених Державною стратегією регіонального розвитку до 2020 року цілей регіонального розвитку. В сучасних умовах розвитку, Івано-Франківщина займає провідне місце на ринку внутрішньорегіонального і міжрегіонального туризму. Сучасний етап розвитку туристичної галузі свідчить про необхідність стратегічного планування розвитку туристичної галузі Карпатського регіону.

Аналіз попередніх досліджень. Аналізуючи дослідження, пов'язані з тенденціями формування туристичної галузі нам доволі цікавими видалися праці таких дослідників, як Б. М. Данілішина, О. М. Трофімчука, А. Г. Шапара, Т. І. Ткаченко, В. М. Шестопалова, М. С. Мальованого, А. Б. Горстка та ін. [2, 3].

Мета дослідження. Висвітлюючи проблематику та тенденції розвитку туризму в Івано-Франківській області та проводячи компаративний аналіз розвитку туристичної галузі України варто дослідити основні фактори, тобто імперативи, що коригують та трансформують туристичну галузь західного регіону. Саме такий підхід дозволить чітко висвітлити проблемні питання та допоможе реалізувати план дій на випадок дестабілізації туристичної галузі Івано-Франківщини. Вважаємо доцільним провести дослідження використовуючи саме такий підхід до сприйняття туристичної галузі, як ключового

елементу розвитку Прикарпатського регіону. Відтак вважатимемо, що саме туристична галузь є провідною і ключовою ланкою для економіки Карпатського регіону.

Основні результати дослідження. За обсягами доходів у 2015 р. туризм посів третє місце після паливно-енергетичної та хімічної галузей, обігнавши продовольчу. Стрімкий розвиток туризму несе за собою не лише позитивні моменти. Відомо, що туризм вносить свій 5% вклад у забруднення навколишнього середовища. Отже, на нашу думку, у ХХІ столітті проблема екологічної безпеки туристичної галузі може перетворитись у глобальну з огляду на те, що у 2015 р. кількість туристів у світі перевищила 1,8 млрд.

Україна посідає одне з провідних місць в Європі за рівнем забезпеченості природними та історико-культурними ресурсами, а бурхливий розвиток туризму – лише питання часового виміру. Курортні та рекреаційні території нашої країни становлять близько 9,1 млн га, що складає близько 15 % від усієї території. На державному обліку перебуває понад 130 тис. пам'яток, з яких 57206 – пам'ятки археології, 51364 – пам'ятки історії, 5926 – пам'ятки монументального мистецтва, 16293 – пам'ятки архітектури та містобудування. Також в Україні функціонує 61 історико-культурний заповідник, а експлуатаційні запаси мінеральних вод дають змогу використовувати їх в об'ємі понад 64 тис. куб. м на добу. У туристичній галузі України на постійній основі працює понад 200 тис. ос. і близько 1 млн осіб сезонно [4].

Однак, за даними Світового економічного форуму, Україна наразі використовує менш ніж третину від наявного туристичного та рекреаційного потенціалу. Причина цього перш за все полягає в тому, що до останнього часу розвиток туризму розглядався в Україні як другорядний, а дії влади щодо його організаційно-економічної підтримки були безсистемними. В регіонах України розвивався переважно виїзний туризм (що сприяло розвитку іноземних туристичних компаній), частково – «зелений», рекреаційний та культурно-історичний туризм. За експертними оцінками, при повноцінному розкритті українського туристичного потенціалу надходження до бюджетів усіх рівнів можуть становити приблизно стільки ж (близько 10 млрд. \$USA на рік), скільки отримують країни, співвимірні з Україною за туристично-рекреаційним потенціалом.

Згідно з даними ВТО динаміка туристичних потоків в Україні з 2005 по 2013 роки має стабільний розвиток для виїзного туризму (табл. 1). У зв'язку з нестабільною політичною ситуацією в країні у 2014 р. кількість прибуттів зменшилась вдвічі, але тенденції 2015, 2016 років спрямовані на відновлення передвоєнних показників.

Таблиця 1

Україна в динаміці розвитку світової туристичної галузі [1]

Регіон	Кількість міжнародних туристів (прибуття), млн осіб							Тенденція, %
	1990	1995	2000	2005	2010	2013	2014	
Світ, загалом	435	527	674	809	949	1,087	1,133	100
Розвинені країни	296	336	420	466	513	586	619	54,7
Країни, що розвиваються	139	191	253	343	435	501	513	45,3
у тому числі за регіонами:								
Європа	261,5	304,7	386,4	453,0	488,9	566,4	581,8	51,4
у т. ч. Україна	-	-	6,4	17,6	22,203	24,671	12,712	- 48,5
Азія і Тихоокеанський регіон	55,8	82,1	110,3	154,0	205,4	249,8	263,3	23,2
Америка	92,8	109,1	128,2	133,3	150,1	167,5	181,0	16,0
Африка	14,7	18,7	26,2	34,8	49,5	54,4	55,7	4,9
Близький Схід	9,6	12,7	22,4	33,7	54,7	48,4	51,0	4,5

Переваги туристичної галузі можна описувати доволі детально, адже вона складає невід'ємну частину розвитку економіки країни в цілому, проте швидкий розвиток туризму

несе за собою низку загроз, людство масово та деструктивно втручається в систему екологічного балансу Землі.

Розбудова готельних комплексів та інших систем сучасної туристичної галузі призводить до забруднення річок, озер, морів та лісів - це незначна частина екологічної катастрофи, яку завдає туристична галузь екологічному балансу світу. Сьогоднішнім завданням є планування таких видів туризму, які б мінімально завдавали шкоди довкіллю.

Аналіз досліджень і публікації останніх років показує, що стан туристичної культури викликає неабияке занепокоєння. В першу чергу це залежить від рекреантів. Крім того, можна підкреслити той факт, що майже всі рекомендації щодо покращення та розвитку туристичної культури не принесли вагомих результатів та не були застосовані.

Вважаємо за доцільне, проводити стратегічну екологічну оцінку впливу перспективних туристичних комплексів у будь-яких куточках світу та вважаємо, що підвищення культури туризму та впровадження екотуризму може слугувати тим механізмом, котрий запобігатиме негативному впливу на екологічні системи. Одним з шляхів пом'якшення впливу туризму на довкілля є популяризація, розвиток та пропаганда екотуризму. Екотуризм у різних регіонах світу трактується по-різному. У світі прийнято традиційно розрізняти дві моделі екологічного туризму: західноєвропейську, орієнтовану на культурний ландшафт та на збереження цього ландшафту, та австралійську, що реалізується у формі подорожей у переважно непорушену природу.

Існує декілька концепцій визначення терміну «екотуризм». Екотуризм – це природний туризм, що сприяє охороні природи" (Всесвітній Фонд дикої природи, 1990). Екотуризм – це природно-орієнтований туризм, що включає програми екологічної освіти і здійснюється у відповідності до принципів екологічної стійкості (Національна стратегія екотуризму Австралії, Департамент туризму, Канберра, 1992). Екотуризм – будь-яка подорож, протягом якої мандрівник вивчає навколишнє середовище, подорож, у якій природа є головною цінністю (Ward N.K., 1997). Екологічний туризм – це цілеспрямовані подорожі в природні території з метою більш глибокого розуміння місцевої культури і природного середовища, які не порушують цілісність екосистем, при цьому роблять охорону природних ресурсів вигідною для місцевих жителів (Товариство Екотуризму, 1994).

Відповідно до статті 9 Закону України «Про природно-заповідний фонд України», одним із видів використання територій та об'єктів природно-заповідного фонду є використання в оздоровчих та інших рекреаційних цілях. Природа України має значний природний потенціал для розвитку екотуризму, але соціально-економічний потенціал нашої країни для розвитку цього виду туризму дуже незначний. Низький рівень екологічної свідомості туристів свідчить про неготовність населення займатися екологічними видами туризму самостійно. Власники туристичних комплексів зазвичай зосереджені на економічному аспекті. Відсутність чіткого плану розвитку екотуризму гальмує його розвиток в цілому.

Вважаємо за необхідне розробити й впровадити державну програму розвитку екотуризму. Крім того, в Україні варто створити потужну незалежну екологічну експертизу, котра буде мати на меті захистити людство від глобальних проблем знищення довкілля, в тому числі туристами.

Головною метою, на наш погляд, у формуванні туристичної галузі в Івано-Франківській області та всьому Карпатському регіоні має стати питання створення нових елементів туристичної інфраструктури. Перш за все, варто звернути увагу на подальший розвиток гірськолижного туризму, лікувально-оздоровчого туризму, сільського зеленого туризму, спортивного туризму, релігійного туризму та екологічного туризму. Попри значну привабливість Прикарпаття в галузі розвитку туризму, ми зіштовхуємося з проблемами деструктивного природокористування, що призводять до подальшого розвитку проблеми екологічної безпеки середовища туризму. Тому варто врахувати негативні тенденції розвитку туристичної галузі та вплив промисловості та інших

економічних і антропогенних факторів, що впливають на розвиток туристичної галузі не тільки Карпатського регіону, але й всього Західного регіону України. До прикладу, дослідники Єльського університету визначили, що Україна посідає 102 місце серед 132 країн світу за ефективністю державної політики у сфері збереження екосистем [5].

Спостерігаємо, що на сучасному етапі розвитку туристичної галузі Івано-Франківщина стикнулася також з проявами системної кризи, як політичної, економічної так і культурно-психологічної. Вкрай складна політична ситуація та економічний дисбаланс негативно вплинули на розвиток туристичної галузі Карпатського регіону впродовж 2013-2016 років. Бачимо, що туристична галузь вкрай залежна від фінансово-економічного рівня розвитку регіону і болісно реагує на зміни кон'юнктури ринку. Тому, досліджуючи та аналізуючи тенденції розвитку туристичної галузі Івано-Франківщини потрібно також враховувати фактори економічної і екологічної безпеки, які напряду впливають на розвиток туристичної галузі та віддзеркалюють рівень розвитку туризму у всьому регіоні. Також видаються загрозливими тенденції високого рівня ризику Івано-Франківської області від масштабних наслідків надзвичайних ситуацій метеорологічного походження [6].

Досліджуючи та аналізуючи основні тенденції розвитку Карпатського регіону, потрібно звернути увагу перш за все на необхідність збереження рекреаційних зон, від рівня якості котрих залежатиме розвиток туристичної галузі. Доволі складним залишається питання збереження та якісного використання природних водних ресурсів. Адже завдяки вдалому підходу до використання водних ресурсів можливо:

- забезпечити сталий розвиток природних зон та рекреаційних комплексів;
- зберегти цілісність екосистеми та забезпечити збереження флори і фауни регіону, котра на даний час перебуває у стані часткового знищення;
- забезпечити достатній рівень життя для місцевого населення, котре також піддається негативним впливам під час споживання неякісної води;
- зберегти якість ґрунтових вод, котрі впливають на родючість ґрунтів та їх якість.

Отже, пріоритетним напрямком для забезпечення сталого розвитку Карпатського регіону залишається питання раціонального використання водних ресурсів, від котрих залежатиме подальше збереження рекреаційних та туристичних зон Прикарпаття. Відповідно також у цьому контексті потрібно звернути увагу на комунально-побутове споживання водного комплексу. Зазначимо, що на одного туриста в середньому лише на питні, комунально-побутові та оздоровчо-лікувальні цілі в закладах розміщення витрачається від 300 до 500 л води щодобово [7]. Від ступеня очищення стічних вод туристичних комплексів залежатиме якість водного середовища, що має доволі значне значення для забезпечення сталого рівня розвитку туризму Івано-Франківщини.

Наступним елементом забезпечення сталого туристичного розвитку Прикарпаття варто зазначити проблему раціонального та конструктивного використання лісових ресурсів, адже від якості та кількості лісових масивів Івано-Франківщини залежить обсяг рекреаційного потенціалу, котрий відповідно пропорційно впливає на розвиток туризму.

Природним багатством Карпат є її лісова флора та фауна. За даними державного обліку лісів, площа земель лісового фонду в Україні становить 10,8 млн га, з яких 9,5 млн га вкриті лісовою рослинністю. Лісистість (частка вкритих лісовою рослинністю земель у загальній площі території країни) становить 15,6% у 2004 та 15,9% у 2012 р. і є нижчою, ніж у багатьох країнах Європи. До того ж цей показник значно коливається в регіональному розрізі [8].

Відповідно завдяки раціональному використанню лісових ресурсів також можливо забезпечити не тільки збереження флори і фауни регіону але й:

- завдяки сталому та виваженому підходу до використання лісових ресурсів можливо забезпечити надійний та екологічно безпечний розвиток туризму;

- використовуючи якісний та конструктивний підхід з виваженими рішеннями до вирубки лісових масивів можливо, забезпечити приріст лісового масиву в Карпатському регіоні;

- аналізуючи та прогнозуючи наслідки вирубки та збереження лісового ресурсу, можливо конструктивно вплинути також на дотримання високого екологічного рівня водних ресурсів;

- виважений економічний підхід до використання лісових ресурсів у рекреаційній галузі спроможний конструктивно вплинути на іміджеві показники регіону та підвищити його рівень інвестиційної привабливості.

Однак, потрібно зауважити, що сталий розвиток туризму на Прикарпатті неможливий без вирішення системних проблем розвитку туристичної та рекреаційної сфери в Україні. Основними з таких проблем є:

- проведення АТО на території Донецької та Луганської областей, тимчасова окупація АР Крим та м. Севастополь, що не тільки унеможлиблює розвиток туристичної сфери на зазначених територіях, але й негативно впливає на перспективи в'їзного туризму в інших регіонах України. Зокрема, внаслідок складної економічної ситуації, викликаній проведенням АТО, кількість іноземних туристів внаслідок загальної нестабільності ситуації в країні суттєво зменшилась (за експертними підрахунками, на 30-60 % у залежності від регіону);

- нераціональне використання історико-культурної спадщини і довкілля (внаслідок нестачі коштів на місцевому рівні, недостатньої екологічної культури туристів і місцевого населення, забруднення довкілля), недостатня охорона історико-культурних пам'яток (зокрема, внаслідок складної процедури їх включення до Державного реєстру національного культурного надбання, до якого на цей час внесено тільки 10 % від їх загальної чисельності);

- недооцінювання ролі туристичної та рекреаційної сфери в наповненні місцевого та державного бюджету (переважно це знайшло відображення у стратегіях розвитку промислових регіонів);

- недосконалість вітчизняного законодавства щодо ведення туристичного бізнесу. Зокрема, на цей час відсутнє держане регулювання і гарантування надійності та добросовісності туристичних операторів. Зазначений недолік законодавства провокує перманентне виникнення так званих «фінансово-туристичних пірамід» (наприклад, у 2010 р. туристична компанія «Карія тур» внаслідок банкрутства залишила на території Туреччини 1,8 тис. українських туристів);

- відсутність чинної Концепції Державної цільової програми розвитку туризму. Зокрема, схвалена у 2013 р. Концепція Державної цільової програми розвитку туризму та курортів на період до 2022 р. була визнана такою, що втратила чинність через оптимізацію державних цільових програм і національних проектів та економію бюджетних коштів;

- проблеми з дієвою управлінською вертикаллю у туристичній сфері. Так, якщо на загальнодержавному рівні функціонує Міністерство культури України, то на регіональному рівні у складі обласних державних адміністрацій управління культури та туризму (зазвичай створені на базі управлінь культури) займаються переважно фінансуванням роботи бібліотек, музеїв та театрів, привертаючи недостатню увагу власне до туризму та рекреації. У частині обласних державних адміністрацій проблематикою туризму взагалі займаються різні підрозділи (наприклад, за стратегію розвитку туризму може відповідати одне управління, за готелі – друге, за якість послуг і безпеку туристів – третє), що перешкоджає злагодженості роботи;

- недостатня представленість туристичного та рекреаційного бізнесу на сайтах місцевих органів влади й самоврядування. Так, туристичній сфері приділено окрему рубрику на сайтах Івано-Франківської і Тернопільської облдержадміністрацій, Одеської та Львівської міських рад;

- недостатня кількість добре прорекламованих та підготованих масових заходів (на зразок Євро-2012), з якими безпосередньо пов'язаний розвиток туризму. Так, за даними Кабінету Міністрів України, заходи з Євро-2012 відвідало приблизно 1,8 млн іноземних туристів (на 43 % більше, ніж у 2011 р.), кожен з яких залишив у країні у середньому 400 дол. США, що дозволило Україні заробити на туризмі приблизно 1,5 млрд дол. США. Однак, інші подібні заходи лишаяються недостатньо прорекламованими та занадто дорогими для відвідувачів, а тому й відносно малочисельними;

- відсутність ефективної державної підтримки, як на загальнодержавному, так і на регіональному рівнях малим та середнім підприємцям, які працюють у туристичній та рекреаційній сфері; відсутність соціального туризму, що при низькому рівні доходів значної частини населення унеможливорює для них такий спосіб відпочинку; недостатня реклама вітчизняного туристичного продукту, як всередині країни, так і за кордоном.

Висновки. Стан туристичної галузі визначається соціально-економічними та політичними процесами, що відбуваються в Україні, відтворюючи перебіг реформування суспільного життя.

Зазначимо, що провідними для розвитку туристичної галузі і забезпечення екологічної безпеки регіону є саме раціональне використання водних та лісових ресурсів. Завдяки збереженню цих ресурсних рекреаційних комплексів та їхнього потенціалу можливим є не тільки розвиток туристичного комплексу регіону, але й підвищення фінансово-економічних показників. Вважаємо, що доцільно підкреслити важливість дослідження для Івано-Франківської області, адже залишається проблемним використання водних ресурсів та забруднення води приватними сільськими зеленими садибами в межах регіону. Забезпечення сталого розвитку лісового господарства також конструктивно впливатиме на туристичну галузь Івано-Франківщини. Лісовий ресурс нашого краю є доволі важливим, як для рекреаційного комплексу, так і для туризму загалом.

Отже, сталий розвиток туризму Прикарпаття повинен спрямовуватись на економічний приріст від рекреаційної діяльності при покращенні стану довкілля Карпатського регіону.

Литература

- 1 Барометр міжнародного туризму ЮНВТО [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://mkt.unwto.org/en/content/tourism-highlights>
- 2 Биченок, М. М. Проблеми природно-техногенної безпеки в Україні [Текст] / М. М. Биченок, О. М. Трофімчук – К.: УІНСіР, 2002. – 179 с.
- 3 Водні ресурси на рубежі ХХІ ст.: проблеми раціонального використання, охорони та відтворення [Текст] / За ред. академіка УЕАН, д.е.н. професора М. А. Хвесика. — К.: РВПС України НАН України, 2005. – 460 с.
- 4 Закон України «Про затвердження Загальнодержавної програми збереження та використання об'єктів культурної спадщини [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1692-15>.
- 5 Environmental Performance Index 2012 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://epi.yale.edu/>.
- 6 Качинський, А. Б. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення [Текст] / А. Б. Качинський. – К.: НІСД, 2001. – 312 с.
- 7 Малиш Н. А. Ефективні механізми формування державної екологічної політики [Текст]: монографія / Н. А. Малиш. – К.: К.І.С., 2011. – 348 с.
- 8 Держтуризмкурорт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.tourism.gov.ua/ua/>.

© І. Є. Смик,
Л. М. Архипова

КОНФЕРЕНЦІЇ

*О. М. Адаменко, Л. М. Архипова,
М. М. Приходько, М. П. Мазур
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

VI НАУКОВИЙ СЕМІНАР «ПРОБЛЕМИ ГЕОМОРФОЛОГІЇ І ПАЛЕОГЕОГРАФІЇ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ»

8-11 вересня 2016 р. на Чорногірському географічному стаціонарі Львівського національного університету ім. Івана Франка в селищі Ворохта Івано-Франківської області відбувся міжнародний науковий семінар "Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат", організатором якого виступила кафедра геоморфології і палеогеографії географічного факультету.

Гості з Краківського аграрного університету в Польщі, Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Інституту географії Національної академії наук України, Національного університету біоресурсів і природокористування України, Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, викладачі та аспіранти кафедри геоморфології і палеогеографії – представили цікаві доповіді з проблем конструктивної екології, палеогеографії антропогену, створення геоекологічного атласу річково-басейнової системи, геоморфологічного картографування, еколого-морфометричної класифікації рельєфу, перспектив збереження і геотуристичного використання геолого-геоморфологічних об'єктів тощо.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу на семінарі представляли професор кафедри екології, докт. геол.-мін. наук, професор Адаменко О. М. з доповіддю «Теоретичні основи конструктивної екології», та завідувач кафедри туризму докт. техн. наук, професор Архипова Л. М., завідувач кафедри землевпорядкування та кадастру докт. геогр. наук, професор Приходько М. М. з роботою «Вплив змін клімату на водний режим гірської частини басейну р. Прут», яка була виконана сумісно із Карпатським національним природним парком, який представляла канд. техн. наук Корчемлюк М. В.



Рис. 1. Організатори наукового семінару з гостями



Рис. 2. Жваві дискусії семінару

Під час засідань проходили дискусії, наукові бесіди, обговорення проблемних питань. Організаторами наукового семінару була запропонована наукова екскурсія на вершину гори Пожижевська із відвідуванням метеостанції на полонині Пожижевській. Учасники семінару відмітили високий науковий рівень проведення семінару, вказали на необхідність подальших плідних зустрічей в такому напрямку.

Директор інженерно-екологічного інституту Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу к.ф.-м.н., доц. Мазур М.П. під час семінару ознайомився з структурою, обладнанням, роботою Чорногірського географічного стаціонару Львівського національного університету імені Івана Франка, та ініціював



Рис. 3. Директор інженерно-екологічного інституту ІФНТУНГ вивчає досвід Львівських колег



Рис.4. Делегація ІФНТУНГ із польськими, київськими та львівськими колегами

створення аналогічного стаціонару для роботи Інженерно-екологічного інституту.

Чорногірський географічний стаціонар Львівського національного університету імені Івана Франка заснований у 1978 році професором Г. П. Міллером. Стаціонар розташований у Карпатах (масив Чорногора) у верхів'ї річки Прут (Карпатський національний природний парк), на віддалі 17 кілометрів від селища Ворохта Яремчанської міської ради Івано-Франківської області. Призначення стаціонару – проведення наукової роботи, навчальних і виробничих практик студентів географічного факультету.

На базі стаціонару проводять ландшафтно-моніторингові дослідження, режимні метеорологічні, гідрологічні і фенологічні спостереження. Вивчають геофізичні і геохімічні властивості та просторово-часову організацію природних комплексів крутосхилого лісистого середньогір'я, давньольодовикового субальпійського і пенепленізованого полонинського високогір'їв.

Обмін науковими здобутками, критичні зауваження чи схвальні оцінки, нові наукові ідеї, стимулюють розвиток та прогрес у науці. Тому, вважаємо, що участь у семінарі була цікавою, пізнавальною і корисною.

ПАМ'ЯТНІ ДАТИ, ЮВІЛЕЇ

ДО 70-РІЧЧЯ ДОЦЕНТА КАФЕДРИ ЕКОЛОГІЇ ОРФАНОВОЇ МАРІЇ МИКОЛАЇВНИ



ОРФАНОВА Марія Миколаївна – кандидат технічних наук, доцент кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу.

Марія Миколаївна народилась 28 жовтня 1946 р. у м. Калінін (нині Твер, Російської Федерації). У дитинстві вона була змушена навчатись в багатьох школах, тому що народилась у сім'ї військовослужбовців. Середню освіту здобула з відзнакою у м. Біла Церква Київської області. У 1969 р. закінчила кафедру кристалографії фізичного факультету Горьківського державного університету ім. Н. І. Лобачевського (нині Нижній Новгород, РФ). Свою трудову діяльність розпочала у 1971 р. на кафедрі мінералогії та петрографії Івано-Франківського інституту нафти і газу та пропрацювала в цьому навчальному закладі 45 років.

Початок трудової діяльності припав на той час, коли облаштовувались кафедри у новому 5 корпусі ІФНГ. Оскільки Марія Миколаївна була завідуючою лабораторіями кафедри, то відповідала за облаштування та налагодження декількох аналітичних (рентгеноструктурного, спектрального, інфрачервоного, термічного аналізу тощо) та навчальних лабораторій.

У період з 1977-1980 рр. Орфанова М.М. навчається в аспірантурі під керівництвом відомого вченого, одного із засновників сибірського філіалу АН СРСР (м. Новосибірськ) професора, доктора геолого-мінералогічних наук Кляровського Веніаміна Михайловича. Це, у подальшому, дозволило проводити сумісні наукові дослідження в перспективних напрямках, а саме: у вивченні фізико-хімічних властивостей речовин та механо-хімічних процесів. Деякі роботи досі є фундаментальними у галузі механо-хімічних процесів, особливо, у газовому середовищі та не втратили свого наукового значення. Результати досліджень є актуальними у вирішенні технологічних проблем утилізації відходів.

У 1986 р. у Московському інституті нафти і газу ім. І. М. Губкіна Марія Миколаївна захистила дисертаційну роботу на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Згодом, Орфанова М.М. працювала керівником наукових розробок в галузі нафтогазового виробництва. Це підприємства Західного Сибіру (Нафтоюганськнафтогаз, Сургутнафтогаз), підприємства Півночі (Нар'ян-Марське УБР), підприємства у Небіт-Дазі та Ашгабаді (Туркменістан), практично усі структурні одиниці ПАТ «Укрнафта».

Орфанова Марія Миколаївна є автором понад 150 наукових робіт (з них 39 надруковано за межами України), 3 патентів на винаходи, а також численних методичних розробок.

З 1997 року Марія Миколаївна поєднує наукову роботу з викладацькою діяльністю, її педагогічна майстерність, відзначається високим рівнем знань, ерудицією та яскравим світоглядом. Наводимо відгуки студентів, випускників та співробітників про спілкування з нею. Так, Шулячинська Христина, випускниця гр. ПЕ-06-1 кафедри екології, розповідає:

«Марія Миколаївна – людина, яка протягом всього нашого навчання хотіла нас навчити любити свою професію, намагалась передати нам багаж своїх знань. Досвідчений викладач, строга і поступлива, охоче відгукувалась на наші проблеми, завжди йшла назустріч усім студентам, які хотіли дізнатись щось нове, допомагала нам розвиватись всебічно».

Як керівник гуртка «Еколог XXI століття» Марія Миколаївна розпочала з студентами еколого-просвітницьку діяльність, щодо формування екологічної свідомості громадян, на всіх ступенях освіти – від дитячого садка до середньої та вищої школи, на різних рівнях засобів масової інформації. Орфанова М.М. була ініціатором розробки та проведення лекцій-бесід студентів із школярами молодшої та середньої школи. Цей напрямок, з часом, перетворився на серйозну просвітницьку та профорієнтаційну роботу інженерно-екологічного інституту.

Любов до подорожей та пізнання навколишнього світу втілювались у пізнавальні екскурсії зі студентами та викладачами кафедри, зокрема, по замках Тернопільщини та Львівщини, на Карпатські водоспади, двохденні подорожі на Закарпаття. Також Марія Миколаївна була ініціатором навчальних поїздок, під час яких студенти могли наочно ознайомитись з екологічними проблемами Західного регіону.

«Древні філософи вчили сприймати знайомство з хорошими людьми, як найбільше благо. А що вже казати про співпрацю з ними! Такою особистістю є Марія Миколаївна. Напрочуд позитивна, компанійська людина, чий енергія та оптимізм не раз допомагали колегам у трудових буднях. Для мене вона є прикладом вродженої інтелігентності і Вчителем, який не тільки виставляє «планку», але і вчить, як її досягнути», – розповідає Ірина Михайлів, завідувач кафедри економічної геології ІФНТУНГ.

Ректорат університету та директорат інженерно-екологічного інституту, в особі проректора Мандрика О. М. та директора Мазура М. П., також відзначають високу кваліфікацію ювіляра та вміння знаходити компроміси і оптимальні рішення проблем різного характеру. Завдяки високому рівню знань вона користується заслуженим авторитетом наукової спільноти університету.

Ректорат, дирекція інженерного-екологічного інституту та кафедра екології вітають Орфанову Марію Миколаївну з нагоди ювілею!

До привітань приєднуються студенти-екологи з словами магістра Ольги Максим'юк: «Хочемо висловити подяку за цінний багаж знань, за Ваш немалий внесок у виховання студентів, за поради і добрі слова. Прийміть сердечні вітання з нагоди Вашого Дня народження! Нехай невичерпна енергія, оптимізм будуть надалі Вашими супутниками в житті, а доля подарує багато світлих літ у мирі та добробуті!».

Редколегія журналу “Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування” приєднується до привітань з ювілеєм і бажає Марії Миколаївні міцного здоров'я та подальших творчих успіхів!