

Міністерство освіти і науки України
Чорноморський національний університет імені Петра Могили
Донецький національний медичний університет
Радіобіологічне Товариство України
ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України»
ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб
ім. Л. В. Громашевського НАМН України»
Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН УКРАЇНИ
Інститут радіаційних проблем НАН Азербайджану
Plant Science and Biodiversity Center Slovak Academy of Sciences



**ОЛЬВІЙСЬКИЙ ФОРУМ – 2025:
стратегії країн Причорноморського регіону в
геополітичному просторі**

XXII Міжнародна наукова конференція

ТЕЗИ

**XX НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ
«РАДІАЦІЙНА, ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНА ТА
БІОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА: СТАН, ШЛЯХИ І ЗАХОДИ
ПОКРАЩЕННЯ»**

20 червня 2025 р., м. Миколаїв, Україна

Миколаїв – 2025

Ольвійський форум – 2025 : стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі : XXII Міжнар. наук. конф. : Радіаційна, техногенно-екологічна та біологічна безпека : стан, шляхи і заходи покращення, 20 черв. 2025 р., м. Миколаїв : XX Наук. конф. : тези / М-во освіти і науки України ; ЧНУ ім. Петра Могили ; Донецький нац. мед. Ун-т ; Радіобіологічне Товариство України ; ДУ «Нац. наук. центр радіаційної медицини НАМН України» ; ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб ім. Л.В. Громашевського НАМН України» ; Інститут клітинної біології та генної інженерії НАН України ; Інститут радіаційних проблем НАН Азербайджану ; Plant Science and Biodiversity Center Slovak Academy of Sciences. – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2025. – 176 с.

Збірник містить програму виступів учасників XX Наукової конференції «Радіаційна, техногенно-екологічна та біологічна безпека : стан, шляхи і заходи покращення».

СЕКЦІЯ

РАДІОБІОЛОГІЯ. БІОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

УДК 616.43-008.6-071+616.441/.447:546.4:616-001.28

Kaminskyi O.V.

Dr.Med.Sci.,

Muraviova I.M.

Cand.Med.Sci.,

Chikalova I.G.

Cand.Med.Sci.,

Afanasyev D.E.

Cand.Med.Sci.,

Kopylova O.V.

Cand.Med.Sci.,

*State Institution «National Scientific Center of Radiation Medicine,
Hematology and Oncology of the National Academy of Medical Sciences of
Ukraine», Kyiv, Ukraine*

HYPERPARATHYROIDISM AND ASSOCIATED PATHOLOGY IN PERSONS AFFECTED BY THE CHORNOBYL NUCLEAR POWER PLANT ACCIDENT

Introduction. Among the reasons for the increase in comorbidity, modified (formed stereotypes of nutrition and behavior, bad habits, non-compliance with doctors' recommendations, incorrect motivation of patients) and unmodified (accumulation of genetic defects, aging of the population, the technogenic nature of civilization, environmental and social factors) are distinguished. There is no generally accepted classification of comorbid diseases, but most specialists conducting research in this field distinguish the following types of comorbidity: causal (caused by parallel damage to various organs and systems, which is due to a single pathological agent), complicated (a consequence of the underlying disease and its destabilization, manifested in the form of damage to target organs), unspecified (the presence of single pathogenetic mechanisms of the development of diseases that make up this combination, but require a number of studies to confirm the hypothesis), iatrogenic. Therefore, studying the structure of comorbidity in persons affected by the Chernobyl nuclear power plant (ChNPP) accident is of great importance, because information about the prevalence of pathology of a certain system and individual nosological forms can contribute to improving diagnosis and rational treatment.

Objective. To investigate the possibility of the existence of relationships between secondary hyperparathyroidism and other non-malignant endocrine disorders in persons affected by the Chernobyl nuclear power plant accident.

Materials and methods. During the 2022-2024 study years, we conducted an in-depth examination of 150 people (108 men and 42 women, 72% and 28%, respectively), in whom diseases of the parathyroid glands were detected during ultrasound examination (hyperplasia or adenoma). The 51 study subjects were affected by the ChNPP accident. The comparison group included 38 patients not exposed to ionizing radiation. The age of the subjects ranged from 37 to 72 years, the average age was (58.73 ± 4.68) years. A separate group consisted of 61 men of the Armed Forces of Ukraine aged from 23 to 58 years (average age (45.35 ± 2.79) years). In accordance with the purpose of the research work, the subjects were divided into groups: persons affected by the ChNPP accident (main group I) and unirradiated individuals or the control group (control group II). Among the subjects of the main and control groups, non-thyroid pathology prevailed, namely type 2 diabetes mellitus, as the basis for hospitalization (74.5% and 57.9%, respectively). The second and third places were occupied by thyroid diseases, namely autoimmune thyroiditis and nodular goiter. Research methods: generally accepted clinical, anthropometric (body weight, height, body mass index), instrumental (ultrasound), laboratory (biochemical, hormonal), statistical (using the professional software package Statistica 12.0 for Windows (StatSoft, Inc.)).

Results. Using correlation and regression analysis, it was found that in persons affected by the ChNPP accident, an increase in parathormone levels was moderately associated with a decrease in end-diastolic size ($r=-0.5$, $p=0.006$), end-diastolic volume ($r=-0.49$, $p=0.007$), end-systolic volume ($r=-0.37$, $p=0.046$) and an increase in the relative thickness of the left ventricular walls ($r=0.45$, $p=0.016$), the relative thickness of the posterior wall of the left ventricular ($r=0.45$, $p=0.015$), and the relative thickness of the interventricular septum ($r=0.44$, $p=0.018$), which is characteristic of dysmetabolic cardiomyopathy. Among comorbid diseases of dysmetabolic genesis (cerebral atherosclerosis, cardiosclerosis, dyscirculatory encephalopathy, dysmetabolic cardiomyopathy), multivariate analysis provided reliable confirmation of the negative impact of secondary hyperparathyroidism specifically on dysmetabolic cardiomyopathy in persons affected by the ChNPP accident ($F=16.21$, $p=0.0001$). An associative relationship was also established between visceropathic manifestations of secondary hyperparathyroidism and metabolic-associated steatotic liver disease in persons affected by the ChNPP accident ($F=15.07$, $p=0.0001$).

Conclusions. Thus, there is a need to include ultrasound echocardiography and ultrasound examination of the abdominal organs in the examination algorithm of individuals with secondary hyperparathyroidism as a method of screening for associated conditions, namely dysmetabolic cardiopathy and metabolic-associated steatotic liver disease.

Keywords: secondary hyperparathyroidism, dysmetabolic cardiomyopathy, metabolic-associated steatotic liver disease

UDC 574.63

Mikhyeyev O.M.,

*Doctor of biological sciences, senior researcher
Institute of Cell Biology and Genetic Engineering of the National
Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

Lapan O.V.

PhD

State University «Kyiv Aviation Institute», Kyiv, Ukraine

PURIFICATION OF WATER BODIES FROM HEAVY METALS BY MEANS OF HYDROPHYTIC STRUCTURE OF BIOPLATO TYPE

One of the most urgent problems in our time is the purification of polluted natural and man-made waters from heavy metals that have a toxic effect on biota. Traditional methods of water purification require large energy and financial costs, but recently, methods based on various types of phytotechnology have become relevant, allowing to improve the condition of aquatic ecosystems. In this regard, bioplato are becoming promising for increasing the degree of purification of contaminated water. An analysis of the literature [1, 2] indicates that terrestrial plants in aquatic culture have a high capacity for toxicant accumulation.

During the development of the floating bioplato, seeds of rye, corn, barley, oatmeal, timothy, peas, oats, millet and sunflower were used, and granular foam, vermiculite, cork and expanded clay were used as a substrate for germination of plant material. The methodology for constructing the bioplato was as follows: the bottom of the cuvette was covered with a layer of substrate, a layer of perlite was poured on top, 100 ml of water was poured into the cuvette, dry seeds were placed on the surface, and the bioplateau was placed in a thermostat at $t = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$. The determination of chromium and zinc

in aqueous samples was carried out using an Agilent 7700x ICP-MS emission spectrometer.

A new method of designing a floating bioplato structure, the biotic component of which is terrestrial plants, for the purification of polluted waters from heavy metals has been developed. It was found that the most promising types of terrestrial plants capable of growing in high humidity conditions were corn, rye and timothy. Several types of substrates were tested, and it was found that granular foam is the most optimal for use. For the first time, the absorption capacity of the constructed mini-bioplates in relation to zinc and chromium was studied, the results of which showed that the effect of water purification from zinc ions using rye was 97%, and from chromium ions using timothy and corn - 98%. The constructed floating bioplato demonstrated a high level of water purification from heavy metals, so based on the results of experimental studies, it is planned to remove bioplates from water bodies and ash them, or to periodically mow the green mass and subject it to ashing, according to the algorithm of the proposed phytodeactivation technology.

References

1. Evdokimova G.A., Ivanova L.P., Mozgova N.P., Myazin V.A., Fokina N.V. Floating bioplato for purification of waste quarry waters from mineral nitrogen compounds in the Arctic // Journal of Environmental Science and Health, Part A. – 2016. – No. 51. – P. 1–6. DOI:[10.1080/10934529.2016.1181454](https://doi.org/10.1080/10934529.2016.1181454)
2. Filipchuk V. L., Kuriluk M. S., Filipchuk L. V., Kuriluk O. M., Krylyuk V. M., Pochtar O. V. Purification of muddy waters in filtration regenerative wetland // Bulletin of the Engineering Academy of Ukraine. – 2016. – N.3. – P. 150–155.
3. Madzhd S.M. Experience in exploiting hydrophilic structures in Ukraine and in the world // Naukoiemni technologii. – 2016. – No. 2. P. 228–231 [in Ukrainian].

Russu I. Z.,
cand. of biol. sci., docent,
Bilko N. M.,
doct. of med. sci., professor,
National University of Kyiv-Mohyla Academy, Kyiv, Ukraine

ASSESSMENTS OF RADIONUCLIDES INFLUENCE ON WISTAR RATS' HEMATOPOIETIC SYSTEM USING CELL CULTURE *IN* *VIVO*

The influence of environmental factors, such as sources of external and internal radiation, can cause disorders in the functioning of hematopoietic system as one of the most radiosensitive in the mammalian organism. Today, there is a significant amount of technogenic radionuclides in the environment, in particular, strontium-90 and cesium-137. Some radionuclides can accumulate in tissues and organs, for example, strontium-90 – in bone tissue and iodine-131 in the thyroid gland. Therefore, it is important to investigate the effect of radionuclides on hematopoiesis, primarily on the level of stem and progenitor cells. Clonogenic assays *in vitro* and *in vivo* allow assessing functional activity of these cells and evaluating the consequences of ionizing radiation action.

The aim of this work is determination of the influence of radionuclides strontium-90 and iodine-131 on the hematopoietic system of Wistar rats, after single and long-term internal exposure to ionizing radiation.

The study was conducted on Wistar rats, which were internally exposed to the solution of radionuclides either once or during a long period of time. Strontium-90 was administered once with an activity of 50 kBq, and long-term administration was with an activity of 5 kBq per day [1]. This model of irradiation was developed at the R. E. Kavetsky Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology, NAS of Ukraine. Iodine-131 was administered once with an activity of 300 kBq, and long-term administration was with an activity of 30 kBq per day [2]. This model of irradiation was developed at the Institute for Nuclear Research, NAS of Ukraine.

Cultivation of rat hematopoietic cells was carried out *in vivo* using gel diffusion chambers. To obtain bone marrow cells, rat femurs were removed and their contents were washed with cultural medium. Cell suspension was prepared by mixing it with fetal calf serum, L-glutamine, antibiotics, and agar and injected into diffusion chambers. The recipient animals of the diffusion chambers were CBA mice pretreated with cyclophosphamide and

anesthetized. Cultivation of rat bone marrow cells in this system *in vivo* lasted for 18 days.

Thus, we performed the analysis of internal ionizing radiation influence on hematopoietic system of laboratory animals. To investigate functional activity of bone marrow stem and progenitor cells under exposure to radionuclides, colony-forming efficiency was assessed in cell culture in diffusion chambers *in vivo*.

Analysis of the data obtained during the cultivation of hematopoietic cells showed a clearly pronounced inhibition of colony forming in irradiated animals compared to control. After long-term irradiation of Wistar rats with iodine-131, decrease by a third was observed in the number of bone marrow colony-forming units compared to control. At the same time, in the group of acute iodine-131 irradiation, complete inhibition of the functional activity of bone marrow cells was revealed, i.e., colony forming was practically absent. Along with that, long-term exposure to radionuclide strontium-90 resulted in a twofold inhibition of colony forming compared to the control group of animals. However, a single administration of strontium-90 caused a decrease in the functional activity of bone marrow cells only by a third compared to the control.

Thus, the obtained results indicated that colony-forming efficiency of hematopoietic stem and progenitor cells in rats was suppressed after exposure to radionuclides in different doses, both after single and long-term administration. The consequences of strontium-90 and iodine-131 influence on hematopoietic system of Wistar rats are comparable with the data obtained earlier concerning the impact of ionizing radiation on the functioning of the primary departments of human hematopoiesis [3]. These indices can be used in further interpretations of hematopoiesis state of the individuals living in the areas contaminated with radionuclides.

This work was supported by a grant from the Simons Foundation.

References:

1. Руссу І.З., Родіонова Н.К., Білько Д.І., Білько Н.М. Закономірності змін кількісних і якісних показників гемопоетичних стовбурових клітин у культурі клітин в умовах дії радіонуклідів стронцію-90 // Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. – 2015. – Вип. 20. – С. 533–542.

2. Руссу І.З., Липська А.І., Білько Н.М. Функціональна активність клітин кісткового мозку шурів при гострому та хронічному опроміненні ¹³¹I // Тези доповідей XXIV щорічної наукової конференції Інституту ядерних досліджень НАН України, 2017. – С. 208-209.

3. Bilko N.M., Diagil I.S., Bebeshko V.G. Stem cells – functional activity // In: Health Effects of the Chernobyl Accident – a Quarter of Century Aftermath. – Kyiv: DIA, 2011. – P. 176-181.

УДК 613.95:159.942.5:615.849–053.2(477)»2022/...»

*Вдовенко Д.В.,
Національний університет
фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна,
Позниш В.А.,
Державна установа «Національний науковий центр радіаційної
медицини, гематології та онкології Національної академії медичних
наук України», Київ, Україна*

ВПЛИВ СТРЕСУ НА ОСОБЛИВОСТІ ФІЗИЧНОГО РОЗВИТКУ ДІТЕЙ-МЕШКАНЦІВ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ ПІД ЧАС ПОВНОМАСШТАБНОЇ ВІЙНИ В УКРАЇНІ

Повномасштабне вторгнення Росії в Україну в лютому 2022 року стало надзвичайно травматичною подією для населення, особливо для дітей. Воно спричинило глибокий психологічний шок, посилило відчуття небезпеки та безпорадності. Невизначеність, пов'язана з реальною загрозою життю та безпеці, є особливо складним випробуванням для дітей, оскільки їх здатність до подолання стресу ще не є повністю сформованою. Через незрілість когнітивних та емоційних функцій діти гірше розуміють стресові ситуації та мають обмежений набір стратегій для адаптації.

Стрес активує гіпоталамо-гіпофізарно-надниркову вісь, що призводить до підвищення рівня кортизолу — гормону, який, зокрема, посилює відчуття голоду. Хронічний стрес асоціюється зі змінами харчової поведінки, зокрема збільшенням споживання калорійної їжі, а також зниженням рівня фізичної активності. Такі зміни сприяють підвищенню індексу маси тіла, накопиченню вісцерального жиру й розвитку метаболічних порушень, що впливають на антропометричні показники та склад тіла.

Метою дослідження було оцінити вплив стресових подій, пережитих дітьми, які проживають на радіоактивно забруднених територіях, у період повномасштабної військової агресії, на показники їхньої фізичний розвиток.

У дослідженні взяли участь 126 дітей віком від 10 до 17 років, які проживають на радіоактивно забруднених територіях Житомирської, Рівненської та Київської областей. Щільність забруднення ґрунтів радіонуклідом цезієм-137 (^{137}Cs) у цих регіонах коливалася в межах від 18 до 235 кБк/м². Усі обстежені діти перебувають під впливом хронічного стресу, спричиненого умовами повномасштабної військової агресії Росії проти України.

Для оцінки рівня сприйнятого стресу використовувалася шкала PSS-10 (Perceived Stress Scale), яка є валідованим та широко застосовуваним інструментом у психологічних дослідженнях. Ця шкала дозволяє визначити суб'єктивну оцінку стресогенності життєвих подій, зосереджуючись на емоційному стані та переживаннях респондентів протягом останнього місяця. Опитувальник включає універсальні питання, не прив'язані до конкретних ситуацій або соціальних груп, що робить його придатним для широкого кола досліджуваних.

Фізичний розвиток оцінювався шляхом антропометричних вимірювань, які включали: зріст, масу тіла, окружність талії та стегон, відсотковий вміст жирової та скелетно-м'язової тканини, а також розрахунок індексу маси тіла (ІМТ), співвідношення талії до стегон (WHR) та талії до зросту (WHtR), коефіцієнта вісцерального жиру та добового метаболізму. Усі вимірювання проводилися вранці, натще, після сечовипускання.

Зріст визначали за допомогою медичного ростоміра; кожен вимір повторювали тричі, після чого розраховували середнє значення. Обхвати талії та стегон вимірювали медичною стрічкою "MEDICARE". На підставі отриманих даних обчислювали показники WHR та WHtR. Абдомінальне ожиріння констатували за умов перевищення порогових значень: $WHR > 0,8$ для дівчат і $> 1,0$ для хлопців; $WHtR \geq 0,5$ — для обох статей.

Визначення складу тіла (відсоток жиру, м'язової тканини, вісцерального жиру) та добового метаболізму проводилось за допомогою біоімпедансного аналізатора OMRON BF-511 HBF-511 T-E. ІМТ обчислювали за стандартною формулою (маса тіла / $зріст^2$, $кг/м^2$) і оцінювали відповідно до віково-статевих процентильних таблиць.

Аналіз рівня сприйнятого стресу виявив його високі показники у більшості дітей – 74,76 %. Дівчата значно частіше оцінювали події як стресові порівняно з хлопцями, причому рівень стресу в них зростав із віком та досягав максимуму у віці 16–17 років. Натомість у хлопців у цьому віковому інтервалі спостерігалася тенденція до зниження рівня сприйняття стресу.

Антропометричні характеристики обстежених дітей характеризувались такими показниками: середній зріст ($163,72 \pm 1,31$) см, масу тіла ($55,12 \pm 1,40$) кг, окружність талії ($66,33 \pm 1,00$) см, окружність стегон ($86,36 \pm 1,05$) см. Середній індекс маси тіла (ІМТ) становив ($20,44 \pm 0,39$) $кг/м^2$, індекс співвідношення талії до стегон (WHR) – ($0,77 \pm 0,01$), а співвідношення талії до зросту (WHtR) – ($0,41 \pm 0,01$).

У процесі аналізу було виявлено прямий зв'язок між рівнем стресу та показниками ваги, ІМТ, окружності талії й стегон. При цьому нормальну масу тіла мали 47,62 % дітей, надлишкову – 26,98 %, а недостатню – 25,40 %. Статистично значущих відмінностей за ІМТ у розрізі статі та вікових груп не встановлено. Водночас у дітей із надлишковою масою тіла критичне значення індексу WHtR реєструвалося майже в чотири рази частіше, ніж у дітей з нормальною чи недостатньою вагою. Зв'язок між ІМТ та WHR виявився статистично незначущим.

Також встановлено, що найвищий відсоток м'язової тканини мав місце у дітей з нормальною масою тіла. Цей показник був достовірно вищим порівняно з дітьми, які мали недостатню або надлишкову вагу ($p < 0,033$).

Таким чином, результати дослідження засвідчили наявність взаємозв'язку між підвищенням індексу маси тіла та збільшенням рівня вісцерального ожиріння у дітей. Виявлено тенденцію до зростання випадків дисгармонійного фізичного розвитку. Більшість дітей розцінюють події війни як потужний стресовий чинник, що супроводжується негативними змінами антропометричних показників. Отримані дані свідчать про важливість впровадження комплексних програм психофізіологічної підтримки для дітей з метою мінімізації наслідків стресу та збереження їх фізичного і психічного здоров'я в умовах воєнного часу.

Список використаних джерел:

1. Bazyka D.A., Sushko V.O., Ivanova O.M. та ін. On the methodology of passport doses calculation for Ukrainian settlements radioactively contaminated due to the Chernobyl NPP accident // *Probl. Radiac. Med. Radiobiol.* – 2023. – Vol. 28. – P. 110–142.
2. Chao A., Grilo C.M., White M.A., Sinha R. Food cravings mediate the relationship between chronic stress and body mass index // *J. Health Psychol.* – 2015. – Vol. 20. – P. 721–729.
3. Cohen S., Kamarck T., Mermelstein R. A global measure of perceived stress // *Journal of Health and Social Behavior.* – 1983. – Vol. 24. – P. 385–396.
4. Epel E., Lapidus R., McEwen B., Brownell K. Stress may add bite to appetite in women: A laboratory study of stress-induced cortisol and eating behavior // *Psychoneuroendocrinology.* – 2001. – Vol. 26. – P. 37–49.
5. Hadwin J.A., Garner M., Perez-Olivas G. The development of information processing biases in childhood anxiety: a review and exploration of its origins in parenting // *Clin. Psychol. Rev.* – 2006. – Vol. 26(7). – P. 876–894.

6. Kułaga Z., Różdżyńska-Świątkowska A., Grajda A. та ін. Percentile charts for growth and nutritional status assessment in Polish children and adolescents from birth to 18 year of age // *Med. Stand.* – 2015. – Vol. 12. – P. 119–135.

7. Kyrou I., Tsigos C. Chronic stress, visceral obesity and gonadal dysfunction // *Hormones.* – 2008. – Vol. 7. – P. 287–293.

8. Mohler-Kuo M., Dzemaili S., Foster S., Werlen L., Walitza S. Stress and mental health among children/adolescents, their parents, and young adults during the first COVID-19 lockdown in Switzerland // *Int. J. Environ. Res. Public Health.* – 2021. – Vol. 18(9). – P. 4668.

9. Moore C.J., Cunningham S.A. Social position, psychological stress, and obesity: a systematic review // *J. Acad. Nutr. Diet.* – 2012. – Vol. 112. – P. 518–526.

10. Polanczyk G.V., Salum G.A., Sugaya L.S., Caye A., Rohde L.A. Annual research review: A meta-analysis of the worldwide prevalence of mental disorders in children and adolescents // *J. Child Psychol. Psychiatry.* – 2015. – Vol. 56(3). – P. 345–365.

11. Poznysh V.A., Leonovych O.S., Vdovenko D.V. Relationship of the perceived stress level, anthropometric indicators and body composition in children experiencing permanent negative impact of the COVID-19 pandemic and the war in Ukraine // *Probl. Radiac. Med. Radiobiol.* – 2024. – Vol. 29. – P. 401–418.

12. Poznysh V.A., Vdovenko V.Y., Kolpakov I.E., Chumak A.A. Sleep quality of schoolchildren – residents of radioactively contaminated areas during the COVID-19 pandemic // *Probl. Radiac. Med. Radiobiol.* – 2023. – Vol. 28. – P. 387–403.

13. Stepanova E.I., Poznysh V.A., Gudz N.M., Vdovenko V.Y. Anxiousness and quality of sleep in children who were in quarantine during the COVID-19 pandemic // *Probl. Radiac. Med. Radiobiol.* – 2021. – Vol. 26. – P. 464–478.

14. Sulkowski M.L., Dempsey J., Dempsey A.G. Effects of stress and coping on binge eating in female college students // *Eat. Behav.* – 2011. – Vol. 12. – P. 188–191.

15. Tataranni P.A., Larson D.E., Snitker S. та ін. Effects of glucocorticoids on energy metabolism and food intake in humans // *Am. J. Physiol.* – 1996. – Vol. 271 (2 pt 1). – P. E317–E325.

16. Tsutsumi A., Kayaba K., Yoshimura M. та ін.; Jichi Medical School Cohort Study Group. Association between job characteristics and health behaviors in Japanese rural workers // *Int. J. Behav. Med.* – 2003. – Vol. 10. – P. 125–142.

17. Wójtowicz-Szeffler M., Grzankowska I., Deja M. The mental

condition of Polish adolescents during the COVID-19 pandemic and war in Ukraine // Front. Public Health. – 2023. – Vol. 11. – P. 1257384.

19. Вельдбрехт О.О., Тавровецька Н.І. Шкала сприйнятого стресу (PSS-10): адаптація та апробація в умовах війни // Проблеми сучасної психології. – 2022. – Т. 26, № 2. – С. 16–27.

УДК 576.316:612.112:616.15:616-006.6

Демченко О. М.

к.б.н., старший дослідник, с.н.с.,

*ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини
Національної академії медичних наук України», Київ, Україна*

Рушковський С. Р.

к.б.н., доцент

*Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини»
Київського національного університету імені Тараса Шевченка,
Київ, Україна*

Земскова О. В.

д.м.н., с.н.с.

*ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова
Національної академії медичних наук України», Київ, Україна*

Курінний Д. А

к.б.н., с.н.с.,

*ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини
Національної академії медичних наук України» Київ, Україна*

ОСОБЛИВОСТІ МОДИФІКАЦІЇ ОПРОМІНЕННЯМ ПУХЛИННО-ІНДУКОВАНОГО ЕФЕКТУ СВІДКУ В ЛІМФОЦИТАХ ПЕРИФЕРИЧНОЇ КРОВІ ОСІБ З ГЛЮБЛАСТОМОЮ

Онкологічні захворювання залишаються однією з провідних причин смертності у світі. За даними ВООЗ, у 2022 році було зареєстровано близько 20 мільйонів випадків раку, при тому смертність від цієї недуги зафіксована у 9,7 мільйона людей. Канцерогенез це складний багатоступеневий процес, його етапи пов'язані з різноманітними перебудовами геному, що супроводжують трансформовані клітини [1]. У онкологічно хворих пацієнтів відбувається зміна стану здорових клітин під впливом трансформованих. Вважається, що трансформовані

клітини виділяють потік стрес-меседжерів, що може спричиняти різноманітні порушення в нетрансформованих клітинах, в тому числі і пошкодження геному. Цей ефект дістав назву пухлинно індукованого ефекту-свідка (Tumour Induced Bystander Effect - TIBE) [2,3].

Мета. Дослідити зміни геному в лімфоцитах периферичної крові онкологічно хворих осіб, з погляду впливу пухлини на нормальні клітини.

Методи дослідження: Проводили культивування зразків венозної крові умовно здорових осіб (далі група порівняння) та хворих з верифікованим діагнозом гліобластома. Для аналізу пошкоджень геному проводили цитогенетичний аналіз та електрофорез окремих клітин (Commet assay) [4]. Приготування хромосомних препаратів та їх аналіз проводили стандартними методами. За допомогою методу Commet assay оцінювали відносний рівень пошкодження ДНК (показники відсотка ДНК у хвості «комети» та Tail Moment - ТМ), а також частоту клітин у стані апоптозу, який визначали за частотою атипових «комет» (АС) [5].

Результати: Встановлено, що міжіндивідуальні коливання частоти аберантних метафаз в умовно здорових осіб та онкологічно хворих пацієнтів відрізнялися. Індивідуальні значення в здорових пацієнтів були в межах від 0,67% до 2,61%, середньогрупова частота становила $1,61 \pm 0,33\%$, а при культивуванні ЛПК пацієнтів з гліобластомою, частоти аберацій хромосом складали в середньому $7,88 \pm 1,57\%$ та коливалась в межах від $2,00 \pm 0,99$ до $21,00 \pm 4,00$ на 100 метафаз, що статистично значуще ($p < 0,001$) перевищує відповідний показник групи порівняння.

Результати Comet assay показали, що індивідуальні показники пошкоджень ДНК, які характеризуються показником ТМ, в групі порівняння умовно здорових осіб коливались в межах від $2,50 \pm 1,03$ до $4,33 \pm 1,67$, при цьому середній показник по групі становив $3,60 \pm 0,78$. Даний показник мав відмінні значення від групи порівняння в ЛПК хворих на гліобластоми. Зафіксовано статистично значущі ($p < 0,01$) зростання індивідуальних середніх значень показника від $2,32 \pm 0,23$ до $20,66 \pm 2,54$. Встановлено, що міжіндивідуальні значення показника відсотка ДНК у хвості «комети» в умовно здорових осіб коливались в межах від $11,94 \pm 0,33\%$ до $15,67 \pm 1,03\%$, порівнюючи з групою хворих, де показники коливались в межах від $8,48 \pm 0,54\%$ до $23,00 \pm 1,01\%$ ($p < 0,05$). Атипові клітини (АС) у групі здорових осіб коливались в межах $0,67 \pm 0,6\%$ – $1,33 \pm 0,89\%$ і складали в середньому по групі $0,89 \pm 0,33\%$. Індивідуальні показники рівня клітин в стані апоптозу в ЛПК хворих з гліобластомою мають коливання від $0,74 \pm 0,74\%$ до

42,24±2,97, що статистично значуще переважає діапазон коливань в групі умовно здорових осіб ($p < 0,05$)

Виявлено особливості модифікуючого впливу гліюми на розвиток радіочутливості у пацієнтів: після опромінення, в порівнянні з групою контролю, виявлено статистично значуще ($p < 0,001$) зростання частоти аберантних клітин в лімфоцитах периферичної крові осіб хворих на гліобластому (20,89±0,89) до (24,72±1,43) на 100 клітин, відповідно, що свідчить про зростання хромосомної нестабільності під впливом пухлини; під спільним впливом опромінення та гліобластоми зафіксовано статистично значуще збільшення частоти клітин в стані апоптозу в лімфоцитах периферичної крові пацієнтів (20,67±3,20 на 100 клітин), в порівнянні з показниками групи контролю: (3,86±0,67 на 100 клітин, відповідно).

Висновок Наші результати вказують на розвиток в лімфоцитах периферичної крові пацієнтів з верифікованим діагнозом гліобластома геномної нестабільності, що є чітким проявом пухлино-індукованого ефекту свідка. Спільний вплив гліобластоми та опромінення призводить до зростання рівня хромосомних аберацій та активує процес апоптозу, який є ключовим механізмом регулювання розвитку геномної нестабільності в соматичних нетрансформованих клітинах.

Список використаних джерел:

1. Costello L. C., Franklin R. B. The genetic/metabolic transformation concept of carcinogenesis. // Cancer Metastasis Rev. - 2012. - Vol. 31, № 1–2. - P. 123–130. doi:10.1007/s10555-011-9334-8.
2. Y. Du, S. Du, L. Liu L., et al. Radiation-induced bystander effect can be transmitted through exosomes using miRNAs as effector molecules. // Radiat. Res. - 2020. Vol. 194, № 1. - P. 89-100. doi: 10.1667/RADE-20-00019.1.
3. D. A. Kurinnyi, S. R. Rushkovsky et al. Evaluation of the interaction between malignant and normal human peripheral blood lymphocytes under cocultivation and separate cultivation. // Cytology and Genetics. - 2020. Vol. 54, № 2. - P. 124–129. doi: 10.3103/S0095452720020103
4. Цитогенетичні методи дослідження хромосом людини : методичні рекомендації / КМАПО МОЗ України. – К., 2003. – 23 с.
5. Silva J., Herrmann S. M. Evaluation of the genotoxic effect of rutin and quercetin by Comet assay and micronucleus test. // Food Chem. Toxicol. - 2002. Vol. 40. - P. 941–947. doi: 10.1016/s0278-6915(02)00015-7.

ВПЛИВ COVID-19 НА ПСИХІАТРИЧНІ СТАНИ ПАЦІЄНТІВ

Із кожним роком зростає значення проблеми ментального здоров'я як на популяційному рівні загалом, для певних категорій населення, так і для окремих пацієнтів та їх оточення. Зростає ризик переходу від тривожних, перехідних психіатричних станів до виражених маніфесних форм психіатричних захворювань, які можуть потребувати стаціонарного лікування та поповнювати прошарок населення, що за станом здоров'я потребує постійної медичної та суспільної підтримки. При цьому інфекційні хвороби, як фактор ризику формування психіатричних станів, у значній мірі є недооціненими. Нами раніше було визначено 5 складових цієї проблеми, які в тій чи іншій мірі пов'язані між собою та разом із іншими негативними факторами можуть впливати на динаміку психічного стану пацієнта [1]. Якщо раніше такі дослідження були спрямовані частіше на так звані повільні інфекції (куру, хвороба Крейтцфельда-Якоба, інші пріонні хвороби) [2], то надалі їх об'єктом стали персистентні інфекції, зокрема герпетичні, та ті, що активують аутоімунні процеси. Особливу увагу цьому питанню почали приділяти у зв'язку з емерджентною інфекцією COVID-19.

Стало очевидним, що COVID-19 має поліорганну патологію, зокрема із залученням мозку та нервової системи, і може супроводжуватися гострими психіатричними станами. Дедалі все більше доказів, що психіатричні дефіцити можуть зберігатися після закінчення проявів первинної інфекції. Загалом пацієнти після COVID-19 схильні до ризику психіатричних наслідків, але симптоми, як правило, мають позитивну динаміку [3]. Було показано, що жіноча стать, тривалість захворювання, рівні запальних маркерів та самооцінка тяжкості захворювання є сукупністю прогностичних факторів щодо тяжкості психічних симптомів у пацієнтів при цій інфекції [4]. Така тенденція була підтверджена й іншими авторами, які показали, що значна частина пацієнтів мали депресивні (30,9%), тривожні (31,1%), соматичні симптоми (35,2%) та післятравматичні стресові розлади (29,5%). Факторами, пов'язаними з вищою частотою клінічно значущих психічних симптомів, як і в попередніх дослідженнях, були жіноча стать, самосприйняття більшої тяжкості COVID-19, наявність стійких

симптомів COVID-19, а також втрата члена сім'ї через COVID-19 і попередній психіатричний діагноз. Крім того, співвідношення нейтрофілів до лімфоцитів було значно вищим у пацієнтів з клінічно значущими симптомами депресії [5].

Більш інформативними є дослідження при Long COVID-19, які показують вже більш віддалені наслідки цієї інфекції. Було порівняно рівні загальної психопатології, депресії, ажитованої депресії, тривожності та використання ліків у госпіталізованих і негоспіталізованих пацієнтів. У госпіталізованих жінок були вищі рівні тривалих симптомів COVID-19, вживання психотропних препаратів, депресії, тривожності та загальної психопатології, ніж у чоловіків. Негоспіталізовані жінки демонстрували більш важку ажитовану депресію. У жінок тривалість госпіталізації сильніше корелювала з кількістю вживаних протягом Long COVID-19 психотропних препаратів. У цих пацієнток також спостерігалася негативна кореляція між тривалістю госпіталізації та тяжкістю ажитованої депресії [6]. У Великобританії при тривалому спостереженні (2 – 3 роки) за перехворілими на COVID-19 дорослими було визначено гірші когнітивні результати, чим можна було б очікувати на основі їх соціально-демографічних характеристик у всіх протестованих когнітивних: легкі депресія – 74,5%, тривожність – 53,5%, втома – 62,3%, суб'єктивне зниження когнітивних здібностей – 52,1%; тяжкі депресія – 22,4%, втома – 24,6%, суб'єктивне зниження когнітивних здібностей – 24,9%. Депресія, тривога та втома були гіршими через 2-3 роки, ніж через 6 або 12 міс. Мало місце як погіршення існуючих симптомів, так і появи нових [7]. У 2-річному ретроспективному когортному дослідженні було оцінено ризики 14 неврологічних та психіатричних діагнозів у групах пацієнтів із COVID-19 та іншими респіраторними інфекціями (група порівняння) зі США, Австралії, Великобританії, Іспанії, Болгарії, Індії, Малайзії та Тайваню. Ризики поширених психічних розладів (розлади настрою, тривожні розлади) згодом досягли того ж рівня як у групі порівняння, у той час, як ризики когнітивного дефіциту, деменції, психотичних розладів та епілепсії були підвищені до кінця періоду спостереження. Ризики у дітей відрізнялися порівняно з дорослими: протягом 6 міс. після зараження SARS-CoV-2 діти не мали підвищеного ризику розладів настрою або тривожності, але у них зберігався підвищений ризик когнітивного дефіциту, безсоння, внутрішньочерепного крововиливу, ішемічного інсульту, психотичних розладів, епілепсії або судом. Хоча ризики летальності при варіанті Omicron знизилися в порівнянні з іншими

варіантами SARS-CoV-2, проте ризики неврологічних і психіатричних наслідків залишалися схожими [8].

Механізми когнітивної дисфункції при Long COVID продовжують вивчатися. Є дані, що шипоподібний білок (S) SARS-CoV-2 або його фрагменти вивільняються з інфікованих клітин, досягаючи різних тканин, включаючи ЦНС, незалежно від наявності вірусної РНК. Інфузія білка S у мозок мишей має пізній вплив на когнітивні функції, повторюючи Long COVID. Нейрозапалення та мікрогліоз гіпокампа опосередковують індуковану цим білком дисфункцію пам'яті через комплемент-залежне поглинання синапсів. При цьому генетична або фармакологічна блокада сигналізації Toll-подібного рецептора 4 (TLR4) захищає тварин від елімінації синапсів та дисфункції пам'яті. Пацієнти з генотипом GG TLR4-2604G>A (rs10759931) також мали підвищений ризик поганого когнітивного результату. TLR4 розглядається як ключова мішень для дослідження довгострокової когнітивної дисфункції після COVID-19 [9]. Досліджується участь сигнального шляху TLR4 у опосередкуванні проникнення вірусу, а також масивній імунній та запальній відповіді при COVID-19. Також розглядається зв'язування білка S SARS-CoV-2 із TLR4 та можлива взаємодія між SARS-CoV-2 та α -SYN як фактори, що сприяють загибелі нейронів [10]. Стабільне зв'язування білка S1 із білками, схильними до агрегації, такими як α -Syn, та підвищення регуляції α -Syn, як частини імунної відповіді при COVID-19, також мають відношення до розвитку хвороби Паркінсона [11]. Показано, що нейронально-збагачені або L1CAM+ позаклітинні везикули (nEV) у людей з Long COVID містять білки, асоційовані з хворобою Альцгеймера (6 білків - MIF, ENO1, MESD, NUDT5, TNFSF14 та FYB1) [12].

Для лікування та попередження психіатричних та неврологічних наслідків COVID-19, крім іншого, рекомендуються міждисциплінарні підходи, спрямовані на когнітивну корекцію, фізичні вправи, збалансовані харчування та сон. Неінвазивні методи стимуляції мозку та гіпербарична киснева терапія показали неоднозначні та попередні результати, які потребують подальшої оцінки [13].

Таким чином, хоча доведено, що COVID-19 безперечно вплинув і продовжує впливати на ментальне здоров'я, і від його появи вже минуло понад 5 років, наслідки пандемії та укорінення вірусу SARS-CoV-2 у людській популяції потребують подальшого вивчення механізмів впливу цієї інфекції на психіатричні стани, визначення прогностичних факторів та розробки заходів їх попередження.

Список використаних джерел:

1. Дмитрієвський П.О., Панасюк О.Л. Ментальне здоров'я та інфекційні хвороби // Інфекційні хвороби сучасності: етіологія, епідеміологія, діагностика, лікування, профілактика, біобезпека: Матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю, присвяченої щорічним «Читанням» пам'яті академіка Л.В. Громашевського (Київ, 15 жовтня 2024 р.). – К., 2024 – С. 51 – 54.
2. Frolov A.F., Zadorozhnaya V.I. Molekulyarnaya ehpideemiologiya virusnyh i prionnyh infekciy - Kyiv: DIA, 2010. – 280 s.
3. Schou TM, Joca S, Wegener G, Bay-Richter C. Psychiatric and neuropsychiatric sequelae of COVID-19 - A systematic review // Brain Behav Immun. - 2021 Oct. - 97. – P. 328-348. doi: 10.1016/j.bbi.2021.07.018.
4. Hu Y., Chen Y., Zheng Y. et al. Factors related to mental health of inpatients with COVID-19 in Wuhan, China // Brain. Behav. Immun. - 2020 Oct. - 89. P. 587-593. doi: 10.1016/j.bbi.2020.07.016.
5. Huarcaya-Victoria J., Barreto J., Aire L. et al. Mental Health in COVID-2019 Survivors from a General Hospital in Peru: Sociodemographic, Clinical, and Inflammatory Variable Associations // Int. J. Ment. Health. Addict. – 2023. - 21(2). – P. 1264-1285. doi: 10.1007/s11469-021-00659-z.
6. Simonetti A., Restaino A., Calderoni C. et al. The Interplay between Gender and Duration of Hospitalization Modulates Psychiatric Symptom Severity in Subjects with Long COVID-19 // Brain. Sci. – 2024. - 14(8): 744. doi: 10.3390/brainsci14080744.
7. Taquet M., Skorniewska Z., De Deyn T. et al. PHOSP-COVID Study Collaborative Group. Cognitive and psychiatric symptom trajectories 2-3 years after hospital admission for COVID-19: a longitudinal, prospective cohort study in the UK // Lancet Psychiatry. – 2024. - 11(9). – P. 696-708. doi: 10.1016/S2215-0366(24)00214-1.
8. Taquet M., Sillett R., Zhu L. et al. Neurological and psychiatric risk trajectories after SARS-CoV-2 infection: an analysis of 2-year retrospective cohort studies including 1 284 437 patients. Lancet Psychiatry. 2022. - 9(10). – P. 815-827. doi: 10.1016/S2215-0366(22)00260-7.
9. Fontes-Dantas F.L., Fernandes G.G., Gutman E.G. et al. SARS-CoV-2 Spike protein induces TLR4-mediated long-term cognitive dysfunction recapitulating post-COVID-19 syndrome in mice // Cell Rep. – 2023. - 42(3):112189. doi: 10.1016/j.celrep.2023.112189.
10. Conte C. Possible Link between SARS-CoV-2 Infection and Parkinson's Disease: The Role of Toll-Like Receptor 4 // Int. J. Mol. Sci. – 2021. - 22(13):7135. doi: 10.3390/ijms22137135.
11. Irvanpour F., Farrokhi M.R., Jafarinia M., Oliaee R.T. The effect of SARS-CoV-2 on the development of Parkinson's disease: the role of α -

synuclein // Hum. Cell. – 2024. - 37(1). – P. 1-8. doi: 10.1007/s13577-023-00988-2.

12. Pulliam L., Sun B., McCafferty E. et al. Microfluidic Isolation of Neuronal-Enriched Extracellular Vesicles Shows Distinct and Common Neurological Proteins in Long COVID, HIV Infection and Alzheimer's Disease // Int. J. Mol. Sci. – 2024. - 25(7). P. 3830. doi: 10.3390/ijms25073830.

13. Melillo A., Perrottelli A., Caporusso E. et al. Research evidence on the management of the cognitive impairment component of the post-COVID condition: a qualitative systematic review // Eur. Psychiatry. – 2024. - 67(1):e60. doi: 10.1192/j.eurpsy.2024.1770.

УДК 599.32+502/504

Дрозд І.П.,

д.б.н., с.н.с., п.н.с.,

Павловський В.В.,

аспірант, пров. інж.,

Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ДОЗИМЕТРИЧНИХ РОЗРАХУНКІВ ЗА ОПРОМІНЕННЯ МИШОПОДІБНИХ ГРИЗУНІВ ^{90}Sr НА ПРИРОДНИХ ПОЛІГОНАХ

Дослідження процесів впливу радіонуклідного забруднення на живих організмів у природних умовах є ключовою складовою сучасної радіобіології та радіоекології. Особливо важливим при цьому є проведення адекватних дозиметричних розрахунків, що відображають усі можливі аспекти опромінення біологічних об'єктів. Прикладом таких досліджень може слугувати дозиметрія дрібних гризунів Чорнобильської зони відчуження. Вони зазнають постійного впливу радіонуклідів-забруднювачів, серед яких можна виділити ^{90}Sr , зважаючи на його негативний вплив на систему кровотворення, яка відіграє важливу роль у підтриманні нормального функціонування організму.

Дослідження типових мишоподібних гризунів чорнобильських екосистем показало, що дозиметрія процесів їх опромінення ^{90}Sr є комплексним процесом, який потребує обговорення. Загалом, розрахунок поглинених доз опромінення зводиться до аналізу вхідних даних, які включають: 1) виявлення закономірностей зміни активності

радіонуклідів у досліджуваних складових організму; 2) визначення кількості радіоактивних розпадів у цих складових за певний час; 3) розрахунок значень ефективної енергії. Проведені раніше дослідження, пов'язані з аналізом динаміки ^{90}Sr в організмі мишоподібних гризунів, дозволили нам отримати першу необхідну частину вхідних даних для дозиметрії. Спираючись на них, можна перейти до другої та третьої частини.

Визначення кількості радіоактивних розпадів проводили для різних складових організму нориці рудої (*Myodes glareolus*). Кількість розпадів у шлунково-кишковому тракті (ШКТ) розраховували, спираючись на проаналізовану раніше за інформацією з літератури [1] та власних спостережень кінетику всмоктування та дискримінації ^{90}Sr за щоденного надходження до організму. Кількість розпадів у м'яких тканинах визначали шляхом інтегрування функцій, що описували кінетику вмісту ізоотопу в м'яких тканинах, яка також базувалася на даних власних досліджень та літературних джерел [1-3]. Для визначення кількості радіоактивних розпадів у кістках будували залежність добової кількості розпадів від віку, інтегруючи яку визначали для кожної тварини середню кількість радіоактивних розпадів у скелеті.

Наступним кроком був розрахунок ефективних енергій для різних камер. За основу брали результати моделювання опромінення різних органів внаслідок внутрішнього надходження ізоотопу ^{90}Y [4], які містили інформацію щодо поглинених фракцій β -енергії від органу-джерела до органу-мішені в моделі миші. Для обчислення значень ефективної енергії нас цікавили коефіцієнти поглинання для певних органів і тканин (табл. 1).

Таблиця 1.

Коефіцієнти поглинання за внутрішнього надходження ^{90}Y

Орган-джерело	Орган-мішень	Коефіцієнт поглинання
Шлунок	Шлунок	0,605
Тонка кишка	Тонка кишка	0,678
Товста кишка	Товста кишка	0,593
Кістка	Кістка	0,250
Тушка	Тушка	0,876
Кістка	Кістковий мозок	0,054
Кістка	Тушка	0,696

У ШКТ всмоктування відбувається переважно в тонкому кишківнику, тому ефективна енергія для $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$, що не всмоктався, $E_{\text{ef}}=0,196+0,928\times 0,678=0,825$ МеВ/розпад; для ^{90}Y , що був

дискримінований, $E_{\text{сф}}=0,928 \times 0,678=0,629$ МеВ/розпад. У м'яких тканинах (тушка) енергія від $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$, що міститься у них, $E_{\text{сф}}=0,196+0,928 \times 0,876=1,009$ МеВ/розпад; від ^{90}Y зі скелету $E_{\text{сф}}=0,928 \times 0,696=0,646$ МеВ/розпад. Для кісткової тканини та кісткового мозку вважали, що через низьку енергію β -частинок 75 % енергії ^{90}Sr , який депонований у кістках, поглинається у скелеті, і лише 25 % – у кістковому мозку; поглинання ^{90}Y : 25 % енергії ^{90}Y , що міститься у кістках, поглинається у кістковій тканині, а 5,4 % – у червоному кістковому мозку. Таким чином, для кісткової тканини $E_{\text{сф}}=0,196 \times 0,75+0,928 \times 0,25=0,379$ МеВ/розпад; для червоного кісткового мозку $E_{\text{сф}}=0,196 \times 0,25+0,928 \times 0,054=0,099$ МеВ/розпад.

Для перевірки того, яка частина енергії $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$, що міститься у тілі мишоподібного гризуна, виходить за межі організму, слід порівняти енергію, яка виділяється в процесі радіоактивного розпаду радіонуклідів з енергією, що поглинається в структурних елементах тіла. Якщо радіонукліди містяться в м'яких тканинах, у кожному акті розпаду вони виділяють енергію $E=0,196+0,928=1,124$ МеВ, тоді як поглинається енергія 1,009 МеВ. У цьому випадку 0,115 МеВ енергії розпаду виходить поза межі тіла. Коли $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ міститься у кістковій тканині, за кожного акту розпаду також виділяється енергія 1,124 МеВ. У кістковій тканині поглинається 0,379 МеВ, у червоному кістковому мозку – 0,099 МеВ, у м'яких тканинах – 0,646 МеВ. Сума поглиненої в тілі енергії дорівнює 1,124 МеВ, тобто у цьому випадку вся енергія поглинається у структурних елементах тіла.

Отримані нами в результаті даного дослідження показники в комбінації з проаналізованими раніше даними можуть бути основою методології реалістичного визначення доз опромінення мишоподібних гризунів ^{90}Sr у природних умовах. Це дозволить проводити дозиметрію дрібних гризунів, що зазнають опромінення в чорнобильських екосистемах.

Список використаних джерел

1. Ю.А. Маклюк. *Особенности накопичення ^{90}Sr , ^{137}Cs і дозові навантаження у мишоподібних та мідіцеподібних зони відчуження і зони безумовного (обов'язкового) відселення* (К.: КНУ, 2008) 21 с.
2. V. G. Baryakhtar et al. Problems in Small Mammal Radioecology. Environ. Sci. & Pollut. Res. 1 (2003) 95.
3. Ю.А. Маклюк и др. Оценка параметров выведения ^{90}Sr и ^{137}Cs из организма диких и лабораторных мелких млекопитающих *in vivo*, после их естественного загрязнения в чернобыльской зоне. Радиационная биология. Радиоэкология 47 (2007) 444.
4. T.E. Hui et al. A Mouse Model for Calculating Cross-Organ Beta Doses from Yttrium-90-Labeled Immunoconjugates. Cancer Supplement 73 (1994) 951.

**РОЛЬ ДУ «ІНСТИТУТ ЕПІДЕМІОЛОГІЇ ТА ІНФЕКЦІЙНИХ
ХВОРОБ ім. Л.В. ГРОМАШЕВСЬКОГО НАМН УКРАЇНИ» У
СТАНОВЛЕННІ, РОЗВИТКУ І ПІДТРИМЦІ СИСТЕМИ
БІОБЕЗПЕКИ В УКРАЇНІ**

Особливо гостро питання біобезпеки постали перед світом та окремими країнами, починаючи з прийняття «Конвенції про заборону розробки, виробництва та накопичення бактеріологічної (біологічної) і токсинної зброї та про їх знищення» (КБТЗ), яка набрала чинності в 1975 р. Надалі було прийняття Резолюції Ради Безпеки ООН № 1540 (2004), Міжнародних медико-санітарних правил (2005) тощо. Окремою віхою стала концепція «Єдиного здоров'я» (2004), що запровадила єдиний підхід та взаємозв'язок щодо запобігання інфекційним хворобам людей, тварин і рослин із міждисциплінарними підходами до їх профілактики, заходів у сферах освіти, інвестицій та політики.

Однак, якщо говорити про цю проблему з позиції патогенів людини, емерджентних та реемерджентних інфекцій, епідемій та пандемій, що завжди становили і становлять загрозу людству, то Інститут епідеміології та інфекційних хвороб ім. Л.В. Громашевського НАМН України (теперішня його назва) (далі - Інститут) був створений в 1896 р. саме з метою протидії та попередженню цих загроз. Ми не будемо в рамках обмеженого формату зупинятися на славетній його історії, а обмежимося лише 25 роками теперішнього сторіччя, коли термін «біобезпека» узвичаївся в суспільстві. За цей час Україна у складі Європейського регіону ВООЗ отримала статус вільної від «дикого» поліовірусу (2002), а безпосередню участь Інституту в сертифікації всього Європейського регіону підтверджено іменними сертифікатами і нагрудними знаками його співробітників. За ініціативою Інституту до Календаря щеплень було впроваджено 2 дози інактивованої поліомієлітної вакцини (ІПВ), зокрема і в складі інноваційних комбінованих вакцин (2006), що дозволило припинити випадки паралітичного вакциноасоційованого поліомієліту серед реципієнтів вакцини. За науковим обґрунтуванням та наполегливим запровадженням Інституту в 2023 р. перехід на використання лише ІПВ для всіх щеплень було включено до «Стратегії розвитку імунопрофілактики та захисту населення від інфекційних хвороб, яким можна запобігти шляхом проведення імунопрофілактики, на період до 2030 року», а в 2025 р. – до нового Календаря щеплень, реалізація якого

розпочнеться з 01.01.2026. Зазначене дозволить запобігти формуванню циркулюючих вакциноспоріднених поліовірусів із нейровірулентними властивостями та викликаних ними спалахів, таких, які мали місце в Україні в 2015 та 2021 рр. У 2021 р. за серію праць «Вірусологічні аспекти актуальних інфекцій та питання імунопрофілактики» співробітник Інституту отримав Премію імені І.І. Мечнікова НАН України.

Вагомим є вклад Інституту в протидію соціально значущим вірусним хворобам. Він першим в Україні розпочав епіднагляд за ВІЛ-інфекцією, її лікування та профілактику (1987). Натепер завдяки науковому супроводу та вивченню резистентності ВІЛ ефективність терапії цієї інфекції в Інституті залишається найефективнішою в Україні. Саме за ряд інноваційних робіт у цьому напрямку співробітники Інституту в 2021 р. були відзначені Премією Кабінету Міністрів України. Парентеральні вірусні гепатити залишаються об'єктом епідеміологічних та клінічних досліджень протягом декількох десятиріч. При лікуванні гепатиту С ураховуються визначені в процесі довготривалих досліджень генетичні особливості як збудника, так і макроорганізму. Інститут протягом декількох десятиріч був провідною науковою установою щодо моніторингу циркуляції вірусів грипу. Перший в Україні вірус пандемічного грипу було ідентифіковано в лабораторії молекулярної епідеміології Інституту. У створеному на базі Інституту Медичному центрі інфекційних уражень нервової системи надається допомога пацієнтам із персистентними і хронічними нейроінфекціями з усіх регіонів України, які отримали невдачу лікування або діагностики на попередніх етапах.

Від моменту розуміння, що SARS-CoV-2 є емерджентним збудником із пандемічним потенціалом в Інституті було частково змінено наукову тематику з перепрофілюванням на COVID-19 та тимчасово перепрофільовано одну з клінічних баз для надання медичної допомоги найважчим пацієнтам із цією інфекцією. Протягом пандемічного і післяпандемічного періодів вивчалася взаємодія всіх складових нової паразитарної системи з визначенням епідеміологічних особливостей усіх підйомів захворюваності та варіантів циркулюючих вірусів, простежено еволюцію збудника, оцінено ефективність вакцинації [1-5]. Інститутом одним із перших у світі у співпраці з Оксфордським університетом запроваджено інноваційну нанотехнологію для секвенування SARS-CoV-2 та визначення на основі отриманих результатів його молекулярно-епідеміологічних особливостей [6]. Від початку широкомасштабної агресії рф діяльність Інституту також спрямована на збереження епідемічного благополуччя та надання медичної допомоги, зокрема і військовослужбовцям. Крім інших рекомендацій, що були підготовлені для різних рівнів органів виконавчої влади за цей період, слід відзначити рекомендації щодо

профілактики таких особливо небезпечних хвороб, як холера, сказ [7], сибірка [8]. Також Інститут здійснює на постійній основі моніторинг за епідемічною ситуацією з емерджентних і ремерджентних інфекцій у світі з відповідним аналізом. У 2025 р. за серію праць «Емерджентні і ремерджентні інфекції та заходи протидії» співробітник Інституту отримав Премію імені Д.К. Заболотного НАН України.

Що стосується безпосередньо біобезпеки, то Інститут приймав участь у роботі над «Стратегією забезпечення біологічної безпеки та біологічного захисту за принципом «єдине здоров'я» на період до 2025 року» (схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 27 листопада 2019 р. № 1416-р.), «Стратегією біобезпеки та біологічного захисту» (Указ Президента України від 17 грудня 2021 року № 668/2021), проектом Закону України «Про біобезпеку і біозахист населення» та низкою інших нормативних документів, дотичних до збереження епідемічного благополуччя країни. Починаючи з 2016 р., директор Інституту професор, чл.-кор. України НАМН Задорожна В.І. є постійним членом урядових делегацій на засіданнях КБТЗ, приймаючи участь в розробці відповідних національних документів та представляючи позицію України. Протягом 2023–2025 рр. Задорожна В. І. представляла Україну в робочій групі країн-учасниць ВООЗ по роботі над «Угодою по запобіганню та протидії пандеміям», яка була прийнята 20 травня 2025 р. на 78-й Всесвітній асамблеї охорони здоров'я. Також вона є заступником Голови Комісії з біобезпеки та біозахисту при РНБО України, де питання біобезпеки вирішуються на національному рівні.

Ураховуючи широкий спектр існуючих біозагроз (природні, наслідки стихійних катастроф, розробка біологічної зброї та біотероризм, біологічні розробки та їх продукти з ризиком подвійного використання, недотримання правил роботи з патогенами в лабораторних умовах та на біотехнологічних виробництвах), нами надано своє визначення терміну «біобезпека» саме в контексті концепції «Єдиного здоров'я»: «**Біобезпека** – це збереження стану рівноваги між людською популяцією, тваринним, рослинним світом, із одного боку, та їх патогенами – з іншого боку, що характеризується відсутністю або контрольованістю несприятливих подій, які б могли спричинити поширення особливо небезпечних патогенів та викликати надзвичайну ситуацію в сфері охорони здоров'я, тваринництва чи сільського господарства» [9].

Узагальнюючи наведені дані, слід відмітити, що попереду ще багато роботи щодо становлення належної системи біозахисту в країні, яка б була готова до всіх сучасних біологічних викликів, зокрема і «хвороби Х».

Список використаних джерел:

1. Zadorozhna V.I., Vynnyk N.P. [Coronavirus 2019-nCoV: new challenges for health and humanity]. Infectious diseases. 2020; 1(99): 5-15. [in Ukrainian]. DOI <https://doi.org/10.11603/1681-2727.2020.1>
2. Задорожна В.І. МОЛЕКУЛЯРНО-ЕПІДЕМІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ SARS-COV-2. Інфекційні хвороби. – 2020. - № 1. – С. 32–44. <https://doi.org/10.11603/1681-2727.2021.1.11949>
3. Podavalenko A., Malysh N., Zadorozhna V. et al. Analysis of the epidemic situation of the COVID-19 coronavirus infection in Ukraine // Folia Medica Cracoviensia. — 2023. — № 1. — P. 109–120. doi: 10.24425/fmc.2023.145434.
4. Задорожна В.І. Сергєєва Т.А., Шагінян В.Р., Люльчук М.Г. Епідемія COVID-19 в Україні та проблеми біобезпеки //Журнал НАМН України. – 2023. - Т.29, № 3-4.- С. 246 – 266.
5. Задорожна В.І., Шагінян В.Р., Сергєєва Т.А. та ін. Вакцинація проти COVID-19 та її ефективність на різних етапах пандемії // Превентивна медицина. Теорія і практика. – 2023. - Т.2, №2. - С. 14 – 23.
6. Yakovleva A., Kovalenko G., Redlinger, M. et al. Tracking SARS-COV-2 variants using Nanopore sequencing in Ukraine in 2021 // Sci Rep2022. - № 12: 15749. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-19414-y>
7. Kozhokaru A.A., Zadorozhna V.I., Yanishevskyi O.V. Topical issues of rabies in Ukraine and tactics of medical specialists in providing anti-rabies assistance to servicemen of the Armed Forces of Ukraine // Ukrainian Journal of Military Medicine – 2024 – Т. 5, № 2. P. 48-60. DOI: 10.46847/ujmm.2024.2(5)-048.
8. Задорожна В.І., Шагінян В.Р. Сучасні підходи до індикації Bacillus anthracis у навколишньому середовищі // Превентивна медицина. Теорія і практика. – 2024. – Т. 6, № 2. С. 2 – 7.
9. Задорожна В.І., Шагінян В.Р., Винник Н.П. Біобезпека, біозахист і «хвороба Х»: дефініції, глобальні та національні проблеми, шляхи вирішення // Інфекційні хвороби. – 2024. – №3. – С. 53–63. DOI 10.11603/1681-2727.2024.3.14878

Коваленко П.Г.,
PhD (к.б.н.), доцент, доцент кафедри
Донецький національний медичний університет,
*м. Лиман, Україна.*¹
Ракиш-Слюсарєва О.А.,
д.б.н., професор, професор кафедри
Донецький національний медичний університет,
м. Лиман, Україна.,
Слюсарєв О.А.,
к.м.н., доцент, завідувач кафедри
Донецький національний медичний університет,
м. Лиман, Україна.

ЦИТОМОРФОЛОГІЧНІ ЗМІНИ КЛІТИН ЯКІ ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ НЕСПЕЦИФІЧНУ РЕЗИСТЕНТНІСТЬ ПІД ВПЛИВОМ ПОСТІЙНОЇ КОМБІНОВАНОЇ ДІЇ НИЗЬКОІНТЕНСИВНОЇ ІОНІЗУЮЧОЇ РАДІАЦІЇ ПРИРОДНОГО І ТЕХНОГЕННОГО ПОХОДЖЕННЯ

Актуальність. Значні території України розташовані на геологічних платформах із радіоактивними еманаціями. На цих територіях реєструється постійний негативний вплив на людський організм природної низькоінтенсивної іонізуючої радіації. Поєднання техногенного радіаційного впливу з дією природної іонізуючої радіації значно підвищує негативний вплив цього фактору довкілля на організм. Цитоморфологічні дослідження клітин системи імунітету значно розширюють можливості визначення гемато-імунологічного стану й загалом стану організму [1 –6]. Визначення цитоморфологічних змін клітин, що забезпечують неспецифічну резистентність є важливим для розуміння адаптаційних механізмів організму, а також для розробки профілактичних і захисних заходів у радіаційно-небезпечних умовах.

Матеріали і методи. Обстежено 169 дорослих осіб віком 39–52 роки, які тривалий час проживають на територіях під постійним впливом природної та техногенної іонізуючої радіації. Дослідження включало аналіз гемограми за допомогою автоматизованих гематологічних аналізаторів, а також мікроскопію мазків крові, забарвлених за методом Романовського–Гімзи. Оцінювались кількісні та цитоморфологічні показники клітин крові [7]. Статистичну обробку проведено з використанням Statistica 10.0, вірогідність вважалась значущою при $p < 0,05$.

Результати. Показники цитоморфологічно змінених нейтрофілів, що є дотичними до стану неспецифічної резистентності було виявлено у всіх обстежених. Вміст Клітинних розпадів (КР) гранулоцитів і

моноцитів, що забезпечують неспецифічну резистентність індивідуально коливався в межах 9–29 % при нормі 0–16 %, тобто майже вдвічі перевищував верхню межу норми. У $62,5 \pm 0,86$ % обстежених кількість КР перевищувала нормальні значення. Середні показники КР були статистично вірогідно вищими за контрольні ($p < 0,05$). Вміст нейтрофілів із набуханням ядра (НЯН) індивідуально коливався в межах 17,64–64,70 % при нормі 0–29 %. Підвищений рівень НЯН виявлено у $80,0 \pm 2,4$ % обстежених. Середні значення НЯН достовірно перевищували нормативні показники ($p < 0,05$), що свідчить про порушення цілісності клітинних та ядерних мембран нейтрофілів на тлі активації процесів перекисного окислення ліпідів і формування недостатності клітинної ланки неспецифічної резистентності. У всіх обстежених виявлено значне підвищення вмісту клітин з ворсинчастістю хроматину (ВХН), який коливався в межах 9,6–58,3 % при нормі 0–12 %. Середній вміст ВХН у пулі лімфоцитів становив $33,87 \pm 3,45$ % проти норми $6,60 \pm 0,65$ %, що майже у 5 разів перевищує нормальні показники ($p < 0,05$). Такі зміни свідчать про активацію мутагенезу в популяції нейтрофілів та зниження ефективності імунної системи у видаленні клітин з аномальним хроматином. Вміст нейтрофілів з токсогенною зернистістю (ТЗН) коливався в межах 22,9–78,12 % при нормі 0–9,6 %. Середній показник становив $42,16 \pm 3,92$ %, що більш ніж у 4 рази перевищував норму ($9,1 \pm 0,91$ %, $p < 0,05$). Наявність ТЗН свідчить про дію вираженого токсичного чинника, коагуляцію білків у цитоплазмі та порушення завершеного фагоцитозу, що вказує на зниження функціональної активності клітинної ланки неспецифічної резистентності. Вміст молодих гіпосегментованих нейтрофілів (ГсЯН) коливався в межах 0–19,23 % при нормі 0–9 %. У $46,6 \pm 0,89$ % обстежених ці показники перевищували верхню межу норми. Середній вміст ГсЯН становив $8,39 \pm 1,3$ %, що не відрізнялось вірогідно від контрольних значень ($5,2 \pm 1,8$ %, $p > 0,05$). Це може свідчити про напруження адаптивних процесів неспецифічної резистентності. Вміст нейтрофілів з гіперсегментованими ядрами (ГрЯН) коливався в межах 0–19,23 % при нормі 0–13 %. Середнє значення становило $7,02 \pm 1,36$ %, що також не мало статистично значущої різниці порівняно з нормою ($5,5 \pm 0,81$ %, $p > 0,05$). ГрЯН є маркерами клітин із порушенням синтезу нуклеїнових кислот і ознакою їх функціонального старіння. Вміст деградууючих нейтрофілів з фрагментацією ядра (ФЯН), що відображає процеси старіння і апоптозу, коливався в межах 0–9,6 % при нормі 0–13 %. Перевищення норми не спостерігалось. Середній вміст ФЯН становив $3,69 \pm 0,71$ %, що було значно нижче за норму ($7,8 \pm 1,3$ %, $p < 0,05$).

Висновки. Отримані дані свідчать про цитоморфологічні зміни основних клітин, що забезпечують адаптацію та захист організму від несприятливих факторів довкілля – нейтрофілів. Отримані результати

співпадають з даними інших дослідників щодо тривалого впливу природної низькоінтенсивної іонізуючої радіації.

Список використаних джерел:

1. Гоженко М.М. Стан показників крові та імунної системи під впливом комплексу екологічно несприятливих факторів у мешканців старопромислового міста Донецького регіону /М.М. Гоженко та інші// *Medicine under the modern conditions of integration development of European countries : papers of International scientific conference*, May 10-11, 2019, Lublin, Republik of Poland. – Lublin: Medical university of Lublin, 2019 – P. 55 – 59.

2. Нагорная Н.В. Цитоморфологические показатели крови, как отражение системы детоксикации организма у детей с нейроциркуляторной дистонией / Н.В Нагорная, Е.А. Ракша-Слюсарева, В.И. Дмитрук // *Актуальні питання фармацевтичної та медичної науки та профілактики: Збірник наукових статей*. Запоріжжя: Видавництво ЗДМУ, 1999.– Вип. V. – С. 161-164.

3. Ракша-Слюсарева О.А. Особливості цитоморфологічних змін популяції нейтрофілів у розробці диференційно-діагностичних критеріїв атипової пневмонії / О.А. Ракша-Слюсарева та інші// *Актуальна інфектологія*. – 2020. – Том 8, № 6. – С. 21 – 26 DOI: <https://doi.org/10.22141/2312-413x.8.5-6.2020.217957>,

4. Sliusarev O. (2019). Combined continuous effect of low-intensive natural and man-caused ionizing radiation on children's blood parameters of different age groups // 7-й з'їзд Радіобіологічного товариства України : матеріали 1–4 жовтня 2019 р., м. Київ / O. Sliusarev et al. – Київ, 2019. – С. 33 – 34.

5. Острополец С.С. Особенности гемограммы у детей с нейроциркуляторной дистонией у постчорнобильський період. // «Екологія людини у постчорнобильський період» : матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції екологічна антропологія. 27-29 вересня 1999 р. / С. С. Острополец, Н. В. Нагорна, В. І. Дмитрук, О. А. Ракша-Слюсарева – Мінськ: Білоруський комітет «Дзеці Чарнобіля», 1999. – С. 163 – 165 .

6. Kasrashvili H. Search for new criteria among the blood hemogram indices to assess the conditions of patients with chronic wounds and efficacy of their treatment / H. Kasrashvili et al. // *Georgian Medical New*, 2021. №5(314), P. 30 – 34. ISSN 1512-0112.

7. Ракша-Слюсарева О.А. Цитоморфологічні дослідження як метод уточненої оцінки гемато-імунологічного стану організму / Ракша-Слюсарева О.А., Самарін Д.В., Тарасова І.А. // «Пріоритети розвитку медичних наук у ХХІ столітті» : збірник тез наукових робіт Міжнародної наук-практ конф. м. Одеса, 18 -19 березня 2016 р.– Одеса: ГО «Південна фундація медицини», 2016. – С. 56 – 58

УДК: 613.1: 614.876:504.064.3(477)

Курята М.С.,
науковий співробітник лабораторії лічильників випромінювання людини
відділу дозиметрії і радіаційної гігієни,
Василенко В.В.,
кандидат технічних наук, завідувач лабораторії лічильників
випромінювання людини відділу дозиметрії і радіаційної гігієни,
Морозов В.В.,
молодий науковий співробітник лабораторії лічильників
випромінювання людини відділу дозиметрії і радіаційної гігієни
Литвинець Л.О.,
кандидат технічних наук, науковий співробітник лабораторії
лічильників випромінювання людини
відділу дозиметрії і радіаційної гігієни,
Крамаренко М.С.,
інженер відділення дозиметрії клініки,
Мань З.С.,
інженер лабораторії радіаційної гігієни та моніторингу
відділу дозиметрії і радіаційної гігієни,
Міщенко Л.П.
завідувачка відділення дозиметрії клініки,
Інститут радіаційної гігієни та епідеміології ННЦРМГО, м. Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЗ ЗОВНІШНЬОГО ОПРОМІНЕННЯ НАСЕЛЕННЯ В ОКРЕМИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ КИЇВСЬКОЇ, ЖИТОМИРСЬКОЇ, РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТЕЙ У 2022–2024 РР.

З метою оцінки радіаційно-гігієнічних чинників, що впливають на сумарне опромінення населення, яке проживає на територіях, забруднених внаслідок аварії на ЧАЕС, було проведено прямі вимірювання потужності експозиційної дози (ПЕД) зовнішнього γ -випромінювання у вибраних населених пунктах Київської, Рівненської та Житомирської областей. Вимірювання здійснювалися відповідно до вимог інструктивно-методичних документів [1, 2] із застосуванням методу пішохідної гамма-зйомки.

Для досліджень використовувався дозиметр-радіометр МКС-05 «ТЕРРА».

Вимірювання ПЕД проводились на висоті 1 м від поверхні ґрунту. Критерії вибору місць проведення γ -зйомки аналогічні критеріям, які встановлені при виборі місць відбору проб ґрунту для визначення щільності радіоактивного забруднення ґрунту [2]. Враховуючи вказані вище критерії для вимірювання ПЕД були вибрані площі, де не

проводились сільськогосподарські роботи, наприклад, стадіони в школах, луки, пасовища, поля, що починали заростати деревами та інші. Отримані в результаті натурних вимірювань значення ПЕД дають можливість розрахувати річні ефективні дози зовнішнього опромінення населення в кожному з обстежуваних населених пунктів. Вимірювання ПЕД виконані у вересні 2022 р. у Київській області, у червні 2023 р. у Рівненській області та у травні 2024 р. у Житомирській області. При обробці даних вимірювань застосовувались критерії, вказані в [1], відповідно до яких допустимо усереднення значень ПЕД при різниці між виміряними значеннями не більше $0,02-0,03 \text{ мкЗв} \cdot \text{год}^{-1}$, і в такому випадку забруднення НП і відповідний йому γ -фон вважають рівномірним. Значення ефективних річних доз зовнішнього опромінення населення становить інтерес як частина нормуючої величини, якою є річна ефективна доза опромінення населення [3]. Розрахунок ефективних річних доз зовнішнього опромінення населення виконувався за формулою:

$$E_{\text{ext}} = K_{\text{bih}} H^{\text{ext}} t,$$

Де H^{ext} – виміряна потужність дози γ -випромінювання в повітрі, $\text{мкЗв} \cdot \text{год}^{-1}$;

K_{bih} – коефіцієнт режиму поведінки (для жителів сільських населених пунктів дорівнює 0,29) – відношення фактичної дози за даний період часу, що була отримана жителями НП, до дози опромінення, яку могли б отримати жителі цього НП протягом періоду спостереження, якби вони знаходились на відкритій місцевості [4];

t – референтний час опромінення населення протягом року = 8760 годин [3].

Результати вимірювання ПЕД та розрахунку річних ефективних доз зовнішнього опромінення приведені у таблицях 1–3.

Таблиця 1

Результати розрахунку річних ефективних доз зовнішнього опромінення мешканців обстежуваних НП Іванківської та Поліської ОТГ Київської області у 2022 році

Населений пункт	Щільність* випадіння ^{137}Cs (1991) $\text{кБк} \cdot \text{м}^{-2}$	Середнє значення ПЕД, $\text{мкЗв} \cdot \text{год}^{-1}$	Річна ефективна доза зовнішнього опромінення, $\text{мкЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$
Рагівка	41	0.11	290
Луговики	56	0.11	289
Мар'янівка	127	0.12	311
Зелена поляна	67	0.11	269

Населений пункт	Щільність* випадіння ^{137}Cs (1991) $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$	Середнє значення ПЕД, $\text{мкЗв}\cdot\text{год}^{-1}$	Річна ефективна доза зовнішнього опромінення, $\text{мкЗв}\cdot\text{рік}^{-1}$
Горностайпіль	150	0.12	317
Дитятки	159	0.11	285
Карпилівка	168	0.11	272
Піски	156	0.11	289
*Значення щільності радіоактивних випадінь взяті на 31.07.1991 р.			

Таблиця 2

Результати розрахунку річних ефективних доз зовнішнього опромінення жителів обстежуваних населених пунктах Рокитнівської ОТГ Рівненської області у 2023 році

Населений пункт	Щільність* випадіння ^{137}Cs (1991) $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$	Середнє значення ПЕД, $\text{мкЗв}\cdot\text{год}^{-1}$	Річна ефективна доза зовнішнього опромінення, $\text{мкЗв}\cdot\text{рік}^{-1}$
Старе Село	0.10	39.59	254
Вежиця	0.10	76.59	252
Переходиці	0.11	122.47	285
Дроздинь	0.09	27.75	229
*Значення щільності радіоактивних випадінь взяті на 31.07.1991 р.			

Таблиця 3

Результати розрахунку річних ефективних доз зовнішнього опромінення жителів обстежуваних НП Народицької ОТГ Житомирської області у 2024 році

Населений пункт	Щільність* випадіння ^{137}Cs (1991) $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$	Середнє значення ПЕД, $\text{мкЗв}\cdot\text{год}^{-1}$	Річна ефективна доза зовнішнього опромінення, $\text{мкЗв}\cdot\text{рік}^{-1}$
Базар	0.13	360	319
Грезля	0.11	90	279
Давидки	0.10	121	261
Залісся(1993)	0.11	199	286
Мотійки	0.12	224	303

Населений пункт	Щільність* випадіння ^{137}Cs (1991) $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$	Середнє значення ПЕД, $\text{мкЗв}\cdot\text{год}^{-1}$	Річна ефективна доза зовнішнього опромінення, $\text{мкЗв}\cdot\text{рік}^{-1}$
Народичі	0.13	365	321
Нова Радча	0.11	104	274
Радча	0.11	85	269
Рудня Базарська	0.12	273	295
Селець	0.16	307	397
Христинівка	0.15		392
*Значення щільності радіоактивних випадінь взяті на 31.07.1991 р.			

Таким чином, проведені нами дослідження показали, що природний радіаційний фон в обстежуваних населених пунктах РЗТ Київської, Рівненської, Житомирської областей у 2022, 2023, 2024 рр. відповідно ($0,09 - 0,16 \text{ мкЗв} \cdot \text{год}^{-1}$) зрівнявся з середніми показниками цієї величини на всій території України ($0,1 - 0,2 \text{ мкЗв} \cdot \text{год}^{-1}$). Значення розрахованих нами ефективних доз зовнішнього опромінення в обстежених НП Поліської та Іванківської ОТГ Київської області у 2022 році лежать в діапазоні від $272 \text{ мкЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ до $317 \text{ мкЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$, в обстежених НП Старосільської ОТГ Рівненської області у 2023 році в діапазоні від $229 \text{ мкЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ до $285 \text{ мкЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$. В обстежених НП Народицької СТГ Житомирської області у 2024 році в діапазоні від $261 \text{ мкЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ до $397 \text{ мкЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$. З іншого боку, дослідження зв'язку між щільністю радіоактивних випадінь та розрахованими нами значеннями річних ефективних доз зовнішнього опромінення мешканців обстежуваних НП показали, що коефіцієнт кореляції становить $0,17, 0,91, 0,75$ у Київській, Рівненській, Житомирській областях відповідно. Така ситуація може свідчити про невисокий доаварійний природний радіаційний фон на обстежуваних територіях, а також, про суттєву вертикальну міграцію радіонуклідів.

Список використаних джерел:

1. Керівництво щодо методів контролю радіоактивності навколишнього середовища / під ред. Соболева І. А. Москва: Медицина, 2002. 432 с.
2. Израель Ю. А. Інструкція з відбору проб ґрунту при радіаційному обстеженні забруднення місцевості. Межвідомча комісія. Москва, 1987. 7 с.
3. Норми радіаційної безпеки України ДГН 6.6.1.-6.5001-98 (НРБУ-97). Київ, 1998. 135 с.

4. Ліхтарьов І. А., Берковський В. Б., Ковган Л. Н. Реконструкція та прогноз доз опромінення населення, що проживає на територіях України, підданих радіоактивному забрудненню в результаті аварії на ЧАЕС: Інструктивно-методичні вказівки. Київ, 1997. 72 с.

УДК 16.9+615.371:517.977.1+616-032/.001.32+616-036.22:-035.2

Максименко О.В.,

к.б.н.,

*с.н.с лабораторії інфекційних хвороб
Центру епідеміологічного нагляду*

Кислик О.М.,

*н.с. лабораторії інфекційних хвороб
Центру епідеміологічного нагляду*

Сергєєва Т.А.,

д. м. н., с. н.с.,

*завідувачка лабораторії інфекційних хвороб
Центру епідеміологічного нагляду*

Нгуєн І.В

*завідувачка відділу організаційно-методичної роботи
та міжнародних зв'язків*

*ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб ім. Л.В.
Громашевського, НАМН України», м. Київ*

ОЦІНКА СТУПЕНЯ ЕПІДЕМІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ДЖЕРЕЛ ЗБУДНИКА ВАКЦИНОКЕРОВАНИХ ІНФЕКЦІЙ З КРАПЕЛЬНИМ МЕХАНІЗМОМ ПЕРЕДАЧІ

Наукова оцінка ризику інфекційних захворювань має важливе значення для ефективної профілактики та боротьби з ними. Категорія «ризик» є однією з ключових парадигм сучасної епідеміології і визначається як ймовірність ускладнення епідемічної ситуації, що може виникнути в певний час, на певній території, серед певних груп населення. Фундаментом ризику є небезпека, і ризик можна розглядати як функцію від ймовірної небезпеки і рівня негативних наслідків у разі її реалізації, а також очікувану ступінь цих наслідків [1].

У формуванні або активізації епідемічної небезпеки джерелом ризику може бути будь-яка ланка епідемічного процесу (джерело збудника інфекції, механізм його передачі та сприйнятливий організм),

і ймовірність реалізації небезпеки кожної первинної рушійної сили визначається низкою факторів, характерною для клініко-епідеміологічних особливостей окремих нозологій.

Одним з основних показників, що визначають небезпеку джерела збудника інфекції, є ступінь його біологічної та соціальної небезпеки. Біологічна небезпека обумовлена особливостями виділення збудника із зараженого організму (спосіб, інтенсивність, терміни часу, тривалість заразного періоду, фазність перебігу хвороби і пов'язана з цим масивність виділення збудника тощо). Соціальна небезпека пов'язана із соціальною активністю [1].

У таблиці 1 представлені дані, агреговані за матеріалами наукових публікацій та інформаційних матеріалів ВООЗ, CDC, ECDC щодо заразності людини в різні періоди перебігу інфекційного процесу окремих вакцинованих інфекцій із крапельним механізмом передачі збудника.

З-поміж зазначених інфекцій найбільш тривалий час його виділення спостерігається при кору та кашлюку. Але не можна однозначно казати, що саме ці інфекції, з точки зору біологічної небезпеки джерела, є найбільш значимими серед аналізованих. Суттєву роль у формуванні біологічної небезпеки джерела відіграє також тяжкість захворювання, що тісно переплітається із соціальною небезпекою джерела: цілком зрозуміло, що чим важче протікає інфекційний процес, тим скоріше він буде виявлений, і, відповідно, меншою буде інтенсивність спілкування з оточуючими контактними особами. У свою чергу, чим легший перебіг та/або за відсутності симптомів інфікована особа залишається соціально активною і більш небезпечною щодо можливого інфікування оточуючих.

Таблиця 1

Ступінь і тривалість заразності джерела збудника інфекції протягом окремих періодів перебігу інфекційного процесу

Нозологічна форма	Періоди перебігу інфекційного процесу					Орієнтована тривалість заразного періоду (від – до)*
	Інкубаційний (тривалість)	Продромальний (тривалість)	Розпал (тривалість)	Реконвалесценція (тривалість)	Після клінічного одужання	
Кір	+	+++	++	–	–	7–64 дні
	(7–21 днів)	(9–17 днів)	(13–26 днів)	(26+ днів)		
Краснуха	–	++	+++	–	–	1–13 днів
	(12–23 дні)	(1–5 днів)		(4–8 тиж.)		

Нозологічна форма	Періоди перебігу інфекційного процесу					Орієнтована тривалість заразного періоду (від – до)*
	Інкубаційний (тривалість)	Продромальний (тривалість)	Розпал (тривалість)	Реконвалесценція (тривалість)	Після клінічного одужання	
			(2–5 днів)			
Епідемічний паротит	– (12–25 днів)	++ (1–2 дні)	+++ (7–9 днів)	++ (10–14 днів)	±	1–25 днів**
Кашлюк	– (4–21 днів)	+++ (7–14 днів)	++ (1–6 тиж.)	± (2–6 тиж.)	–	7–98 днів**
* - від початку інфекційної небезпеки джерела (мінімальне значення) до можливої максимальної тривалості (–) – хворий не є заразним (±) – хворий може бути заразним (+), (++) , (+++) – хворий заразний ** - без урахування можливості заразності хворого в періоді реконвалесценції та після одужання						

Кір (який є найбільш заразним у продромальному періоді) для неімунних осіб представляє суттєву загрозу щодо інфікування, від одного джерела, теоретично, можуть заразитися від 12 до 18 осіб, і саме тому спалахи кору так швидко поширюються в умовах низького/недостатнього охоплення щепленнями. Але кір, як правило, перебігає гостро, і навіть під час продрому спостерігають симптоми недуги, тоді як атипові клінічні варіанти кору (послаблений перебіг, абортівна форма, стерта/мітигована форма у вакцинованих осіб) були описані переважно у 1970–1980-х роках [2]. Відтак, можна сказати що для кору переважну роль у підтриманні епідемічного процесу відіграє біологічна небезпека збудника інфекції.

Для краснухи орієнтовний час виділення збудника набагато менший, ніж для кору. За оцінками, ризик передачі збудника краснухи для неімунних є доволі високим і становить 10–30%, при цьому приблизно у 20–50% осіб краснушна інфекція перебігає без симптомів [3]. За сукупною оцінкою «біологічна + соціальна небезпека», невиявлений безсимптомний хворий на краснуху є більш небезпечним джерелом збудника інфекції, ніж хворий на кір.

Епідемічний паротит (ЕП) може перебігати в легкій, середній та важкій формі (що залежить від імунної системи хазяїна), і джерело

збудника є особливо небезпечним під час гострої фази інфекції. Можливий безсимптомний перебіг без класичних проявів (субклінічна форма), і такі форми є поширеними, становлячи до 20% від усіх випадків ЕП, і часто не діагностуються [4]. Є дані, згідно з якими, складнощі з діагностикою безсимптомних форм ЕП призводять до того, що джерело збудника інфекції вдається виявити лише в 50% випадків [1].

Небезпека хворого на кашлюк також визначається сумою біологічної та соціальної небезпеки джерела через тривале виділення *B. pertussis*. Описано непоодинокі випадки передачі збудника від осіб з легким/атиповим, нетиповим, безсимптомним кашлюком, і така передача може відігравати суттєву роль щодо триваючої циркуляції збудника та рецидиву інфекції [5, 6]. Особи з типовими симптомами можуть становити лише невелику частку від загальної кількості випадків кашлюку, а з безсимптомною інфекцією – відігравати важливу роль у поширенні хвороби. Зокрема, спостерігається широка поширеність безсимптомних (та/або з мінімальними симптомами) форм кашлюку у дорослих, а справжній тягар безсимптомного та мінімально симптоматичного кашлюку серед них є значно заниженим [7].

Викликає серйозне занепокоєння ситуація з кашлюком в Україні, що склалася останніми роками. У 2022 р. було зареєстровано 32 випадки кашлюку (0,08 на 100 тис. населення), то у 2023 р. їх кількість збільшилась до 707 (1,72 на 100 тис.), а в 2024 – до 7545 (18,4 на 100 тис.); за 4 міс. 2024 р. кількість зареєстрованих випадків кашлюку становила 678. Отже, наразі в Україні спостерігається найбільший за останні 30 років спалах кашлюку, що є особливо небезпечним через активізацію інших факторів епідемічного ризику на тлі військового стану.

Список використаних джерел

1. Черкасский Б.Л. Глобальная эпидемиология / Б.Л. Черкасский. – М.: Практическая медицина, 2008. – 447 с.
2. ECDC. Factsheet about measles. – Electronic data. – Nov 28, 2023. – Mode of access: Internet. – <https://www.ecdc.europa.eu/en/measles/facts> – Title from the screen (viewed 06.11.2024).
3. Berche P. History of measles / Berche P. // Presse Med. – 2022. – Vol. 51(3):104149. – Electronic data. – Mode of access: Internet. – doi:10.1016/j.lpm.2022.104149.
4. ECDC. Disease factsheet about rubella. – Electronic data. – Dec 1 2023. – Mode of access: Internet. – <https://www.ecdc.europa.eu/en/rubella/factsheet>.

5. ECDC. Factsheet about mumps. – Electronic data. – Nov 28 2023. – Mode of access: Internet. – <https://www.ecdc.europa.eu/en/mumps/facts>.
6. Asymptomatic Infection and Transmission of Pertussis in Households: A Systematic Review / Craig R., Kunkel E., Crowcroft N.S. [et al.] // Clin. Infect. Dis. – 2020. – Vol. 70(1). – P. 152-161.
7. Althouse B.M. Asymptomatic transmission and the resurgence of Bordetella pertussis / B.M. Althouse, S.V. Scarpino // BMC Med. – 2015. – Vol. 13:146. – Electronic data. – 24 Jun 2015. – Mode of access: Internet. – doi: 10.1186/s12916-015-0382-8.

УДК: 616-022+316.485.26

Мартинівич Т.Л.,

к. м. н.,

с. н. с. відділу вірусного гепатиту та СНІДу

Клименко Ж.Б.,

к. м. н.,

лікар-інфекціоніст відділення вірусного гепатиту

Коломійчук Л.А.,

завідувачка відділенням СНІД

Григорович К.О.,

лікар-інфекціоніст відділення СНІД

Афанасьєва Г.І.

лікар-інфекціоніст відділення СНІД,

ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб

ім. Л.В. Громашевського НАМН України», м. Київ, Україна

СОЦІАЛЬНО ЗНАЧУЩІ ІНФЕКЦІЇ ПІД ЧАС ВІЙНИ

Соціально значущі інфекційні хвороби (СЗІХ) – це інфекції, що мають не лише медичне, але й соціальне значення, є загрозою для значної кількості осіб, і хворі потребують соціального захисту. Основні ознаки СЗІХ такі: масовість захворювання (високий рівень поширеності, у тому числі значна частка прихованого компоненту епідемічного процесу); високі темпи щорічного приросту кількості захворілих (можливість швидко поширюватись серед населення); обмеження повноцінного функціонування хворого в суспільстві; інфекційна небезпека для оточуючих; переважне ураження осіб молодого віку (сексуально активного та працездатного віку);

можливість профілактики і призупинення розвитку хвороби на початковій стадії. Позиціонування СЗІХ як однієї з основних загроз для здоров'я населення обумовлюється тим, що більшість з цих хвороб спричиняють тимчасову або стійку втрату працездатності; потребує величезних фінансових витрат на профілактику, лікування (для деяких – упродовж усього життя), реабілітацію; мають негативний вплив на якість і тривалість життя та спричиняють передчасну смерть; достатньо часто пов'язані зі злочинністю.

Військові дії викликають ряд кризових ситуацій: порушення системи нагляду/спостереження та реагування, руйнування інфраструктури, у тому числі системи охорони здоров'я, зрив програм вакцинації та боротьби з хворобами, інших профілактичних заходів, спалахи інфекційних хвороб та поширення збудників багатьох інфекцій [1, 2].

Військові особливо схильні до ризику інфекційних захворювань через низку причин: життя в громаді, часто в нестабільних екологічних умовах щодо гігієни водопостачання та постачання їжі; антисанітарія; травматизм; забруднені рани; можливість впливу екстремальних температур тощо. І з-поміж переліку інфекційних збудників, найбільш актуальних в умовах військового часу, наголошується на збудниках соціально значущих інфекцій – це віруси гепатиту В (ГВ, HBV), гепатиту С (ГС, HCV) та вірус імунодефіциту людини (ВІЛ), які здебільшого передаються з інфікованою кров'ю, а також статевим шляхом (переважно для ГВ та ВІЛ-інфекції) [3, 4].

У 2022–2024 рр. кількість військовослужбовців ЗСУ, які отримували стаціонарне лікування та були проконсультовані в Клініці Інституту, суттєво збільшилось. Сумарно, з початку повномасштабних військових дій консультації отримали 1731 військовослужбовець, стаціонарне лікування – 247.

Переважна більшість військовослужбовців (серед не ВІЛ-інфікованих), проконсультованих в науково-консультативній поліклініці, були хворими на ХГС (64,5%). Основний спектр нозологій, з приводу яких були звернення за консультацією, представлено на рисунку 1.

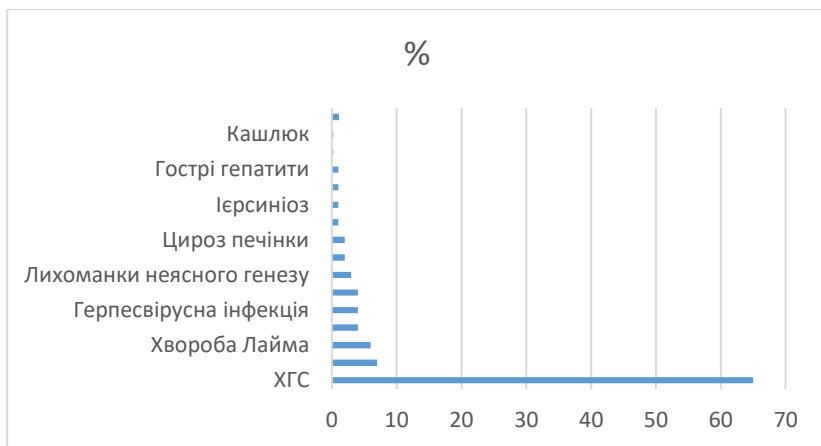


Рис. 1. Спектр нозологій, з якими військовослужбовці звертались до науково-консультативної поліклініки

З-поміж проконсультованих та пролікованих упродовж 2022–2024 рр. військовослужбовців ЗСУ, більшість діагнозів припадала на СЗІХ. На вірусні гепатити від загальної кількості консультацій припадало 23,2%, на ВІЛ-інфекцію – 58,3%, частка хворих на вірусні гепатити від всіх госпіталізованих осіб дорівнювала 79,0%, на ВІЛ-інфекцію – 21,0% (у більшості III–IV категорій складності). У таблиці 1 представлені кількісні показники щодо консультацій та госпіталізацій військовослужбовців ЗСУ з парентеральними вірусними гепатитами та ВІЛ-інфекцією у динаміці 2022–2024 рр.

Таблиця 1

Кількість пролікованих в Клініці Інституту військовослужбовців з вірусними гепатитами та ВІЛ-інфекцією

Нозології	2022		2023		2024	
	Вид допомоги		Вид допомоги		Вид допомоги	
	1	2	1	2	1	2
ВГ	60	38	123	63	219	38
ВІЛ	184	3	417	12	408	22
Всього	244	41	540	75	627	60
1 – консультативна						
2 – стаціонарна						

Список використаних джерел:

1. Connolly MA, Heymann DL. Deadly comrades: war and infectious diseases. Lancet. 2002 Dec;360 Suppl:s23-4.
2. Biselli R. et al. A Historical Review of Military Medical Strategies for Fighting Infectious Diseases: From Battlefields to Global Health. Biomedicines. 2022 Aug 22;10(8):2050.
3. Smallman-Raynor MR, Cliff AD. Impact of infectious diseases on war. Infect Dis Clin North Am. 2004 Jun;18(2):341-68.
4. Smallman-Raynor MR, Cliff AD. Impact of infectious diseases on war. Infect Dis Clin North Am. 2004 Jun;18(2):341-68.

УДК: 614.876:613.648

Масюк С. В.

к.ф.-м.н., зав. лаб.

Іванова О. М.

к.б.н., с.н.с.

Василенко В. В.

к.т.н., зав. лаб.

Федосенко Г. В.

к.м.н., с.н.с., п.н.с.

Білоник А. Б.

зав. лаб.

Державна установа «Національний науковий центр радіаційної медицини, гематології та онкології НАМН України», Київ, Україна

ДОЗИМЕТРИЧНА ПАСПОРТИЗАЦІЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ УКРАЇНИ: МИНУЛЕ І СЬОГОДЕННЯ

Чорнобильська катастрофа спричинила значне радіоактивне забруднення навколишнього середовища. Відразу після Чорнобильської аварії розпочались роботи з оцінки доз опромінення населення радіоактивно забруднених територій. З 1986 року в Україні проводилися радіоекологічний та дозиметричний моніторинги, що визначали склад і просторовий розподіл радіонуклідного викиду та поведінку радіонуклідів у різних природних умовах. Аналізувалися індивідуальні та групові дози опромінення залежно від умов проживання й застосованих контрзаходів. Зібрані дані дозволили створити детальну

картину змін радіаційної ситуації в Україні протягом перших післяаварійних десятиліть [1].

Нині, майже через сорок років по тому, рівень забруднення північних регіонів України значно знизився завдяки природному розпаду радіонуклідів та їхній міграції у довкіллі. Відповідно до Закону України № 791а-ХІІ від 27 лютого 1991 року [2], територія, де рівень радіоактивного забруднення може спричинити опромінення населення дозою понад 1 мЗв на рік, офіційно визначається як радіоактивно забруднена внаслідок Чорнобильської катастрофи. На більшій частині постраждалих територій доза опромінення населення вже не перевищує вказаної вище допустимої величини. Водночас у певних населених пунктах (НП) нагальною залишається потреба в еколого-дозиметричному моніторингу та проведенні протирадіаційних контрзаходів, зокрема обмеження споживання місцевих продуктів харчування, таких як молоко та дари лісу для мінімізації дози опромінення [3]. На сьогодні основним дозоутворюючим радіонуклідом залишається ^{137}Cs , який надходить до організму людини через споживання місцевого молока, лісових грибів та ягід. У НП, розташованих у зоні південного сліду чорнобильських радіоактивних випадінь, зокрема в Іванківській селищній територіальній громаді Київської області, певний внесок у дозу опромінення вносить радіостронцій. Водночас радіонукліди плутонію та америцію мають відносно малий вплив на рівень опромінення населення.

Починаючи з 1991 року, реконструкція доз опромінення населення, постраждалого від Чорнобильської аварії, здійснювалась в рамках програми загальнодозиметричної паспортизації. Оцінювалась так звана, паспортна¹ доза НП. Дозові розрахунки ґрунтувались на щорічних вимірюваннях радіоцезію в молоці та картоплі приватних господарств, а також на аналізі його вмісту в організмі жителів за допомогою лічильників випромінювання людини (ЛВЛ). З 1995 по 2008 рік паспортні дози щорічно розраховувались для приблизно 2,2 тис. НП України [4]. У 2011 році дози було оцінено для 1977 НП, у 2012 році – для 186 НП, а у 2013, останньому році проведення паспортизації, – для 354 НП. Протягом зазначеного періоду дози розраховувались відповідно до інструктивно-методичних вказівок «Методика-96», затверджених Міністром охорони здоров'я 12 листопада 1996 року [5]. Однак цей документ тривалий час не оновлювався, хоча ситуація на забруднених територіях суттєво змінилася. Зокрема, відбулися зміни у структурі

¹ Річна ефективна доза, яка потенційно може бути отримана представником критичної групи даного НП від усіх джерел опромінення чорнобильського походження у поточному році

виробництва й споживання місцевих продуктів харчування, а також співвідношення радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у цих продуктах, було отримано нові дані про перехід радіонуклідів у рослинність і молоко тощо. Хоча з 1991 по 2013 рік кількість населених пунктів, де паспортна доза не перевищує 0,5 мЗв на рік сягнула більше 90 %, радіоекологічний стан північних територій України (особливо Коростенського, Вишгородського та Чернігівського районів) через 13 років після останнього моніторингу потребує уточнення.

На превеликий жаль, передбачена Постановою КМ України № 111 від 31 січня 2025 [6] дозиметрична паспортизація, спиратиметься на результати дозових розрахунків 2011-2013 років, виконаних за методикою 30-річної давнини [5]. Тобто згідно із затвердженням ДАЗВ переліком НП, що потребують перевірки на відповідність критеріям віднесення до категорій зон радіоактивно забруднених, в 2025 році підлягають перевірці лише 192 з 927 населених пунктів (133 НП 2 та 3 зон, та 59 НП, знятих з обліку) Житомирської, Київської, Рівненської, Чернігівської та Сумської областей, що становить лише 20,7 % від загальної кількості НП, віднесених до зон радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи. На території Волинської області у 2025 році взагалі не передбачено проведення дозиметричної паспортизації НП, а будуть використані дані експертних висновків про радіологічний стан НП Волинської області від 26.12.2012.

Прийняття рішення щодо встановлення та перегляду меж зон радіоактивно забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи територій на підставі експертних висновків 2011–2013 років має ряд зауважень від експертного середовища і профільних громадських організацій, що стосуються: сумнівної актуальності дозових оцінок 15-річної давнини, розрахованих за методикою, розробленою 30 років тому [5]; відмінностях у регламенті робіт із здійснення радіоекологічного моніторингу та дозиметричного контролю; відмінностях у правовій базі, якими керувалися члени експертної групи при підготовці експертних звітів у 2011–2013 та 2025 роках; відмінностях у суб'єктах затвердження експертних звітів.

На нашу думку, черговий етап дозиметричної паспортизації вимагає нових підходів до оцінки доз опромінення з урахуванням сучасної радіаційної ситуації на забруднених територіях. На відміну від попередньої методики паспортизації 1996 року [5], що базувалася на даних першого десятиріччя після аварії, нова методика має враховувати актуальні зміни сьогодення [1, 7]. Очевидно, що тільки після впровадження нової методики оцінки паспортних доз, результати дозиметричної паспортизації НП України будуть позитивно сприйняті

громадськістю та експертним середовищем, що уможливить їхнє легітимне використання для перегляду меж зон радіоактивного забруднення.

Список використаних джерел

1. Основні принципи та досвід проведення комплексної дозиметричної паспортизації населених пунктів України / І. А. Ліхтарьов та ін. *Пробл. радіаційної медицини та радіобіології*. Київ «ДІА», 2015. Вип. 20. С. 75–103.

2. Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи: за станом на 01.10.2023. *Відомості Верховної Ради УРСР*. 1991, № 16, С. 198. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/791a-12> (дата звернення 05.05.25).

3. Щодо методики оцінки паспортних доз населених пунктів України, які зазнали радіоактивного забруднення в результаті аварії на ЧАЕС / Д. А. Базика та ін. // *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*. 2023. Вип. 28. С. 110-142. doi: 10.33145/2304-8336-2023-28-110-142.

4. Постанова Кабінету Міністрів України від 23.07.1991 № 106 «Про організацію виконання постанов Верховної Ради Української РСР про порядок введення в дію законів Української РСР «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок чорнобильської катастрофи» та «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок чорнобильської катастрофи». Київ, 1991. 6 с. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/106a-91-p#Text> (дата звернення 05.05.25).

5. Радіаційно-дозиметрична паспортизація населених пунктів території України, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок аварії ЧАЕС, включаючи тиреодозиметричну паспортизацію. Інструктивно-методичні вказівки: «Методика-96» / І.А. Ліхтарьов, Л. М. Ковган, Л.Я. Табачний [та ін.]; Мінздрав України, Мінчорнобиль України, НЦРМ АМНУ, ІРЗ ТНУ. – Київ, 1996. – 74 с.

6. Постанова Кабінету Міністрів України від 31.01.2025 № 111 «Питання проведення дозиметричної паспортизації населених пунктів, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи». Київ, 2025. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/111-2025-p#Text> (дата звернення 05.05.25).

7. Дозиметрична паспортизація населених пунктів України, що зазнали радіоактивного забруднення в результаті аварії на ЧАЕС. Методичні рекомендації. ННЦРМ. Упоряд.: С. В. Масюк, О. М. Іванова, В. В. Василенко, Г. В. Федосенко, А. Б. Білоник, З. Н. Бойко, М. І. Чепурний, М. С. Курята. Київ: ННЦРМ, 2023. 79 с. URL: https://nrcrm.gov.ua/downloads/2023/mr2023_4.pdf.

Матасар І.Т. ,
*зав. лабораторії гігієни харчування та безпеки їжі відділу
радіобіології, акад. НАНВО України,
д-р мед. наук, проф.
Інституту експериментальної радіології, ННЦРМГО, Київ, Україна.*

СМЕРТНІСТЬ АЛІМЕНТАРНОГО ГЕНЕЗУ СЕРЕД ДОРΟΣЛОГО НАСЕЛЕННЯ, ЯКЕ МЕШКАЛО В КИЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Аналіз дані смертності чоловіків Київської області за 2019–2021 рр. за даними ДРУ наведені у табл.1. Летальність, викликана злоякісними новоутвореннями органів травлення за МКХ-10 серед чоловіків всіх вікових категорій була найвищою у 2020 році. При цьому, у 2021 році цей показник різко знизився. Від хвороб крові і кровотворних органів та окремі порушення із залученням імунного механізму (клас III), у тому числі анемії аліментарного генезу не зареєстровано жодного випадку за період 2019–2021 рр. Хвороби ендокринної системи, розладу харчування та порушення обміну речовин (клас IV) викликали смерть у семи осіб 18–29 років та у трьох і чотирьох осіб 30–39 років й 40–60 років відповідно за проаналізований період. Необхідно зауважити, що у 2021 році чоловіки віком 30–39 років та у 2020 р. чоловіки 40–60 років від хвороби ендокринної системи, розладу харчування та порушення обміну речовин (клас IV) у ДРУ не зареєстровано. Захворювання щитоподібної залози, пов'язані з йодною недостатністю, гіпотиреоз, тиреотоксикоз (гіпертиреоз), тиреоїдит, цукровий діабет і ожиріння та інші види надмірності харчування до летальних наслідків не приводили.

Рівень смертності від хвороб системи кровообігу (клас IX) викликає занепокоєння у віковій категорії 40–60 років. Якщо цей показник у віковій категорії 18–29 років становив 112; 166 та 93 випадки в динаміці, то серед осіб 30–39 років він становив у 1,5– 2,1 рази вищий, а у групі 40–60 років він був у 7,6; 6,8 та 5,9 разів вищим відповідно за весь період досліджень. Смертність від ішемічної хвороба серця посідає друге місце після хвороб системи кровообігу. Летальні наслідки від цього недугу частіше реєструвались серед осіб віком 40–60 років. Хвороби органів дихання викликали смерть у значно меншого числа осіб всіх вікових категорій при порівнянні з хворобами ССС. Хронічні хвороби нижніх дихальних шляхів в одиничних випадках закінчувались летально, а серед осіб 18–29 років в перші два роки смертей взагалі не зафіксовано. Літальність від хвороб органів травлення (клас XI) була

значно вище серед осіб 18–29 років. Цей факт насторожує і потребує детального вивчення з метою проведення профілактичних заходів.

Від хвороб стравоходу, шлунку та дванадцятипалої кишки, а також виразки шлунку та дванадцятипалої кишки, гастрити, а також дуоденіти до смертності приводили в одиничних випадках. Частіше до летальності приводили хвороби печінки, дещо нижче захворювання жовчного міхура, жовчовивідних шляхів та підшлункової залози.

Таблиця 1

Смертність чоловіків Київської області
(за даними ДРУ, 2019–2021 рр., абсолютні цифри)

Назва класів хвороб, групи та окремі нозологічні форми відповідно до МКХ-10	18–29 років			30–39 років			40–60 років		
	2019 р	2020 р	2021 р	2019 р	2020 р	2021 р	2019 р	2020 р	2021 р
	n =	n	n	n	n	n	n	n	n
	41066	=41066	=41066	=35686	=35686	=35686	=52465	=52465	=52465
Злоякісні новоутворення органів травлення	10	19	8	19	24	12	18	34	8
Хвороби крові і кровотворних органів та окремі порушення з залученням імунного механізму (клас III)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
у т. ч. аліментарні анемії	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Хвороби ендокринної системи, розладу харчування та порушення обміну речовин (клас IV)	1	3	3	2	1	0	3	0	1
хвороби щитоподібної залози, по в'язані з йодною недостатністю	0	0	0	0	0	0	0	0	0
гіпотиреоз	0	0	0	0	0	0	0	0	0
тиреотоксикоз (гіпертиреоз)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
тиреоїдит	0	0	0	0	0	0	0	0	0
цукровий діабет	1	3	3	2	1	0	3	0	1
ожиріння та інші види надмірності харчування	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Хвороби системи кровообігу (клас IX)	112	166	93	238	351	146	854	1131	550
хвороби, що характеризуються підвищеним кров'яним тиском	0	0	0	0	1	0	7	22	1
ішемічна хвороба серця	68	108	55	140	266	74	578	820	241

Назва класів хвороб, групи та окремі нозологічні форми відповідно до МКХ-10	18–29 років			30–39 років			40–60 років		
	2019 р.	2020 р.	2021 р.	2019 р.	2020 р.	2021 р.	2019 р.	2020 р.	2021 р.
	n =	n =	n =	n =	n =	n =	n =	n =	n =
	41066	41066	41066	35686	35686	35686	52465	52465	52465
Хвороби органів дихання	2	12	8	3	10	17	7	19	21
хронічні хвороби нижніх дихальних шляхів	0	0	1	1	1	2	1	2	1
Хвороби органів травлення (клас XI)	21	26	14	10	10	21	9	6	18
хвороби стравоходу, шлунку та дванадцятипалої кишки	3	1	4	3	1	4	3	1	10
виразка шлунку та дванадцятипалої кишки	3	0	4	3	0	1	2	1	5
гастрит та дуоденіт	0	1	0	0	1	3	0	0	5
хвороби печінки	11	19	7	2	5	10	2	1	3
хвороби жовчного міхура, жовчовивідних шляхів та підшлункової залози	5	3	3	4	1	5	3	0	5

Таблиця 2.

Смертність жінок в Київській області
(за даними ДРУ, 2019–2021 рр., абсолютні цифри)

Назва класів хвороб, групи та окремі нозологічні форми відповідно до МКХ-10	18-29 років			30-39 років			40-60 років		
	2019 р.	2020 р.	2021 р.	2019 р.	2020 р.	2021 р.	2019 р.	2020 р.	2021 р.
	n =	n =	n =	n =	n =	n =	n =	n =	n =
	51607	51607	51607	45765	45765	45765	80246	80246	80246
Злоякісні новоутворення органів травлення	12	17	7	15	22	7	20	29	14
Хвороби крові і кровотворних органів та окремі порушення з залученням імунного механізму (клас III)	0	1	0	0	0	0	1	0	0
у т. ч. аліментарні анемії	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Хвороби ендокринної системи, розладу харчування та порушення обміну речовин (клас IV)	1	0	1	2	2	1	5	4	3

Назва класів хвороб, групи та окремі нозологічні форми відповідно до МКХ-10	18-29 років			30-39 років			40-60 років		
	2019 р.	2020 р.	2021 р.	2019 р.	2020 р.	2021 р.	2019 р.	2020 р.	2021 р.
	n = 51607	n = 51607	n = 51607	n = 45765	n = 45765	n = 45765	n = 80246	n = 80246	n = 80246
хвороби щитоподібної залози, пов'язані з йодною недостатністю	0	0	0	0	0	0	0	0	0
гіпотиреоз	0	0	0	0	0	0	0	0	0
тиреотоксикоз (гіпертиреоз)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
тиреїдит	0	0	0	0	0	0	0	0	0
цукровий діабет	1	0	1	2	2	0	3	4	3
ожиріння та інші види надмірності харчування	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Хвороби системи кровообігу (клас IX)	62	80	46	152	256	160	1708	2366	958
хвороби, що характеризуються підвищеним кров'яним тиском	2	1	2	0	0	0	9	31	1
ішемічна хвороба серця	35	56	22	85	186	89	1104	1725	419
Хвороби органів дихання	2	7	3	3	10	15	2	8	18
хронічні хвороби нижніх дихальних шляхів	0	1	0	1	0	1	1	0	1
Хвороби органів травлення (клас XI)	4	13	2	6	11	11	8	19	18
хвороби стравоходу, шлунку та дванадцятипалої кишки	0	0	0	1	1	2	1	2	4
виразка шлунку та дванадцятипалої кишки	0	0	0	1	1	0	1	1	1
гастрит та дуоденіт	0	0	0	0	0	2	0	0	2
хвороби печінки	3	10	2	2	7	5	3	4	4
хвороби жовчного міхура, жовчовивідних шляхів та підшлункової залози	1	1	0	3	0	3	3	4	10

Дані про причини смертності жінок Київської області за 2019–2021 рр. за даними ДРУ наведені у табл. 2. Летальність серед жінок

працездатного віку від хвороб аліментарного генезу була значно нижче ніж серед чоловіків. Однак новоутворення, які призвели до смерті були більш вираженими у цій категорії населення. При цьому з часом їх чисельність знижувалась. Найбільше смертей серед жінок спостерігалось у 2020 р. яка становила 17; 22 та 29 випадків відповідно серед осіб 18–29; 30–39 та 40–60 років.

Хвороби крові і кровотворних органів, окремі порушення із залученням імунного механізму, у тому числі аліментарні анемії, захворювання ендокринної системи, розладу харчування і порушення обміну речовин щитоподібної залози, пов'язані з йодною недостатністю, гіпотиреоз тиреотоксикоз, тиреоїдит, цукровий діабет, ожиріння, а також інші недуги викликані надмірним харчування, що призводили до смерті були одиничні або взагалі не фіксувались. Основною причиною смертей серед жінок були хвороби системи кровообігу, які у віковій категорії 40–60 років перевищували цей показник при порівнянні із чоловіками у 2019 р. – в 2 рази, у 2020 р. – в 2,1 рази, у 2021 р. – в 1,7 рази. Кількість летальних випадків за період спостережень зменшувалась у всіх вікових групах. Смертність від ішемічної хвороби серця була вище у жінок віком 40–60 років, при цьому значно перевищувала аналогічний показник серед чоловіків цієї ж вікової групи. Смертність від хвороб органів дихання була незначною, однак у 2021 р. дуже зросла серед жінок 30–39 та 40–60 років, що можливо було викликано наслідками перенесеного COVID-19

Смертність обумовлена хвороби органів травлення займала третє місце після ІХС. Чисельність смертей серед жінок була вищою у 2020 р. Основна смертність була викликана хворобами печінки, що вплинуло на показник 2020 р. серед осіб 18–29 років. Хвороби жовчного міхура, жовчовивідних шляхів та підшлункової залози призвели до летальності у 10 осіб віком 40–60 років.

Таким чином, проведений аналіз причин смертей свідчить про те, що населення яке страждає на аліментарні та аліментарно залежні хвороби в умовах постійного стресу при нерегулярному харчуванні без проведення оздоровчих заходів, окрема поліпшення якості вживаної їжі, органи травного тракту втрачають свою фізіологічну здатність, що призводить до літальних наслідків серед осіб працездатного віку.

Список використаних джерел:

1. Смертність населення України у трудоактивному віці (монографія) / за ред. Е. М. Лібанової. Київ : Ін-т демографії та соціальних досліджень НАН України, 2007. 211 с.

2. Показники здоров'я населення та використання ресурсів охорони здоров'я в Київській області за 2010–2019 роки. URL : http://kocms.kiev.ua/? page_id = 11494.

3. Смертність населення України у трудоактивному віці (монографія) / за ред. Е. М. Лібанової. Київ : Ін-т демографії та соціальних досліджень НАН України, 2007. 211 с.

УДК 613.292:591.133.1:613.9(477)

Мікрюкова Н.Г.

*в.о. начальника навчально-методичного відділу ДНМУ
Донецький національний медичний університет, м. Лиман, Україна*

ХАРЧОВІ ДОБАВКИ: РИЗИКИ ТА ВИКЛИКИ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНЦІВ

Медико-демографічна ситуація в Україні тривалий час залишається непростю через вплив численних факторів (соціально-економічних, медичних та екологічних факторів, а також деструктивним способом життя (неправильне, незбалансоване харчування, куріння, зловживання фармакологічними препаратами та ін.).

Здоров'я населення в Україні погіршується через неякісне харчування. В країні бракує ефективної політики для зменшення споживання солей, трансжирів і жирних кислот. До того ж, снує сильний вплив реклами шкідливих продуктів, орієнтованої на дітей, при слабкій пропаганді здорового харчування [1].

Протягом останнього сторіччя значно зросла кількість використовуваних харчовою промисловістю харчових добавок. Важливою причиною, що стимулює розвиток галузі харчових добавок, є сучасні методи торгівлі. З одного боку торгівля харчовими продуктами концентрується у містах, а з іншого прагне до розширення асортименту продовольчих товарів й їх наявності, незалежно від місця виробництва, у торгових підприємствах у всіх куточках України. Прикладом є сучасні супер – і гіпермаркети «Сільпо», «Велика кишеня», «Метро Кеш енд Керрі Україна», «Ашан», «Фуршет», «Велмарт» й інші, де можна придбати товари, як вироблені в різних регіонах України, так й імпортовані йіз-за кордону, незалежно від географічного розташування конкретних торгових підприємств. На

сьогодні персики, полуниці, виноград, помідори, огірки, яблука й навіть картопля, наявні у торговій мережі міст й селищ України постійно, незалежно від сезону і можуть надходити, як з різних куточків України, так і з Польщі, Туреччини, Угорщини, Ізраїлю, Єгипту. Таким чином, сучасні методи торгівлі, харчовими продуктами, у тому числі такими, що швидко псуються, передбачають їх відрив від місць виробництва й транспортування на великі відстані до споживача. Це викликало необхідність створення нових методів переробки сировини й розробки нових технологій, що дають можливість як щомога довше зберігати продовольчі товари та сировину для них [2]. Харчові добавки – це природні сполуки або хімічні речовини, які самостійно, зазвичай, не споживаються, але у обмежених кількостях спеціально вводяться до складу інших продуктів харчування. Вони виконують різноманітні ролі – від поліпшення смакових та інших органолептичних якостей до подовження термінів зберігання. Сьогодні приблизно 500 харчових добавок і понад 4000 ароматизаторів є у вжитку в різних країнах світу. Завдяки їм на прилавках магазинів щорічно з'являється близько 10000 нових продуктів харчування. За даними наукових досліджень, людина з'їдає за рік від 2,5 до 3,0 кг чужорідних для організму речовин. Надмірне споживання певних харчових добавок часто призводить до проблем зі здоров'ям. Добова безпечна норма вживання харчових хімічних добавок – 5 мг на 1 кг ваги тіла. Для людини ваго 70 кг – це 350 мг за добу (півлітрова пляшка газованої води і банка мінтаю).

Харчові добавки та ксенобіотики, присутні в продуктах харчування, здатні викликати не лише канцерогенні, а й мутагенні, тератогенні, ембріотоксичні ефекти. Цукрозамінники коли призводять до порушень роботи серця, алергії, онкозахворювань. Вживання продуктів із підсилювачами смаку, надлишком жирів та цукру призводить до збільшення ваги [3].

Вчені довели, що найбільше страждають саме діти. Штучні харчові барвники впливають на мозок дитини так само, як свинець, крім того, деякі з них можуть викликати звикання. Коли малюк регулярно вживає їжу з добавками і замінниками, в його організмі перестає працювати так звана «система сповіщення!» про отриману отруту, наслідком цього стає неуважність, неконтрольована поведінка, що часто переростає в синдром гіперактивності. Чим більше дитина вживає яскравих солодощів, то більше вона ризикує захворіти нервовими і психічними розладами .

Соціологічне опитування здійснили серед українців, в якому взяли участь 1600 респондентів з восьми великих міст України. Відповідно до результатів дослідження 80% українців, вважають, що державі необхідно вдосконалити контроль за харчовими добавками, приділяючи особливу увагу хімічним підсолоджувачам. Для 90% опитуваних є важливою інформація, яка вказана на упаковці, але примірно, що 60% з них не довіряють цієї інформації. Як показали дані дослідження, більшість українців готові інвестувати більше коштів за натуральну їжу без штучних компонентів.

Висновки. Держава має розробити всеукраїнську програму, що забезпечить поліпшення якості всіх вітчизняних харчових продуктів, для вирішення цієї проблеми. Здоров'я громадян має бути пріоритетнішим за фінансові інтереси підприємств. Незалежно від форм власності, слід посилити контроль над підприємствами, варто здійснити токсико-гігієнічні дослідження низки харчових добавок, і в разі виявлення їхньої шкоди для здоров'я людини, запровадити заборону на їхнє використання. Необхідно, щоб у великих торгових точках (магазинах) були секції, де представлена (навіть у невеликому обсязі) продукція без штучних харчових добавок та з обмеженим терміном придатності. Час задуматися за наше майбутнє й майбутнє наступних генерацій. Невідомо, до чого призведе ця «гра» з харчовими добавками, що наразі так спрощує наше життя.

Список використаних джерел:

1. Дідик Д. Н. Вплив харчових добавок на стан здоров'я українців // Матеріали 80-го наукового медичного конгресу студентів та молодих вчених «Медицина ХІ сторіччя». Краматорськ: ТОВ «Краматорський друкарський дім», 2018. С. 48.
2. Ракша-Слюсарєва О. А. Харчові добавки : монографія. Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. Донецьк : ЛАНДОН-ХХІ, 2014. 548 с.
3. Сучасні уявлення про вплив окремих харчових добавок на організм людини / Г. М. Мустафіна, І. І. Старченко, В. М. Кока, Є. І. Лукачіна, В. В. Черняк // Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії, 2021. Т 3, № 1. С. 194-198.

УДК 575.2:576.32 /36:575.113:575.853:612.014

Неумержицька Л.В.,

к.б.н., с.н.с.,

ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини, гематології та онкології

Національної академії медичних наук України», Київ, Україна

Рушковський В. Р

к.б.н.,

Курінний Д.А.

к.б.н.

кафедра загальної та медичної генетики,

ННЦ «Інститут біології та медицини», Київ, Україна

СПОСІБ ОЦІНКИ ГЕНОМНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ В ЛІМФОЦИТАХ ПЕРИФЕРИЧНОЇ КРОВІ ЛЮДИНИ В УМОВАХ ВПЛИВУ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ *IN VITRO* З ВИКОРИСТАННЯМ КОМЕТНОГО АНАЛІЗУ.

Вступ. Загальновідомо, що іонізуюче випромінювання є невід'ємною складовою нашого життя, надмірний вплив, якого, може спричиняти незворотні віддалені наслідки на людину. Тому, без знання біологічних процесів, пов'язаних із впливом іонізуючого випромінювання на живий організм, зокрема, людину, неможливо обґрунтовано та неупереджено оцінити ступінь його радіаційного ураження, особливо в теперішній час, за умов широкомасштабного використання ІВ в різних галузях науки і практики, наприклад, медицині. Отже, головним завданням радіобіології є виявлення закономірностей реакції організму на опромінення на всіх рівнях його організації: від молекулярного, клітинного і тканинного до організменного. Дослідження з радіаційного мутагенезу, виявлення геномної нестабільності та епігенетичних змін, що призводять до пошкоджень ДНК, сприяють пошуку засобів захисту організму від опромінення і методів його після радіаційного відновлення від ураження.

Представлені матеріали є фрагментом НДР 2024 року «Встановлення рівня радіаційно-індукованих *in vitro* пошкоджень генома в лімфоцитах периферичної крові за цитогенетичними та молекулярно-генетичними показниками».

Мета цього дослідження: дослідити пошкодження геному в лімфоцитах периферичної крові людини, експонованих в умовах *in vitro* рентгенівським випромінюванням дозою 1Гр за допомогою кометного аналізу.

Об'єктом дослідження слугували лімфоцити периферичної крові умовно здорових волонтерів. Аналізу піддавалися неопромінені та

опромінені *in vitro* культури лімфоцитів периферичної крові людини після 48-годинного культивування.

Методи дослідження – метод одноклітинного гель-електрофорезу – Comet assay. Завдяки цьому методу можна виявляти зміни в епігенетичних маркерах, він універсальний, порівняно простий у виконанні та має високу чутливість. [40–42]. Модифікації цього методу дають змоги виявляти дволанцюгові розриви ДНК, пошкодження основ, ступінь метилювання та апоптичну активність ядра [43]. Показником апоптичної активності в культурі лімфоцитів є частота атипичних комет (АК), що характеризується подовженою хвостовою частиною з фрагментацією. Параметром для визначення відносного рівня пошкодження ДНК слугували показники TL – довжина хвоста комети, TI – хвостова інтенсивність, – відсоток хвостової ДНК, TM – хвостовий момент. TM вираховується як добуток довжини «хвоста» комети і відсоток фракції ДНК. Цей показник розраховується автоматично за допомогою програми ImageJ (<https://imagej.net>) з використанням плагіну OpenComet (<https://cometbio.org/>) під час комп'ютерного аналізу.

Висновки. У результаті дослідження було виявлено низку геномних змін за відсотком порушень ДНК і рівнем метилювання ДНК та за частотою апоптичних клітин, що виникли внаслідок впливу гамма-випромінювання 1,0 Гр на культуру лімфоцитів *in vitro*. Встановлено, що середньогрупова частота клітин із високим рівнем одно- та дволанцюгових розривів ДНК внаслідок впливу гамма-випромінювання 1,0 Гр статистично вища, ніж в контролі. У групі опромінених культур виявлено зміни в метилюванні ДНК (за параметрами: відсотку ДНК у хвостовій частині комети і моменту хвоста – TM), порівнюючи зі спонтанним фоновим рівнем. Отже, отримані результати, що характеризують стан генома соматичних клітин людини на молекулярному рівні доповнюють уявлення про вплив радіації, як на цілісність хромосомного апарату, так і на регуляцію генів, що сприятиме вирішенню найважливішого питання – індивідуальної радіочутливості людини. Окрім того, проведені експериментальні дослідження можуть відігравати першорядну роль у діагностиці складних випадків, коли необхідно підтвердити або спростувати факт мутаційного ураження іонізуючої радіації на організм людини.

Список використаних джерел:

1. Evaluation of the Comet Assay for Assessing the Dose-Response Relationship of DNA Damage Induced by Ionizing Radiation / Y. Wang, C. Xu, L. Q. Du et al. *International Journal of Molecular Sciences*. 2013. Vol. 14, no. 11. P. 22449–22461. [doi: 10.3390/ijms141122449](https://doi.org/10.3390/ijms141122449).
2. Worldwide interest in the comet assay: a bibliometric study / M. Neri, D. Milazzo, D. Ugolini et al. *Mutagenesis*. 2014. Vol. 30, no. 1. P. 155–163. [doi: 10.1093/mutage/geu061](https://doi.org/10.1093/mutage/geu061).

3. Radiation-induced changes in DNA methylation and their relationship to chromosome aberrations in nuclear power plant workers / Y. Lee, Y. J. Kim, Y. J. Choi et al. *Int. J. of Radiation Biology*. 2015. Vol. 91, no. 2. P. 142–149. doi: [10.3109/09553002.2015.969847](https://doi.org/10.3109/09553002.2015.969847).

4. Minimum Information for Reporting on the Comet Assay (MIRCA): recommendations for describing comet assay procedures and results / P. Moller, A. Azqueta, Boutet-Robinet et al. *Nature Protocols*. 2020. Vol. 15, no. 12. P. 3817–3826. doi: 10.1038/s41596-020-0398-1.

УДК 159.91:613.86:614.001.28

Перчук І. В.

к.м.н., пров. н. с. відділу радіаційної психоневрології

Куц К. В.

к.м.н., с. н. с. відділу радіаційної психоневрології

Антипчук К. Ю.

к.м.н., с. н. с. відділу радіаційної психоневрології

Крейніс Г. Ю.

н. с. відділу радіаційної психоневрології

Інституту клінічної радіології

Державної установи

*«Національний науковий центр радіаційної медицини,
гематології та онкології» НАМН України, Київ, Україна*

ОЦІНКА ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ОСІБ, ЯКІ ЗАЗНАЛИ ВПЛИВУ ПСИХОЕМОЦІЙНОГО СТРЕСУ ТА МАЛИХ ДОЗ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ.

Актуальність роботи обумовлена необхідністю наукового обґрунтування застосування методів об'єктивного контролю стану нервової системи людини, які дозволяють виділити та об'єктивізувати психофізіологічний субстрат легких когнітивних порушень та психоемоційних розладів у осіб, які зазнали впливу психоемоційного стресу та малих доз іонізуючого випромінювання (ІВ).

Обстежено 58 осіб, які зазнали впливу психоемоційного стресу внаслідок окупації території ЧАЕС російськими військами та малих доз ІВ (група обстеження), а також 37 неопромінених осіб (група порівняння).

Методи дослідження: нейрофізіологічні, статистичні.

Результати та висновки: Проводилось визначення порушень інформаційних та когнітивних процесів головного мозку як в домінантній, так і субдомінантній гемісферах за допомогою

комплексного експертного аналізу амплітудно-просторових характеристик зорових викликаних потенціалів на обертання шахового патерну (ЗВПШП) та когнітивного комплексу слухових когнітивних викликаних потенціалів.

Амплітуди зорового компоненту P100 ЗВПШП у групі обстеження виявились суттєво вищими відносно групи порівняння як в проекційних потиличних відведеннях зорового аналізатора (O1, O2), так і в асоціативних центральних (C3, C4). Латенція компоненту P100 ЗВПШП виявилась суттєво прискореною в проекційних відведеннях відносно групи порівняння ($p < 0,05$). Дані зміни вказують на та реактивну гіперактивацію нейрональних меж проекційних зон зорового аналізатора, з найбільшою імовірністю обумовлені нейрофізіологічною гіперзбудливістю нейрональних центрів у відповідь на пролонгований психоемоційний стрес. Відомо, що поведінкові прояви фізіологічної гіперзбудливості ЦНС за DSM-5 є одним з діагностичних критеріїв ПТСР, тому когорта осіб групи обстеження потребує подальшого нейропсихіатричного та психофізіологічного моніторингу як група ризику з розвитку даного розладу.

Аналіз когнітивного компоненту P300 слухових когнітивних викликаних потенціалів (СКВП) показав достовірне дифузне зниження його амплітуди компоненту P300 щодо групи порівняння.

Вірогідність асоціації нейрокогнітивних та психоемоційних змін оцінювалось за допомогою логістичних моделей, які побудовані на основі зазначених нейрофізіологічних параметрів. Обстеження дозволило виділити та об'єктивізувати психофізіологічний субстрат легких когнітивних порушень та психоемоційних розладів.

При проведенні кореляційного аналізу когнітивного компоненту P300 СКВП з даними нейропсихологічного тестування постерігались ознаки фізіологічної гіперзбудливості зорової сенсорної системи у вигляді прискорення латенцій та збільшення амплітуд компоненту P100 ЗВПШП. Дані СКВП вказують на надлишковий, неекономічний та неефективний патерн реагування ЦНС на когнітивні стимули у вигляді зменшення латенцій та амплітуд компоненту P300, що асоційований зі значним погіршенням виконання когнітивних завдань (особливо пов'язаних з концентрацією уваги, короткостроковою вербальною пам'яттю та зорово-просторовими функціями). Вперше в групі обстеження виявлено достовірне погіршення інформаційних та когнітивних процесів головного мозку, асоційоване з посиленням симптоматики ПТСР, що може бути психофізіологічною відповіддю на пролонгований психоемоційний стрес, викликаний перебуванням в умовах окупації ЧАЕС військами РФ. Дана когорта осіб є групою ризику з розвитку нейропсихіатричної патології, зокрема ПТСР. Необхідні спостереження, додаткові дослідження та, за потребою, медичний супровід персоналу ЧАЕС, який перебував в умовах окупації

на станції, з метою збереження унікального висококваліфікованого кадрового потенціалу атомної енергетики та промисловості України, а також нервово-психічного здоров'я, соціальної активності та працездатності даного контингенту.

Ключові слова: викликані потенціали, малі дози, іонізуюче випромінювання, стрес.

УДК 613.292:591.133.1:614.4

Ракиша-Слюсарева О. А.,

д. б. н., к. м. н., професор, професор кафедри,

Донецький національний медичний університет, м. Лиман, Україна

Слюсарев Олексій Аркадійович,

к. м. н., доцент, завідувач кафедри,

Донецький національний медичний університет, м. Лиман, Україна

Сокрут Валерій Миколайович

д.м.н., професор, завідувач кафедри

Донецький національний медичний університет, м. Лиман, Україна

Сокрут Ольга Петрівна

к. м. н. доцент, доцент, кафедри

Боєва С.С.,

к.м.н., доцент.

Литовський університет наук здоров'я

(Lithuanian University of Health and Sciences) м. Каунас, Литва

Донецький національний медичний університет, м. Лиман, Україна

Тур Ярослава

асистент кафедри,

Донецький національний медичний університет, м. Лиман, Україна

Тарасова Ірина Анатоліївна,

лікар загальної практики

КНП «ЦП МСД 3№1 Святошинського р-ну, м. Києва», м. Київ, Україна

ДІЄТИЧНІ БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ ХАРЧОВІ ДОБАВКИ І ПРОДУКТИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ХАРЧУВАННЯ. КЛАСИФІКАЦІЯ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ У НАПРЯМКАХ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА БІОБЕЗПЕКИ І АДАПТАЦІЇ.

Біологічна небезпека, за визначенням, є станом середовища життєдіяльності людини, при якому здійснюється негативний вплив його природних і техногенних чинників (біологічних, хімічних, фізичних), пов'язаних чи не пов'язаних з діяльністю людини, на біологічну структуру і функцію людської особи в теперішньому і

наступних поколіннях, а також незворотний негативний вплив на біологічні об'єкти природного середовища та сільськогосподарські рослини і тварини. Для попередження та/або послаблення впливу факторів біологічної небезпеки необхідна розробка заходів з врахуванням негативних впливів природних та техногенних факторів. Найбільш придатним й економічно вигідним для застосування серед широких мас населення є харчові добавки (ХД), а саме харчові дієтичні добавки (продукти) з біологічно активною дією (ХДД БАД) та продукти функціонального харчування (ПФХ) [1 – 4]

За вдосконаленою нами класифікацією 2005 р. [5] технічні й дієтичні харчові добавки, незалежно від класу приналежності, згруповані за сімома напрямками використання, а саме для: продуктів загального призначення, функціональних продуктів, спеціальних продуктів, продуктів медичного використання, продуктів для використання у життєдіяльності людини, продуктів догляду за домашніми тваринами, продуктів для агропромислового комплексу (АПК).

Особливо за останній час розширилося використання харчових добавок в агропромисловому комплексі (АПК). Воно на сьогодні включає створення сировини для харчових продуктів й самих продуктів рослинництва, тваринництва, птахівництва, рибоводства й звіроводства.

Крім комплексів ХДД БАД, для виготовлення кормів для тварин, використовуються й технологічні харчові добавки всіх відомих класів (смакоароматичні, барвники, гідроколоїди, емульгатори, ферменти тощо).

Напрямок використання харчових добавок у їжі для тварин включає також й розробку харчових кормів для домашніх тварин (коти, собаки, морські рибки, птахи та інші). Й у цьому випадку використовуються також і дієтичні й технологічні харчові добавки.

У продуктах загального призначення та широкого споживання на сьогодні якнайширше використовуються технологічні харчові добавки, деякі з яких є паралельно дієтичними. В залежності від функції вони згруповані у п'ять основних груп: 1 – речовини, що регулюють аромат та смак харчових продуктів (ароматизатори, підсилювачі смаку та аромату, підсолоджувачі, речовини, що замінюють цукор та сіль, кислоти та підкислювачі); 2 – технологічні харчові добавки, що модулюють колір харчових продуктів (барвники, стабілізатори забарвлення, підбілювачі); 3 – речовини, що підвищують терміни зберігання продуктів харчування (консерванти, захисні гази, антиокислювачі та їх синергісти, ущільнювачі, вологоутримуючі агенти, плівкоутворювачі, стабілізатори; 4 – речовини, що полегшують та прискорюють проведення технологічних процесів (ферментні препарати, розрихлювачі, пропеленти, екстрагенти, освітлювачі, осушувачі, стабілізатори консистенції, піногасники, добавки для покращення випікання хліба); 5 - речовини, що регулюють консистенцію та формують текстуру продуктів (згущувачі, гелеутворювачі, піноутворювачі, емульгатори, наповнювачі).

За напрямом використання у медицині, ХДД БАД можна згрупувати як такі, що використовуються у лікуванні, профілактиці захворювань й під час періоду відновлення (реабілітації) після перенесеної хвороби, а також для профілактики розвитку професійних захворювань у виробництвах з шкідливими умовами праці.

Напрямок використання ХДД БАД у життєдіяльності включає їх різновиди для умовно здорового населення та для контингентів, що мешкають в екологічно несприятливих регіонах, регіонах, що постраждали від екологічних катастроф техногенного походження, та при стихійних зрушеннях. Підклас харчових добавок що включає спрямованість їх використання *для адаптації*, враховує їх використання при постійному та гострому стресі: фізичного, психологічного, соціального та мікробного й вірусного походження, а також для спеціальних контингентів (військові, працівники МНС та інші).

Група ДХД БАД для використання у спорті призначена для боротьби із стресовими ситуаціями у період підготовки до змагань та при міжнародних спортивних змаганнях і олімпійських видах спорту, що вимагають зміни клімато-географічних умов перебування.

ДХД БАД для туризму спрямовані на використання при екстремальних його видах (альпінізм, сплавний гірський туризм) при зміні клімато-географічних умов в міжнародному та екзотичному туризмі.

Відповідно до запропонованої нами класифікації, харчові продукти із заданими властивостями, можуть бути згруповані, як ПФХ наступним чином:

ПФХ для відновлення систем та органів здорового населення. Це ПФХ, які розробляються для широких мас населення з метою відновлення або корекції порушеної функції однієї з системи організму при зриві адаптації. Фактично даний сектор ринку ПФХ включає продукти, що спрямовані на зміцнення здоров'я (оздоровлення) фактично здорового або умовно здорового контингенту осіб; на схуднення; формування фігури тощо (переважно це ХДД нутріцевтики і еубіотики).

ПФХ для лікування включають харчові продукти, що використовуються в медицині, для терапії, так і для реабілітації після хвороби (включає ХДД– парафармацевтики) [6, 7, 8, 9]. Такі ДХД, як правило, мають виражені біологічно активні властивості і входять до розроблених комплексів базового лікування.

ПФХ для профілактики захворювань – спрямовані на попередження розвитку захворювань і передчасного старіння, (включає ХДД нутріцевтики і парфармацевтики) [6, 9].

ПФХ для адаптації включають такі, що спрямовані на підтримку при постійних екологічних та психоемоційних стресах (проживання в екологічно несприятливих умовах, іспитах, в умовах військового стану

чи війни) температурних коливаннях що вимагають додаткового навантаження органів і систем, і розширення можливості організму.

ПФХ для різних вікових груп охоплюють харчові продукти для дитячого харчування й для осіб похилого віку (геронтологічні харчові продукти).

ПФХ спеціального призначення спрямовані на підтримку й відновлення здоров'я та критичних систем організму контингентів осіб, які працюють в умовах дії на організм негативних професійних факторів виробничого середовища.

Список використаних джерел

1. Барабой В. Спосіб життя і харчування здорової людини: [посібник для заочного навчання у Школі здорового способу життя] / В. Барабой, Л. Порохняк-Гановська. – К.: 2003. – 602 с.

2. Ракша-Слюсарева О.А. Харчові добавки: монографія / О. А. Ракша-Слюсарева. – Донецьк : ЛАНДОН-XXI, 2014. 549 с.

3. Підходи до оцінки якості харчових добавок, спрямованих на корекцію харчування й регуляцію систем організму: монографія / О. А. Ракша-Слюсарева та інші. – Донецьк : ДонНУЕТ, 2010. 193 с.

4. Черевко О. І. Дієтичне харчування / Черевко О. І. та інші. – Харків : ХДУХТ; Світ книг, 2024. – 360 с.

5. Ракша-Слюсарева О.А. Аспекти сучасного застосування харчових добавок та їх класифікації / О.А. Ракша-Слюсарева, Г.Ф. Коршунова, С.Е. Стіборовський, В.Д. Малигіна // Обладнання та технології харчових виробництв: Темат.зб.наук. пр. – Донецьк: ДонДУЕТ, 2006. Вип. – 14 – . С. 202 – 207.

6. Промисловий маркетинг : підручник: у 2 т. Т 2: у 2 ч./ гол. ред. др. екон. наук, професор О. О. Шубін. – К.: ВД «Студцентр», 2011. – Ч. 1. – 304 с.

7. Ринок продовольчих товарів України: реалії та перспективи: монографія: в 2 т / кол. авт.: О. О. Шубін, А. А. Садеков О. М. Азарян та ін.; за наук. ред. О. О. Шубіна; М-во освіти і науки України, Донецьк: ДонНУЕТ, 2010. – Т.2. – 508 с.

8. Товарознавство продовольчих товарів: начальний посібник /Бровко О.Г., Булгакова О.В., Ракша-Слюсарева О.А. та інші. – Київ: Кондор, 2010. – 728 с.

9. Продовольчі товари рослинного походження : навч. посіб. Част. 2 Плодоовочеві товари, харчові добавки, генетично модифіковані продукти «Товарознавство і торговельне підприємництво» / М. О. Рябченко, В. В. Дятлов, О. А. Ракша-Слюсарева та інші – Донецьк: ДонНУЕТ, 2012. – 363 с.

Ракиша-Слюсарева О. А.,
д. б. н., к. м. н., професор, професор кафедри,
Донецький національний медичний університет,
м. Лиман, Україна
Слюсарев О. А.,
к. м. н., доцент, завідувач кафедри
Донецький національний медичний університет,
м. Лиман, Україна
Рашидов Н. М.,
д.б.н., професор, завідувач лабораторії
Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України,
м Київ, Україна
Рашидова Ш. М.,
к.м.н., доцент, доцент кафедри,
Азербайджанський медичний університет, м. Баку, Азербайжан,
Сокрут В. М.,
д.м.н, проф., завідувач кафедри,
Донецький національний медичний університет, м. Лиман, Україна
Сокрут О. П.,
к.м.н., доцент, доцент кафедри,
Донецький національний медичний університет, м. Лиман, Україна,

ЦИТОМОРФОЛОГІЧНІ ЗМІНИ КЛІТИН НЕСПЕЦИФІЧНОЇ РЕЗИСТЕНТНОСТІ ПРИ ПРОЛОНГОВАНІЙ ДІЇ НИЗЬКОІНТЕНСИВНОЇ ІОНІЗУЮЧОЇ РАДІАЦІЇ В МАЛИХ ДОЗАХ

Негативна дія постійного впливу малих доз низькоінтенсивної іонізуючої радіації (МДНІР) після аналізу наслідків аварії на ЧАЕС є вже dokonаним фактом [1 – 4]. Нестохастичні ефекти, які виявляються при різних дозових навантаженнях й терміні дії МДНІР мало вивчені й продовжують досліджуватись. Одним з комплексних показників впливу негативних факторів на організм є показники крові, зокрема вміст лейкоцитів та елементів лейкограми. Але вплив МДНІР майже не виявляється при звичайних методах дослідження крові, в зв'язку з чим, починаючи з 60-х років минулого століття методи оцінки гемато-імунологічного стану, були вдосконалені аналізом цитоморфології клітин крові (Е.Д. Гольдберг і співавт., 1967). Цей напрям отримав подальший розвиток в роботах; М. Інгрема (1974), Зака К. П. та співавт. (1992), Д.Ф. Глузмана та співав (1993), Е.М. Михайловської (1973, 1974, 1986), О.А. Ракші-Слюсарєвої (1996, 1998, 2024), Талько В.В. (1999). На

посутній момент цитоморфологічні методи дослідження значно удосконалені й поширені для досліджень в різних напрямках медицини і радіобіології [5 – 9].

Метою даного дослідження було визначення змін цитоморфології клітин, що відносяться до факторів неспецифічної резистентності, при пролонгованій дії МДНІР.

Модельні дослідження щодо пролонгованого впливу МДНІР виконувалися на кафедрі мікробіології, вірусології, імунології та медичної біології Донецького національного медичного університету спільно з Лабораторією нейрофізіології НАНУ й відділом Інституту клітинної біології та генетичної інженерії НАНУ України. Перед опроміненням всі тварини (білі безпородні щури) обстежувалися для отримання вихідних даних, після чого їх розподілили у 2 групи: основну (ОГ) і контрольну (КГ) по 30 особин. Тварини основної групи (ОГ) підпадали опроміненню протягом 30 діб в дозі 0,44 Гр (сумарна доза 6,5 Гр). Опромінення виконувалось на приладі Рокс – М № 126 – гаматерапевтичний апарат. Тварини контрольної групи (КГ) не опромінювалися. До та після опромінення у тварин визначали вміст лейкоцитів та відносний вміст елементів лейкограми периферичної крові за допомогою звичайних методів [10]. Цитоморфологічні зміни нейтрофілів оцінювали за загальною кількістю клітинних розпадів (КР) та відсотком цитоморфологічно змінених клітин [11 – 12]. Визначали відносний вміст клітин з розривами цитоплазматичної мембрани і набуханням ядра (НЯН), фрагментованим (ФЯН), гіпо (ГсН) – та гіперсегментованим (ГрН) ядром, кількість клітин з ворсинчастістю хроматину ядра (ВХН), клітин з токсогенною зернистістю цитоплазми (ТЗЦ), вміст адгезій нейтрофілів (АН).

Проведені дослідження показали, що через місяць після опромінення у тварин ОГ середній вміст лейкоцитів, лімфоцитів вміст природних кілерів та моноцитів знижувався, але не мав вірогідних відмінностей, порівняно з вихідними даними тварин та показниками КГ. Середній вміст метамієлоцитів в ОГ практично не відрізнявся від вихідних показників тварин. Вміст паличкоядерних нейтрофілів у тварин ОГ був значно й вірогідно вищим за вихідні показники, та показники КГ. І лише середній вміст нейтрофілів у тварин ОГ був значний й вірогідно нижчим за вихідні показники та показники КГ.

При дослідженні цитоморфології нейтрофілів були встановлені особливості, які виникали у тварин після пролонгованого низькоінтенсивного опромінення. Так, було встановлено відмінності щодо цитоморфологічних що кількість клітинних розпадів у тварин до опромінення становила $8,4 \pm 3,07\%$, а на термін після опромінення у

тварин КГ вони виявлялись в кількості $7,3 \pm 2,1\%$. Після опромінення у тварин ОГ кількість клітинних розпадів значно та вірогідно збільшувалась порівняно з КГ $18,25 \pm 5,7\%$ ($P < 0,05$). Вихідна частота виявлення НЯН становила у тварин обох груп $20,0 \pm 1,38\%$. Після опромінення клітини НЯН виявлялись у $23,0 \pm 1,46\%$ тварин КГ і у 100% ОГ ($P < 0,05$), що свідчило про порушення цілісності ядерних мембран, в зв'язку з підвищенням процесів перекисного окислення ліпідів, до опромінення. Середній вміст НЯН в пулі нейтрофілів до опромінення становив у тварин $3,82 \pm 2,56\%$. Після опромінення вміст НЯН в пулі нейтрофілів у тварин КГ становив $4,28 \pm 2,56\%$, а у тварин ОГ – значно й вірогідно збільшувався до $52,18 \pm 21,34\%$. Нейтрофіли з ГпСН, які представляють собою пул молодих нейтрофілоцитів, не були зареєстровані до опромінення та у тварин КГ на термін після нього. У тварин ОГ молоді нейтрофіли реєструвались у $6,6 \pm 0,9\%$, а їх середній вміст в пулі нейтрофілів становив $1,31 \pm 0,2\%$. Тобто цей показник стану кровотворіння був трохи вище середніх показників норми для даного виду тварин, але не виходив за її межі. Частота виявлення нейтрофілів з гіперсегментацією ядра (ГрСН), що являють собою форму розпаду клітин й частково пов'язані з їх старінням, реєструвалась до опромінення у $30 \pm 1,6\%$ тварин та у $26,7 \pm 1,5\%$ тварин КГ на термін після опромінення. У ОГ частота виявлення клітин з ГрСН значно та вірогідно підвищувалась до $76,7 \pm 1,4\%$ ($P < 0,05$). Середній вміст ГрСН в пулі нейтрофілів у тварин до опромінення та у КГ становив, відповідно, $4,1 \pm 0,91\%$ та $2,5 \pm 0,58\%$ і не виходив за межі норми ($2,28 \pm 0,29\%$). У тварин ОГ середній вміст ГрСН в пулі нейтрофілів становив $6,18 \pm 1,4\%$ і був вірогідно вищим за показники КГ. Частота виявлення клітини з ФЯН, з відшнуруванням окремих фрагментів ядра – характерною формою розпаду нейтрофілів, реєструвались у тварин у $56 \pm 1,7\%$ до опромінення і $50 \pm 1,6\%$ тварин КГ на термін після опромінення. У тварин ОГ частота виявлення клітин з ФЯН становила 100% . Середній вміст ФЯН в пулі нейтрофілів до опромінення й у КГ становив, відповідно, $3,5 \pm 1,1\%$ та $2,1 \pm 0,5\%$ й практично не відрізнявся. У тварин ОГ середній вміст ФЯН в пулі нейтрофілів – $25,6 \pm 10,4\%$, збільшувався значно й вірогідно, порівняно з вихідними даними й КГ ($P < 0,05$). Частота виявлення нейтрофілів з ТЗЦ до опромінення й у тварин КГ становила, відповідно $20 \pm 2,1\%$ і $23,3 \pm 3,2\%$, а у тварин ОГ – 100% . Середній вміст клітин з ТЗЦ в пулі нейтрофілів тварин до опромінення $5,98 \pm 1,2\%$. На термін після опромінення вміст клітин ТЗЦ в пулі нейтрофілів у тварин КГ становив $6,1 \pm 1,9\%$, і не відрізнявся від вихідних показників, а у тварин ОГ значно й вірогідно збільшувався, до $56,7 \pm 4,2\%$ ($P < 0,05$).

Таким чином, цитоморфологічні зміни в пулі нейтрофілів свідчили про значні негативні процеси на рівні факторів неспецифічної резистентності при пролонгованій дії МДНІР, що віддзеркалювалося збільшенням ендогенної інтоксикації, процесів перекисного окислення ліпідів й порушенням цілісності мембран, змінами хроматину, що одночасно демонструє недостатність контролю генетичного гомеостазу організму з боку імунної системи, збільшення процесів деградації та розпаду клітин та, відповідно, зниженням їх функції.

Висновки 1. Отримані результати підтверджують та віддзеркалюють особливості значного негативного впливу пролонгованій дії низькоінтенсивної іонізуючої радіації в малих дозах на неспецифічну резистентності та імунну систему. 2. Проведені дослідження свідчать, що цитоморфологічні дослідження клітин, що забезпечують неспецифічну резистентність, дають значно більші можливості щодо оцінки впливу малих доз низькоінтенсивної іонізуючої радіації на організм.

Список використаних джерел:

1. Барабой В. А. Чернобыль: десять лет спустя: медицинские последствия радиационных катастроф / В. А. Барабой ; ред. Д. М. Гродзинский ; АМН України, Науковий центр радіаційної медицини. - К.: Чернобыльинтеринформ, 1996. - 187 с.
2. Серкіз Я.І. Ризик віддалених наслідків у тварин, що постійно знаходилися в зоні ЧАЕС / Серкіз Я.І. та інші //Международная научная конференция Чернобыль-96. Сборник Тез. Зеленый Мыс.1996 – С. 168.
3. Пинчук Л.Б. Патогенетическое обоснование развития костномозгового синдрома в условиях постоянного воздействия на животных малых доз ионизирующих излучений низких интенсивностей / Л.Б. Пинчук и др. // I Всесоюзный Радиобиологический съезд: Тез. докл.- Москва: АН СССР.-1989.-Т.4 С. 1092 – 1093
4. Ракша-Слюсарева Е. А Динамика показателей иммунологической реактивности организма условно здорового населения Донецкого региона и патология щитовидной железы / Е. А. Ракша-Слюсарева и др./ Сборник статей. –2000. – Вып. 4, Т.1. – Донецк: ДонГМУ, 2000. – С. 220 – 222.
5. Нагорная Н.В. Цитоморфологические показатели крови, как отражение системы детоксикации организма у детей с нейродисциркуляторной дистонией / Н.В Нагорная, Е.А. Ракша-Слюсарева, В.И. Дмитрук // Актуальні питання фармацевтичної та медичної науки та профілактики: Збірник наукових статей. Запоріжжя: Видавництво ЗДМУ, 1999.– Вип. V. – С. 161-164.

6. Ракша-Слюсарева О.А. Особливості цитоморфологічних змін популяції нейтрофілів у розробці диференційно-діагностичних критеріїв атипової пневмонії / О.А. Ракша-Слюсарева та інші// Актуальна інфектологія. – 2020. – Том 8, № 6. – С. 21 – 26 DOI: <https://doi.org/10.22141/2312-413x.8.5-6.2020.217957>,

7. Ракша-Слюсарева О.А. Цитоморфологічні дослідження в контролі ефективності лікування гострих респіраторних захворювань, ускладнених обструктивним синдромом / О.А. Ракша-Слюсарева та інші //Світ медицини та біології. –2022. – № 2 (80). – С. 125 – 129/ DOI: 10.26724/2079-8334-2022-2-80-125-129.

8. Kasrashvili H. Search for new criteria among the blood hemogram indices to assess the conditions of patients with chronic wounds and efficacy of their treatment / H. Kasrashvili et al. //Georgian Medical New. – 2021. – №5 (314). – P. 30 – 34 <https://doi.org/>

9. Тарасова І.А. Особливості цитоморфологічних змін клітин, що забезпечують неспецифічну резистентність у дітей з гострими респіраторними захворюваннями, ускладненими обструктивним синдромом / І.А. Тарасова та інші // The development of nature sciences:problems and solutions : proceedings of the conference the : international research and practical conference. Brno april 27-28, 2018. – Brno: Mendel University in Brno, 2018 - P. 205-208

10.Б.Д. Луцик Клінічна лабораторна діагностика. – К. : ВСсВ «Медицина», 2018. –288 с.

11.Ракша-Слюсарева О. Предиктори системи крові та імунітету в умовно здорового населення Донецького регіону під час проведення ООС / О. Ракша-Слюсарева та інші// Scientific research of the XXI century. Volume 1 : collective monograph / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, Los Angeles : GS publishing service. – 2021. – С. 162 – 166. DOI : 10.51587/9781-7364-13302-2021-00,

12.Ракша-Слюсарева О.А. Цитоморфологічні особливості лейкоцитів у спортсменів та їх корекція / О.А. Ракша-Слюсарева // «Science and society» : The 10th International conference (March 15, 2019) Hamilton, Canada, 2019.– Hamilton: Accent Graphics Communications &Publishing, 2019. – P. 322 – 330 (ISBN 978-1-77192-360-6)

Ракиша-Слюсарева О. А.,
д. б. н., к. м. н., професор, професор кафедри,
Донецький національний медичний університет, м. Лиман, Україна
Слюсарев О. А.,
к. м. н., доцент, завідувач кафедри,
Тарасова І. А.,
лікар загальної практики
КНП «ЦП МСД З№1 Святошинського р-ну, м. Києва», Україна.
Ющук Г. Л
PhD з біології, завідувач лабораторного центру
КП «Волинська обласна інфекційна лікарня», м. Луцьк, Україна
Коваленко П. Г.,
PhD з біології, доцент, доцент кафедри,
Донецький національний медичний університет, м. Лиман, Україна
Маричев І.Л.
к. м. н., с. н. с, завідувач лабораторії
ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб
ім. Л.В. Громашевського НАМН України», м. Київ, Україна
Кононова І.Г.
к. м. н, вчений секретар
ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб
ім. Л.В. Громашевського НАМН України», м. Київ, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ІМУННОЇ ВІДПОВІДІ ПРИ ГОСТРІЙ ФОРМІ ІНФЕКЦІЇ, ПОВ'ЯЗАНОЇ З НОВИМ АГЕНТОМ SARS-COV-19

Епідемія COVID-19 стала викликом для системи охорони здоров'я всіх країн світу й України, зокрема [1 – 3]. Оскільки людство раніше не зустрічалось з цією інфекцією, боротьба з нею й розробка способів діагностики, лікування та профілактики вимагає поєднаних зусиль фахівців, дотичних до інфектології з різних галузей знань. Відповідно є необхідність дослідження патогенезу захворювання, пов'язаного з новим інфекційним агентом SARS-COV-19 і особливостей зміни стану психонейроімунної регуляції. Попередньо нами були виявлені у хворих на цю інфекцію порушення психонейроімунної та ендокринної регуляції, що супроводжувались проявами недостатності функціонування підшлункової системи і віддзеркалювалось підвищенням цукру в крові хворих [4 – 6].

Метою роботи було дослідження змін в системі імунітету хворих на ковід, як компоненту психонейроімунної регуляції організму.

Проведено дослідження показників стану імунітету 432 осіб хворих на коронавірусну інфекцію, пов'язану з SARS COV-19 середнього та тяжкого ступеню перебігу. В динаміці хвороби аналізували, як середній

вміст, так і частоту відхилень від норми лейкоцитів (L) та елементів лейкограми: паличкоядерних (NP) та сегментоядерних нейтрофілів (NS), еозинофілів (E), базофілів (B), моноцитів (M) та лімфоцитів (Li). Аналіз та статистична обробка даних проводилися в статистичній програмі Statistica 12.0 (3BA94C4ED07A). При порівнянні середніх величин у нормально розподілених сукупностях розраховували t-критерій Стюдента.

Проведені дослідження показали, що такі непостійні елементи лейкограми, як E та B, реєструвалися не завжди й їх вміст у периферичній крові в перебігу хвороби, в середньому, не виходив за межі норми. Вміст E підвищувався протягом хвороби лише у незначній частини ($9,69 \pm 0,1\%$) без будь яких закономірностей. Базофіли виявлялись вкрай рідко й їх вміст не перевищував показники норми. M виявлялись у всіх хворих протягом всього терміну хвороби. Збільшення їх вмісту не було характерним на початку хвороби й підвищувалось у незначній кількості осіб на кінець першого тижня хвороби. Виражених тенденцій зміни вмісту M в подальшому не було виявлено.

Динаміка частоти та вміст L і NS мали своєрідні тенденції на певних етапах хвороби, без будь яких закономірностей. Вміст L на першу добу захворювання в середньому, знаходився в межах норми і при цьому частота виявлення хворих із збільшенням вмісту L становила $21,7 \pm 1,79\%$, із зменшенням – $30,4 \pm 2,1\%$ й показниками норми – $47,9 \pm 2,27\%$. З другої доби вміст лейкоцитів поступово збільшувався, максимально виходячи за межі норми на 4 добу. З 5 доби вміст лейкоцитів мав тенденцію до поступового зниження, нормалізуючись у більшості хворих до 18 доби хвороби. Щодо NS, то на всіх етапах виявлялись особи, як з підвищеним, так і зі зниженням щодо норми вмістом. Так, частота виявлення осіб зі зниженням та підвищенням вмісту NS на 1 добу хвороби становила, відповідно, $17,4 \pm 1,7\%$ та $13,0 \pm 1,5\%$, а на 2 добу – цей показник був однаковим – $28,5 \pm 1,9\%$. Вміст NS, в середньому, відповідав показникам норми. За частотою виявлення до кінця 2 тижня хвороби почали переважати особи з підвищеним вмістом NS, але у більшості хворих реєструвалися нормальні показники. Частота виявлення хворих з підвищенням вмісту NS, як і показники його середнього вмісту, почали поступово збільшуватися з 4 доби хвороби. З 8 доби хвороби за частотою виявлення переважали особи з підвищеним вмістом NS, а середній вміст NS зберігався вищими за показники норми протягом 4 – 5 діб. У більшості хворих на 12-13 добу реєстрували зниження вмісту NS до верхньої межі норми. Після 13 доби хвороби вміст NS продовжував знижуватись, але у третини хворих не нормалізувався навіть після клінічного одужання.

Виражені зміни, що мали певну закономірність, реєструвалися в популяціях NP і Li. Особливістю популяції NP було те, що вони реєструвалися у всіх хворих протягом всього терміну хвороби. Їх вміст

був значно збільшеним за показники норми з перших днів хвороби у $78,3 \pm 1,8\%$ хворих. Особливо високі показники вмісту NP, що перевищували показники норми в 5-6 разів, реєструвалися протягом 2 перших тижнів хвороби. На кінець 3 тижня хвороби на тлі зникнення клінічних проявів захворювання, підвищений вміст NP залишався у третини хворих, а їх середні показники були вищими в 1,5 рази, порівняно з нормою. У частини хворих, яка не мала клінічного покращення, вміст NP залишався значно більшим за показники норми. Зниження вмісту NP співпадало зі зменшенням частоти виявлення антигенів, появою антитіл до вірусу та збільшенням вмісту Li. У перші дні хвороби, частота виявлення осіб зі зниженим вмістом Li була найбільшою і становила на першу та другу добу, відповідно $80,40 \pm 0,09\%$ та $83,10 \pm 0,08\%$. З третьої доби хвороби частота виявлення осіб з із зниженням вмісту Li у третини хворих поступово зменшувалась до кінця 3 тижня. В осіб, хвороба, яких переходила у затяжну форму, недостатність імунної системи продовжувала реєструватись і після 17 доби. Тенденція зменшення частоти виявлення осіб зі зниженим вмістом Li співпадала зі зниженням частоти виявлення антигенів вірусу та появою антитіл до нього..

Таким чином, динаміка зміни частоти виявлення осіб та вмісту паличкоядерних нейтрофілів і лімфоцитів віддзеркалює особливості патогенезу хвороби, пов'язаної з новим інфекційним агентом SARS-COV-19, і свідчить про їх зв'язок з циркуляцією збудника та формуванням імунітету до нього при гострій формі інфекції.

Список використаних джерел:

1. Zadorozhna V.I., Vynnyk N.P. [Coronavirus 2019-nCoV: new challenges for health and humanity]. Infectious diseases. 2020; 1(99): 5-15. [in Ukrainian]. DOI <https://doi.org/10.11603/1681-2727.2020.1>
2. Zadorozhna VI. Molekuliarno-epidemiolohichni aspekty SARS-CoV-2. Infektsiini khvoroby. 2021; 1(103):32-44. (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.11603/1681-2727.2021.1.11949>
3. Zadorozhna VI, Vynnyk NP, Gerilovych AP. Molecular and genetic characteristic of some omicron variants of the sars-CoV-2 virus and prospects for vaccine prevention of covid-19. One Health Journal. 2025;3(I):5-21. (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.31073/onehealthjournal2025-I-01>
4. Ракша-Слюсарєва О.А. До питання психонейроімунної регуляції у хворих на COVID-19 на території екокризового регіону в період проведення Операції об'єднаних сил/ О.А. Ракша-Слюсарєва та інші //»Інфекційні хвороби сучасності: етіологія, епідеміологія, діагностика, лікування, профілактика, біологічна безпека» : матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю (12–13 жовтня 2021 р., м. Київ, Україна). – Актуальна Інфектологія. – 2021. – Том 9, № 4. – С. 91 – 93

5. Ракша-Слюсарева О.А. Предиктори прогнозування виходу з інфекції, по'язаної з SARS COV-19 / О.А. Ракша-Слюсарева та інші // «Інфекційні хвороби сучасності: етіологія, епідеміологія, діагностика, лікування, профілактика, біологічна безпека» щорічна науково-практична конференція з міжнародною участю у рамках щорічних «Читань» пам'яті академіка Л.В. Громашевського : 12-13 жовтня 2023 р. м. Київ.// Превентивна медицина. Теорія і практика. 2023. №4 (4). С. 60-61.

6. Мартюхіна О.С. Особливості психоемоційної складової у переселенців та резидентів хворих на інфекцію, пов'язану з вірусом SARS COV-19/ О.С. Мартюхіна та інші // «Інфекційні хвороби сучасності: етіологія, епідеміологія, діагностика, лікування, профілактика, біологічна безпека» : Матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю, присвяченої щорічним «Читанням» пам'яті академіка Л.В. Громашевського (Київ, 15 жовтня 2024 р.) – К., 2024 –

УДК 616.15::539.1.

Родіонова Н.К.,

к.м.н., с.н.с., с.н.с.,

Ганжа О.Б.,

к.б.н., с.н.с.,

Липська А.І.,

д.б.н., с.н.с.,

Рябченко Н.М.,

к.б.н., ст. дослідник, с.н.с.,

Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ АДАПТАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ СИСТЕМИ КРОВІ У ДРІБНИХ ГРИЗУНІВ В УМОВАХ ХРОНІЧНОГО ОПРОМІНЕННЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ

Надходження аварійних радіонуклідів у навколишнє середовище є довготривалим джерелом опромінення, що призводить до непередбачуваних та неоднозначних наслідків для людини та довкілля. Важливим в цьому аспекті є дослідження механізмів формування у живих організмів радіогенних порушень та виявлення компенсаторно-відновних реакцій, можливості формування адаптаційних змін. Показники системи крові – надійні критерії в загальній оцінці стану

організму, що дозволяють виявляти патологічні порушення та його відновні та компенсаторні можливості. Перебудова лейкоцитарного складу периферичної крові за патологічних порушень та загальної мобілізації захисних та компенсаторних реакцій організму відображається на величинах лейкоцитарних індексів. Діагностичні та прогностичні можливості розрахункових індексів набувають все більшої значущості, оскільки певні поєднання показників гемограми відображають неспецифічні адаптаційні реакції гомеостатичних систем організму. **Мета роботи:** оцінити адаптаційний потенціал у дрібних гризунів природних популяцій Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ) за показниками периферичної крові, кісткового мозку та інтегральних лейкоцитарних індексів.

Матеріали та методи. Досліджено якісні та кількісні показники системи крові у представників родів *Sylvaemus* (мишак жовтогорлий, МЖГ) та *Myodes* (нориця руда, НР) з дослідних полігонів ЧЗВ з різним рівнем радіонуклідного забруднення. Проведено γ -, β -спектрометричні дослідження вмісту радіонуклідів в організмі тварин. Кількісні показники периферичної крові визначали на ветеринарному гематологічному аналізаторі Mindray. Лейкограму та мієлограму аналізували в мазках, пофарбованих за Романовським-Гімза.

Результати досліджень. На основі даних радіометричних та γ -, β -спектрометричних вимірювань визначено поглинені дози дослідних тварин (табл. 1).

Таблиця 1

Величина та структура дозових навантажень у *Myodes glareolus* та *Sylvaemus flavicollis*

Полігон/Вид	Сумарна доза, мкГр/доба, ^{90}Sr і ^{137}Cs	Внесок у загальну дозу внутрішнього опромінення	
		^{90}Sr , %	^{137}Cs , %
1/ <i>M. glareolus</i>	218 ± 80	67	33
1/ <i>S. flavicollis</i>	235 ± 94	83	17
2/ <i>M. glareolus</i>	90 ± 37	16	84
2/ <i>S. flavicollis</i>	24 ± 11	50	50

Поглинені дози тварин з усіх полігонів із впевненістю можна віднести до діапазону малих. Слід відмітити, що опромінення тварин не перевищує безпечний пороговий рівень радіаційного впливу для ссавців (400 мкГр/год), рекомендований МКРЗ (ICRP, 2008).

Нами було досліджено гематологічний профіль обох видів тварин. Для виявлення порушень у системі кровотворення у мишоподібних, які мешкають на забруднених радіонуклідами територіях, визначали наступні лейкоцитарні індекси: індекс адаптації (ІА, співвідношення лімфоцитів до сегментоядерних нейтрофілів), що вказує на баланс між специфічною та неспецифічною ланками імунної системи; індекс ядерного зсуву (ІЯЗ, співвідношення молодих генерацій нейтрофілів до зрілих – сегментоядерних), що вказує, з одного боку, на наявність інфекційного захворювання, а за дії радіаційного чинника – на стан ураження або відновлення кістковомозкового кровотворення; індекс імунореактивності (ІПР, співвідношення суми лімфоцитів та еозинофілів до моноцитів), що характеризує співвідношення між лімфо- і цитокінами та дозволяє враховувати активність макрофагально-моноцитарної ланки імунітету.

Проведено індивідуальний аналіз змін реактивної здатності системи крові у дрібних гризунів різних видів. Комплексна оцінка показників периферичної крові та кісткового мозку виявила зв'язок стану кровотворної системи з величинами лейкоцитарних індексів. Найбільш виражені зміни в системі крові були у тварин за низьких значень ІА та ІЯЗ. У МЖГ рівень гіпопластичних процесів у системі крові був більшим, ніж у НР. Вони стосувались усіх пулів кістковомозкового кровотворення, зміни практично за всіма показниками (як абсолютних, так і відсоткових значень) були достовірними відносно контролю. Вміст еритроцитів був зниженим на 40 %, лімфоцитів – на 48 %, як і кількість мієлокаріоцитів із розрахунку на стегнову кістку та на грам маси тіла. У кістковому мозку на фоні зниження проліферативної активності реєстрували дисбаланс між лейкоцитарною та еритроїдною ланками кровотворення з превалюванням відсотка лімфоцитів, лейко-еритроїдне співвідношення становило $3,62 \pm 1,7$ УО порівняно з $2,2 \pm 0,37$ УО у контролі ($p < 0,05$).

За умов істотного збільшення ІА гематологічні показники тварин знаходились на рівні контролю, що забезпечувалось активацією проліферації, особливо еритроїдного пулу кровотворення зі збільшенням фракції молодих клітин удвічі на фоні високого рівня мітотичної активності. У цих тварин також було відмічене збільшення вмісту бластних клітин, що, за нашими даними, є типовим фактом безпосереднього впливу інкорпорованих радіонуклідів стронцію на ранні генерації клітин кровотворної тканини. Тобто, даний тип реагування кровотворної системи можна розглядати як активну фазу адаптації.

На основі порівняльно-узагальненого аналізу індивідуальних показників периферичної крові та кісткового мозку, а також величини інтегральних лейкоцитарних індексів виділено три групи тварин, які різняться за типом компенсаторно-відновних реакцій системи крові:

1 група – оптимальний тип, збереження гомеостазу завдяки підвищеному рівню проліферації гемопоетичної тканини; індекси ІА, ІЯЗ, ПР помірно збільшені, в крові збільшена кількість лімфоцитів;

2 група – обмежений тип, зниження реагування системи крові на дію радіаційного чинника; низькі або на рівні контролю ІА, ІЯЗ, ПР, лімфоцитоз; є ознаки формування помірної анемії, нейтропенії, тромбоцитопенії; реакція може бути зворотною у разі покращення радіоекологічної ситуації;

3 група – декомпенсація (виснаження), з наявністю виражених патологічних змін (гіпоплазія кісткового мозку, виражена анемія, нейтропенія); значення ІА, ІЯЗ, ПР або значно підвищені, або нижчі за контрольні.

Тварини з даними типами реакцій зустрічались на обох полігонах, але їхня частка суттєво різнилась (рис. 1). Реєстрували значний відсоток тварин із оптимальною та обмеженою компенсацією на територіях із меншим рівнем радіонуклідного забруднення (2 полігон), а на 1 полігоні (з більш високим забрудненням) відмічене збільшення вдвічі частки тварин з явищами декомпенсації системи крові.

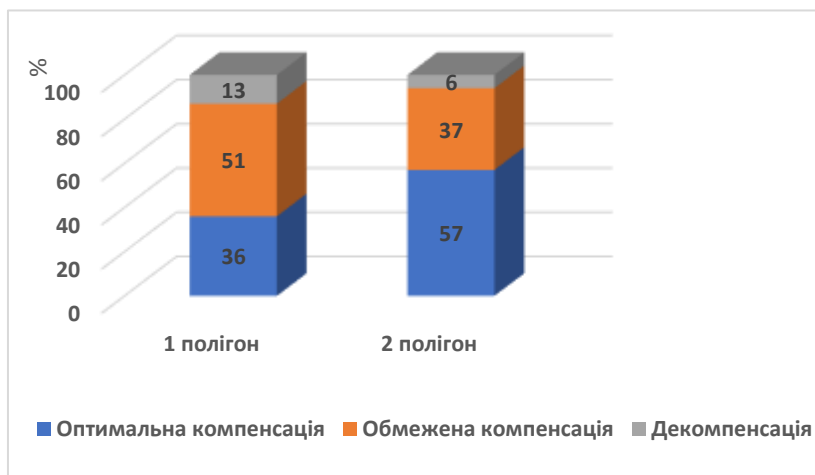


Рис. 1. Компенсаторно-адаптаційні реакції в системі крові тварин із дослідних полігонів ЧЗВ (на прикладі *Sylvaeus flavicollis*)

Таким чином, проведені радіобіологічні дослідження показали інформативність інтегральних лейкоцитарних індексів та можливість їхнього використання для прогностичної оцінки стану тварин за умов дії хронічного опромінення в малих дозах радіації.

УДК 614.4+616.927-022

Семенова Н.М.,

*Завідувачка відділу інфекційного контролю
ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб
ім. Л.В. Громашевського НАМН України», м. Київ, Україна*

Мартинович Т.Л., к.м.н,

*Заступник директора з лікувальної роботи
ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб
ім. Л.В. Громашевського НАМН України», м. Київ, Україна*

Афанасьєва Г.І.

*Лікар-інфекціоніст відділення СНІД
ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб
ім. Л.В. Громашевського НАМН України», м. Київ, Україна*

НАУКОВИЙ ПІДХІД У ВПРОВАДЖЕННІ СИСТЕМИ ЗАХОДІВ БОРЬБИ З ВНУТРІШНЬОЛІКАРНЯНИМИ ІНФЕКЦІЯМИ ТА ЗАПОБІГАННЯ АНТИБІОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТІ ЯК СКЛАДОВА ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ БОРЬБИ ТА ПРОФІЛАКТИКИ ІНФЕКЦІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ІНСТИТУТОМ

Сьогодні Інститут є головною науковою установою, що визначає науково-обґрунтовану політику в галузі забезпечення епідемічного благополуччя країни, стратегію та тактику боротьби з інфекційними хворобами, розробляє наукові основи профілактики інфекційних хвороб (ІХ) та епідеміологічного нагляду, є провідним закладом з вивчення вірусних, бактеріальних та паразитарних хвороб, в тому числі внутрішньолікарняних інфекцій (ВЛІ), спричинених антибіотикорезистентною мікрофлорою (АРМ). За останні роки наші науковці опублікували понад 200 наукових праць та отримали 15 патентів на інноваційні методи діагностики ІХ, впроваджено 28 нових методик діагностики ІХ та створено систему моніторингу антибіотикорезистентності (АР). Обґрунтовано і впроваджено комбіновані вакцини, зокрема з Ніб- та безклітинним кашлюковим компонентом, розроблено концепцію елімінації кору в Україні та двоетапну стратегію вакцинації. Результатом двадцятирічних наукових

досліджень стали практичні рекомендації щодо заміни оральної поліовакцини на інактивовану, які знайшли відображення у новому, затвердженому постановою Кабінету міністрів України, календарі профілактичних щеплень. В основу вперше винайденого в Україні способу вибору тактики лікування гострого вірусного гепатиту С (ВГС) покладено визначення генетичних маркерів ризику прогресування. Вперше в Україні, на світовому рівні, встановлено спектр ознак уражень центральної (ЦНС) та периферичної нервової системи (НС) у хворих на COVID-19. Підготовлено понад 500 публікацій міжнародного рівня у рецензованих журналах з високим імпакт-фактором. В роботу клініки впроваджено 7 інноваційних методів діагностики та лікування ІХ.

Невід'ємною частиною науково-практичної діяльності установи є тісна взаємодія наукової та клінічної бази, розробка науково-обґрунтованих локальних клінічних протоколів (ЛКП) високоспеціалізованої медичної допомоги хворим з соціально значущими та тяжкими інфекційними патологіями IV-V групи, такими як позаклишковий ієрсиніоз, ВІЛ інфекція, хвороба Лайма з переважним ураженням нервової системи, ураження головного мозку та його оболонки інфекційної етіології (менінгіт, енцефаліт, арахноїдит, мієліт, менінгоенцефаліт, менінгоенцефаломієлорадикулоневрит), гострий та хронічний вірусний гепатит D, B, хронічний ВГС, інфекції нижніх дихальних шляхів (позалікарняна пневмонія), тощо. Вагоме місце в наданні високоспеціалізованої медичної допомоги хворим Клініки займає забезпечення профілактичних та протиепідемічних заходів: моніторинг за антибіотикорезистентністю (АР) та раціональним використанням антимікробних препаратів (АМП), моніторинг та профілактика інфекційних хвороб, пов'язаних із наданням медичної допомоги (ПІНМД), безпечне поводження з медичними відходами, контроль та профілактика окремих груп інфекцій, стандартизація операційних процедур, заходи з гігієни персоналу та хворих, дезінфекції, стерилізації, тощо. Моніторинг за раціональним використанням АМП та боротьба з АР включає систематичний збір, аналіз та інтерпретацію показників раціонального призначення АМП з метою оцінки доцільності призначення, аналіз чутливості мікроорганізмів (МО) до АМП, виявлення тенденцій резистентності МО, контроль дотримання антимікробної терапії (АМТ) ЛКП, розробка та коригування нових стратегій, використання даних моніторингу для навчання та зворотного зв'язку (участь у програмах GLASS (BOO3), EARS-Net (ECDC), CAESAR (BOO3)).

В рамках реалізації стратегій нами було проаналізовано випадкову вибірку історій хвороб (всього 100 стаціонарних (ф.003/о) та амбулаторних (025/о) медичних карт) пацієнтів Інституту з березня 2024 року по березень 2025 року щодо відповідності призначення АМП, результати якої наведені у таблиці.

Таблиця 1

Індикатори якості медичної допомоги щодо раціонального застосування АМП згідно з класифікацією AWARe (BOO3) у відділеннях Клініки: інтенсивної терапії та детоксикації (ВІТ), вірусних гепатитів з палатою інтенсивної терапії (ВВГ), ВІЛ-інфекції з палатою інтенсивної терапії (В ВІЛ), нейроінфекцій (ВНІ) та науково-консультативній поліклініці (НКП)

Група АМП	ВІТ (%)	ВВГ (%)	В ВІЛ (%)	ВНІ (%)	НКП (%)	Загальний (%)
1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7
Група доступу	43,9	56,5		0	82,3	46,6
Група спостереження	41,5	17,3		8,6	17,7	23,5
Група резерву	14,6	26,2		91,4	0	29,9

Аналіз показав значні відмінності у структурі використання АМП між відділеннями. Найвищий відсоток використання препаратів групи резерву спостерігається у ВНІ (91.4%), що обумовлено лікуванням тяжких менінгітів, енцефалітів, хронічної хвороби Лайма та інших життєзагрозливих інфекцій НС, які згідно з ЛКП потребують застосування АМП з високою здатністю проникати через гематоенцефалічний бар'єр. У НКП спостерігається найбільш раціональна структура призначень з домінуванням препаратів групи доступу (82,3%) та повною відсутністю препаратів резерву, що відповідає рекомендаціям МОЗ щодо амбулаторного лікування нетяжких інфекцій. ВВГ та В ВІЛ демонструють збалансоване використання усіх груп АМП, що зумовлено специфікою ведення пацієнтів відділень з міжнародними рекомендаціями та ЛКП. В цілому структура призначень АМП відображає чітку відповідність національним стандартам та міжнародними рекомендаціям, а ЛКП ДУ ІЕХ НАМНУ забезпечують раціональне використання АМП з урахуванням наукових розробок, специфіки профілю кожного відділення та важкості патологій пацієнтів.

Список використаних джерел:

1. Наказ МОЗ від 28.12.2015 р. № 905 «Про затвердження критеріїв, за якими визначаються випадки інфекційних та паразитарних захворювань, які підлягають реєстрації».

2. Наказ МОЗ України від 03.08.2021 р. № 1614 «Про організацію профілактики інфекцій та інфекційного контролю в закладах охорони

здоров'я та установах/закладах надання соціальних послуг/соціального захисту населення».

3.Наказ МОЗ України від 03.08.2021 р. № 1614 «Про організацію профілактики інфекцій та інфекційного контролю в закладах охорони здоров'я та установах/закладах надання соціальних послуг/соціального захисту населення».

4.Наказ МОЗ від 28.09.2012 р. № 751 «Про створення та впровадження медико-технологічних документів зі стандартизації медичної допомоги в системі Міністерства охорони здоров'я України».

5.Наказ МОЗ від 29.12. 2016 р. № 1422 «Про внесення змін до наказу Міністерства охорони здоров'я від 28 вересня 2112 року №751».

6.Наказ МОЗ України від 23.08.2023 р. № 1513 «Про затвердження Стандарту медичної допомоги «Раціональне застосування антибактеріальних і антифунгальних препаратів з лікувальною та профілактичною метою»».

7.«Основи законодавства України про охорону здоров'я».

УДК 614.4:616-036.22

Сергєєва Т.А.,

д.мед.н., с.н.с

*ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб
ім. Л.В. Громашевського НАМН України», м. Київ, Україна,*

Задорожна В.І.,

чл.-кор. НАМН України, д.мед.н., проф.,

*ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб
ім. Л.В. Громашевського НАМН України», м. Київ, Україна,*

Винник Н.П.,

к.мед.н., с.н.с.

*ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб
ім. Л.В. Громашевського НАМН України», м. Київ, Україна*

ПРОБЛЕМИ БІОЗАХИСТУ ТА БІОБЕЗПЕКИ З ПОЗИЦІЇ ЕПІДЕМІЧНОГО РИЗИКУ

Пандемія COVID-19 показала світу неспроможність лише за рахунок національних систем охорони здоров'я та реалізації положень відповідних нормативних документів протистояти тим сучасним біологічним загрозам, які можуть мати масштабний характер і ризики яких постійно зростають [1]. Біозахист означає стан або здатність

країни забезпечити свою безпеку шляхом протидії впливу біологічних явищ і пов'язаних з ними факторів ризику [2, 3]. Щодо поняття «біобезпека», то існує певна неоднозначність у його визначенні. У Керівництві по лабораторній біологічній безпеці ВООЗ це «принципи стримування, технології та практики, які реалізуються для того, щоб запобігти ненавмисному впливу біологічних агентів або їх ненавмисному вивільненню» [4]. На офіційному сайті Європейської комісії «Біологічна безпека» вона розглядається з позиції попередження впливу патогенів та біотоксинів на людину через харчові продукти шляхом створення комплексної правової основи для підвищення рівня безпеки харчових продуктів в Європі [5]. Вітчизняними вченими в галузі ветеринарної медицини надано широке поняття біобезпеки: «система попередження масштабних збитків для живих систем, спрямована на збереження екологічної рівноваги та здоров'я людини», задачами якої є «попередження індивідуального або масового інфікування людей, збереження здоров'я тварин і стабільного благополуччя екосистем, запобігання конструюванню та застосуванню біологічної зброї» [6]. Ми формулюємо своє визначення поняття біологічної безпеки як «збереження стану рівноваги між людською популяцією, тваринним, рослинним світом із одного боку та їх патогенами – з іншого боку, що характеризується відсутністю або контрольованістю несприятливих подій, які б могли спричинити поширення особливо небезпечних патогенів та викликати надзвичайну ситуацію в сфері охорони здоров'я, тваринництва чи сільського господарства» [1].

Отже, біологічний захист і біологічна безпека мають протистояти біологічним загрозам, до яких у сучасному світі можна віднести природні (обумовлені емерджентними і реемерджентними патогенами з високою вірулентністю, високими епідемічним або пандемічним потенціалом; антибіотикорезистентними варіантами мікроорганізмів); наслідки стихійних катастроф; біологічну зброю та біотероризм; біологічні розробки та їх продукти з ризиком подвійного використання; недотримання правил роботи з патогенами в лабораторних умовах та на біотехнологічних виробництвах. До зазначених біозагроз додаються ризики опосередкованого біотероризму – штучні катастрофи, які можуть бути різними за масштабом і непередбачуваними за наслідками як для окремого регіону, так і для світу в цілому [1]. Як приклад можна назвати підлив Каховської гідроелектростанції, і поки що невідомо, коли і як наслідки її руйнування можуть відбитися на епідемічній ситуації з тієї чи іншої інфекційної хвороби, зокрема й емерджентної. І такі екологічні катастрофи, можливо менші за видимими масштабами,

але невідомі за віддаленими наслідками, Україні завдаються майже щодня від початку агресії рф.

Існують суттєві прогалини у вирішенні питань епідемічних ризиків з позиції біозахисту і біобезпеки. Для запобігання ризиків передусім необхідний аналіз ризиків, передумовами ефективного здійснення якого на національному рівні є відповідні політика та законодавство; наявність національної стратегії у галузі біобезпеки і біозахисту, інфраструктури, науково-дослідницького потенціалу, навчання тощо. В Україні законодавчими актами, які мають безпосереднє відношення до біобезпеки, є Конституція України, Закони України «Про захист населення від інфекційних хвороб» (2000) і «Про систему громадського здоров'я» (2023). 27.11.2019 р. розпорядженням КМУ (№ 1416-р) було затверджено документ «Про схвалення Стратегії забезпечення біологічної безпеки та біологічного захисту за принципом “єдине здоров'я” на період до 2025 року та затвердження плану заходів щодо її реалізації», у реалізації якої передбачалось створення нормативної документації, більшість із яких натеper затверджені наказами МОЗ або Постановами КМУ. Зокрема, наказом МОЗ України від 30.12.2020 р. за №1726 «Про затвердження Порядку обліку, звітності та епідеміологічного нагляду (спостереження) за інфекційними хворобами та Переліку інфекційних хвороб, що підлягають реєстрації» визначено загальні принципи епідеміологічного нагляду та інфекції, що підлягають реєстрації. Але епідеміологічний нагляд зводиться, головним чином, до виявлення та спостереження за захворюваністю без акценту аналізі ситуації та розробці й реалізації протепідемічних і профілактичних заходів. Розпорядженням КМУ від 15.09.2023 р. за № 800-р затверджено «Перелік пріоритетних біологічних агентів», Постановою КМУ від 08.03.2024 р. за № 266 – «Порядок інформування населення з питань біологічної безпеки та біологічного захисту». Проект Закону України «Про біологічну безпеку та біологічний захист», що також був розроблений у рамках Стратегії, проходить фінальну стадію затвердження, але стосується він лише дотримання безпечної роботи з патогенами. Але залишається багато невиконаних пунктів Плану заходів Стратегії, реалізація яких є вкрай важливою для того, щоб говорити про побудову системи біобезпеки і біозахисту в країні.

На жаль, пандемія COVID-19 не вплинула на формування поглядів на біозахист та біобезпеку як на низку заходів, спрямованих на попередження поширення інфекційних хвороб. У цьому плані можна назвати Указ Президента України Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 15 жовтня 2021 року «Про Стратегію біобезпеки та біологічного захисту» № 668/2021 від 17.12.2021 р., що

стосується стратегії біобезпеки та біозахисту (тобто, це ще одна стратегія), в якій негативний вплив біологічних чинників пов'язаний, у першу чергу, «... з імовірними негативними наслідками розвитку сучасних біотехнологій та синтетичної біології, міграційними процесами, транскордонними переміщеннями тварин, товарів, появою нових збудників емерджентних інфекцій, проявами біотероризму, відсутністю чітко визначеної процедури провадження генетично-інженерної діяльності тощо» без жодного слова про звичайні, неемерджентні інфекції, які постійно становлять ризик щодо біологічних загроз, та здійснення епідеміологічного та епізоотологічного нагляду, без яких система біобезпеки не може бути реалізована. Ніяким чином не враховується роль епідеміологічного нагляду в підтриманні біобезпеки та біозахисту населення від інфекційних хвороб.

Україна пройшла великий і непростий шлях становлення системи біобезпеки і біозахисту, спочатку через пандемію, а потім через військову агресію, яка продовжується й досі. Однак, хоча і зроблено багато кроків у напрямку побудови системи біобезпеки та біозахисту, насправді попереду багато роботи, щоб вибудувати її такою, щоб могла протистояти існуючим біоризикам та тим, що можна очікувати в майбутньому, зокрема і «хворобі Х». Щодо суто медичної складової, то головне місце в цій системі належить епідеміологічному нагляду, функціями якого залишаються нагляд, виявлення, аналіз, прогноз, прийняття та реалізація управлінських рішень, спрямованих на попередження та протидію біоризикам [1], у тому числі шляхом переходу від стратегії утручання в епідемічний процес на підставі захворюваності (тобто факту, що стався) до стратегії оцінки ризику з розробкою та впровадженням системи забезпечення епідеміологічної безпеки і загалом біобезпеки населення України.

Список використаних джерел:

1. Задорожна В.І., Шагінян В.Р., Винник Н.П. Біобезпека, біозахист і «хвороба Х»: дефініції, глобальні та національні проблеми, шляхи вирішення // Інфекційні хвороби. – 2024. – №3. – С. 53–63.
2. Hao R., Liu Y., Shen W. et al. Surveillance of emerging infectious diseases for biosecurity // *Sci. China Life. Sci.* – 2022. – Vol. 65(8). – P. 1504-1516.
3. Renault V., Humblet M.F., Saegerman C. Biosecurity concept: origins, evolution and perspectives // *Animals (Basel)*. – 2021. – Vol. 12(1):63. – doi:10.3390/ani12010063.

4. Laboratory biosafety manual, fourth edition // World Health Organization. – Geneva: WHO, 2020. – 124 p. – 21 December 2020. – Mode of access: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240011311>.

5. Biological Safety // European Commission. – Mode of access: https://food.ec.europa.eu/food-safety/biological-safety_en.

6. Стегній Б.Т., Герілович А.П., Ібатулін І.І., Бісюк І.Ю. Проблеми біологічної безпеки та біологічного захисту у ветеринарній медицині та біотехнології. – Харків: «НТМТ», 2013. – 414 с.

УДК 616.72-018.3+577.17.049-007.249-036.12-07-092

Сокрут М.В.,

асистент,

Сокрут О.П.,

к.м.н., доц.,

Ракша-Слюсарєва О.А.,

к.м.н., д.б.н, професор

Литвинова О.В.,

к.м.н., доц.,

Сокрут В.М.,

д.м.н, проф.,

Попов В.М.,

Асистент,

Донецький національний медичний університет, м. Лиман, Україна

Кіліян В.В.

керівник медично відділу Федерації футболу України, м.Київ.

ВПЛИВ МЕТАЛІВ ҐРУНТУ НА ПАТОГЕНЕЗ СУГЛОБОВОГО СИНДРОМУ

На 52 пацієнтах з артропатіями – мешканцях Донбасу вивчали біоелементози. В патогенезі суглобового синдрому в більшості випадків знаходять порушення параметрів гомеокінезу та механізмів адаптації [1, 2]. Стан гомеокінеза оцінюють на основі реабілітаційного дуалізму – балансу системи та анти системи. Запальні захворювання суглобів включені в поняття «суглобовий синдром», який клінічно та патогенетично відображає дисадаптацію функції опорно-рухового апарату. Якщо маніфестний остеоартрит спостерігається у 3% населення, то при спеціальних дослідженнях він діагностується в 5 разів

частіше [3, 4] і супроводжуються мікроелементозом, перебіг якого проявляється змінами в організмі рівнів Al, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn та інших металів. Численними дослідженнями доведено, що найбільш ефективними в плані попередження розвитку патології суглобів є програма первинної профілактики, яка включає модифікацію способу життя з відповідною корекцією параметрів гомеокінезу, механізмів адаптації та зниження забруднення навколишнього середовища важкими металами. Перебіг гонартроза і коксартроза тісно пов'язаний з рівнем металів у навколишньому середовищі мешкання хворих (грунт, ґрунтові води), що істотно впливає на характер мікроелементозу в організмі таких пацієнтів і залежить від їх «вегетативного паспорта», форми коморбідності [2]. Проведення дисперсійно-кореляційного співставлення рівнів металів у волоссі з параметрами мікроелементів у ґрунті зон мешкання хворих на суглобовий синдром дозволить встановити роль екзогенних металів у патогенетичних побудовах захворювання та формуванні мікроелементозів. Вивчали індекс мінеральної щільності кістки BMD, вміст кальцію у волоссі та функціональні зв'язки між рівнями металів у волоссі та ґрунті місць проживання хворих з застосуванням кореляційних методів статистики. Для визначення рівнів металів Al, Co, Cr, Fe, Mo, Ni, Ti, V Ca у волоссі хворих, визначення форми коморбідності за нормованим внутрішньоклітинним кальцієм використовували метод атомно-абсорбційної спектрометрії. На порушення параметрів гомеокінезу пацієнтів з суглобовим синдромом впливають їх вегетативний паспорт, коморбідність та фенотипічні фактори (навколишнє середовище). Показано, що концентрація Fe у волоссі пацієнтів з гонартрозом і коксартрозом тісно пов'язана з рівнями у ґрунті місць проживання хворих Co (BF=3,24, $p=0,001$), Mo (BF=2,33, $p=0,011$), Ni (BF=2,43, $p=0,008$), Ti (BF=3,85, $p<0,001$) і V (BF=16,81, $p<0,001$), що об'єднані в групу важких металів, мають зв'язки які демонструє дисперсійний аналіз Брауна-Форсайта. Згідно вище сказаного, рівень у волоссі Fe впливає на тяжкість гонартроза і коксартроза, поширеність ураження суглобів, розвиток синовіту. Обґрунтованим є використання метода видалення Fe із питної води з допомогою вугільно-антрацитної суміші на Старобешівській ТЕС (Донбас). Стан мікроелементозів у волоссі пацієнтів з суглобовим синдромом тісно пов'язаний з рівнем металів у ґрунті. Достовірно впливає рівень Ti у ґрунті на рівень у волоссі Al (BF = 22,22, $p < 0,001$), Co (BF = 4,39, $p < 0,001$), Cr (BF = 2,8, $p < 0,001$), V (BF = 6,18, $p < 0,001$). Проведений аналіз кореляційних зв'язків між металами у волоссі хворих на гонартроз і коксартроз з рівнями металів в ґрунті проживання хворих показав, що показники у волоссі V і Cr

прямо співвідносяться з параметрами однойменних металів у ґрунті (відповідно $r = +0,304$, $p = 0,004$ і $r = +0,312$, $p = 0,003$). При надлишку V в організмі виникають аномалії скелета. Зниження вмісту V викликають порушення ліпідного та електролітного обмінів з розвитком гіперхолестеринемії і гіпернатріємії. Дефіцит V формує Са-надлишкову коморбідність на тлі атеросклерозу, що в цьому випадку посилює пошкодження у суглобах через механізми оксидантного стресу. Отримані результати потрібно використовувати для профілактики прогресування патології суглобів з допомогою замісної дієти, особливо у мешканців Донбасу. Рівень Al ($r = -0,222$, $p = 0,04$) і Ni ($r = -0,262$, $p = 0,015$) у волоссі обернено корелює з Cr у ґрунті. Показники рівня Cr і Al можуть розглядатися в плані прогнозу розвитку остеопорозу. Ці два елементи є антагоністами, тому підвищення рівня Cr у волоссі можна розглядати як позитивну ознаку щодо відсутності у пацієнта схильності до остеопорозу. Сам Cr є малотоксичним, токсичні його з'єднання. Але, будучи сильними окислювачами, з'єднання Cr порушують нормальний перебіг багатьох обмінних процесів і пригнічують активність ряду ферментних систем, здатні патологічно впливати на суглоби. Cr сприяє структурній цілісності молекул нуклеїнових кислот, бере участь в обмінних процесах в хрящі суглобів, підсилює виведення солей важких металів з організму [2, 4, 5]. Дефіцит Cr у ґрунті формує Са-дефіцитну коморбідність зі схильністю до розвитку остеопорозу, високу активність вагуса. Волосся хворих з суглобовим синдромом в регіонах з високим вмістом у ґрунті Co накопичують Al, Co, Mo і Ti. Від рівня у ґрунті навколишнього середовища Ti залежать концентрації у волоссі Al, Co, Cr і V, показники Al і Ti відповідно тісно пов'язані з Mo і Ni. З урахуванням проведеного дисперсійного і кореляційного аналізу зроблено такий висновок: регіони проживання хворих з остеоартрозом колінних і кульшових суглобів, що містять у ґрунті високий вміст Co, є факторами ризику розвитку мікроелементозів Mo, Ni – Ti, V. При вмісті у ґрунті $V > 160$ мкг/кг ($> M + SD$) відслідковується ванадієвий мікроелементоз у волоссі. Проведений аналіз впливу металів у ґрунті регіонів проживання хворих на клінічні ознаки перебігу гонартрозу і коксартрозу показали, що на поширеність артикулярного синдрому (суглобовий рахунок) впливають рівні у ґрунті Co ($BF = 2,24$, $p = 0,012$), Mo ($BF = 3,35$, $p < 0,001$) і Ti ($BF = 4,60$, $p < 0,001$), на формування реактивного синовіту – Cr ($BF = 5,26$, $p = 0,024$), а остеохондрозу хребта – V ($BF = 3,11$, $p = 0,031$). Відібрані клінічні ознаки остеоартрозу, які одночасно мали дисперсійні зв'язки Брауна-Форсайта і кореляційні Кендалла з окремими металами у ґрунті. Виявилося, що від концентрації у ґрунті Co залежить виникнення лігаментозу ($BF = 4,87$,

$p=0,030$; $\tau=+0,207$, $p=0,005$), трабекулярного набряку стегнової кістки ($BF=3,68$, $p=0,045$; $\tau=+0,171$, $p=0,019$) і надколінка ($BF=4,25$, $p=0,041$; $\tau=+0,186$, $p=0,011$), від Ti – пошкодження передньої хрестоподібної зв'язки ($BF=60,13$, $p<0,001$; $\tau=+0,150$, $p=0,039$), від V – епіфізарного остеопорозу ($BF=3,56$, $p=0,047$; $\tau=+0,213$, $p=0,004$). Факторами ризику розвитку вищезазначених ознак гонартроза і коксартроза є показники у ґрунті регіонів проживання хворих $Co>2,5$ мкг/кг, $Ti>520$ мкг/кг і $V>160$ мкг/кг ($>M + SD$). Високі рівні Co і Cr у ґрунті посилюють ризик розвинення патології суглобів на тлі Са-надлишкової коморбідності. Надлишок V особливо негативно впливає на перебіг патології суглобів на тлі Са-дефіцитної коморбідності. Параметри Al , Co , Cr , Mo , Ni , Ti і V у волоссі залежать від вмісту у ґрунті Co , Cr , Ni і V . Інтегральні індекси тяжкості мікроелементозу у волоссі хворих на гонартроз і коксартроз мають прямі дисперсійно-кореляційні зв'язки відповідно з показниками Cr і V у ґрунті. Co , Ti і V впливають на формування епіфізарного остеопорозу, лігаментозу, трабекулярного набряку стегнової кістки і надколінка, на пошкодження передньої хрестоподібної зв'язки. Показники рівня Cr і Al можуть розглядатися в плані наявності або прогностичного розвитку остеопорозу. Особливо негативно впливає надлишок Cr у ґрунті на патологію суглобів на тлі Са-надлишкової коморбідності, а надлишок V – при Са-дефіцитній коморбідності.

Список використаних джерел:

1. Сокрут М.В. Елементоз при патології суглобів та ендопротезуванні: монографія. Слов'янськ: Друкарський двір, 2021. 218 с.
2. Порушення параметрів гомеостазу при патології суглобів та їх ендопротезуванні: наукова монографія. Сокрут М.В., Гоженко А.І., Климовицький Ф.В., Сокрут В.М., Сокрут О.П., Попов В.М., Левітін Є.Я., Лях Ю.Є., - Львів: Видавництво ПП «Магнолія 2006», 2024 – 310 с.
3. Фізична реабілітаційна та спортивна медицина: підручник / Сокрут В.Н., та ін. Львів: ФОП Марченко Т.В., 2021. Т1. 340 с.
4. Сокрут М.В., Синяченко О.В., Сокрут О.П., Климовицький Ф.В. Метаболічний синдром при гонартрозі. *Південноукраїнський медичний науковий журнал*. 2018. № 19. С. 60-63.
5. Physical, rehabilitation medicine: Neurorehabilitation: Textbook for students and doctors / Edited by prof. V.Sokrut – Lviv: Publisher T. Marchenko., 2022.- Vol. 2.- 292 p.

УДК 614.88:621.039.586713, 616-036.88:616.001.8;614.876;616-006+616-03

Сушко В.О.,

д.м.н., професор, член-кор. НАМН України,

Колосинська О.О.,

к.м.н., старш. дослідник

Державна установа «Національний науковий центр радіаційної медицини, гематології та онкології НАМН України», Київ, Україна

**СТРУКТУРА ПРИЧИН СМЕРТІ ЧЕРЕЗ НАЙПОШИРЕНІШІ
НЕОНКОЛОГІЧНІ ТА ОНКОЛОГІЧНІ ЗАХВОРЮВАННЯ
СЕРЕД ПОСТРАЖДАЛИХ ВНАСЛІДОК АВАРІЇ НА
ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС У ВІДДАЛЕНОМУ
ПІСЛЯАВАРІЙНОМУ ПЕРІОДІ ЗА МАТЕРІАЛАМИ
МЕДИЧНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ ПРИЧИННОГО ЗВ'ЯЗКУ
ЗАХВОРЮВАНЬ З ВПЛИВОМ НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ
КАТАСТРОФИ**

З плином часу після Чорнобильської катастрофи зростає смертність серед постраждалих, що підтверджено демографічними та популяційними дослідженнями [1]. Проблема експертизи причин смерті у постраждалих контингентів набуває все більшої актуальності. З 1988 року на базі ННЦРМГО діє Центральна міжвідомча експертна комісія по встановленню причинного зв'язку хвороб, що привели інвалідності і смерті з дією іонізуючого випромінювання та інших шкідливих чинників внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС (ЦМЕК) [2].

Об'єкт дослідження: вплив іонізуючого випромінювання на розвиток і прогресування неонкологічних та онкологічних захворювань в постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС. Предмет дослідження: медична експертиза встановлення причинного зв'язку хвороб що призвели до смерті з роботами та впливом наслідків аварії на ЧАЕС.

Мета роботи – провести системний аналіз структури смертності через найпоширеніші неонкологічні та онкологічні хвороби серед постраждалих внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС за матеріалами медичної експертизи причинного зв'язку захворювань з впливом наслідків Чорнобильської катастрофи.

Робота виконана в дизайні ретроспективного-проспективного дослідження за матеріалами медичних експертних справ ЦМЕК (впродовж 2013-2024 років розглянуто 64 174 експертних медичні справи, в т.ч. 21 085 посмертно) із застосуванням системного аналітичного підходу та доказового статаналізу.

Впродовж 2008-2024 років має місце суттєве зростання смертності і, відповідно, скорочення чисельності всіх категорії постраждалих, але в першу чергу – УЛНА.

Станом на 01.01.2025 року статус постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи в Україні мали 1 487 351 осіб, в тому числі 261 937 дитини. Загальна кількість постраждалих громадян дорослого віку станом на 01.01.2025 року порівняно з 2008 роком зменшилася на 609 122 осіб, або на 33,20 % (з 1 834 536 до 1 225 414 осіб)

Кількість учасників ліквідації аварії за цей період скоротилася з 276 327 до 146 185, або на 130 142 осіб (47,10 %), тобто впродовж останніх 10 років помер більше ніж кожний третій учасник ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС.

Кількість потерпілих дорослого віку скоротилася з 1 558 209 у 2008 році до 1 079 229 у 2025 році, або на 30,74 % (478 980 особи). Кількість дітей, постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС, скоротилася з 534 568 осіб у 2008 році до 261 937 у 2025 році, або на 272 6631 особи. Вдови – 43 363. «Ядерщики» – 1 326. Потерпілі не з власної вини за інших (не ЧАЕС) обставин – 30.

Серед постраждалих до категорії І (наявність встановленого шляхом медичної експертизи зв'язку захворювання, що призвело до інвалідності з впливом наслідків аварії на ЧАЕС) станом на 01.01.2025 року належали 100 011 осіб (46 580 – ЛНА, 52 381 – потерпілі); дітей інвалідів ЧАЕС - 1050, «ядерщиків» – 378, інші – 20), максимум цієї групи постраждалих зафіксований в 2014 рік – 117 158 осіб. В структурі посмертних справ медичної експертизи зв'язку захворювань що призвели до смерті постраждалих абсолютно домінуючою є категорія І – 51,25 % (10 807 випадків), які як пацієнти з експертно вивіреною причинно-наслідковим зв'язком з впливом радіаційного опромінення та наслідками аварії на ЧАЕС і підтвердженою втратою працездатності мали більш важкий декомпенсований перебіг хвороби. На другому місці – ліквідатори 2А категорії (22,01 %), які брали участь у роботах з ЛНА і на перших етапах аварії та отримали підвищені дози опромінення.

Злоякісні новоутворення стали в 2013-2024 роках стали причиною смерті 52,59 % постраждалих. У структурі онкологічних посмертних експертних випадків (n=11 090) впродовж 2019-2024 років основна причина смерті належить до онкогематологічних захворювань (16,16 %), раку товстої кишки (15,00 %), раку молочної залози у жінок (12,69 %), раку передміхурової залози у чоловіків (13,38 %), раку легень та верхніх дихальних шляхів (10,15 %).

Причиною смерті через основні серцево-судинні захворювання у постраждалих внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС стали 42,79 % випадків експертизи, хронічні захворювання дихальної системи – 3,0 %, інші хвороби загалом – 2,9 %. Хронічна серцево-судинна патологія

стала причиною смерті у 44,0 % (n=4 468) випадків неонкологічних захворювань, хронічна церебро-васкулярна патологія – у 45,56 % (n=4 554) випадків.

Найважливішими непухлинними ефектами через 39 років після аварії є:

- підвищення захворюваності та смертності учасників ЛНА від серцево-судинних захворювань;
- висока частота цереброваскулярних захворювань та когнітивних порушень у учасників ЛНА;
- підвищення частоти радіаційних катаракт та судинної патології ока;
- підвищення захворюваності на непухлинні захворювання щитоподібної залози;
- порушення психічного здоров'я у дітей, які були опромінені in utero.

Також, встановлено більш високий рівень захворюваності жіночого та чоловічого населення територій України, що зазнали більшого забруднення ^{131}I та відповідно мали більш високі середньообласні дози опромінення щитоподібної залози (більше 35 мЗв) у порівнянні із показниками решти областей (менше 35 мЗв).

До найважливіших пухлинних ефектів слід віднести:

- захворюваність на усі форми раку у учасників робіт з ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС (УЛНА) перевищує національний рівень: SIR = 106,7 % (95 % ДІ: 104,9–108,5);
- істотне перевищення очікуваного рівня захворюваності на рак щитовидної залози серед УЛНА – у 4,4 рази, евакуйованих – у 4,0 рази, мешканців забруднених територій – у 1,3 рази;
- захворюваність на лейкемії та лімфоми УЛНА у 1,5 рази та евакуйованих у 1,4 рази вища за національний рівень;
- захворюваність жінок УЛНА на рак молочної залози у 1,6 рази вища за очікуваний рівень.

Список використаних джерел:

1. Тридцять п'ять років Чорнобильської катастрофи: радіологічні та медичні наслідки, стратегії захисту та відродження : Національна доповідь України / за ред. Д.А. Базики, М.Д. Тронько, Ю.Г. Антипкін, В.О. Сушко. Київ, 2021. - 283 с.

2. Structure and characteristics of the Chornobyl NPP accident survivors reasons of death according to the materials of medical expertise for the causal relationship of diseases with the effect of ionizing radiation in the remote postaccidental period (2024 year) / Sushko V.O., Kolosynska O.O., Apostolova O.V. // Probl. Radiac. Med. Radiobiol. -2024, Dec:(29). – P. 419-424. doi: 10.33145/2304-8336-2024-29-419-424.

Талан О.О.,

к.б.н., с.н.с.

*Інститут експериментальної радіології
Державної установи «Науковий центр радіаційної медицини
гематології та онкології НАМН України», Київ, Україна*

Шеметун О.В.,

д-р мед. наук, с.н.с.

*Інститут експериментальної радіології
Державної установи «Науковий центр радіаційної медицини
гематології та онкології НАМН України», Київ, Україна*

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСИСТЕНЦІЇ ХРОМОСОМНОЇ
НЕСТАБІЛЬНОСТІ В ЛІМФОЦИТАХ КРОВІ ЛЮДИНИ ЗА
УМОВ ВПЛИВУ КОНДИЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД
КЛІТИН НЕДРІБНОКЛІТИННОГО РАКУ ЛЕГЕНЬ ЛЮДИНИ
А-549**

Результатом взаємодії нормальних та злоякісних клітин є пухлинно-індукований ефект свідка (ПЕС), який на цитогенетичному рівні проявляється підвищенням частоти аберацій хромосом [1]. Збереження цілісності геному забезпечується процесами репарації ДНК та елімінації нежиттєздатних клітин. Однак, мінорні генетичні пошкодження можуть зберігатись і передаватись протягом кількох клітинних генерацій. На тлі хронічних мутагенних впливів це призводить до наростання загальної геномної нестабільності [2, 3]. Дослідження персистенції хромосомної нестабільності, індукованої ефектом свідка в інтактних соматичних клітинах людини, є важливим для розкриття механізмів розвитку вторинних злоякісних новоутворень в організмі людини [4].

До дослідження на основі поінформованої згоди були залучені десять здорових осіб середнього віку, які заперечували свідомий контакт з іонізуючою радіацією та іншими мутагенними чинниками. Культивування цільної крові людини виконували з використанням загальноживаного напівмікрометоду у нашій модифікації [5]. Клітини недрібноклітинного раку легень людини А-549 культивували в поживному середовищі Advanced DMEM/F12 за стандартною методикою [6]. При визначенні впливу кондиційного середовища клітин А-549 на лімфоцити крові людини його відбирали через 24 години після заміни і додавали до культури лімфоцитів крові в об'ємі

0,30 мл перед початком культивування. Було проведено культивування периферичної крові людини з додаванням кондиційного середовища клітин недрібноклітинного раку легень лінії A-549 протягом чотирьох мітотичних поділів (48, 72, 96, 120 годин). При цитогенетичному аналізі застосовували рівномірне забарвлення хромосом.

Вивчення впливу кондиційного середовища від перещеплюваної культури клітин недрібноклітинного раку легень людини A-549 на цитогенетичні показники в ЛПК умовно здорових осіб протягом періоду спостереження встановило в них підвищення загальної частоти аберацій хромосом за рахунок збільшення частоти аберацій хроматидного типу ($p < 0,05$), які є маркерами хромосомної нестабільності. Ці пошкодження були представлені одиночними фрагментами. Загальні частоти аберацій хромосом в лімфоцитах периферичної крові обстежених осіб значуще не розрізнялись між собою впродовж чотирьох мітотичних поділів ($p > 0,05$). Середньогрупові частоти аберацій хромосомного типу не мали статистично значимої різниці з відповідними контрольними рівнями ($p > 0,05$) і були представлені ацентричними парними фрагментами. Зареєстровано міжіндивідуальну варіабельність обстежених осіб у здатності до індукції ПІЕС.

Таким чином, у лімфоцитах периферичної крові людини встановлено персистенцію хромосомної нестабільності протягом чотирьох мітотичних поділів внаслідок розвитку пухлинно-індукованого ефекту свідка, зумовленого впливом кондиційного середовища клітин недрібноклітинного раку легень людини A-549. Отримані результати є першим етапом досліджень з вивчення персистенції радіаційно-індукованого ефекту свідка в соматичних клітинах людини.

Список використаних джерел:

1. Shemetun O. V., Talan O. O., Dibska O. B. et al. Cytogenetic study of manifestations of the universal phenomenon of the bystander response // *Problems of radiation medicine and radiobiology*. – 2022. – Вип. 27. – Р. 249–263. doi: 10.33145/2304-8336-2022-27-249-263.
2. Педан Л.Р., Гончарова Р.Й., Качко Г.О. та ін. Спадкова патологія людини і геномна нестабільність // *Довкілля та здоров'я*. – 2018. – № 2 (87). – С. 4–9. doi: 10.32402/dovkil2018.02.004.
3. Клетнієкс У., Буткявічус А., Гладишев В.В., Соколовський С.С. Чому ми старіємо? Основні ознаки старіння // *Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики*. – 2024. – Т. 17, № 1(44). – С. 88–98. doi: 10.14739/2409-2932.2024.1.289224.
4. Rong Wang, Tingyang Zhou, Wei Liu and Li Zuo. Molecular

mechanism of bystander effects and related abscopal/cohort effects in cancer therapy // Oncotarget. – 2018. – Vol. 9, no. 26. – P. 18637–18647.

5. Pilinska M.A., Shemetun O.V., Talan O.A. et al. Study the effects of ionizing radiation on the level of chromosome instability in human somatic cells during the development of tumor-induced bystander effect // Problems of radiation medicine and radiobiology. – 2020. – Вип. 25. – P. 353–361. doi: 10.33145/2304-8336-2020-25-353-361.

6. Pochapinskiy O.D., Lavrenchuk G.Y., Atamaniuk N.P., Chernyshov A.V. Selection and testing of experimental models of normal and malignant human cells *in vitro* and avaluation of their sensitivity range to the neutron/capture and photon-capture agents and photosensitizers // Problems of radiation medicine and radiobiology. – 2022. – Вип. 26. – P. 260–272. doi: 10.33145/2304-8336-2021-26-260-272.

УДК 573[504:57.04]

Тукаленко Є.В.,

к.б.н., с.д., с.н.с.,

Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна

НОВА ІННОВАЦІЙНА СИСТЕМА ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЕ ПОДОЛАТИ ПРОБЛЕМУ НЕВІДОМОСТІ ІСТОРІЇ ЖИТТЯ ТВАРИН, ЩО МЕШКАЮТЬ НА ЗАБРУДНЕНІЙ РАДІОІЗОТОПАМИ ТЕРИТОРІЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ

Широке використання атомної енергії, навіть за умов суворого дотримання регламентних правил, завжди супроводжується ризиком опромінення персоналу, населення та біоти внаслідок аварійних інцидентів на реакторах атомних електростанцій, за використання джерел іонізуючого випромінювання у медицині та промисловості, внаслідок військових конфліктів або терористичної діяльності, а також під час довгострокових космічних польотів. Особливо яскраво це проявилось під час аварій на чорнобильській та фукусимській АЕС (найсерйозніші радіаційні аварії, згідно міжнародної шкали ядерних подій). Ці аварії відродили громадський та науковий інтерес до впливу радіонуклідів навколишнього середовища на здоров'я людей та природні екосистеми. Після аварії на Чорнобильській АЕС було створено зона відчуження та зону безумовного (обов'язкового) відселення (ЗВЗБ(о)В) у радіусі 30 км навколо проммайданчика АЕС, щоб обмежити вплив радіоактивного забруднення на людей. Однак з того часу біота продовжує зазнавати впливу підвищених рівнів

радіоізотопів з тривалим періодом напіврозпаду, зокрема Cs-137, Sr-90 та Pu-239 (близько 30, 29 та 24100 років відповідно). Забруднене навколишнє середовище створює складні стресові фактори, які впливають на місцеву дику природу, а зона відчуження є найбільш вивченою моделлю біологічного впливу опромінення радіонуклідами. Ранній суттєвий вплив радіаційного опромінення у надзвичайно високих дозах був описаний для найближчої лісової екосистеми - так званого «Рудого лісу». Очевидні драматичні наслідки включали загибель хвойних дерев, популяцій дрібних ссавців і безхребетних геотарпетобіонтів. З іншого боку, незважаючи на десятиліття досліджень дикої природи в ЗВЗБ(о)В, на сьогодні не існує наукового консенсусу щодо інтерпретації пізніших численних досліджень впливу хронічного низькодозового опромінення на біоту. Це обумовлено багатьма факторами, зокрема великою кількістю видів тварин, що досліджувалися, дуже широким діапазоном доз (також важливо пам'ятати що рівень дозових навантажень стабільно зменшувався внаслідок фізичного розпаду радіонуклідів), строкатістю вивчення радіаційних ефектів на різних рівнях організації природи (від молекул, наприклад, пошкодження ДНК, до популяційних параметрів), які часто важко поєднувати та розглядати разом. Також, уявляється важливим вплив істотних змін природного середовища внаслідок аварії та контраварійних заходів, повторюваних затоплень і лісових пожеж. Все це, як і обмеження антропогенного навантаження додає багато невизначеності до отриманих результатів.

У біології, та радіобіології зокрема, дуже важливим є вибір виду модельної тварини для досліджень. Так, наприклад, дослідження великих ссавців ЗВЗБ(о)В навряд чи має сенс з огляду на їх великий домашній ареал та відповідно істотну проблему точності оцінки дозового навантаження, відносно невелику кількість тварин, що можуть бути досліджені тощо. Найкращою моделлю ссавців для кількісної оцінки біологічних наслідків впливу радіації на довкілля та впливу радіації на організм є руда нориця (*Myodes glareolus*), яка мешкає в листяних і хвойних лісах та є ключовим видом для лісових екосистем, що робить її привабливим видом-індикатором оцінки антропогенного впливу. Перевагами використання цього муродного гризуна є і) широке розповсюдження у ЗВЗБ(о)В і за її межами, ii) високу здатність до повторного відлову, iii) невеликий домашній ареал, iv) суттєве радіаційне навантаження внаслідок стилю життя та залучення у трофічні ланцюги. З іншого боку, якщо ми розглянемо припущення про Рудий ліс, - найбільш забруднену територію в зоні відчуження, - як про «чорну діру популяції» (population sink) через радіаційне опромінення та/або екологічні фактори, такі як повені або лісові пожежі, та будемо враховувати здатність полівки до розселення (до 1 км за сезон розмноження), то дійдемо думки про безперервний міграційний потік

до цієї території де відтворення популяції є меншим за рівень смертності.

Розуміння наслідків мешкання рудих нориць на радіаційно-забруднених територіях було значно розширено нещодавніми дослідженнями команди Університету Юваскюля, до якої входив також автор статті. Так, за допомогою ампліконного секвенування генів бактеріальної 16S рРНК було показано, що опромінення радіонуклідами навколишнього середовища суттєво змінює кишковий мікробіом, але не бактеріальну спільноту шкіри, яка більше залежить від географічного чинника, ніж від рівня ґрунтових радіонуклідів. Радіаційно-асоційовані кишкові бактерії мають чіткі функціональні профілі, включаючи шляхи, що беруть участь у деградації, асиміляції та транспортуванні вуглеводів, біодеградації ксенобіотиків та репарації ДНК. Було кількісно оцінено експресію п'яти основних генів відповіді на пошкодження ДНК у печінці рудої нориці, яка мешкала у ЗВЗБ(о)В та на контрольних територіях та виявлено майже дворазове підвищення рівня регуляції генів-ініціаторів відповіді на пошкодження ДНК у тварин, які мешкали на забруднених територіях. Ці дані свідчать про те, що антиоксидантна активність може бути ключовим компонентом захисту від опромінення, спричиненого забрудненням довкілля, що в свою чергу, узгоджується з результатами, отриманими на ізольованих фібробластах шкіри рудих нориць, де було показано, що фібробласти тварин з зони відчуження мають підвищений рівень антиоксидантів, нижчу чутливість до апоптозу та підвищену стійкість до окислювального та ДНК-стресів. Також було показано, що іонізуюче випромінювання змінює гомеостаз теломер у популяціях диких тварин тканинно-специфічними шляхами та висловлено гіпотезу про зв'язок впливу радіонуклідів зі змінами мітохондріальної динаміки (рівні мтДНК, пошкодження мтДНК, рівні активності мітохондріального синтезу). У іншому дослідженні на популяційному рівні було показано лінійне зниження успішності розмноження та чисельності рудих нориць з підвищенням рівня дозового навантаження, яке можна модифікувати за рахунок екологічних механізмів. Також нещодавні статті описують вплив радіації на функціонування шлунково-кишкового тракту та зміни біоенергетичного балансу у опромінених рудих нориць. Усі ці знахідки, безперечно є вагомими з огляду на повнофакторний дизайн досліджень та реплікативному підходу, який застосовувався.

З іншого боку, важливо пам'ятати про екстремальну динаміку популяцій більшості дрібних гризунів. Їх регулярні періодичні коливання, відомі як багаторічні популяційні цикли, можуть бути ще одним джерелом невизначеності результатів досліджень, проведених у зоні відчуження з використанням рудих нориць. Це може бути однією з причин, що пояснюють суперечливі результати, отримані різними

дослідницькими групами. Відбір зразків одного і того ж виду тварин в одному і тому ж місці (наприклад, у Рудому лісі), але в різний час, не означає, що ці полівки дійсно однакові. Теоретично, вони можуть бути як місцевими мешканцями, так і мігрантами з чистих або менш забруднених територій, а також нащадками тих і інших. Залежність «доза-ефект» є наріжним каменем радіобіології, проте невизначеність історії життя тварин (що особливо важливо за постійного міграційного потоку) може значно зсувати оцінку дозових навантажень та зв'язок їх з ефектами на онто- та філогенетичному рівнях.

Для створення природних, але більш контрольованих умов експерименту ми створили чотири вольєри для рудих норичь площею 0,8 га (кожен з яких включає чотири підвольєри площею 0,2 га) у Рудому лісі та на контрольованих незабруднених територіях. Ця інноваційна дослідницька інфраструктура відкриває можливості революційних змін методології досліджень, за яких традиційні здебільшого описові дослідження замінюються на експериментальний підхід у природних умовах середовища.

УДК 504.06

Тур Ярослава,
асистент кафедри,
Ракша-Слюсарєва Олена Анатоліївна,
д. б. н., к. м. н., професор, професор кафедри,
Слюсарєв Олексій Аркадійович,
к. м. н., доцент, завідувач кафедри,
Коваленко Поліна Григорівна,
PhD, доцент, доцент кафедри,
Донецький національний медичний університет, м. Лиман, Україна

БІОБЕЗПЕКА МІСТА КРОПИВНИЦЬКИЙ: ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ВОДІ ТА ПОВІТРІ

Забруднення довкілля важкими металами є глобальною екологічною проблемою, що суттєво впливає на біобезпеку населених пунктів. Важкі метали потрапляють до навколишнього середовища внаслідок діяльності промислових підприємств, транспорту, сільського господарства та енергетики. Вони не піддаються розкладу, накопичуються у ґрунтах, воді, атмосферному повітрі та живих організмах, призводячи до порушення біологічної рівноваги й становлячи ризик для здоров'я людей. Особливо небезпечним є

попадання тяжких металів до водних артерій, а через них у рослини, організм тварин і людей [1 – 5].

У місті Кропивницький, котре має розвинену інфраструктуру, аграрну та машинобудівну промисловість, питання біобезпеки набуває особливого значення. Забруднення водного середовища річки Інгул і атмосферного повітря важкими металами в межах міста створює комплексну екологічну загрозу.

Метою роботи було дослідження рівня забруднення води та повітря важкими металами в місті Кропивницький та визначення потенційного впливу та меж загрози цих факторів щодо здоров'я мешканців та біобезпеки регіону

У роботі використовувалися семантичні та когнітивні і методи дослідження.

Забруднення водного середовища. Одним із головних джерел забруднення води у Кропивницькому є річка Інгул, яка протікає через місто і зазнає впливу скидів зливової каналізації, промислових стічних вод і поверхневого стоку з територій, де застосовуються мінеральні добрива.

За даними гідрохімічного моніторингу, вміст заліза у воді річки становить у середньому від 1,2 до 1,8 мг/дм³, при нормі 0,3 мг/дм³. Це перевищення в 4–6 разів свідчить про хронічне надходження заліза до водного середовища. Також фіксується перевищення марганцю — до 0,5 мг/дм³, тоді як ГДК для питної води становить лише 0,1 мг/дм³ [1–3].

Свинець виявлено в концентраціях 0,012–0,017 мг/дм³ при граничному рівні 0,01 мг/дм³. Кадмій у деяких пробах перевищує норматив у 1,3 рази. Лише мідь у більшості випадків знаходиться в межах допустимого — до 0,6 мг/дм³ при нормі 1,0 мг/дм³.

Таке хронічне забруднення має серйозні наслідки. Наприклад, свинець здатний порушувати синтез гемоглобіну, викликати анемії, затримку розвитку у дітей та неврологічні симптоми. Марганець, при тривалому надходженні, викликає ураження центральної нервової системи. Надлишок заліза може призвести до гіперферитинемії, пошкодження печінки та підвищення ризику оксидативного стресу [4].

Забруднення атмосферного повітря. Основними джерелами важких металів у повітрі Кропивницького є автотранспорт і підприємства теплоенергетики та машинобудування. За даними спостережень за якістю повітря, середньорічна концентрація свинцю становила 0,0005 мг/м³, що майже вдвічі перевищує допустимий рівень (0,0003 мг/м³). Кадмій фіксувався у концентраціях до 0,000008 мг/м³, що також перевищує гігієнічну норму (0,000005 мг/м³). Мідь переважно знаходиться в межах нормативу, проте в деяких випадках її концентрація наближається до граничної [1 – 3].

Особливо тривожним є те, що частинки важких металів у повітрі мають мікроскопічні розміри і легко проникають у нижні дихальні

шляхи, де не затримуються, а всмоктуються у кров. Це спричиняє розвиток хронічних респіраторних захворювань, посилює прояви астми, алергій, а також може викликати нефротоксичні ефекти.

Лишайниковий моніторинг у місті (використання лишайників як біоіндикаторів) засвідчив зменшення їх різноманіття в центральних і промислових районах, що свідчить про перевищення допустимих рівнів важких металів у повітрі.

У місті Кропивницький спостерігається стабільне забруднення водного і повітряного середовища важкими металами, що перевищує гігієнічні нормативи для свинцю, заліза, марганцю та кадмію. Це становить серйозну загрозу для біобезпеки населення.

Тривале надходження токсичних металів до організму людини, особливо через питну воду й повітря, може призвести до хронічних отруєнь, метаболічних розладів і зростання онкологічних та неврологічних захворювань.

З метою зниження ризиків необхідно:

- удосконалити системи очищення води та зливової каналізації;
- оновити інфраструктуру моніторингу якості повітря;
- залучати лікарів до екомоніторингу в групах ризику;
- проводити широку інформаційно-освітню роботу серед населення щодо шкідливого впливу важких металів.

Забезпечення екологічної безпеки повинно бути важливою складовою загальної системи охорони здоров'я.

Список використаних джерел

1. Міністерство захисту довкілля України. Звіт про стан довкілля Кіровоградської області, 2023. <https://mepg.gov.ua>
2. Пилипенко Н.А., Клименко М.О. Дослідження екотоксикологічного стану річки Інгул. Наукові записки ТДПУ. 2021;4(36):113–119.
3. ДСНС України. Щорічний моніторинг якості атмосферного повітря. Кіровоградська область, 2022.
4. BOO3. Guidelines for Drinking-water Quality. 4th ed. Geneva: WHO; 2022.
5. Лісовенко Г.С. Забруднення повітря важкими металами в умовах міського середовища. Екологічний вісник України. 2022;2(30):54–59.
6. Руденко О.М. Лишайники як біоіндикатори екотоксикологічного навантаження. Біоіндикація і моніторинг середовища. 2021;19(2):33–41.

*Удод О.А.,
д.мед.н., професор, завідувач кафедри стоматології,
Драмарецька С.І.,
к.мед.н., доцент, доцент кафедри стоматології,
Афоніна В.В.,
асистент кафедри стоматології,
Ахмедов А.А.О.,
аспірант кафедри стоматології,
Гавілей Д.О.,
аспірант кафедри стоматології,
Донецький національний медичний університет, м. Лиман, Україна*

ДЕЯКІ ПОКАЗНИКИ СТОМАТОЛОГІЧНОЇ ЗАХВОРЮВАНOSTІ НАСЕЛЕННЯ РЕГІОНІВ З РІЗНИМ РІВНЕМ ПРОМИСЛОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ

До територій України з високим рівнем екологічних ризиків, як відомо, відносяться промислові регіони, в яких екологічні проблеми пов'язані з шкідливими промисловими викидами та відходами виробництва. Однією з цілей національної екологічної політики визнано, згідно з Законом України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року», необхідність мінімізації впливу екологічно несприятливих чинників на соціально-економічний розвиток суспільства та здоров'я населення країни [1]. Донецька область за рівнем промислового виробництва до недавнього часу займала одне з провідних місць в Україні. Саме у Донецькій області були розташовані потужні підприємства металургічної, гірничої, коксохімічної, машинобудівної, енергетичної галузей з усіма супутніми виробництвами. На контрольованій території Донецької області у 2015-2022 роках головні підприємства, які вносили найбільш вагомий внесок в антропогенне забруднення довкілля, були розташовані у містах Маріуполь, Краматорськ, Покровськ, Курахове, Авдіївка [2]. Впливу антропогенних чинників забруднення довкілля на соматичне здоров'я населення, які мешкають на територіях, що підлягають їх дії, присвячені численні наукові дослідження [3, 4]. Окремо стоять питання щодо негативного впливу зазначених чинників на органи та тканини порожнини рота людини, зокрема, слизової оболонки. Певні тенденції відносно такого впливу можливо визначити у ході порівняння деяких показників стоматологічної захворюваності населення області з високим рівнем розвиненості промислового

виробництва та переважно аграрної області.

Мета роботи – порівняльний аналіз показників захворюваності слизової оболонки порожнини рота населення Донецької та Кіровоградської області у довоєнні роки.

Матеріали та методи. За даними узагальнених статистичних звітів закладів охорони здоров'я, розташованих у Донецькій та Кіровоградській областях і підпорядкованих МОЗ України, була проаналізована динаміка показників захворюваності слизової оболонки порожнини рота у розрахунку на 10 тисяч населення зазначених областей. Інформація була опублікована у довідниках Державного закладу «Центр медичної статистики Міністерства охорони здоров'я України», що знаходяться у відкритому доступі [5, 6]. Аналізу підлягали відповідні дані у розрахунку на 10 тисяч усього населення, а також дорослого населення віком 18 років і старше та дітей віком до 17 років включно за 2015-2016 та 2020-2021 роки. Інформація щодо населення областей зазначених категорій для розрахунку на 10 тисяч була наведена за даними Державної служби статистики України станом на 01.01.2022 року [7].

Результати дослідження. У закладах охорони здоров'я системи МОЗ України, що були розташовані у Донецькій області, у 2015 році показник захворюваності слизової оболонки порожнини рота у розрахунку на 10 тисяч усього населення складав 71,4, у 2016 році він дещо знизився до 68,2. У Кіровоградській області у закладах охорони здоров'я такого ж підпорядкування показники, майже не відрізняючись між собою, були дещо вищими та становили 81,1 і 81,2. Що стосується дорослого населення, то показники захворюваності, зафіксовані у закладах Донецької області, в обидва роки були вищими, зокрема, у 2015 та 2016 роках вони дорівнювали 65,8 та 63,9, у той час, як у дорослого населення Кіровоградської області вони сягали лише 49,0 та 49,5, причому знов вони майже не відрізнялися один від одного. Натомість показники захворюваності слизової оболонки порожнини рота дітей віком до 17 років включно, які були визначені у 2015 та 2016 роках у закладах Кіровоградської області та складали 232,5 і 229,4, суттєво перевищували, зокрема, у 2,3 та 2,5 рази, відповідні значення, що відносилися до дитячого населення Донецької області та дорівнювали 102 і 90,6. Таке співвідношення показників щодо дітей можливо пояснити переважним впливом на розвиток захворювань слизової оболонки інфекційних чинників у разі виникнення уражень вірусного або грибового походження. Водночас перманентна дія несприятливих екологічних чинників радше відбивається на стані слизової оболонки порожнини рота дорослих, що і засвідчили більш високі показники

захворюваності саме у дорослого населення промислово розвинутої Донецької області.

Цікавими виявилися результати порівняльного аналізу показників захворюваності слизової оболонки порожнини рота населення у 2020 та 2021 роках. Перш за все, звертає на себе увагу, що усі показники, що аналізуються, були значно нижчими за відповідні, визначені у закладах охорони здоров'я обох областей у 2015 та 2016 роках. Так само у всіх випадках порівняння зазначені показники у 2021 році були також нижчими, ніж такі у 2020 році. Водночас показники захворюваності слизової оболонки, що стосувалися усіх категорій населення обох областей, у ці роки були близькими за значенням один до одного. Так, у 2020 році показник захворюваності слизової оболонки порожнини рота, який був обрахований на 10 тисяч усього населення Донецької області, встановив 27,6, показник відносно цього населення Кіровоградської області складав 27,0, відповідні показники щодо дорослого населення – 20,8 та 19,0, щодо дітей – 64,0 та 64,2. У 2021 році зазначена тенденція відносно зниження усіх показників, що аналізуються, реалізувалася наступним чином: показник захворюваності на 10 тисяч усього населення Донецької області становив 20,4, Кіровоградської області – 20,3, той самий показник, розрахований на 10 тисяч дорослого населення Донецької області, складав 16,0, Кіровоградської області – 18,9 (в обох випадках порівняння кількісні значення щодо обох категорій населення Кіровоградської області перевищували такі відносно населення Донецької області). І лише показники захворюваності дітей мали зворотне співвідношення, зокрема, показник у розрахунку на 10 тисяч дитячого населення Донецької області, дорівнював 44,0, і він був вищим за такий, що відносився до дитячого населення Кіровоградської області та складав 42,4. Загальне зниження усіх показників захворюваності слизової оболонки порожнини рота населення обох областей у 2020 та 2021 роках цілком пояснюється пандемією COVID-19 та карантинними обмеженнями, що призвело до різкого падіння кількості відвідувань закладів охорони здоров'я, у тому числі стоматологічного профілю. Але навіть за такої ситуації звертає на себе увагу, що показники, які аналізуються, в обох областях були майже на одному рівні. З одного боку, це може бути пов'язано з суттєвим зменшенням в обох областях кількості закладів охорони здоров'я, які підпорядковані МОЗ України та відомості про основні показники діяльності яких наведені у довідниках, з іншого ж боку, суворі карантинні обмеження торкнулися промислових підприємств, зокрема, у Донецькій області, які призупиняли свою роботу на певний час, що призвело до ймовірного зниження шкідливих викидів.

Висновки. За результатами аналізу показників захворюваності слизової оболонки порожнини рота населення Донецької та Кіровоградської областей, визначених у закладах охорони здоров'я системи МОЗ України у довоєнні роки, можна констатувати певний вплив несприятливих екологічних чинників на зазначені показники щодо дорослого населення, водночас у роки карантинних обмежень цей вплив виявився слабшим.

Список використаних джерел.

1. Закон України про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року : Закон України від 28 лют. 2019 р. №2697-VIII [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text>.
2. Zaporozhets A. O. Review of the state of air pollution by energy objects in Ukraine / A. O. Zaporozhets, V. P. Babak, A. D. Sverdlova, L. M. Scherbak, Yu. V. Kuts // Системні дослідження в енергетиці. – 2022. – №2. – С. 42-52. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sysrestn_2022_2_7.
3. Malarvizhi A. S., Liu Q., Trefonides T. S., Hasheminassab S., Smith J. et al. The spatial dynamics of Ukraine air quality impacted by the war and pandemic // *International Journal of Digital Earth*. – 2023. – Vol. 16, No1. – P. 3680–3705. – DOI: 10.1080/17538947.2023.2239762.
4. Rajfur M., Stoica A.-I., Świsłowski P., Stach W., Ziegenbalg F., Mattausch E. M. Assessment of Atmospheric Pollution by Selected Elements and PAHs during 12-Month Active Biomonitoring of Terrestrial Mosses // *Atmosphere*. – 2024. – Vol. 15, No1. – Art. 102. DOI: 10.3390/atmos15010102.
5. Вороненко Ю.В., Голубчиков М.В., Павленко О.В., Заболотько В.М. Стоматологічна допомога в Україні: довідник. Кропивницький: Поліум. – 2017. – с. 85.
6. Вороненко Ю.В., Мазур І.П., Павленко О.В. Стоматологічна допомога в Україні: аналіз основних показників діяльності за 2021 рік : довідник. Кропивницький: Поліум. – 2022. – с. 76. ISBN 978-617-8112-10-3.
7. Мазур І.П., Черненко І.П., Павленко О.В. Стоматологічна допомога в Україні: аналіз основних показників діяльності за 2022 рік : довідник. Кропивницький: Поліум. – 2023. – 104 с. ISBN 978-617-8112-14-1.

Шагінян В.Р.,

д.м.н., с.н.с

Завідувачка відділу діагностики інфекційних та паразитарних хвороб

Фільчаков І.В.,

к.м.н., с.н.с., с.н.с. відділу

Кононова І.Г.,*к.м.н.*

с.н.с. відділу

*ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб
ім. Л. В. Громашевського, НАМН України», Київ*

ЕПІДЕМІОЛОГІЧНИЙ НАГЛЯД ЗА ІНФЕКЦІЙНИМИ ХВОРОБАМИ В СИСТЕМІ БІОБЕЗПЕКИ

У сучасний період розвитку людської цивілізації загрози виникнення епідемій продовжують залишатися надзвичайно актуальними. З'являються нові (емерджентні) для людини збудники, а інфекції, начебто, взяті під контроль, набувають здатність знову поширюватись (ре-емерджентні інфекції). Це є результатом еволюційних змін, які відбуваються у паразитарних системах та епідемічному процесі багатьох інфекцій.

За останні десятиліття з'явилося багато збудників, які мають потенціал для поширення в людський популяції. Більшість з них вже колись циркулювали раніше але набули переваг через зміни в умовах існування та можливості інфікувати нових біологічних хазяїв. Внаслідок багаторазових пасажів через організми різних видів живих істот підвищується ризик формування домінантних популяцій збудників з новими біологічними властивостями, зокрема підвищеною вірулентністю і збільшеним епідемічним потенціалом. Серед емерджентних інфекційних збудників провідна роль належить вірусам. За експертними оцінками, близько 60% відомих та до 75% «нових» патогенів людини мають зоонозне походження [1]. Значну загрозу становлять ре-емерджентні інфекції. Так, мавпяча віспа, відома ще із 1970 р., у травні 2022 р. почала поширюватися за межі ендемічного регіону, набула нових клінічних та епідеміологічних характеристик. Менше ніж за два роки хвороба поширилась на 111 країн світу. [2]. Відмічається зростання захворюваності на інфекції, керовані засобами специфічної профілактики – кір, кашлюк, паротит та ін. Хворіють також і щеплені. Поширення інфекційних хвороб пов'язано, зокрема, із соціально-економічними факторами, які здійснюють вплив на рушійні сили епідемічного процесу, призводять до формування популяцій збудника, що мають селективні переваги і здатні виживати в несприятливих умовах. Серйозним викликом для системи охорони здоров'я становить неконтрольоване поширення резистентних до антибіотиків та противірусних препаратів збудників.

Прикладом реальних емерджентних загроз стала пандемія COVID-19, яка показала неспроможність багатьох країн, незалежно від рівня їх розвитку, адекватно реагувати на нові біологічні виклики, в тому числі невідповідність існуючої системи епідеміологічного нагляду (ЕН). Протиепідемічні заходи, не дивлячись на введення безпрецедентних обмежувальних заходів, виявилися недостатньо ефективними. Спостерігалась значна кількість заносів інфекції у будинки для престарілих, швидке поширення інфекції серед мешканців та, відповідно, висока летальність від COVID-19. Показником ефективності відповіді на нову загрозу були прийняті, в тому числі, кількість проведених тестувань. Але, якщо охоплення тестуваннями не супроводжується подальшими кроками, спрямованими на ізоляцію та лікування (за необхідністю) виявлених інфікованих осіб, це не буде впливати на зниження рівнів захворюваності і летальності. Що і спостерігалось. Вакцинація, яка вважається найбільш ефективним методом попередження поширення крапельних інфекцій, також суттєво не вплинула на поширення інфекції. Масштабність та тривалість вакцинальної кампанії була безпрецедентною, але подальша оцінка засвідчила недоліки в її ефективності, значний відсоток побічних явищ після вакцинації та порушення прав людини при звільненні невакцинованих осіб [3, 4, 5, 6]. Пандемія COVID-19 була зупинена, значною мірою, не під впливом протиепідемічних та профілактичних заходів, а внаслідок еволюційних змін – зниження вірулентності SARS-CoV-2 та набуття епідемічним процесом властивостей, характерних для сезонних респіраторних інфекцій.

На жаль, сучасна система ЕН, яка передбачає організацію і проведення профілактичних та протиепідемічних заходів, перетворилась на відстеження динаміки захворювань, без реального епідеміологічного аналізу ситуації та визначення пріоритетних напрямків протиепідемічних заходів.

Останнім часом широко обговорюються питання «хвороби Х». За визначенням ВООЗ «Хвороба Х означає знання про те, що серйозну міжнародну епідемію може спричинити патоген, який наразі невідомий як збудник хвороби людини. Концепція протидії повинна бути спрямована на ранню готовність до всебічних досліджень і розробок, щодо невідомої «хвороби Х» [7]. За нашими уявленнями, виходячи із законів епідеміології, готовність до протидії невідомій хворобі полягає у можливості здійснення відповідних протиепідемічних заходів, які залежать від особливостей збудника та провідного механізму його передачі. Отже, в умовах зростання можливих біозагроз найважливішого значення набувають знання основ епідеміологічної науки та практичних навичок ЕН за різними групами інфекційних хвороб.

Окремого обговорення заслуговує сучасне визначення поняття «біобезпека». У низці документів біобезпека розглядається лише як безпека поводження з біологічними агентами в лабораторіях та в інших суб'єктах господарювання. Не зменшуючи важливої ролі контролю за роботою мікробіологічних лабораторій, слід пам'ятати, що небезпека впливу біологічних агентів в першу чергу пов'язана з погіршенням епідемічної (епізотологічної) ситуації, що потребує її постійного контролю, а за потреби - оперативного реагування, що вкладається у поняття «епідеміологічний нагляд». Таким чином, біологічна безпека в країні неможлива без ефективного функціонування системи ЕН. Тому необхідність удосконалення ЕН є нагальною потребою. На нашу думку, кроки до удосконалення мають включати: розробку нормативно-правової бази з регламентуванням чіткої вертикалі підпорядкованості, обов'язків та повноважень виконавців епідеміологічного нагляду; забезпечення достатньої кількості досвідчених епідеміологів, які спроможні виконувати та контролювати виконання протиепідемічних та профілактичних заходів; розробку окремих нормативних документів, в яких мають бути прописані протиепідемічні, профілактичні заходи та принципи лікування поширених інфекційних хвороб в залежності від механізму передачі збудника та, окремими документами – деяких особливо небезпечних, небезпечних та актуальних для України інфекційних хвороб; відновлення зв'язків між епідеміологічною наукою та практикою охорони здоров'я, впровадження розробок та рекомендацій вітчизняних науковців.

Список використаних джерел:

1. Sudhan SS, Sharma P. Human Viruses: Emergence and Evolution. Emerging and Reemerging Viral Pathogens. 2020;53–68. Available from: <https://doi.org/10.1016%2FB978-0-12-819400-3.00004-1>
2. Задорожна В.І., Шагінян В.Р., Сергєєва Т.А. Мавпяча віспа: нові аспекти спалаху, що триває. Превентивна медицина. Теорія і практика. 2023. №1(1): 4-15
3. Задорожна В.І., Шагінян В.Р., Сергєєва Т.А. та ін. Вакцинація проти COVID-19 та її ефективність на різних етапах пандемії. Превентивна медицина. Теорія і практика. 2023; 2 (2): 14-23.
4. Шагінян В.Р., Фільчаков І.В., Сергєєва Т.А. та ін. COVID-19 і ВІЛ-інфекція. імунологічна відповідь на вакцину та ефективність вакцинації. Превентивна медицина. Теорія і практика. 2023;3 (3): 6-11
5. The two sides of AstraZeneca's vaccine 'miracle'. The Telegraph, 30 April 2024. <https://www.telegraph.co.uk/news/2024/04/30/astrazeneca-vaccine-jamie-scott-class-action-side-effects/>
6. New York Supreme Court reinstates all employees fired for being unvaccinated, orders backpay. Fox News, 25October, 2022 <https://www.foxnews.com/us/new-york-supreme-court-reinstates-all-employees-fired-being-unvaccinated-orders-backpay>.

7. WHO. Prioritizing diseases for research and development in emergency contexts. <https://www.who.int/activities/prioritizing-diseases-for-research-and-development-in-emergency-contexts/prioritizing-diseases-for-research-and-development-in-emergency-contexts>.

УДК 581.2+579.841.1+539.166

Шиліна Ю.В.,

к.б.н., с.н.с.,

Інститут клітинної біології та генетичної інженерії

НАН України, Київ, Україна

Моложова О.С.,

к.б.н., доцент,

ННЦ «Інститут біології та медицини»

Київського національного університету ім. Тараса Шевченка,

Київ, Україна

Шевченко Ю.І.,

к.б.н., Syngenta GA, Switzerland,

Літвінов С.В.,

к.б.н., с.н.с.,

Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України,

Київ, Україна

Жук І.В.,

к.б.н., зав. лабораторії імунітету рослин

Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України,

Київ, Україна

ВПЛИВ ХРОНІЧНОГО ГАММА-ОПРОМІНЕННЯ НА ШВИДКІСТЬ КЛІТИННОЇ ПРОЛІФЕРАЦІЇ ФІТОПАТОГЕННИХ БАКТЕРІЙ *PSEUDOMONAS AERUGINOSA*

Сучасні дослідження здійснили перехід від визначення поняття патогенності збудників інфекційних хвороб у тваринних і рослинних організмів як здатності мікроорганізмів викликати захворювання до уявлення про патогенність як одну з адаптивних реакцій бактерій до середовища та полідетермінантну ознаку, обумовлену зокрема репараційними і репопуляційними процесами, від яких також залежить радіорезистентність клітин та їх популяцій. Зокрема, опромінення може стимулювати проліферацію клітин як один з механізмів радіоадаптації клітинних популяцій. Мікроорганізми з вищою на порядки швидкістю

розмноження і чисельністю популяцій, ніж макроорганізми-господарі, більш здатні до адаптації. Саме фактори патогенності/вірулентності – це не лише спеціалізовані біомолекули (ферменти, токсини) та системи мікроорганізмів, що визначають реалізацію патогенних властивостей, але також системи і фактори, які забезпечують захист та виживаність мікроорганізмів в несприятливих умовах, зокрема швидкість розмноження бактерій [1].

Встановлено, що патогенні бактерії, які швидше ростуть у природних умовах, є більш вірулентними. Так, рівень проліферації штамів *P. aeruginosa* PA14-PCBPP (виділений з клінічного матеріалу) і *P. aeruginosa* PA29-UCBPP (виділений з рослин) корелював зі ступенем розвитку симптомів захворювання [2]. Відомо, що кількість збудника багато в чому визначає результат інфікування, і «масивність» інфекції може долати не тільки стійкість рослини-господаря, але й інших видів, що звичайно не уражаються даним видом збудника. Отже, зростання швидкості розмноження бактерій (проліфераційні механізми) можна розглядати і як фактор виживаності бактеріальних популяцій при стресових впливах, і як фактор патогенності.

Метою роботи було оцінити вплив хронічного іонізуючого опромінення на проліферативну активність різних штамів фітопатогенних бактерій.

Бактерії *Pseudomonas aeruginosa* фітопатогенних штамів IMB 9024, IMB 9095 та IMB 9096 опромінювали в дозовому полі ^{137}Cs впродовж 8 діб при потужності дози гамма-випромінення порядку $1,2 \cdot 10^{-8}$ Гр/с (поглинута доза порядку 0,008 Гр). Контрольну культуру утримували за тих же умов без опромінення. Концентрацію бактеріальних клітин вимірювали спектрофотометрично.

Показано, що хронічне опромінення викликало зростання у 1,5 рази проліферативної активності патогенного штаму *P. aeruginosa* IMB 9024, а в інших фітопатогенних штамів *P. aeruginosa* (IMB 9095 та *P. aeruginosa* IMB 9096) – до 20% (рис. 1). Відомо, що висока радіостійкість синьозелених водоростей та деяких бактерій частково обумовлена резервуванням репопуляційного відновлення, що пов'язано з клітинним циклом [3, 4]. Швидкість проліферації може зростати як за рахунок скорочення тривалості клітинного циклу, так і за рахунок скорочення лаг-фази. Репопуляція належить до неспецифічних факторів і проявляється при різних стресових впливах, модуляція росту і проліферації дозволяє бактеріям збільшити виживаність при антибіотикотерапії та лазерному випромінювання низької потужності [4, 5]. У ентеробактерій серед білків, що забезпечують проліферацію в стресових умовах під час інфекцій, ідентифіковані АТФаза ZapE та

гомолог тубуліну білок FtsZ, пов'язаний з утворенням цитоскелетної структури в місці поділу [6]. Фітопатогенні бактерії всередині біоплівки мають вищу патогенність та вірулентність, системи «відчуття кворуму» синхронізують бактеріальну відповідь всередині популяцій та забезпечують контроль патогенності та колонізації господаря хімічними сигналами [7, 8].

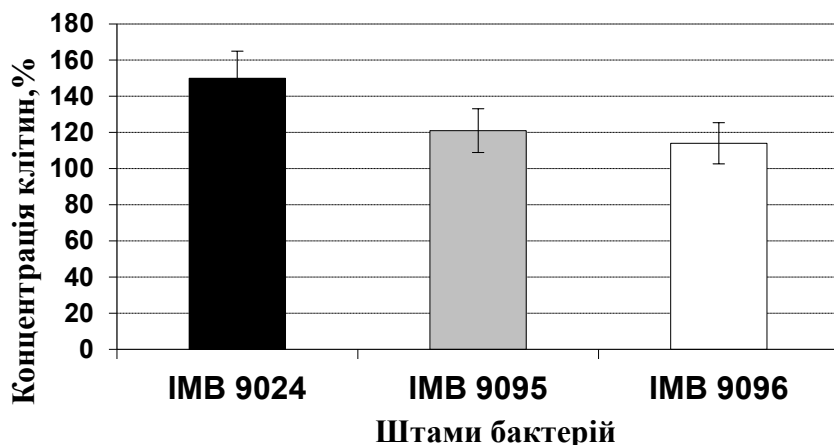


Рис. 1. Вплив хронічного гамма-опромінення на проліферацію клітин у різних штамів фітопатогенних бактерій *P. aeruginosa*: 1- штам *P. aeruginosa* IMB 9024, 2 - штам *P. aeruginosa* IMB 9095, 3 – штам *P. aeruginosa* IMB 9096.

Встановлено, що хронічне гамма-опромінення викликало зростання проліферативної активності фітопатогенних бактерій *P. aeruginosa* і підвищення агресивності бактерій при опроміненні може обумовлюватися зростанням швидкості проліферації клітин бактерій.

Список використаних джерел:

1. Шиліна Ю.В., Мороз Ю.І., Гуца М.І., Моложава О.С. Радіаційно-індукована експресія факторів патогенності бактерій *Pseudomonas aeruginosa* як неспецифічна адаптивна реакція // Досягнення і проблеми генетики, селекції та біотехнології. Збірник наук. праць IX з'їзду УТГіС. – Київ: Логос, 2012. – Т. 4. – С. 272-276.
2. Rahme L.G., Stevens E.J., Wolfort S.F. et al. Common virulence factor for bacterial pathogenicity in plants and animals // Science. – 1995. – Vol. 268. – P. 1899-1902.
3. Гродзинський Д. М. Радіобіологія. - К: Либідь, 2000.- 448 с.

4. Heinrich K., Leslie D.J., Jonas K. Modulation of bacterial proliferation as a survival strategy // *Adv Appl Microbiol.* - 2015. - 92. -P. :127-171. doi: [10.1016/bs.aambs.2015.02.004](https://doi.org/10.1016/bs.aambs.2015.02.004)
5. de Souza da Fonseca A., da Silva Neto Trajano L. A., Trajano E. T. L., de Paoli F., Mencalha. A. L. Effect of low power lasers on prokaryotic and eukaryotic cells under different stress condition: a review of the literature // *Lasers Med Sci.* – 2021 – 36, 6. – P. 1139-1150. doi: [10.1007/s10103-020-03196-8](https://doi.org/10.1007/s10103-020-03196-8).
6. DiBiasio E.C., Dickinson R.A., Trebino C.E., Ferreira C.N., Morrison J.J., Camberg J.L. The Stress-Active Cell Division Protein ZapE Alters FtsZ Filament Architecture to Facilitate Division in *Escherichia coli* // *Front Microbiol.* - 2021. - 12. - P. 733085. doi: [10.3389/fmicb.2021.733085](https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.733085)
7. Baltenneck, J.; Reverchon, S.; Hommais, F. *Quorum Sensing Regulation in Phytopathogenic Bacteria* // *Microorganisms* – 2021– 9. – 239. doi:10.3390/microorganisms9020239
8. Carezzano M. E., Paletti Rovey M. F., Cappellari L. d. R., Gallarato L. A., Bogino P., Oliva M. d. I. M., Giordano W. Biofilm-Forming Ability of Phytopathogenic Bacteria: A Review of its Involvement in Plant Stress.// *Plants*, –2023 –12(11), 2207. doi:10.3390/plants12112207

UDC 502.175:551.58](043.2)

Aleksieieva Anna

PhD, Associate Professor

Petro Mohyla Black Sea National University

SMART ENVIRONMENTAL MONITORING FOR CLIMATE CHANGE: ROLE OF AI, IOT, AND UNMANNED SYSTEMS

The intensifying effects of climate change demand more responsive and intelligent environmental monitoring strategies. This paper examines how artificial intelligence (AI), the Internet of Things (IoT), and unmanned systems are transforming data collection, interpretation, and climate forecasting. Each technology provides distinctive capabilities, from real-time sensor data and automated aerial mapping to deep learning-based pattern analysis. Their combined application enhances spatial coverage, predictive modeling, and operational flexibility. The paper outlines their key functions, discusses integration scenarios, and highlights both the benefits and constraints related to infrastructure, energy, data management, and ethical deployment. These technologies represent a step toward more adaptive and proactive climate resilience frameworks.

Climate change continues to pose severe ecological and socio-economic risks [1]. Traditional monitoring infrastructures, although vital, face challenges in spatial coverage, data latency, and adaptability to dynamic environmental conditions. Emerging smart technologies such as AI, IoT, and unmanned platforms offer scalable, data-rich, and dynamic alternatives for monitoring environmental change. This study explores how these tools support climate resilience by enabling early detection, rapid assessment, and intelligent decision-making.

Modern environmental monitoring systems use the following leading technologies. AI algorithms, particularly neural networks such as CNNs and LSTMs, are employed to analyze climate datasets, recognize spatiotemporal patterns, detect anomalies, and forecast extreme weather. These models enhance the interpretability of complex environmental signals and provide more accurate and timely insights than conventional techniques [2].

Internet of Things (IoT) sensor networks capture diverse environmental parameters (e.g., temperature, humidity, gas concentrations) in real time.

Using low-power communication protocols like LoRaWAN, they provide high-resolution data from remote or infrastructure-limited areas, feeding AI systems with continuous streams for predictive modeling [3].

Among the unmanned systems, the following are used: autonomous aerial (UAV), ground (UGV), and aquatic vehicles (USV/UUV) extend monitoring capabilities to difficult or hazardous terrains. These platforms support tasks ranging from vegetation mapping and water quality testing to glacier tracking and soil analysis, often equipped with specialized instruments such as spectrometers and thermal imagers.

The integration of these technologies forms a layered monitoring framework. IoT sensors detect anomalies (e.g., rising soil temperatures), which prompt UAV deployment for detailed imaging. AI models then process this data to assess fire risk, drought stress, or other hazards. This synergy increases monitoring responsiveness and supports faster, data-informed environmental governance.

Smart technologies offer key advantages:

- high-resolution data: drones and IoT devices provide precise, localized climate indicators;
- scalability: sensor networks and autonomous platforms are modular and adaptable across diverse terrains;
- cost-effectiveness: compared to satellite missions, these solutions are affordable and accessible, particularly for resource-limited regions;
- enhanced forecasting: AI enables accurate climate predictions and early warnings;
- decision support: data-driven insights aid infrastructure planning, agriculture, and coastal protection.

Despite their potential, several barriers hinder full-scale deployment:

- infrastructure gaps in electricity and connectivity limit operation in some regions;
- energy dependency of drones and sensors restricts mission duration and reliability;
- data overload and lack of interoperability complicate real-time processing;
- algorithmic opacity and model bias raise concerns in high-stakes decision-making;
- ethical and legal issues emerge around surveillance, data ownership, and sovereignty.

AI, IoT, and unmanned systems represent a paradigm shift in environmental monitoring by enabling more responsive, adaptive, and intelligent approaches to climate change. While technological, infrastructural, and ethical challenges persist, these tools provide the

foundation for modern climate observation systems that are not only more precise but also more accessible. Future research should focus on enhancing energy efficiency, ensuring algorithmic transparency, and developing international standards for responsible deployment.

References

1. Cai, Y. (2025) How does climate change affect regional sustainable development? Empirical evidence from 186 countries around the world. *International Review of Economics & Finance*, 99, (104047). <https://doi.org/10.1016/j.iref.2025.104047>
2. Alotaibi, E., & Nassif, N. (2024) Artificial intelligence in environmental monitoring: in-depth analysis. *Discover Artificial Intelligence*, 4, (Article 84). <https://doi.org/10.1007/s44163-024-00198-1>
3. Popescu, S.M., et al. (2024) Artificial intelligence and IoT driven technologies for environmental pollution monitoring and management. *Frontiers in Environmental Science*, 12, (Article 1336088). <https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1336088>

UDC 628.3=162.1

Czarnota J.,

*PhD Eng., Assistant Professor,
Rzeszow University of Technology, Rzeszów, Poland*

Szaja A.,

*PhD Eng., Assistant Professor,
Lublin University of Technology, Lublin, Poland*

Masłoń A.,

*PhD DSc Eng., Associate Professor,
Rzeszow University of Technology, Rzeszów, Poland*

Lebiocka M.,

*PhD Eng., Assistant Professor,
Lublin University of Technology, Lublin, Poland*

POTENTIAL OF SELECTED FOOD PRODUCTION WASTES FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF ANAEROBIC SEWAGE SLUDGE STABILIZATION

The food sector generates a significant amounts of valuable by-products. The use of these wastes in anaerobic digestion process (AD) is dictated by many factors, including: significant content of organic matter, the presence

of many micro- and macro-elements that might stimulate AD microbes. Another important factor in favor of the application of such wastes is reduction of its management costs [1]. What's more, such action aligns with a circular economy model by converting food waste into valuable resources e.g. biogas and nutrient rich digestate, thus limiting the negative impact of this industry on the environment [2].

The research was carried out using municipal sewage sludge (primary and excess sludge mixed at the volumetric ratio of 60:40% v/v) (MSS), oranges wastes (OW) and ice-cream processing waste (IPW). The inoculum was taken from mesophilic digesters of wastewater treatment plant. The general composition of all applied substrates is presented in Tab. 1. The study was performed under mesophilic conditions (37°C) and lasted 21 days. Each reactor was supplied by 1.4 L of inoculum and 0.4 L of main component. The tests were carried out in four experimental series (Tab. 2).

Table 1.

The composition of materials applied in this experiment (average values with standard deviation are shown)

Parameter	Unit	IPW	MSS	OW	Inoculum
Total chemical oxygen demand (COD)	g/L	464±7.8	47.4±6.2	10.9±1.2	-
Soluble chemical oxygen demand (sCOD)	g/L	449.8±12.3	2.48±0.04	-	-
Total Suspended Solids (TS)	g/kg	989.5±33.1	43.4±3.7	940.3±23.4	24.45±5.8
Volatile Suspended Solids	g/kg	979.6±25.1	34.0±4.1	874.5±60.1	14.37±3.7
Volatile fatty acids VFA	mg/L	121±8.9	715±21.4	470±14.2	-
Alkalinity (TA)	mg/L	4375±56.3	735±47.3	30.1±8.9	-
pH		3.52±0.5	5.62±0.7	4.94±0.9	7.36±2.1

Table 2.

Composition of the feedstock for the fermentation/co-fermentation process

Series designation	Characteristic
S1	control series, mono-digestion of MSS
S2	two-component co-digestion of MSS and 1.5 g of OW
S3	two-component co-digestion of MSS and 1.0 g of IPW
S4	three-component co-digestion of MSS and 1.0 g of IPW and 1.5 g of OW

The obtained results indicated that the highest biogas and methane productions was achieved in the presence of IPW in two- and three-component mixtures (S3 and S4) (Fig. 1). It was also accompanied by improved kinetics, enhanced organic removal and stable process performance. The related methane yields were 407.6 and 401.6 mL/g VS in S3 and S4, respectively. In turn, in S1 and S2, this parameter was established at the level of 351.3 and 344.3 mL/g VS (Fig. 1).

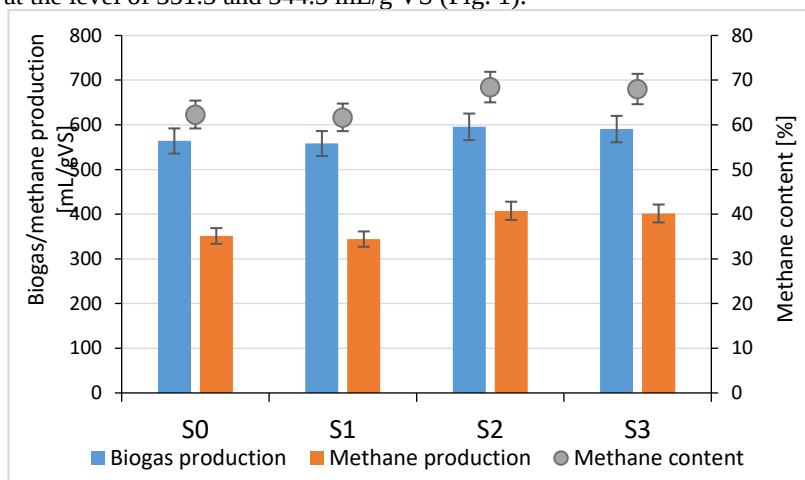


Fig. 1. Biogas and methane yields during the experiment

Additionally, as compared to MSS mono-digestion (S1) the energy profit was enhanced by 54 and 62% in S3 and S4, respectively (Fig. 2). The

obtained results indicate the possibility of effective management of OW with energy recovery in the anaerobic digestion process (AD).

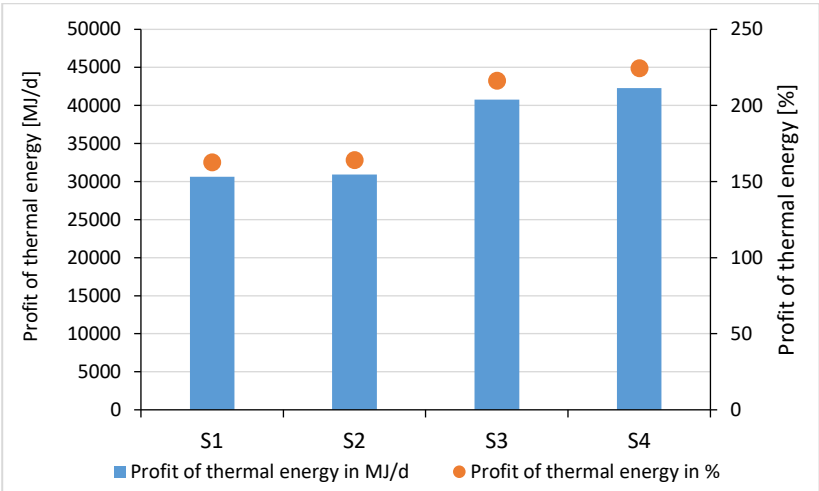


Fig. 2. The results of energy balance in corresponding experimental series

Based on the conducted research, it is established that the use of OW in co-fermentation with MSS allows for a favorable yield of biogas and methane, which is an effective strategy for the management of these wastes. In turn, the use of IPW as an additional co-substrate significantly increases methane production in comparison to MSS mono-fermentation, as well as OW and MSS co-fermentation.

References

1. Szaja A., Czarnota J., Masłoń A., Lebiocka M. An Effective Energetic Application of Orange Waste in Multi-Component Co-Digestion with Municipal Sewage Sludge. *Applied Science* – 2025, 15(3), 1537.
2. Yumin D., Zhi W., Prabakaran G., Taner S., Suyun H., Karthik R., Raveendran S., Parameswaran B., Pandey A., Zhang Z., Taherzadeh M. Anaerobic digestion in global bio-energy production for sustainable bioeconomy: Potential and research challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* – 2025, 208, 114985.

Spataru P.,

Ph.D., Coordinating researcher

Visnevschi A.,

Ph.D. student, Scientific researcher

Spinu Oxana,

Scientific researcher

Povar I.,

Dr. hab., Head of Laboratory

Institute of Chemistry of the Moldova State University,

Chisinau, Republic of Moldova

SYNERGISTIC SLUDGE–FLOTATION INTEGRATION FOR CIRCULAR WASTEWATER MANAGEMENT AND AGRICULTURAL RESOURCE RECOVERY

The activated sludge process, regarded as one of the most significant advancements in environmental engineering of the twentieth century, plays a crucial role in modern wastewater treatment systems [1]. As a consequence of its widespread use, large volumes of activated sludge are inevitably generated during the secondary stage of wastewater treatment. Sewage sludge from urban wastewater treatment plants (WWTPs) is characterized by high moisture content, rapid biodegradability, and a strong unpleasant odor. If improperly stored or left untreated, this sludge can lead to serious environmental issues, such as groundwater and soil contamination caused by erosion and rainwater runoff, thereby posing risks to human health. Consequently, sludge reduction and valorization have emerged as critical challenges for municipal treatment plant operators [2]. Sludge contains a complex mixture of organic substances, such as proteins, polysaccharides, nucleic acids, and humic acids, as well as inorganic compounds including quartz, alumina, iron oxides, phosphates, calcium, and magnesium [3]. Building on this foundation, the present study explores a synergistic approach that integrates primary and activated sludge with flotation-based separation to enhance the recovery of valuable resources and promote circularity in wastewater management. This strategy not only aims to mitigate sludge volume and treatment costs, but also supports agricultural sustainability through the recovery of organic-rich byproducts suitable for soil application.

This study focuses on the synergistic integration of two distinct organic residues from biological treatment plants: the primary sediment, which contains organic matter separated from wastewater, and the

activated sludge, characterized by high aeration and aerobic microbial activity. When combined, these components create a dynamic system supporting anaerobic thermophilic digestion in the raw sludge and aerobic degradation in the activated sludge. Operating under meso-thermophilic conditions optimizes microbial activity at the upper limit of mesophilic tolerance, enhancing organic matter breakdown while partially suppressing thermophilic enzymatic pathways. This results in a decreased thermophilic decomposition of proteinaceous compounds, balanced by increased consumption of soluble compounds by mesophilic microorganisms. Consequently, the ratio of suspended to soluble organic matter rises, primarily due to the accumulation of volatile short-chain fatty acids and ammonia. The interaction between primary sediment and activated sludge destabilizes organic colloids, triggering coagulation of suspended particles and promoting flotation phenomena. This synergistic approach not only reduces sludge volume but also enhances resource recovery, supporting a circular wastewater management strategy that integrates sludge valorization with flotation technologies for agricultural reuse. Table 1 presents the results of combining primary wastewater sediment (raw sediment) with activated sludge in various proportions under thermo-mesophilic conditions.

Table 1.

Concentration of the organic part from the mixtures with raw sediment and activated sludge

N o	Compositi on of mixtures from raw sediment: activated sludge, % :	Initial COD _C r, mg/L	Final COD _C r, mg/L	Concentrati on coefficient	Separate water turbidity, convention al unit	NH ₄ ⁺ , mg/ L
1	15:85	7466	26162	3,504	0.162	19
2	20:80	9302.5	36973	3.975	0.210	25.1
3	30:70	12730	38353	3.013	0.303	23.6
4	40:60	16158	39440	2.441	0.360	26.6
5	50:50	19584	40167	2.051	0.398	27.0
6	60:40	22032	41971	1.905	0.407	28.3
7	0:100	2448				
8	100:0	36720				81.0

The synergistic integration of sludge combinations and flotation leverages the interactions between different microbial communities to establish an optimal balance for enhanced wastewater treatment and resource recovery under meso-thermophilic conditions. This approach maximizes the specific metabolic activities of microorganisms thriving at temperatures suitable for both mesophilic and thermophilic species, creating a vital environment for effective organic matter transformation.

Although fermentation is typically exothermic, initiating the meso-thermophilic process requires preheating the residual solids. This can be achieved using accessible energy sources such as electric plungers, solar radiation, or biogas generated onsite, combined with proper thermal insulation to minimize energy loss. Given that the Republic of Moldova enjoys approximately 280-300 sunny days annually, capturing solar energy for wastewater treatment can result in significant energy savings and contribute to a more sustainable operation.

Crucially, this method integrates two complementary processes: an anaerobic phase rich in soluble nutrients and anaerobic microorganisms, and an aerobic phase dominated by aerobic microorganisms with relatively lower nutrient availability. The combined aerobic-anaerobic system creates a synergistic environment that enhances overall microbial activity and treatment efficiency beyond what each process could achieve individually. This synergy not only improves sludge volume reduction but also promotes the recovery of valuable resources, aligning with circular wastewater management and sustainable agricultural reuse goals.

Acknowledgments: This work has been carried out within the Institutional Research Program of the Moldova State University for the period 2024-2027, subprogram “*Advanced Research in Computational and Environmental Chemistry, Identification of Technological Treatment Processes, Formation of Water Quality and Quantity*”, code 010603. A part of the work was carried out within the Research and Innovation Program “*Stimulating excellence in research*”, “*The thermodynamic elucidation and prediction of chemical synergism in complex chemical processes*”, 2024-2025, code 20.80012.5007.19SE.

References

- 1.Cao B. et al. Enhanced technology based for sewage sludge deep dewatering: A critical review //Water Research. – 2021. – T. 189. – C. 116650.
- 2.Wu B., Dai X., Chai X. Critical review on dewatering of sewage sludge: Influential mechanism, conditioning technologies and implications to sludge re-utilizations //Water research. – 2020. – T. 180. – C. 115912.
- 3.Di Iaconi C., De Sanctis M., Altieri V. G. Full-scale sludge reduction in the water line of municipal wastewater treatment plant //Journal of Environmental Management. – 2020. – T. 269. – C. 110714.

СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА З ВОДНОГО ПРОСТОРУ ЧОРНОМОРСЬКОГО РЕГІОНУ

Сонячна енергетика — це використання сонячного випромінювання, як поновлюваного джерела, для отримання електричної або теплової енергії в будь-якому зручному для їх використання вигляді. Сонячна енергетика широко застосовується у випадках, коли малодоступність інших джерел енергії, в сукупності з достатньою кількістю сонячного випромінювання, виправдовує її економічно [1].

Прибережна зона українського Причорномор'я має велику кількість відкритих та закритих водойм з морською або засоленою водою, які глибоко входять в степовий суходіл. Лимани, озера та затоки, що утворюються, є місцями сільськогосподарської діяльності, площами для риболовлі та риборозведення, заповідними територіями, зонами відпочинку громадян тощо. Але, з розвитком тенденцій щодо укріплення енергонезалежності держави та досягненням сучасної зеленої енергетики, можна спрогнозувати ще один напрям задіяння величезних морських та прибережних водних територій – сонячна фабрика електричної напруги.

Плаваючі електричні панелі, які також відомі як плаваюча фотовольтаїка – відносяться до будь-якої сонячної батареї, що плаває на поверхні водного об'єкту. Сонячні панелі кріпляться на плавучі конструкції, які спроектовані для прибережних озер і лиманів, оскільки останні, як правило, спокійніші, ніж морські або океанічні простори. Вироблена електрика спрямовується від цього плаваючого об'єкту через підводні кабелі до передавальної вежі. Плаваюча сонячна енергетика вважається екологічно чистим методом виробництва електроенергії, та відноситься до поновлюваних енергетичних технологій. Але слід зауважити, що при цьому застосовуються кремнієві сонячні батареї з коефіцієнтом корисної до 20 %, виробництво та утилізація яких є екологічно небезпечними процесами [2].

Встановлення сонячних панелей у прибережних водах не тільки дає змогу зберегти землі під сільськогосподарські й не тільки потреби, а й сприяє виробленню більших обсягів енергії. Сонячні панелі, встановлені на воді, в середньому виробляють на 13% більше енергії,

ніж ті, що встановлені на землі, а в окремі місяці їхня ефективність на 18% вища. Така різниця пов'язана з більш низькими температурами і меншою хмарністю. На сонячні панелі в водоймі сприятливо впливає більш низька температура навколишнього середовища, а чим холодніше, тим менші втрати енергії у фотоелектричних матеріалів. Це надає водним сонячним панелям конкурентну перевагу, оскільки прохолодна вода і вітер допомагають охолодити панелі, а температура в природньому резервуарі влітку нижча, ніж на суші.

Будівництво великих сонячних ферм на суші обмежене кількістю доступних земель і можливим негативним впливом на навколишнє середовище. При розміщенні сонячних панелей у водоймах таких проблем не виникає. Більше того, на воді вони не покриваються пилом і відсутня проблема затінення. А також, 50% населення Землі проживає менш ніж за 100 км від узбережжя, а це значить, що в такій електроенергії завжди будуть споживачі [3].

Плаваючі сонячні батареї достатньо широко використовуються в північно-східному Китаї та країнах південної частини Європи, де цінність землі висока, а водні прибережні території менше затребувані. Для південноукраїнських лиманів та ставків таке використання водної поверхні є економічно виправданим та технічно спроможною задачею.

Але сучасні напрацювання в галузі фотовольтаїки відкривають нові можливості для водних сонячних панелей, а саме занурення їх на задані глибини в прозорих морських (океанічних) водах з метою використання заломлюючих властивостей води при пропусканні світла скрізь товщу рідини, живлення об'єктів, що знаходяться під водою, та не псування зовнішнього простору на поверхні води.

Спроби використовувати традиційні фотоелектричні панелі здебільшого не приводили до успіху, оскільки звичайні сонячні батареї дуже чутливі до світла і під водою вони просто не отримують ультрафіолетового випромінювання в достатній кількості, щоб почати генерувати електрику. Вода розсіює і поглинає більшу частину спектра видимого світла, вбираючи червоні сонячні хвилі навіть на невеликих глибинах, перш ніж сонячні елементи на основі кремнію зможуть захопити їх.

Моно- і полікристалічні елементи справді втрачають до 20% своєї продуктивності, тоді як панелі з некристалічного кремнію під час занурення менш ніж на півтора метра мають вищий показник конверсії, а також, і потенціал для використання в малих електронних пристроях різного призначення. Некристалічний кремній є найкращим матеріалом для підводних сонячних елементів завдяки своїй спектральній чутливості при довжині хвиль 380-780 нм. Випробування, які було

проведено в чотирьох типах водного середовища: деіонізованому, прісному озерному, морському і штучному солоному розчинах (3,5% на основі морської солі), показали що найкращий показник конверсії в 0,0367 Вт було досягнуто в деіонізованій воді, а в натуральній і штучній морській воді він становив 0,0337 Вт і 0,0320 Вт, відповідно. Найгірший показник продуктивності отримано в озерній воді, де бактерії, водорості та інші природні забруднення значно знизили прозорість середовища [4].

Біологічне обростання є процесом, під час якого різні організми, від водоростей до моллюсків, осідають на поверхні підводних пристроїв, що негативно позначається на продуктивності сонячних панелей, знижуючи їхню електричну ефективність і створюючи додаткові витрати на їхнє очищення. Але, є розробки, які вирішують і такі проблеми. Наприклад, творені покриття, в основі яких, лежить поєднання органічної біоцидної речовини, зв'язувальної речовини, що швидко полірується, і надмалих кількостей нанорозмірних пігментів, розчинних у морській воді. Таке поєднання дає змогу створити пористий шар, який запобігає обростанню, не знижуючи водночас світлопропускання сонячних панелей. Це досягнення стало можливим завдяки використанню наднизьких концентрацій нанорозмірних пігментів, таких як оксид міді (Cu_2O) та оксид цинку (ZnO), що ефективно розчиняються в морській воді, не створюючи при цьому оптичних перешкод. Під час контакту покриття з морською водою частинки пігменту починають розчинятися, формуючи пористу структуру, через яку морська вода може проникати в покриття. Це, своєю чергою, сприяє вивільненню біоциду, що запобігає осіданню і росту організмів на поверхні пристрою [5].

Завданням даного дослідження ставилася можливість використання підводних сонячних панелей в водах Чорного моря для забезпечення енергетикою острівних територій, не змінюючи просторовий надводний ландшафт. Критерій оцінки – достатня прозорість морських вод на берегах островів. За об'єкт дослідження прийнято прилеглу морську територію навколо острова Зміїний, через доступність відкритих інформаційних ресурсів.

В роботі С.О. Волкова 2005 року [6] знаходимо інформацію про складність вивчення кефалевих риб у цьому регіоні через високу прозорість води, вони уникають стандартні знаряддя лову і добути об'єкти для камерального вивчення можливо тільки при використанні підводної техніки. Це означає, що прозорість води достатньо велика.

Для оцінки параметрів води за колірністю та цвітінням в літній період, беремо інформацію з першоджерел в кількісних показниках. В

роботі В.І. Медунця [7] наведено, що гідрологічний і гідрохімічний режим поверхневих вод шельфової зони західної частини Чорного моря істотно залежить від метеорологічних умов. Переважаючими напрямками вітрів у травні та червні-липні є південно-західні, у серпні південні, а у вересні - північні. Максимальна швидкість літніх вітрів – 12,0-15,3 м/с. Середні значення температури повітря приводної атмосфери змінюються від 18,3 °С у травні до 24,8 °С у серпні. Прозорість води змінюється в інтервалі від 1,9 м до 8,0 м – у червні та вересні відповідно. Середнє значення прозорості води в червні-липні є мінімальним і становить 2,4 м. У травні та вересні середні значення прозорості води істотно вище і становлять 6,0 і 7,5 м відповідно. Одночасно з мінімальними значеннями прозорості води в червні реєструється суттєвий стрибок кольоровості води до 13-19 (за шкалою кольоровості води) за досить стабільної кольоровості в травні, серпні та вересні (5-7 за шкалою кольоровості). Массив даних параметрів морської води в літній (рекреаційний) період наведено в таблиці 1, що сформована на основі [7].

Таблиця 1.

Інтервали змін / середні значення $\pm$ стандартні похибки середніх значень метеорологічних та гідрологічних параметрів води з прибережних зон Чорного моря

Параметр	Травень	Червень - липень	Серпень	Вересень
Швидкість вітру, м/с	0,5 – 4,2	3,0 – 12,0	3,1 – 15,3	2,0 – 8,8
	$2,3 \pm 1,1$	$7,5 \pm 1,8$	$6,9 \pm 0,7$	$5,7 \pm 1,2$
Направлення вітру, град	180 - 270	215 - 270	150 -190	315 - 360
Температура повітря, °С	17,6 – 19,4	21,6 – 24,4	23,3 – 27,0	17,0 – 20,2
	$18,3 \pm 0,6$	$23,5 \pm 0,5$	$24,8 \pm 0,3$	$19,0 \pm 0,5$
Прозорість води, м	5,5 – 6,5	1,9 – 4,8	2,4 – 5,0	7,0 – 8,0
	$6,0 \pm 0,1$	$2,4 \pm 0,2$	$3,9 \pm 0,1$	$7,5 \pm 0,1$
Колірність води по шкалі ШКВ	6,0 – 6,0	13,0 – 19,0	6,0 – 9,0	5,0 – 7,0
	$6,0 \pm 0$	$16,0 \pm 1,0$	$7,0 \pm 1,0$	$6,0 \pm 1,0$

За даними [8], створені панелі можуть генерувати так званий низький темновий струм, який отримують в умовах слабкої освітленості. Під водою сонячне світло зміщується в бік синього і зеленого спектрів, що і дає змогу елементам з некристалічним кремнієм працювати з потрібною ефективністю. При глибині в 9,1 метра панелі здатні генерувати близько 7 ват на квадратний метр площі батареї. На

практиці це дає змогу розгортати електричне автономне обладнання в прибережних зонах, де глибина не перевищує 20-30 метрів.

За даними літературних джерел можна попередньою оцінити, що поле підводних сонячних батарей площею 17000 м², тобто за розмірами 130х130 метрів, надасть електричної потужності 110-120 кВт, яка повністю забезпечить потреби території о. Зміїний в літній рекреаційний період. Тоді, як занурені панелі можуть знаходитися на заглибленні 2-3 метри від поверхні води (враховуючи хвилювання) і зовсім не спотворювати морський краєвид.

Прибережні води українського Причорномор'я у період повоєнного відновлення повністю придатні, щоб стати полігоном для впровадження світових інноваційних технологій в галузі сонячної енергетики, серед яких обов'язково буде присутня надводна та підводна плаваюча фотовольтаїка.

Список використаних джерел

1. https://uk.wikipedia.org/wiki/Сонячна_енергетика.
2. <https://ru.dsissolar.com/info/floating-solar-panels-67048515.html>
3. <https://www.meteovesti.ru/news/63727742092-morskie-solnechnye-batarei-bolee-effektivny>
4. <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/kak-solnechnye-paneli-rabotayut-pod-vodoy-vyyasnili-uchenye-iz-indii>.
5. <https://building-tech.org/sozdani-solnechnie-paneli-kotorie-rabotayut-pod-vodoy-sokhranyaya-100pers-nuyu-moshchnost-blagodarya-novoy-tehnologiyi-pokrytya>.
6. С. О. Волков, Підводні гідробіологічні дослідження біля о. Зміїний / Вісник ОНУ / Одеса / Том 10, випуск 4, 2005, С. 229-235.
7. В. І. Мединець, Результати гідролого-гідрохімічних досліджень району між дельтою Дунаю та островом Зміїний у 2003 році / Вісник ОНУ / Одеса / Том 10, випуск 4, 2005, С. 28-36.
8. <https://www.kv.by/content/novye-solnechnye-batarei-mogut-rabotat-pod-vodoi>.

В.М. Безпальченко,

к.х.н., доцент

О.О. Семенченко

к.т.н., доцент

*Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький,
Україна*

ТЕХНОГЕННІ ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ

Забруднення атмосферного повітря за ступенем хімічної небезпеки для людини посідає перше місце, тому що ці забруднюючі речовини мають найширше розповсюдження. Смоги, що утворюються у великих містах в безвітряну погоду, збільшення викидів токсичних речовин промисловими підприємствами, стаціонарними джерелами (ТЕС, ТЕЦ), побутового опалення, автотранспорту робить дослідження динаміки викидів актуальним завданням. До відпрацьованих газів входить більше тисячі різних шкідливих речовин, які чинять негативний вплив на людину і довкілля, але тільки двісті з них розпізнано та вивчено. Основними є оксид вуглецю, вуглеводні, оксиди азоту, альдегіди, сполуки сірки, тверді частинки, канцерогенні речовини. Стан повітря в Україні погіршується також через бойові дії: ракетні удари, детонування снарядів, використання артилерійської зброї та авіабомб, пожежі в екосистемах, вибухи нафтобаз, атаки на промислові об'єкти та склади небезпечних відходів. Конвенція про транскордонне забруднення повітря на великі відстані вимагає від сторін здійснення обміну наявною інформацією про викиди забруднювачів повітря, що були здійснені з площ, дані про потоки забруднювачів повітря через національні кордони і узгоджені періоди. Залежно від своєї природи, концентрації, часу дії на організм людини забруднюючі речовини можуть викликати різні несприятливі наслідки. Короточасна дія невеликих концентрацій таких речовин може викликати запаморочення, нудоту, печію в горлі, кашель. Потрапляння до організму людини великих концентрацій токсичних речовин може привести до втрати свідомості, гострого отруєння і навіть смерті. Реакція організму на забруднення залежить від індивідуальних особливостей: віку, статі, стану здоров'я. Більш уразливі діти, хворі та люди похилого віку. При систематичному або періодичному надходженні до організму невеликих кількостей токсичних речовин відбувається хронічне отруєння, ознаками якого є порушення нормальної поведінки, звичок, а також нейропсихічного відхилення (швидке стомлення або відчуття

постійної втоми, сонливість або, навпаки, безсоння, апатія, ослаблення уваги, неуважність, сильні коливання настрою). При хронічному отруєнні речовини можуть викликати різні ураження нирок, кровотворних органів, нервової системи, печінки.

Заходи щодо запобігання, зниження або ліквідації забруднення атмосферного повітря повинні передбачати впровадження сучасних рішень планувального характеру, а також враховувати можливість здійснення ефективних рішень технологічного, санітарно-технічного та організаційного характеру, позитивний вітчизняний та зарубіжний досвід їх використання, включаючи застосування маловідходних технологій, комплексного використання природних ресурсів, споруд та пристроїв для ефективного вловлювання, знешкодження та утилізації шкідливих речовин і приладів для контролю вмісту їх у викидах та атмосферному повітрі.

Однією з найважливіших умов успішної боротьби із забрудненням повітря (в тому числі транскордонним) є наявність достовірної і повної інформації про стан навколишнього середовища і рух потоків забруднювачів. В Україні 24 березня 2025 року Міністерством захисту довкілля було затверджено «Порядок інформування населення про якість повітря» із застосуванням Індексу якості повітря (ІЗА) [1]. Індекс охоплює рівень основних забруднюючих речовин: дрібнодисперсних твердих частинок, які мають значний вплив на здоров'я людини діаметром до 2,5 мкм (ТЧ_{2,5}), твердих частинок діаметром до 10 мкм (ТЧ₁₀), озону (О₃), діоксиду азоту (NO₂), діоксиду сірки (SO₂) (табл. 1). ІЗА враховує критерії ВООЗ та ЄЕА, має кольорові та текстові шкали: *добре, допустимо, задовільно, незадовільно, погано, дуже погано*. Дані надходять з фіксованих станцій моніторингу, автоматично обчислюються й виводяться на інтерактивні карти з рекомендаціями для населення та вразливих груп.

Таблиця 1.

Межі ІЗА за забруднювачами

Забруднювач	Добра	Доволі хороша	Посередня	Погана	Дуже погана	Надзвичайно погана
ТЧ _{2,5}	0–5	6–15	16–50	51–90	91–140	> 140
ТЧ ₁₀	0–15	16–45	46–120	121–195	196–270	> 270
О ₃	0–60	61–100	101–120	121–160	161–200	> 200
NO ₂	0–10	11–25	26–60	61–100	101–150	> 150

Забруднювач	Добра	Доволі хороша	Посередня	Погана	Дуже погана	Надзвичайно погана
SO ₂	0–20	21–40	41–125	126–200	201–275	> 275

Ця система контролю забезпечує оперативне інформування суспільства, що дозволяє контролювати якість повітря і своєчасно реагувати на забруднення. В таблиці 2 показано тимчасове покращення якості повітря за 2022-2023 роки, що пояснюється зменшенням промислової активності через війну. Проте, в 2023-2024 роках ІЗА знову почало зростати в портових та індустріальних містах, таких як Одеса, Миколаїв, Дніпро. У 2025 році кількість «чистого повітря» знизилася в Києві (59 % чистого повітря). Окрім впровадження контролю якості повітря (ІЗА), було встановлено нові стандарти до палива. З 1 травня 2025 року всі автозаправки в Україні зобов'язані продавати бензин з не менше ніж 5% біоетанолу, виключаючи паливо з октановим числом 98+ та військових резервів. Закон був ухвалений у червні 2024 року, як частина євроінтеграційної політики України [2]. Включення біоетанолу в склад палива дозволить зменшити викиди шкідливих речовин, зокрема CO, NO_x, забезпечуючи більш повне згоряння. Україна лише починає інтеграцію біопалива. Вводячи мінімум 5% біоетанолу, країна розпочинає шлях до стандартів E5/E10, які вже стандартизовані в ЄС. Якщо запровадити суворий контроль за якістю, чистоту АЗС і допускати вміст біоетанолу до 10%, це може ще більше зменшити викиди забруднювачів.

Таблиця 2.

Динаміка якості повітря в містах (2022-2025 рр.)

Місто	2022 (ІЗА)	2023 (ІЗА)	2024 (ТЧ _{2.5} , μg/m ³)	2025 (*Чисте повітря, %)
Київ	8,6	7,6	9,4	59 %
Львів	7,2	8,3	—	63 %
Одеса	12,5	14,2	—	71 %
Миколаїв	8,5	10,1	—	—
Дніпро	12,8	11,9	—	—
Кам'янське	14,7	12,8	—	—
Житомир	4,2	3,8	—	33 %
Рівне	6,8	6,0	—	34 %
Чернівці	3,0	2,3	—	23 %

*Чисте повітря (%): частка часу, протягом якого повітря вважалося чистим за даними моніторингу.

Основними шляхами зниження забруднення атмосфери є: розробка й впровадження ефективних очисних фільтрів; застосування екологічно безпечних джерел енергії; застосування етилованого бензину; впровадження маловідходних технологій виробництва; створення газоуловлювальних установок та пристроїв для технологічних систем та вентиляції; розробка технологічного устаткування для нейтралізації вихлопів двигунів внутрішнього згоряння; створення відповідних санітарно-захисних зон; підвищення рівня озеленення урбоєкосистем.

Список використаних джерел:

1. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України №590 від 24.03.2025. «Про затвердження Порядку інформування населення про якість повітря за основними показниками з використанням індексу якості повітря в Україні». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0536-25#Text> (дата звернення 07.06.2025).

2. Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо обов'язковості використання рідкого біопалива (біокомпонентів) у галузі транспорту». Відомості Верховної Ради (ВВР), 2024, №38, ст.245. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/3769-20?utm_source=chatgpt.com#Text (дата звернення 07.06.2025).

УДК 524.849 - 567.7:568

*Веселовський Д.М.,
аспірант*

*Григор'єва Л.І.,
д.б.н., проф.,*

*Чорноморський національний університет імені Петра Могили,
Миколаїв, Україна*

АКУМУЛЯЦІЯ РАДІОНУКЛІДІВ КОМПОНЕНТАМИ ВОДОЙМ І ОЦІНКА ЇХ РАДІАЦІЙНОГО СТАНУ ЧЕРЕЗ ПОКАЗНИКИ РАДІОЄМНОСТІ

Вода є найкращим розчинником, тому в ній розчиняються майже усі неорганічні речовини і чимало органічних. Через це роль води при випадінні радіонуклідів на водне дзеркало і при процесі поглинання їх біотою і ґрунтами виключно велика. Під час розподілу радіонуклідів

між компонентами водних екосистем її роль ще більше зростає через специфічність її властивостей: як розчинника, так і носія радіоактивних речовин; як невід'ємної хімічної сполуки у процесах перенесення і акумуляції радіонуклідів гідробіонтами та залишками відмерлих рослин і тварин.

Процеси, які визначають поведінку радіонуклідів у водоймищах, складні та різноманітні. На поведінку радіонуклідів у воді впливає багато різних факторів, такі як фізико-хімічні властивості радіонуклідів, форми їх надходження у водойму та фізико-хімічні параметри водного середовища: *pH*, наявність макроаналогів, соловий склад води, температура, сорбційна здатність і вологість ґрунтів. Розчинні форми радіонуклідів включаються у біологічний круговорот водоймищ і поглинаються водною біотою. Радіонукліди, які сорбуються на звислих частинках, переносяться водою на великі відстані від місця їх потраплення у водне середовище.

Поведінка радіонуклідів у водоймі залежить також від індивідуальних властивостей. Від того, як буде вести себе радіонуклід у водоймі, чи буде він осаджуватися на дно водоймища або виноситися з потоками води, залежить його вміст у воді. Ґрунти водойм, через значну їх сорбційну властивість та ємність поглинання, осаджують на собі основну частину радіонуклідів, що надходять до водойми. Завдяки тому, що більшість радіонуклідів концентрується переважно у верхньому шарі ґрунтів, дно непроточних водойм може стати джерелом вторинного забруднення середовища радіоактивними речовинами. Тому вивчення процесів накопичення радіонуклідів мулами водних систем є важливою і необхідною умовою при оцінці радіоекологічної обстановки у водних екосистемах масиву.

Рівні накопичення і характер розподілу радіоактивних речовин у донних відкладеннях залежать від вмісту радіонуклідів у воді, їх форми, а також від механічного, мінералогічного і хімічного складу самого ґрунту. Найбільшою сорбційною здатністю володіють ґрунти, які складаються з дрібнодисперсних глинистих часток. Тому в місцях водоймища, де на дніщі присутні потужні відкладення мулу, можна очікувати більш значного накопичення радіоактивних речовин, ніж у руслі річок, дно яких сформовано з чистих, добре промитих пісків або скельних порід.

Водяна рослинність чутливо реагує на радіонуклідний склад води водоймищ, в яких вона росте, тому водяну рослинність дуже часто використовують для індикації рівня радіоактивного забруднення водних екосистем. Проаналізовано результати визначення інтенсивності накопичення радіонуклідів компонентами річок

Арбузинка, Мертвовід, Південний Буг. З урахуванням розсіювання (10-15%) коефіцієнти накопичення радіонуклідів донними відкладеннями, водяними рослинами та рибою мали різницю між водними об'єктами. Коефіцієнт накопичення ^{90}Sr донними відкладеннями для різних водойм знаходиться в інтервалі $60 \div 160$, ^{137}Cs – $300 \div 900$, а ^3H – $0,4 \div 1,2$. Значення коефіцієнтів накопичення радіонуклідів водяними рослинами знаходяться в інтервалі: ^{90}Sr – $80 \div 150$; ^{137}Cs – $200 \div 850$; ^3H – $0,5 \div 1,2$; а коефіцієнтів накопичення радіонуклідів рибою – для ^{90}Sr – $4 \div 10$, ^{137}Cs – $150 \div 230$ та ^3H – $0,6 \div 1,0$.

Встановлено, що найбільші коефіцієнти накопичення ^{90}Sr і ^{137}Cs донними відкладеннями і водними рослинами Південного Бугу були на початку «продувки» ставка-охолоджувача АЕС: для донних відкладень – 170 ± 38 і 1237 ± 64 , для водяних слин (*Cladophora fracta*, *Potamogeton perfoliatus*) – 115 ± 35 і 427 ± 76 відповідно для ^{90}Sr і ^{137}Cs . Коефіцієнти накопичення радіонуклідів рибою (м'язи) Південного Бугу утримувались на одному рівні: для ^{90}Sr – 4-8 та ^{137}Cs – 180-400. Найбільшим цей показник був у плотви (*Rutilus rutilus L.*): для ^{90}Sr – 8 ± 2 та ^{137}Cs – 430 ± 74 ; меншим – у судака (*Stizostedion luzioperca L.*): для ^{90}Sr – 4 ± 1 та ^{137}Cs – 210 ± 38 . Коефіцієнти накопичення радіонуклідів карасем (*Carassius carassius L.*) ставка-охолоджувача АЕС становили для ^{90}Sr 9 ± 3 , ^{137}Cs – 237 ± 51 та ^3H – $0,7 \pm 0,4$. Причому, якщо коефіцієнт накопичення ^3H під час спостережень знаходився на одному рівні, то коефіцієнти накопичення ^{137}Cs та ^{90}Sr коливалися в межах 6–10 і 15–358 відповідно. Такі розбіжності в акумуляційних властивостей організмами риб пояснюються, по-перше, неоднаковим рівнем присутності радіонуклідів у харчовій базі риб, по-друге, особливостями міграції різних видів риб в акваторіях водоймищ, котрі залежно від природних умов мають свої особливості. Встановлені регресійні рівняння зв'язку між вмістом радіонуклідів в рибі (м'язи) і в компонентах водної системи, а також у водних рослинах (*Potamogeton perfoliatus*) і в компонентах водоймищ, які апробовані у різні часи досліджень і знайшли своє підтвердження на практиці.

Результати досліджень дозволили визначити специфічність концентрування ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^3H донними відкладеннями, водяними рослинами і рибою (м'язи) для різних водних об'єктів. Більш інтенсивно майже всі компоненти концентрували ^{137}Cs (300 - 900), в меншій мірі ^{90}Sr (80 - 150), і найменше ^3H (0,8 - 1,2). У загальному концентруванні ^3H з води компонентами ставка-охолоджувача ПУАЕС рибна складова мала значну величину (0,6 - 0,7).

Умови кожного водного об'єкту помітно впливали на інтенсивність концентрування радіонуклідів його компонентами: ^{90}Sr в найбільшій

мірі концентрували донні відкладення ставка-охолоджувача ПУ АЕС, ^{137}Cs – донні відкладення ставка-біоочищення, ставка-охолоджувача ПУ АЕС та водяні рослини ставка-охолоджувача ЗАЕС, а ^3H – в найбільшій кількості концентрувався донними відкладеннями і водяними рослинами (*Cladophora fracta*) річок Південний Буг і Арбузинка. Це підтверджує існування характерних рис щодо формування радіаційного стану в кожній водоймі, що, вважаємо, потрібно враховувати при визначенні радіоємності водойми. Отримані дані можуть бути використані при складанні програми радіоекологічного моніторингу та обсягу заходів щодо дезактивації водоймищ обстежених водних систем.

Список використаних джерел:

1. Григор'єва Л. І. Радіаційна екологія та радіаційна безпека : навч. посіб. / Л. І. Григор'єва. Миколаїв: Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2023. 228 с.
2. Ludmila Grygorieva. Bottom sediments of the reservoirs in the lower reaches of the southern bug river as a depot of antropogenic radionuclidesary from chemical and radionuclide pollutants. Selected Papers of the V International Conference on European Dimensions of Sustainable Development, June 1-2, 2023. Kyiv: NUFT, 2023. P. 133-139.

УДК 614.876+623.1/3

Вишневський Д.О.

начальник наукового відділу,

Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника,

Чорнобиль, Україна

Бурдо О.О.

к.б.н., науковий співробітник,

Інститут ядерних досліджень НАНУ, Київ, Україна

ФАКТОРИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ ПОВ'ЯЗАНІ ІЗ ВІЙСЬКОВИМ СТАНОМ

Зона відчуження і зона безумовного (обов'язкового) відселення (ЗВіЗБ(О)В; далі – ЗВ) визначена як територія, з якої у 1986 р. була проведена евакуація населення. Зона є територією, землі якої виведені з господарського використання, з особливою формою управління, здійснюваного ДАЗВ.

Діяльність у ЗВіЗБ(О)В спрямована, насамперед, на виконання обов'язкових заходів, визначених чинним законодавством, а саме на:

- захист прилеглих територій від поширення за межі ЗВ радіоактивних речовин, мінімізацію екологічної небезпеки для населення України з урахуванням екстремальних природних ситуацій, ймовірних в умовах регіону, в тому обсязі, в якому це можливо і економічно виправдано;
- моніторинг стану природного середовища;
- утримання території в належному санітарному і пожежобезпечному стані;
- фіксацію радіонуклідів на місцевості, поводження з РАВ;
- здійснення заходів щодо зняття з експлуатації ЧАЕС, перетворення об'єкта “Укриття” в екологічно безпечну систему, поводження з відпрацьованим ядерним паливом.

До цих функцій в 2016 році додалась збереження біологічного різноманіття після створення в межах ЗВіЗБ(О)В Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника.

У 2022 році після деокупації Київської області додалась функція оборони. Тут внаслідок наявності кордону зі республікою білорусь, яка виявилось співагресором, розгорнуті сили оборони України.

Військовий стан та наслідки окупації суттєво переформатував діяльність у ЗВіЗБОВ. Виникли три фактори: безпековий, інфраструктурний та мілітаризації.

Безпековий пов'язаний із наслідками окупації та веденням бойових дій. Війна призвела до появи нового класу ризиків. Забруднення території вибухонебезпечними предметами. Перш за все це наслідок мінування часів окупації, але не тільки. Забруднення території вибухонебезпечними предметами відбувається і за рахунок падіння ударних БПЛА та крилатих ракет. Відповідно для багатьох операцій, які виконуються на території ЗВіЗБ(О)В таких як гасіння лісових пожеж, обслуговування ЛЕП та інші, потрібне залучення саперів. Це збільшує витрати ресурсів на виконання робочих процесів. Крім того є необхідність для забезпечення захисту персоналу від повітряних ударів та, у разі необхідності мати ресурси для реалізації швидкої евакуації. Безпековий фактор істотно вплинув на доступність території. Великі ділянки ЗВіЗБ(О)В недоступні через загрозу мінування або режимних обмежень. Як наслідок, зменшується потік інформації про стан території, який раніше отримувався внаслідок моніторингових та дослідних робіт.

Інфраструктурний фактор пов'язаний із розривом шляхів сполучення із м. Славутич та Чернігівською областю. Це призвело до двох наслідків. Перший, переведення персоналу, який працював по графіку «4/3» на графік «15 на 15 днів». Другий, виведення частини робочих за межі зони відчуження. Це призвело до відповідних змін у функціонуванні вахтового містечка Чорнобиль та організації праці у ЗВіЗБ(О)В в цілому.

Фактор мілітаризації. У ЗВіЗБ(О)В з'явився потік контингенту (як військових так і цивільних осіб) задіяних у виконанні завдань з оборони. Це створює навантаження на систему радіаційно-дозиметричного та індивідуального контролю, а також інфраструктуру. Крім того є необхідність в проведенні як роз'яснювальної роботи серед особового складу, так і інформаційного забезпечення задіяних підрозділів.

Важливим питанням є створення реєстрів військових осіб які перебувають на території ЗВіЗБ(О)В. Всі військові знаходяться на радіаційно-дозиметричному контролі у ДСП «Екоцентр», проте питання уточнюючої біологічної дозиметрії досі не вирішено. Біологічна дозиметрія змогла б вирішити питання

Останнє, що слід відмітити, це зміни у використанні ЗВіЗБ(О)В як міжнародного наукового полігону. До 2022 року тут реалізовувався широкий спектр наукових проектів в сфері радіоекології та радіобіології завдяки унікальним умовам для проведення досліджень. Після деокупації у 2022 році Чорнобильській радіаційно-екологічний біосферний заповідник завдяки допомозі з боку ЗСУ завершив проект фотомоніторингу великих ссавців, який виконувався разом із Франкфуртським зоологічним товариством. Тоді ж разом із Інститутом ядерних досліджень було завершено проект українсько-японський проект SATREPS. В цій ситуації багато інших проектів була згорнуті або заморожені. В 2024 році розпочалося відновлення міжнародного співробітництва. Втім, ці проекти реалізуються силами українських дослідників. Таким чином, не можна казати про втрату ЗВіЗБ(О)В, як наукового полігона, але істотні обмеження для його використання існують.

Войціцький В. М.,

д.б.н., проф.,

Національний університет «Києво-Могилянська академія»,

Київ, Україна

Хижняк С.В.,

д.б.н., проф.,

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

Київ, Україна

Коверсун І.В.,

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

Київ, Україна

БІОІНДИКАЦІЯ СТАНУ ОБ'ЄКТІВ ДОВКІЛЛЯ – ЦЕ НЕОБХІДНІСТЬ, ЯКА ДЕТЕРМІНОВАНА ДОЦІЛЬНІСТЮ

Забруднення довкілля – це привнесення нових, не характерних для нього хімічних, фізичних і біологічних чинників або перевищення природного середнього багатолітнього рівня вмісту цих чинників у довкіллі. На даний час у світі використовують різні засоби боротьби із забрудненнями: законодавча заборона виробництва і використання стійких токсичних сполук (хоча це досить проблематично із-за розвитку сучасної промисловості), застосування маловідходних технологій із зменшенням впливу на довкілля тощо. Незважаючи на це, за даними ВООЗ в світі вже існує майже 60 тис. забруднювачів довкілля і щорічно в промисловій індустрії кількість тільки високотоксичних антропогенних чинників збільшується на 600 – 800.

На даний час при оцінці стану довкілля пріоритетна роль належить аналітичним фізичним і хімічним методам контролю з визначенням якісного складу і кількісного вмісту забруднювачів для конкретних досліджуваних об'єктів. Екологічний аналіз стану цих об'єктів, оцінки їхньої безпечності проводиться при порівнянні отриманих даних з визначеними нормативами. Але цей підхід має низку недоліків, зокрема: неможливість оцінки за проявлення синергічної або антагоністичної дії кількох токсикантів, визначення можливості прояву вторинних ефектів за дії забруднювачів довкілля, які спричинені їхнім накопиченням і трансформацією, особливостями прояву дії на нащадків тощо. Тому визначення впливу токсикантів на довкілля, зокрема біоту, неможливе без використання організмів-індикаторів, зміни функціонального стану яких за дії токсикантів дає інформацію щодо реакції організмів на дію токсичних речовин, в тому числі

забруднювачів довкілля. Добір таких організмів, безумовно, залежить від мети і завдань досліджень, вибіркової чутливості організмів до дії конкретних токсикантів або з урахуванням їх одночасної дії тощо. Існують нормативи щодо використання для подібних (санітарно-гігієнічних) досліджень спеціально добраних груп тварин і рослин. Це, зокрема, ґрунтові та водні мікроорганізми (певні штами бактерій, інфузорії тощо), ракоподібні (наприклад, дафнії), ґрунтові черви, комахи (наприклад, бджоли), риби, низка водоростей і вищих рослин та багато інших. Головне – це отримання вірогідних даних, які дають можливість провести оцінку стану об'єктів довкілля за впливом на біоту. Крім того, необхідно враховувати особливості при проведенні модельних лабораторних досліджень та досліджень в природних умовах, зокрема: із використанням спеціально добраних експериментальних ділянок землі чи встановлення місць відбору проб з прісноводних водних об'єктів і акваторії морів тощо. Необхідно усвідомити, що необхідність біоіндикації стану довкілля обумовлена доцільністю.

Список використаних джерел:

1. Данчук В.В., Ушкалов В.О., Войціцький В.М. та ін. Агроекотоксикологія: словник-довідник найбільш вживаних агроекотоксикологічних термінів. К.: «ФОРМ Ямчінський». 2021. – 494 с.
2. Хижняк С. В., Баранов Ю.С., Демченко В.Ф., Войціцький В. М. Пестициди та їх еколого-токсикологічна оцінка: монографія. – К.: ЦК «Компринт», 2019. – 226 с.

УДК 524.849 - 567.7:568

Григор'єва Л.І.,

д.б.н., проф.,

Чорноморський національний університет імені Петра Могили,

Миколаїв, Україна

ЕКОЛОГІЧНІ СТАРТАПИ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ В ЧНУ ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

Сучасний світ рухається до сталого розвитку, і екологічні стартапи відіграють у цьому ключову роль. Вони впроваджують інноваційні рішення для зменшення шкідливого впливу на довкілля, збереження природних ресурсів і підвищення екологічної свідомості суспільства.

Молоді компанії, що працюють у цій сфері, зосереджуються на використанні відновлюваних джерел енергії, переробці відходів, розвитку екологічного транспорту, водних технологій і сталого сільського господарства.

У світі вже є багато успішних екостартапів, які змінюють ринок і наше повсякденне життя. Наприклад, Tesla зробила електромобілі доступними, скорочуючи використання викопного палива. Plastic Bank стимулює людей збирати пластик для переробки, перетворюючи його на ресурс. SolarGaps, український стартап, створив сонячні жалюзі, які не тільки захищають від сонця, а й генерують енергію.

Однак екологічним стартапам доводиться долати чимало викликів, серед яких високі витрати на розробку, пошук фінансування та формування попиту на екологічно чисті продукти. Попри це, глобальні тенденції та підтримка екологічних ініціатив дають їм великі перспективи. Суспільство все більше усвідомлює важливість екологічно відповідального бізнесу, а отже, інтерес до таких інновацій зростає.

Питання навчання студентів-екологів створення стартапів підвищує рейтинг еколога на ринку праці. У ЧНУ імені Петра Могили на третьому рівні вищої освіти серед вибірових дисциплін введено дисципліну «Екологічні стартапи захисту довкілля». В рамках цієї дисципліни здобувачам передбачено викладання матеріалів щодо авторських стартапів. Націленість цих стартапів – це регіональні проблеми екологічної безпеки водних ресурсів Миколаївщини через надмірним використанням водних ресурсів (на Миколаївщині функціонує 45 водосховищ з повним об'ємом 374,7 млн м³, з яких 7 — з об'ємом понад 10 млн м³), обмеженістю запасів прісної води, чималим навантаженням на Бузький лиман поверхневі водойми у довоєнні часи; інтенсивне використання Бузького лиману як транспортної магістралі, високі темпи розвитку водної логістики у довоєнні часи для перевезення зернових, олійних культур, продуктів їх переробки, мінеральних добрив, бокситів, тощо, розташування на узбережжі потенційно-небезпечних виробництв, інтенсивний розвиток вантажного судноплавства. При цих розробках використано відомі технології світу: збирання дощової води та використання чистої дощової води у садово-парковому будівництві/реконструкції; поливи комунальних насаджень (Німеччина); ефективне використання зелених насаджень з вищих рослин (дерева, кустарники) не лише для екодизайну, а й у міських гідротехнічних спорудах, при біоочищенні вод міської каналізації, укріпленні берегів, тощо (Японія); масове вирощування водних рослин для цілей ефективного їх використання для біоочищення міських вод,

використання водних рослин у міському еко в дизайні (Китай). В результаті створено стартап використання місцевих прісноводних макрофітів у системі дезактивації й розсолання технологічних водойм. Другим стартапом є створення комбінованого біоплато з місцевих водяних поверхнево-водних рослин та наземних рослин для очищення водойм від окремих груп полютантів.

Список використаних джерел:

1. Григор'єва, Л. (2025). Практичні аспекти біоіндикації і біоремедіації довкілля. Навчальний посібник. Миколаїв. 165 с.
2. Кляченко О.Л., Мельничук М.Д., Іванова Т.В. Екологічні біотехнології: теорія і практика.: Навчальний посібник. Вінниця, ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 254 с.
https://nubip.edu.ua/sites/default/files/ekologichni_biotexnologii_31-07-15.pdf
3. Хаустов М. М. (2023). Стартапи: створення та масштабування : монографія. Харків : ФОП Лібуркіна Л. М. 224 с. https://ndc-ipr.org/media/publications/files/Mono_Startups_aWK106u.pdf

УДК 502.51-049.5

*Григор'єв К.В.,
аспірант*

*Алексєєва А.О.,
к.т.н., доцент*

*Чорноморський національний університет імені Петра Могили,
Миколаїв, Україна*

ГАЗОАЕРОЗОЛЬНІ ВИКИДИ РАДІОНУКЛІДІВ З АЕС ТА СЕРЕДНЬОІНДИВІДУАЛЬНА ЕФЕКТИВНА ДОЗА ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ ПРИЛЕГЛИХ МІСЬКИХ АГЛОМЕРАЦІЙ

Сьогодні питання визначення дози опромінення людини від наявних джерел іонізуючого випромінювання набуває все більшої актуальності через постійне зростання кількості несприятливих для людини факторів і речовин різної природи, багато з яких носять повсюдний характер. Особливу увагу у цьому питанні відводять дозиметрії територій, розташованих у безпосередній близькості до АЕС. Окрім наукової значимості, це має й великий громадський резонанс у районах розташування великих ядерних комплексів, головним чином і через

негативне відношення населення до атомної промисловості та віднесенням усіх погіршень стану здоров'я людської популяції до впливу техногенних джерел випромінення.

Одним із шляхів розв'язку цієї проблеми є визначення дози опромінення людини від газоаерозольних викидів і рідких скидів радіоактивних речовин АЕС у нормальному режимі її експлуатації. Об'єктом досліджень виступав приземний шар атмосферного повітря у районі розташування Південноукраїнської АЕС.

За результатами досліджень потужності експозиційної дози в обраних населених пунктах 30-км зони навколо ЮУ АЕС, середня величина індивідуальної дози зовнішнього опромінення для цього населення становила $0,80 \pm 0,05$ мЗв/рік. Аналогічні дослідження потужності експозиційної дози у населених пунктах 30-км зони ЗАЕС показали результати $0,97 \pm 0,05$ мЗв/рік⁻¹. За даними вимірювань інтегральної дози гамма-випромінювання на місцевості поблизу АЕС, виконаних лабораторією зовнішньої дозиметрії ЮУ АЕС [8 - 14], ця доза в середньому складала 0,75 – 0,95 мГр/рік. До пуску ЮУ АЕС ця величина складала 0,95 – 1,09 мЗв/рік.

Розсіяні у повітрі радіонукліди, викинуті із вентиляційних труб АЕС, крім фотонного опромінення, можуть здійснювати також внутрішнє опромінення через потрапляння їх до людини через дихальні шляхи. Дослідження розсіювання радіоактивних речовин у повітрі при викиді з АЕС здійснено за методикою, рекомендованою МАГАТЕ:

$$C_{атм} = Q \cdot G$$

де $C_{атм}$ – об'ємна активність радіонукліду у приземному шарі атмосфери (Г/м³, Бк/м³), Q – інтенсивність викиду речовини в атмосферне повітря (Бк/с); G – фактор метеорологічного розбавлення (с/м³).

Згідно гаусової моделі метеорологічний фактор розбавлення радіоактивних речовин у приземному шарі атмосфери за тривалий проміжок часу (~ рік) на рівні землі визначався так:

$$G = (2\pi)^{3/2} \times \sum_j \frac{\psi_j F_j}{\sigma_{zj} u_j} \exp\left(-\frac{h_{ef}^2}{2\sigma_{zj}^2}\right)$$

де індексом j позначені величини, які характерні для j категорії стійкості атмосфери; ψ_j – повторюваність j категорії за час викиду; u_j – середня в j погодній категорії швидкість вітру; η – протяжність рози вітрів у даному напрямку.

При визначенні дифузійних властивостей повітряного середовища району ЮУ АЕС використано дані багаторічних

спостережень метеостанції м. Вознесенська. Відповідно до цієї моделі обчислено фактор метеорологічного розбавлення за 16 румбами напрямку вітру для найближчого до АЕС населеного пункту – м. Південноукраїнська (відстань $x=2,5$ км). Враховуючи дані про річний викид радіонуклідів ($^{137,134}\text{Cs}$, $^{58,60}\text{Co}$, ^{54}Mn , ^{52}Cr , ^{59}Fe , ^{95}Nb , $^{110\text{m}}\text{Ag}$, ^{131}I) з ПУАЕС визначено величини приземних концентрацій викидних радіонуклідів для територій, розташованих на цій відстані від ЮУ АЕС за 16 румбами напрямку вітру.

Ефективна доза внутрішнього опромінення людини від газоаерозольних викидів Південноукраїнської АЕС склала в інтервалі розкиду значень: по ^{137}Cs : $(2 - 8) \cdot 10^{-12}$ Зв/рік; по ^{134}Cs : $(2 - 5) \cdot 10^{-12}$ Зв/рік; по ^{60}Co : $(5 - 13) \cdot 10^{-12}$ Зв/рік; по ^{58}Co : $(0,1 - 0,8) \cdot 10^{-12}$ Зв/рік; по ^{54}Mn : $(0,04 - 0,4) \cdot 10^{-12}$ Зв/рік; по ^{51}Cr : $(0,04 - 0,8) \cdot 10^{-12}$ Зв/рік; по ^{59}Fe : $(0,2 - 1) \cdot 10^{-12}$ Зв/рік; по ^{95}Nb : $(0,05 - 0,2) \cdot 10^{-12}$ Зв/рік; по $^{110\text{m}}\text{Ag}$: $(0,5 - 2,5) \cdot 10^{-12}$ Зв/рік; по ^{131}I : $(2 - 200) \cdot 10^{-12}$ Зв/рік. Інґаліційна доза від суміші радіонуклідів склала $(10 - 200) \cdot 10^{-12}$ Зв/рік.

Список використаних джерел:

1. Григор'єв К., Григор'єва Л. (2025) Радіоактивні опади з атмосфери та їх радіоекологічний моніторинг в контексті військових дій. Український журнал природничих наук. Вип. 2. 2025. С.32 – 38.
2. Ludmila Grygorieva. Bottom sediments of the reservoirs in the lower reaches of the southern bug river as a depot of antropogenic radionuclidesary from chemical and radionuclide pollutants. Selected Papers of the V International Conference on European Dimensions of Sustainable Development, June 1-2, 2023. Kyiv: NUFT, 2023. P. 133-139.
3. Kostiantyn Grygoriev, Liudmyla Grygorieva, Anna Aleksieieva (2024) Radioecological monitoring of atmospheric air during military operations Selected Papers of the VI International Conference on European Dimensions of Sustainable Development, May 15 – 17, 2024. Kyiv: NUFT. P. 454-458.

*Магістр групи ЕОСм-11 кафедри екології,
Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна
Федонюк В.В.,
к. геогр. н., доцент, доцент кафедри екології,
Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна*

ПИТАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ МІКРОРАЙОНУ «КРАСНЕ» У ЛУЦЬКУ

Екологічні проблеми сьогодення торкаються кожної території та регіону. В межах урбоecosистем специфіка таких проблем може бути особливою для окремих мікрорайонів та зон, це характерно і для міста Луцька. У Луцьку виділяють ряд промислових зон та секторів, для яких проблеми антропогенного навантаження є особливо значимими, проте селітебні та житлові квартали міста також зазнають підвищеного антропогенного тиску. Це визначило вибір теми даного дослідження, яке було присвячене аналізу сучасного екологічного стану одного з мікрорайонів Луцька – району Красне. Вивчення екологічного стану мікрорайонів великого міста, оцінка можливостей його поліпшення – це важливе і актуальне завдання. Екологічний стан мікрорайонів в кінцевому підсумку визначає загальний екологічний стан усієї урбоecosистеми, комфортність та безпечність життя його мешканців, потенційний вплив на прилеглі неурбанізовані території.

Сучасний екологічний стан мікрорайонів м. Луцька вивчався у працях Федонюк В.В., Іванціва В.В., Федонюка М.А., Іванців О.В., Фесюка В.О. [2, 3, 4, 5, 6] та інших авторів. Зокрема, у дослідженнях Федонюк В.В., Іванціва В.В., Федонюка М.А., Іванців О.В. [2,3,4] давалася екологічна оцінка стану атмосферного повітря в окремих мікрорайонах міста, а у роботі Федонюк В.В., Іванціва В.В., Жадько О.А., Федонюка М.А., Панкевича С.Г., Залеського І.І. [1] оцінено сучасний стан природно-заповідних об'єктів в місті. Проте виокремлених досліджень для окремих мікрорайонів не проводилося, чим визначається актуальність та новизна даної роботи.

Таким чином, метою дослідження була оцінка сучасного екологічного стану мікрорайону Красне у Луцьку та можливостей покращення цього стану і усунення значних проявів дії небезпечних чинників антропогенного характеру. Відповідно до мети було визначено наступні завдання:

- Надати фізико-географічну характеристику ландшафтних комплексів обраного району дослідження та стан його соціально-економічного розвитку на основі вивчення наукової літератури та

натурних польових обстежень автора;

- Описати основні джерела впливу антропогенного характеру та формування екологічного стану мікрорайону Красне;

- Оцінити ступінь небезпечного впливу кожного з оцінених та виділених чинників, які визначають екологічний стан території дослідження, ранжувати їх за даним ступенем негативного впливу;

- Запропонувати певні рекомендації задля поліпшення екологічного стану мікрорайону Красне, та максимально можливої мінімізації негативного впливу проаналізованих та виявлених небезпечних антропогенних чинників.

Результати та висновки:

1. Мікрорайон Красне, є важливою частиною міста Луцька, це – один з типових мікрорайонів міста, в якому розміщуються автомагістралі, транспортні розв'язки, селітебні зони, житловий сектор з школою, дитячими садками та церквами, в його межах розташовано ряд підприємств: автозаправки та автомийки, міська автостанція № 2, ДП спиртової та лікєро-горілкової промисловості «Укрспирт», завод «Кромберг енд Шуберт», вищі навчальні заклади, зокрема: Луцьке ВПУ будівництва та архітектури та корпуси Луцького національного технічного університету. Це – один з давніх історичних мікрорайонів міста.

2. Аналіз фізико-географічних, соціально-економічних та ландшафтних особливостей району дослідження показав, що мікрорайон Красне має типовий для помірного кліматичного поясу м'який та вологий клімат; мікрокліматичні особливості досліджуваного району пов'язані з досить високою вологістю повітря цілорічно внаслідок розміщення у безпосередній близькості до вул. Львівської заплави, надзаплавних терас річки Стир та загально-зоологічного заказника «Гнідавське болото», з'єднаного кількома іригаційними каналами з річкою Стир. Внаслідок розташування в межах Волинської височини на Горохівській височині тут поширені вапняки та сірі опідзолені ґрунти разом з чорноземами. Це створює передумови для сільськогосподарської та рекреаційної діяльності внаслідок можливості створювати природні композиції з декоративними рослинами, більшість з яких потребує родючих ґрунтів.

3. Розміщення на даній території декількох автозаправок, близьке розташування автостанції №2, ДП спиртової та лікєро-горілкової промисловості «Укрспирт», ПАТ «Електротермометрія» та Гнідавського цукрового заводу, наявність поживлених автомагістралей призводить до хімічного, пилового та шумового забруднення території, що створює несприятливі умови для ведення сільськогосподарської діяльності на

прилеглих дачних масивах та погіршує умови проживання людей.

4. Здійснені автором інструментальні вимірювання та розрахункові визначення шумового, пилового та теплового забруднення на досліджуваних точках дозволили виявити перевищення рівня шуму в селітебній зоні та на автомагістралях, значні показники теплового забруднення. Рівень шуму, який визначався у 5 контрольних точках вздовж вул. Львівської, у всіх точках, окрім точки № 4, є таким, що має перевищення і цн перевищення складає більше 15 дБ у порівнянні з нормативним рівнем. Виміряні концентрації пиловатих частинок, або твердих аерозолів у повітрі мікрорайону вул. Львівської в цілому знаходяться в межах допустимих нормативних показників і не перевищують 35 мкг/м³, але в більшості вони є неприйнятними для постійного багаторічного перебування людей (показник 12 мкг/м³ часто був перевищеним).

5. Отже, система моніторингу стану повітря у м. Луцьку на разі не є досконалою та потребує оптимізації та переоснащення. Даний мікрорайон не охоплений постами спостереження, а громадська екологічна мережа – EcoCity має в даному мікрорайоні лише одну станцію на вулиці Ярослава Стецька.

Екологічний стан атмосферного повітря у Луцьку не є задовільним через велику кількість випадків перевищення ГДК, що спостерігаються практично щороку. Тенденція до зростання концентрацій спостерігається по таких забруднювачах, як пил, оксиди карбону, оксиди сульфуру та оксиди нітрогену, що свідчить про зростання забруднення атмосферного повітря і може мати негативні наслідки для здоров'я населення нашого міста.

6. Необхідним є вжиття заходів щодо зменшення рівня шуму, пилового та хімічного забруднення, а саме: збільшення площі зелених насаджень, в тому числі вертикального озеленення, створення газонного покриття замість асфальтованих тротуарів на узбіччі доріг, впровадження шумопоглинального асфальтного покриття на дорогах, популяризація електромобілів. Це дозволить мінімізувати вплив негативних чинників антропогенного характеру, у першу чергу – автотранспортного забруднення у мікрорайоні Красне.

Список використаних джерел

1. Федонюк В.В., Іванців В.В., Жадько О.А., Федонюк М.А., Панкевич С.Г., Залеський І.І. Екологічна оцінка стану біоценозів природно-заповідних об'єктів Луцька. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Серія «Сільськогосподарські науки»*. Вип. 4 (104). 2023. С. 186 – 204. URL: <https://visnyk.nuwm.edu.ua/index.php/agri/article/view/1345> DOI:

<https://doi.org/10.31713/vs4202315>

2. Федонюк В.В., Иванців В.В., Федонюк М.А. Иванців О.В. Картографування екологічного стану повітряного басейну м. Луцька на основі ліхеноіндикації. *Часопис картографії: Збірник наукових праць*. К. : КНУ ім. Тараса Шевченка, 2016. Вип. 16. С. 259 – 271.

3. Федонюк М.А., Федонюк В.В. Проблеми теплового забруднення селітебних територій: дослідження та моніторинг. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування: науково-технічний журнал*. Івано-Франківськ, ІФНТУНГ, № 1 (15). 2017. С.231-239. URL: <http://clar.nung.edu.ua/handle/123456789/5308>

4. Федонюк В.В., Федонюк М.А. Дослідження сезонної динаміки атмосферного тиску в м. Луцьку. *Фізична географія та геоморфологія*. 2016. Вип. 4 (84). С. 82-89.

5. Fedoniuk M.A., Fedoniuk V.V., Ivantsiv V.V. Possibilities for improvement of environmental monitoring of precipitation in the city (a case of Lutsk). *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія»*. Харків: 2019. Вип. 50. С. 210 – 219. [Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University, series «Geology. Geography. Ecology»]. URL: <http://journals.uran.ua/geoeco/article/view/204884> DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2019-50-16>

6. Fedoniuk V., Fesyuk V., Fedoniuk M. Analysis of the dynamics and precipitation regime in the cross-border region Poland-Belarus-Ukraine (2010-2018). *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. Dnipro: 2023. 32 (2). P. 241 – 253. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.15421/112323>

*студентка IV курсу,
спеціальності 101 Екологія,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
Роман Л.Ю.
к.х.н., доц., доцент кафедри
екології та охорони навколишнього середовища
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»*

СКРИНІНГ ВПЛИВУ ВИКИДІВ АВТОТРАНСПОРТУ НА ЯКІСТЬ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ У М. УЖГОРОД

Інтенсивний розвиток урбанізації призводить до скупчення у містах автомобільного транспорту, що створює передумови погіршення якості повітряного середовища цих територій вихлопними газами. У відпрацьованих газах міститься значна кількість компонентів, що мають токсинну дію та загрозово впливають на здоров'я населення, особливо густонаселених міст [1].

Мета дослідження: оцінка впливу викидів автотранспортних засобів на якість повітря міста Ужгород (на прикладі розрахунку концентрації карбон(II)оксиду).

Місто Ужгород є обласним центром Закарпатської області України. Його площа невелика та складає всього 40 км². Дане місто є транскордонним та безпосередньо межує з Словаччиною. Таким чином, погіршення якості повітря у місті можливе декількома шляхами: 1) безпосередні викиди забруднювальних речовин (вихлопні гази); 2) прорив газів у картер й викид шкідливих речовин внаслідок випаровування палива у паливних баках чи карбюраторах; 3) внаслідок можливого аварійного витоку палива (випаровування).

Для дослідження обрано перехрестя з найбільшим транспортним потоком, особливо у час-пік. Це різного типу перехрестя: перехрестя з кільцевим рухом по вул. Грушевського та Минайська (ділянка №1), на пл. Корятовича і вул. Фединця (ділянка №3), на вул. Академіка Шпеніка і Дайки (ділянка №4); перехрестя з регулюванням світлофорами по вул. Швабській та Мукачівській (ділянка №2) та нерегульоване перехрестя (контроль), із зниженою швидкістю біля парку Боздоський (Ділянка №5).

Методом спостереження зафіксовано, що в межах міста за добу на окремих ділянках проїжджає від 20000 до 35000 різних транспортних засобів, а за годину 1428 – 1453, на контрольній території - у 3 рази менше (831 авто).

Розрахунковим методом [2] встановлено, що концентрація СО на всіх досліджуваних ділянках перевищує нормовані значення [3] у декілька раз і складає 26,33 – 26,68 мг/м³ (рис. 1.), а у контрольній зоні – парку Боздоський – 14,37 мг/м³.

$C(CO), \text{мг/м}^3$

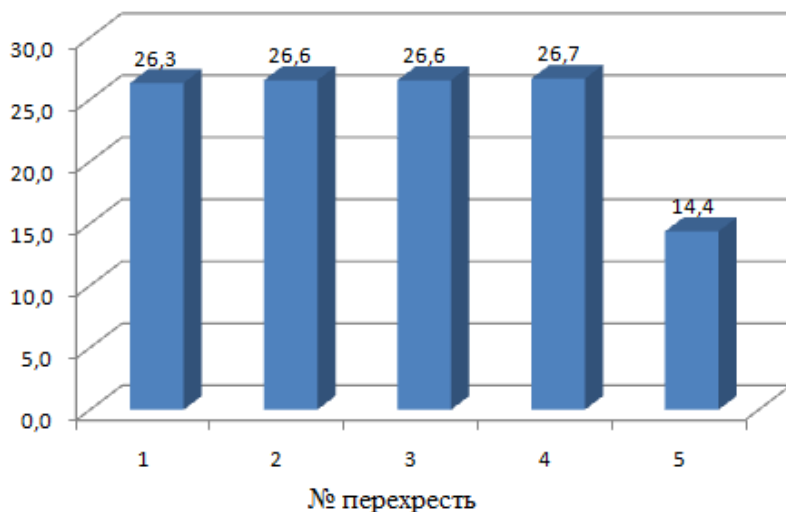


Рис. 1. Розрахований вміст СО у повітряному басейні м. Ужгород на перехрестях

Причинами підвищеного забруднення повітряного басейну міста Ужгород є продукти неповного згорання палива двигунів, що спостерігається під час змінного режиму руху різних транспортних засобів, часті зупинки, скупчення автотранспорту на перехрестях, тощо.

Рівень забруднення повітря міста Ужгород характеризується як підвищений складає 6,21.

Вирішення екологічних проблем, спричинених забрудненням атмосферного повітря автотранспортом у м. Ужгород потребує комплексних заходів: екосистемний підхід у плануванні транспортної мережі міста та забудов, озеленення територій, екологічні проекти, екологічний моніторинг факторів ризику.

Список використаних джерел:

1. Рингач Н.О., Власик Л.Й., Власик Л.І., Колодніцька Т.Л. Урбанізація і вплив на здоров'я забруднення повітря в Україні: загрози та можливості // *Буковинський медичний вісник*. – 2022. – Т.26, №2, – С. 69-76. DOI: 10.24061/2413- 0737.XXVI.2.102.2022.13

2. Бомба М.Я., Паньків Н.Є., Шувар Н.М. Практикум з екології: навч. посіб. туристичної галузі. Львів: *Вид-во ЛІЕТ*, 2015. - 132 с.

3. Наказ Міністерства охорони здоров'я України №1585 від 07.09.2023 року «Про внесення зміни до Гігієнічних регламентів «Гранично допустимі концентрації хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць»». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20#Text>

УДК 502:349

Крисінська Д. О.

к. т. н., доц. (б. в. з.), кафедра екології,

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Миколаїв, Україна

ЗАУВАЖЕННЯ І ПРОПОЗИЦІЇ ДО ЗВІТУ З ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ПРОЄКТУ ЗАВЕРШЕННЯ БУДІВНИЦТВА ТАШЛИЦЬКОЇ ГАЕС

Більше трьох десятиліть екологічна громадськість України продовжує боротьбу за збереження екологічної системи річки Південний Буг, в акваторії якої розміщено Південноукраїнський енергетичний комплекс (далі – ПУЕК), в складі якого починаючи з 1983 року було введено в експлуатацію три енергоблоки Південно-Української атомної електростанції. Для охолодження реакторів АЕС здійснюється водозабір з річки Південний Буг, побудовано Ташлицьке водосховище, що є водоймою-охолоджувачем. Для вирішення питання з акумуляцією залишкової енергії – запущено Ташлицьку гідроакумулюючу електростанцію (далі – ТГАЕС), на два гідроагрегати, чисельність яких планували довести до шести.

Для забезпечення режиму роботи складових ПУЕК на річці Південний Буг було побудовано греблю Олександрівської ГЕС. Олександрівське водосховище було утворене за рахунок підняття греблі Олександрівської ГЕС при її реконструкції. При цьому, нормальний підпертий рівень (далі – НПР), передбачений проєктом, становив 20,7 м.

Навесні 2006 року Олександрівське водосховище було заповнене до НІР значенням 14,7 м., а вже в 2010 році до позначки НІР у 16,0 м.

Створення водосховища призвело до значних змін в акваторії річки. Значно скоротилися і частково втрачені популяції цінних прохідних і напівпрохідних промислових видів риби (стерлядь, севрюга, білуга, лосось чорноморський, марена дніпровська, шемайська, вирезуб). Окрім того, під час затоплення поставило під загрозу зникнення рідкісні види флори, яка росте на схилах берегів Південного Бугу, наприклад, зорянка південнобузька, гвоздика південнобузька, чистець вузьколистий, смілка Ситника та ін.

В лютому 2023 року на сайті Єдиного реєстру з оцінки впливу на довкілля було оприлюднено повідомлення про те, що НАЕК Енергоатом планує отримати дозвіл на підняття рівня в Олександрівському водосховищі до НІР у 16,9 м. На початку квітня 2023 року Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України відмовило НАЕК Енергоатом у видачі висновку.

Проте в березні 2025 року стало відомо, що НАЕК Енергоатом планує отримати дозвіл на планову діяльність, що полягає у завершенні будівництва Ташлицької ГАЕС, введенні гідроагрегатів 3-6, піднятті рівня Олександрівського водосховища до 16,9 м. Звіт зареєстрований у реєстрі ОВД під № 11937.

Згідно до статті 7 Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» кожен громадянин має право участь в громадському обговоренні та висловленні власної думки у процесі обговорення оцінки впливу на довкілля планової діяльності. В період дії воєнного стану свої зауваження та пропозиції можна подавати письмово на електронну адресу Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України. Починаючи з 2025 року Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів відновило режим он-лайн проведення громадських слухань. Слухання по справі № 11937 відбулося 10 квітня і тривало 7,5 годин.

У даній публікації, після аналізу справи ОВД під №11937 автором сформульовано власні думки з позицією заперечення щодо реалізації Планової діяльності за проектом Відокремленого підрозділу «Южно-Українська АЕС» Державного підприємства «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом» (ВП ЮУАЕС ДП «НАЕК «Енергоатом») завершення будівництва Ташлицької ГАЕС, а саме:

1. У результаті реалізації проекту будуть затоплені землі пам'ятки культури національного значення № 140001-Н «Історичний ландшафт центру Буго-Гардівської паланки Війська Запорозького» (острів Гардовий).

Вважаю, що затоплення земель такого значення є ціле направленим злочином проти української історії, цінностей, свобод, за які боролось Військо Запорізьке, за які борються наразі сотні тисяч нових українських козаків, захищаючи Україну проти російської агресії.

Для території півдня України, Миколаївщини в цілому, в часи активної фази війни росії проти України, набуває особливого значення і сенсу збереження в натурному, цілісному вигляді місць, які є дійсним свідченням, реальним підтвердженням того, що землі Півдня України, Причорномор'я є територією України ще з давніх часів.

2. У Звіті не наведено документів, які підтверджують право користування (власності) земельною ділянкою, а саме державних актів та витягів з державного реєстру земельних ділянок АТ «НАЕК «Енергоатом» в постійне користування під «хвостову» частину Олександрівського водосховища до позн. 16, 9 м. Відомо, що в судовому порядку було оскаржено рішення Миколаївської обласної ради, від 20.07.2006, яке надало ділянки під хвостову частину, а також зараз в Доманівському суді розглядається справа про визнання державних актів недійсними.

3. У Звіті вказано, що на сьогодні ТГАЕС працює в складі 3 гідроагрегатів (п.1.3 Звіту) в той же час не наведено на основі якого висновку з ОВД експлуатується 3 гідроагрегат, який згідно даних ЗМІ працює з 22 грудня 2021 року.

4. У Звіті на с. 175, зазначено, що «З 2007 року зворотні продувочні води ТВО (Ташлицька водойма-охолоджувач) скидаються в Олександрівське водосховище, при чому води ТВО характеризуються висока мінералізація, а також підвищені, вмісти хлоридів, сульфатів, а також натрію та магнію».

У Звіті не сказано, як часто при скиданні продувочних вод проводяться відбори зразків проб та лабораторні дослідження того, як скид продувочних води впливає на хімічні показники річки Олександрівського водосховища, як наслідок на гідробіотів, які живуть у водосховищі?

Вважаю, що відсутність даних досліджень впливу на гідробіотів, особливо стенобіотів є не припустимим для документу такого рівня, а отже, Звіт не може бути прийнятим.

5. На с. 237, в Звіті зазначається «В зоні впливу ТГ АЕС також зростають популяції видів рослин з Резолюції № 6 Бернської конвенції (1998): гвоздика бузька (*Dianthus hypanicus*), мерингія південнобузька (*Moehringia hypanica*). «Популяції *Moehringia hypanica* мерингія південнобузька під затоплення не потрапляють, проте надзвичайно потерпають від альпінізму (скелелазіння), видобування граніту та

рекреації».

У Звіті не надано інформації чи даних, на підставі яких досліджень чи фактів зроблено це твердження, чи ведеться облік скільки особин виду «потерпають і як від цих впливів?»

6. На с. 256 Звіту зазначається: «Таким чином, при піднятті рівня води Олександрівського водосховища до відмітки 16,9 м є ризик втрати популяцій раритетних видів в гирлі р. Бакшала (*Atocion hypanicum*, *Gymnospermium odessanum*, *Adonis vernalis*, *Crocus reticulatus*); затоплення значної частини ковилового масиву між се. Бузьке та Олександрівка з популяціями червонокнижних видів (*Alyssum savranicum*, *Stipa capillata*, *S. pennata*, *S. graniticola*, *Pulsatilla bohemica*); підтоплення популяцій раритетних ефемероїдів заплавних та байрачних лісів (*Gymnospermium odessanum*, *Ornithogalum boucheanum*); затоплення або підтоплення острівних популяцій та підтоплення одиничних узбережних локусів (*Crocus reticulatus*, *Dianthus hypanicus*)».

У Звіті не проведено оцінки вартості втрати цих популяцій, їх цінності, як складових екосистеми. Тому вважаю, що Звіт не може бути прийнятим як документ, в кому проведено оцінку впливу на довкілля планової діяльності.

7. На с. 271, в тексті Звіту зазначено «реалізація планової діяльності жодним чином не змінить характер добових та сезонних міграцій риб, помітно (менше рівня можливої похибки при виконанні натурних досліджень) не вплине на загальну конфігурацію річки та об'єм екологічних послуг».

У звіті не роз'яснено які саме за екологічні послуги маються на увазі. Що це за об'єм цих послуг, чим він визначається?

Виникає питання – чому в одному підрозділі Розробник уникає відповіді на питання про «екосистемні послуги», а в іншому використовує це поняття «екологічних послуг»?

8. На с. 387 Звіту, зазначається відповідь на питання

3	В пункті Звіту <i>Оцінка впливу на флористичний склад</i> надається інформація щодо згодів по екосистемно, перенесенню рослинності з територій, які були затоплені на територій вище по ступі водозатоплення. В Звіті зазначається, що моніторинг 2018 року показав життєвість перенесених видів. Про те не зазначається загальний перелік і точна кількість рослин, які було перенесено з затоплених територій, яка кількість рослин потрапила під вплив затоплення, тобто була фактично знищена, яка кількість з перенесених рослин (у відсотковому значенні) «прижилася» на новому місці. Вважаю, що цей розділ потребує значного доопрацювання та оновлення моніторингових даних по стану перенесеної рослинності та загального стану флористичного комплексу.	Детальна інформація стосовно даного пункту наведена в розділі 7.4 Звіту з ОЦД.
---	---	--

Проте у вказаному розділ міститься узагальнена інформація про види і їх життєвість, ситуація з інтродукцією в різних умовах, в той же час НЕ ЗАЗНАЧЕНО точної кількості цих видів, по суті не зазначено основного параметру моніторингу – кількості.

Вважаю, що відповіді на питання запиту – НЕ НАДАНО.

Загалом у Звіті не висвітлено і не підтверджено фактичними даними важливе питання інтродукції видів рослин.

9. У Звіті на с. 469 зазначається «Підвищення рівня Олександрівського водосховища з роботою 6 гідроагрегатів збільшить циркуляцію між верхньою водоймою ГАЕС і Олександрівським водосховищем, що призведе до збільшення водообміну у Олександрівському водосховищі та, як показують дослідження та натурні спостереження на водосховищі ГАЕС, покращить екологічні умови в Олександрівському водосховищі».

Проте не вказано посилання на це за дослідження і спостереження – хто і коли їх проводив, тобто немає реального підтвердження цього твердження.

10. В Звіті на с. 477 вказано, що: «Підняття рівня водосховища в руслі річки яке знаходиться в переважній мірі в каньйоні з крутими берегами на 0,9 м не завдасть значної шкоди популяціям рослин».

Проте не роз'яснено і не вказано, яку класифікацію чи методику було використано для визначення шкоди як «незначної», яким саме рослинам, в якій чисельності її буде завдано. Якими нормативними документами визначено таку класифікацію, чи має вона кількісні визначення, чи лише якісні.

Отже, шкоду, все ж таки, буде завдано.

11. У відповідь на зауваження НЕЦУ на сторінці 349 наведено інформацію, що у статті 82 «Водного Кодексу України» йдеться про загальний корисний об'єм, а не про повний об'єм водосховищ в басейні річки. Це є власним тлумаченням Водного кодексу України. Адже там сказано чітко ЗАГАЛЬНИЙ ОБСЯГ

У статті 82 Водного кодексу України, в абзаці: *«З метою збереження екологічного та хімічного стану річок забороняється споруджувати в їх басейні водосховища і ставки загальним обсягом, що перевищує обсяг стоку даної річки в розрахунковий маловодний рік, який спостерігається один раз у двадцять років.»* мається на увазі загальний (повний) об'єм водосховища, тобто весь об'єм води, який може бути акумульований при нормальному підпірному рівні (НПР). Чому саме загальний (повний), а не корисний, як стверджено в звіті з ОВД? Формулювання «загальний обсяг водосховища» у законодавстві зазвичай вживається саме для позначення повного об'єму, мертвого об'єму та корисного. А коли потрібно підкреслити врахування

корисного, то так і зазначають корисний об'єм.

У контексті екологічних обмежень (як у цьому випадку), метою є обмежити загальне втручання в природний водний режим, а не лише те, скільки води буде використано з водосховища. Тобто регулюється не лише споживання, а й саме накопичення води в басейні — щоб не допустити надмірного перехоплення стоку. В водогосподарській практиці та розрахунках, ми також можемо зустріти розрахунок відсотка зарегульованості стоку річки, де враховується загальний (повний) об'єм водосховищ.

Незважаючи на значну зарегульованість (близько 200 водосховищ і 6,9 тис. ставків сумарним об'ємом 1,5 км³) і широке використання водних ресурсів для загальногосподарських потреб,

Окрім того, в цілому Звіт містить багато неточностей, граматичних, стилістичних помилок, посилання на РОСІЙСЬКОМОВНІ джерела інформації, що є недопустимим для документів такого значення.

Також, в Звіті відсутня частина додатків А-Л, У, що обмежую права громадськості та порушує процедуру громадських слухань.

Окрім того, в Звіті ВІДСУТНІ РЕАЛЬНІ ТЕХНІЧНІ АЛЬТЕРНАТИВИ планової діяльності, які б враховували сучасні технології екологічно безпечного виробництва та кумулювання електроенергії.

Враховуючи вище наведені зауваження вважаю, що Звіт має бути відхиленим, а пропонується Планова діяльність визнана такою, що шкодить національній безпеці України, враховуючи вплив реалізації проєкту не тільки на довкілля, а й на історичну та національну спадщину нашої держави, особливо в період ведення воєнних дій російської федерації, постійних спроб знищити та викривити нашу ідентичність.

На початку травня 2025 року, враховуючи зауваження громадськості та суспільний резонанс, Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України в чергове відмовило НАЕК Енергоатом у видачі висновку щодо завершення будівництва ТГАЕС та підняття рівня Олександрівського водосховища на річці Південний Буг.

Крисінська Д. О.^{1*}, Тимченко І. В.^{2*}

¹к. т. н., доц. (б. в. з.), кафедра екології,

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Миколаїв, Україна

²к. т. н., доц.,

доцент кафедри садово-паркового господарства та екології

ДЗ Луганський національний університет імені Тараса Шевченка

Миргород, Україна,

**Національний екологічний центр України, Київ, Україна*

МАЛОВІДОМІ ТУРИСТИЧНІ МІСЦЯ КУЦУРУБСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ

У 2024 році Куцурубську громаду було включено в перелік шести європейських регіонів для взаємодії і спільного розвитку сталого туризму в межах реалізації проєкту TOURAL. Від української сторони проєкт реалізують дві організації – Національний екологічний центр України та громадська організація «Кінбурн».

Куцурубська територіальна громада розташована на березі Дніпро-Бузького лиману у південній частині Миколаївської області. До складу громади входять 12 населених пунктів: села Іванівка, Яселка, Дмитрівка, Острівка, Матросівка, Червоне Парутине, Парутине, Каталине, Прибузьке, Солончаки, Дніпровське, центр громади у Куцурубі. Населення в період до повномасштабного вторгнення складало 8795 осіб.

Основна мета проєкту TOURAL – розширити можливості пропозиції на туристичному ринку країн-учасниць партнерів за рахунок обміну досвідом, знаннями та ідеями між організаціями. Багатоплановий підхід TOURAL спрямований на досягнення взаємного розвитку кількох секторів/моделей туристичної ніші за допомогою змішаного поєднання ціннісних пропозицій, пов'язаних з підводним туризмом, туризмом, пов'язаним з культурною та природною спадщиною, культурно-креативним туризмом, культурно-науковим туризмом, та срібним туризмом.

Куцурубська територіальна громада (в проєкті Регіон-6) – території, що розташовані в Причорноморській низовині і являють собою плоску рівнину, прорізану стародавніми балками. Територія регіону характеризується значним природно-ресурсним потенціалом, обумовленим м'яким мікрокліматом з лікувальними властивостями,

збереженими ділянками цілинного степу, яскравим історичним минулим та має значні перспективи розвитку.

Територія Регіону-6 має унікальні природні та археологічні місця. Найвідомішою туристичною локацією регіону є Ольвія. Ольвія була заснована грецькими переселенцями з міста Мілета у другій чверті 6 ст. до н.е. на високому правому березі Бузького лиману, неподалік від його з'єднання з Дніпровським лиманом.

Нині Ольвія – це Національний історико-археологічний заповідник, який включає в себе 33 га території, 330 га некрополя, а також 23,6 га території острова Березань. У заповіднику діють музей, фондосховище, лапідарії (музей каменю) та наукова бібліотека.

Відомим туристичним місцем громади також є Аджигольська балка. Це цінна природоохоронна територія, місце гніздування рідкісних видів птахів, важлива степова ділянка Північного Причорномор'я. Хоча це місце в довоєнний період і було відомим, проте тут не спостерігалася значна кількість туристів. Це пов'язано з відсутністю туристичних зручностей та складними умовами трансферу на дану локацію.

Особлива уваги в проєкті приділяється виділенню нових туристичних локацій та туристичних послуг, які варто розвивати в майбутньому.

До маловідомих локацій пропонуємо віднести такі, а саме: Дніпровський кліф, Заказник Каталине, Урочище ста могил, мис Сакен, Озеро Солонець тощо.

Дніпровський кліф – це місце, де з'єднується річка Дніпро та Бузький лиман. Кліф славиться неймовірною красою, місцями збережених степових ділянок, балками, місце гніздування птахів. Перспективними для розвитку видами туризму є екологічно-освітній, культурний, рекреаційний, особливо водні види спорту, купання, риболовля тощо.

Заказник Каталине – це місце, де збережено цінні ділянки степу північного Причорномор'я. Зокрема, там зустрічаються унікальні види флори з Червоної книги України, а саме: сон лучний, ковила дніпровська, ковила волосиста. В межах заказника квітнуть карликові півники. Також в межах урочища поширена юринія волошковидна — вид, що охороняється Резолюцією 6 Бернської конвенції. Піщаний степ в межах цієї території є частиною рідкісного псамофітного ценокомплексу — об'єкта світового рівня унікальності у пониззях долин річок Південний Буг та Інгул, що характеризуються поширенням рідкісних видів рослин. Територія заказника майже не використовувалася як туристична локація. Перспективними для розвитку видами туризму є екологічно-освітній, науковий, рекреаційний.

Урочище ста могил – це територія давніх поховань, яка з’явилася на картах у 18 столітті. До кінця невідомо, які цінності зберігав цей некрополь, якщо починаючи з 1880 року чорні археологи розкопували ці могили. Розміри некрополя у багато разів перевищували площу самого міста Ольвія та оточували його з усіх боків. Особливо перспективним для розвитку туризму є науковий (історичний, археологічний, екологічно-освітній).

Мис Сакен – це крутий виступ над Дніпро-Бузьким лиманом в межах Дніпровського кліфу. Перспективним для розвитку туризму є науковий (історичний, археологічний, екологічно-освітній).

Озеро Солонець утворилось в межах Аджигольської балки. Місце гніздування та годівлі й відпочинку птахів, в тому числі рожевих пеліканів.

З середини 1950-х років на цьому місці діяв цех Очаківського рибоконсервного комбінату. У 1970-х тут висадили білу акацію, а балку перегородили дамбами, створивши три мілководні озера для риборозведення. Сьогодні рибне господарство представляє собою закинуті будівлі. Територія смарагдової мережі. Перспективним є розвиток екологічно-освітнього та рекреаційного туризму.

Зрозуміло, що будь-які перспективи реалізації післявоєнного розвитку туристичного потенціалу Куцурубської територіальної громади, особливо маловідомих локацій, будуть можливими лише після повної деокупації Кінбурнського півострову та звільнення захоплених військами російської федерації території України.

УДК 504.4.054

Андрій Мац,

*аспірант кафедри екології, Чорноморського національного
університету імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

Олена Мітрясова,

*д.пед.н., професор, професор кафедри екології Чорноморського
національного університету імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

ВИЗНАЧЕННЯ BLUE-ІНДЕКСІВ ГІДРОЕКОСИСТЕМИ БУЗЬКОГО ЛИМАНУ

Актуальність дослідження визначення Blue-індексів гідроєкосистеми Бузького лиману зумовлена низкою важливих екологічних чинників. Бузький лиман є складовою частиною екосистеми Південного Бугу, та

розташовуючись у Миколаївській області, відіграє значну роль у підтримці біологічного різноманіття регіону та виконує важливі екологічні функції. Проте, як і багато прибережних екосистем, він зазнає зростаючого антропогенного тиску, що проявляється у забрудненні промисловими та сільськогосподарськими скидами, змінах гідрологічного режиму, а також наслідках кліматичних змін.

Оцінювання екологічного стану водних об'єктів є критично важливою для розробки ефективних стратегій управління водних ресурсів. Традиційні методи моніторингу якості води, що включають відбір проб та лабораторний аналіз, є трудомісткими, потребують значних часових та фінансових ресурсів і часто не дозволяють отримати оперативну інформацію про стан великих акваторій та простежити динаміку змін на значних часових проміжках. У цьому контексті, застосування методів дистанційного зондування, зокрема аналіз Blue-індексів, є перспективним методом, що дозволяє отримувати синоптичну інформацію про стан водних об'єктів на великих площах та в динаміці.

Blue-індекси, які ґрунтуються на аналізі інтенсивності відбиття світла у синій частині спектра, є чутливими до змін оптичних властивостей води, які залежать від концентрації хлорофілу, вмісту зважених речовин, розчиненої органічної речовини та інших параметрів, що характеризують якість поверхневих вод.

Використання супутникових даних для визначення Blue-індексів надає можливість здійснювати регулярний моніторинг стану Бузького лиману, виявляти ділянки з підвищеним рівнем забруднення або евтрофікації, а також відстежувати довгострокові тенденції змін якості води під впливом різних факторів.

Актуальність дослідження також підкреслюється необхідністю адаптації до сучасних технологій обробки великих обсягів геопросторових даних. Платформа Google Earth Engine (GEE) є потужним інструментом, що надає доступ до значних архівів супутникових знімків та забезпечує обчислювальні потужності для їхнього аналізу. Застосування GEE для визначення Blue-індексів Бузького лиману дозволяє ефективно обробляти багаторічні часові ряди даних, виявляти закономірності та візуалізувати результати, що є важливим для прийняття обґрунтованих рішень у сфері управління природними ресурсами.

Дослідження динаміки Blue-індексів за період з 1984 по 2024 роки є особливо цінним, оскільки дозволяє оцінити вплив кліматичних змін та антропогенної діяльності на стан гідроекосистеми Бузького лиману протягом тривалого часу. Виявлення тенденцій погіршення або

покращення якості води може слугувати основою для розробки превентивних та відновлювальних заходів, спрямованих на збереження екологічної стійкості цієї важливої водної екосистеми. [1; 2].

Мета дослідження полягає у визначенні Blue-індексів для гідроекосистеми Бузького лиману з використанням супутникових даних.

Методи дослідження. Для проведення досліджень використовували ГІС через Інтернет платформу Google Earth Engine (GEE). GEE – це потужний інструмент для аналізу та візуалізації геопросторових даних. Ця платформа дозволяє працювати з великими обсягами супутникових знімків і кліматичних даних, що робить його особливо корисним для дисертаційного дослідження з екологічного моніторингу та вивчення впливу кліматичних змін на водні ресурси. Google Earth Engine – це платформа для роботи з супутниковими даними та іншими екологічними даними у великому масштабі. Ця платформа дозволяє отримати доступ до великого масиву даних та виконувати аналіз у хмарі. Використовували як просторову, так і атрибутивну інформацію [3].

Результати. Геометрія, що представляє Бузький лиман, визначена за допомогою полігонів або інших геометричних фігур, які окреслюють його межі. Для цього використовуємо координати для створення полігону.

Використовуємо супутникові знімки для моніторингу змін поверхневих вод, а саме колекції знімків: Sentinel-2 для візуалізації водного покриття та визначення характеристик якості води (наприклад, хлорофіл, мутність); Landsat (наприклад, Landsat 8) для аналізу змін на більшій часовій шкалі.

Часовий діапазон. Зазначимо період дослідження для аналізу динаміки змін (останні 40 років/1984–2024 рр.), що допоможе визначити вплив кліматичних дій у довгостроковій перспективі.

Для визначення якості води через показники Blue необхідні дані про основні параметри, такі як: рівень хлорофілу (індикатор евтрофікації); мутність води; вміст розчиненого кисню.

У GEE синій канал позначається як 'B2' у даних супутників, таких як Landsat 8, і як 'B1' у даних Sentinel-2. Це дозволяє легко вибрати його для обробки та аналізу даних (рис. 1).

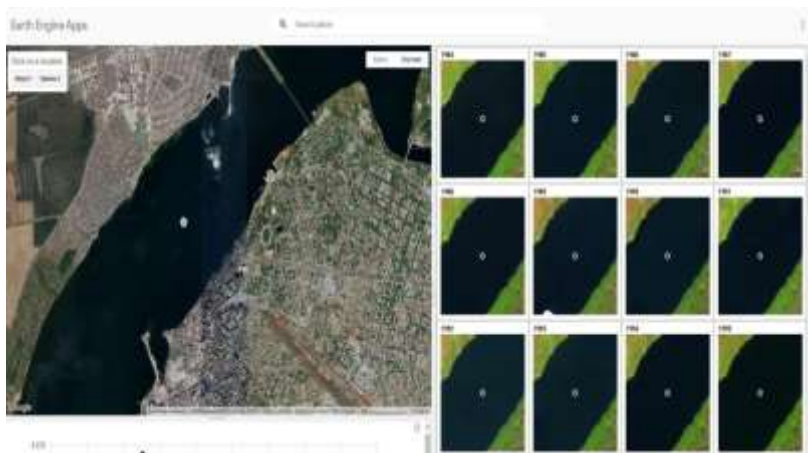


Рис. 1. Супутникові знімки об'єкту спостережень за період 1984–2024 рр.

Для моніторингу якості поверхневих вод обирали індекс BLUE, який у контексті Google Earth Engine (GEE) відноситься до синього спектрального каналу у супутникових знімках. Цей індекс представляє дані, отримані в діапазоні довжин хвиль синього світла (приблизно 450–500 нм) і використовується для різних типів аналізу поверхні Землі, оскільки синій спектр добре показує водні об'єкти, якість води та інші характеристики поверхні.

BLUE індекс часто використовується для оцінки якості води, наприклад, для виявлення мутності або прозорості води. Вода з високим вмістом домішок чи зростанням водоростей відображається на синьому каналі інакше, ніж чиста вода.

BLUE індекс ефективно відокремлює воду від суші на супутникових знімках. Вода зазвичай виглядає темнішою, що полегшує виділення водойм на карті.

BLUE індекс чутливий до атмосферних частинок, тому його також можна використовувати для виявлення туману або диму та для виконання корекцій, щоб підвищити точність інших каналів.

Отримано BLUE індекс за період з 1984 по 2024 роки Бузького лиману у точці спостережень (46.975073, 31.949205), який подано на графіку рис. 2.

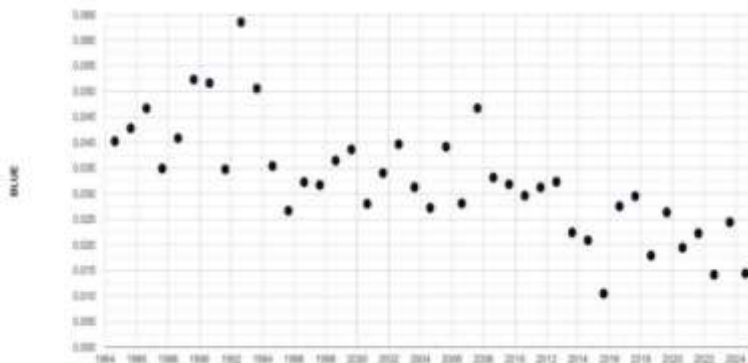


Рис. 2. BLUE індекс за період з 1984 по 2024 роки Бузького лиману у точці спостережень (46.975073, 31.949205).

Висновки. Дані індексів BLUE вказують на закономірності у динаміки якості поверхневих вод Бузького лиману, а саме: спостерігається загальне зниження індексу BLUE з часом, це може свідчити про поступове погіршення якості води, накопичення забруднень або зростання водоростей.

Отримані результати можуть бути використані науковцями, органами державної влади та природоохоронними організаціями для розробки стратегій моніторингу, оцінки екологічного ризику та планування природоохоронних заходів для Бузького лиману та інших подібних прибережних екосистем.

References

- 1.The EU Strategy on adaptation to climate change. URL : https://climate.ec.europa.eu/system/files/2016-11/eu_strategy_en.pdf (date of access 20.03.2025).
- 2.Mats A. (2023) Assessment of the Status of the Surface Water of the Buzky Estuary within Mykolaiv City. *Environmental Problems*, 8, 4, (pp. 217–223). <https://doi.org/10.23939/ep2023.04.217>
- 3.Google Earth Engine (GEE). URL : <https://earthengine.google.com/> (дата звернення 20.12.2024).

Олена Мітрясова,

*д. п. н., проф. кафедри екології Чорноморського національного
університету імені Петра Могили, Миколаїв, Україна*

Олександра Ковальська,

*аспірантка кафедри екології, Чорноморського національного
університету імені Петра Могили, Миколаїв, Україна*

ДОСТУП ДО ВОДИ ПІД ЧАС ЗБРОЙНИХ КОНФЛІКТІВ. ЕКОЛОГІЧНІ ТА ГУМАНІТАРНІ ВИКЛИКИ

Проблема доступу до прісної води є однією з найгостріших екологічних та гуманітарних загроз ХХІ століття. Водночас вода перетворюється не лише на об'єкт геополітичних суперечок, а й на інструмент тиску, привід до конфліктів або ж зброю. Це явище отримало назву «використання води як зброї» і супроводжується навмисним руйнуванням водної інфраструктури, блокуванням доступу до джерел води чи їх забрудненням. У зв'язку з цим, захист водної інфраструктури та забезпечення доступу до водних ресурсів стають ключовими елементами як національної, так і глобальної безпеки [1].

В умовах збройних конфліктів об'єкти водопостачання набувають статусу критичної інфраструктури, від функціонування якої залежить виживання цивільного населення. У контексті сталого розвитку саме забезпечення доступу до безпечної води (ЦСР 6) є ключовим індикатором якості життя, стабільності держав та регіональної безпеки.

Лише близько 2,5% усіх водних ресурсів Землі становить прісна вода, з яких доступними для прямого споживання є менш як 1%. Згідно з даними ООН, понад 2 мільярди людей не мають стабільного доступу до безпечної води. Прогнозується, що до 2050 року близько половини населення світу житиме в умовах водного дефіциту [2].

В умовах зростання населення, зміни клімату та деградації екосистем, вода стає предметом міждержавних суперечок. Такі конфлікти часто мають латентний характер, але в регіонах із гострою нестачею води (Середній Схід, Північна Африка, Центральна Азія) напруження переростає у відкриту конфронтацію.

Вода у збройних конфліктах може використовуватися як:

1. Тактичне використання води:
 - Знищення водної інфраструктури
 - Забруднення джерел води
2. Геополітичний тиск:
 - Блокада або перекриття річок, каналів

- Вода як важіль впливу в міждержавних конфліктах
3. Соціально-гуманітарний вплив:
- Позбавлення цивільного населення доступу до питної води
 - Провокування міграції, зростання захворюваності

Нижче у вигляді таблиці подано узагальнення випадків, коли вода використовувалась як інструмент тактичного або стратегічного тиску.

Таблиця 1

Приклади використання води як інструменту тактичного або стратегічного тиску у збройних конфліктах [3; 4; 5; 6]

Країна/Регіон	Подія/Ситуація	Рік	Форма використання води як зброї	Наслідки
Сирія	Забруднення джерела Айн аль-Фіже мазутом.	2016	Позбавлення води мільйонів мешканців Дамаска.	Гуманітарна криза, спалах хвороб.
Ірак	Захоплення дамб ІДІЛ.	2014–2017	Контроль водопостачання, затоплення сіл.	Масова міграція, знищення інфраструктури.
Лівія	Перекриття подачі води до Тріполі.	2020	Вода як інструмент політичного тиску.	Дефіцит води у 2 млн людей.
Ізраїль–Палестина	Обмеження подачі води до Гази.	2021, 2023	Блокада трубопроводів.	Гуманітарна катастрофа, хвороби.
Ефіопія–Єгипет	Конфлікт навколо ГЕС на Нілі.	2020–2023	Стратегічне накопичення води.	Геополітичне загострення.
Судан	Зруйновано водопровід у м. Ель-Обейд.	2023	Цілеспрямоване знищення інфраструктури.	Спалах холери в таборах.
Україна	Друга світова війна (1941 р.): підірвано греблю ДніпроГЕС.	1941	Масштабне затоплення території.	Екологічна катастрофа та гуманітарна криза.
	Підбив українськими військами дамби та насосної станції в гирлі р. Ірпінь (Київське водосховище).	2022	Затоплення територій, забруднення ґрунтів та води.	Екологічна катастрофа.

Країна/Регіон	Подія/Ситуація	Рік	Форма використання води як зброї	Наслідки
	Пошкоджено водогін «Дніпро–Миколаїв».	2022	Позбавлення води мешканців міста Миколаєва.	Гуманітарна криза.
	Зруйновано Каховську ГЕС.	2023	Масштабне затоплення.	Екологічна катастрофа, нестача води.

У Сирії з 2012 року під час громадянської війни різні сторони конфлікту неодноразово знищували або захоплювали водну інфраструктуру. У 2016 році збройні угруповання забруднили джерело Айн аль-Фіже — основне джерело води для Дамаска — мазутом, що позбавило водопостачання понад 5 мільйонів мешканців. Причиною стало прагнення контролю над стратегічною територією. Наслідком стало загострення гуманітарної кризи та спалах захворювань.

В Іраку з 2014 по 2017 рік у період захоплення Мосула ІДІЛ (Ісламська держава) використовувала греблі як зброю. У 2014 році бойовики частково зруйнували дамбу Тартар, спричинивши затоплення сільськогосподарських територій. Водночас блокували доступ до води в населених пунктах, підконтрольних уряду. Це змусило тисячі людей покинути домівки. Бойовики використовували воду як зброю, спричинивши екологічну кризу та масову міграцію населення.

У Лівії після падіння режиму Каддафі розпочалося використання проекту Great Man-Made River (найбільший у світі інженерний водогін) як інструменту політичного тиску. У 2020 році збройні формування перекрили подачу води до Тріполі на два тижні, вимагаючи звільнення полонених. Це призвело до дефіциту питної води для майже 2 мільйонів людей.

Між країнами Ізраїль та Палестина відбувається хронічний конфлікт, через доступність до водних ресурсів. Палестинські території, особливо Сектор Газа, мають обмежений доступ до води. За даними ООН, понад 95% води в Газі є непридатною для пиття через солоність і забруднення. У періоди загострення у 2021 та 2023 роках ізраїльська сторона обмежувала подачу води через прикордонні трубопроводи. Це викликало серйозну гуманітарну кризу.

Конфлікт між Ефіопією та Єгиптом навколо Великої ефіопської дамби на Нілі (GERD) загострився, коли Ефіопія почала наповнення водосховища без погодження з нижніми країнами. Єгипет вбачає у цьому загрозу для своєї водної безпеки. Хоча прямого збройного

конфлікту не відбулося, конфронтація посилилася на дипломатичному рівні. Це приклад «водної дипломатії» з потенційною ескалацією.

У конфлікті між армією Судану та Парамілітарними силами швидкого реагування у місті Ель-Обейд бойовики навмисно зруйнували об'єкти водопостачання, позбавивши води десятки тисяч людей. Це спричинило спалах холери в таборах для біженців.

Україна з початку війни зазнала великих втрат та пошкоджень водної інфраструктури. Найбільша екологічна та гуманітарна катастрофа відбулася у червні 2023 року, коли було зруйновано Каховську ГЕС — ключовий елемент водного балансу Півдня України. Це призвело до знищення зрошувальних систем, нестачі питної води у низці громад Херсонської, Миколаївської та Запорізької областей. Наслідки зберігаються донині.

Сьогодні особливо небезпечним є загострення конфлікту між Індією та Пакистаном. Індія 24 квітня 2025 року заблокувала течію річки Інд у напрямку Пакистану, закривши всі чотири шлюзи, які контролюють потік води через греблі та канали. У 1960 році була укладена угода про води Інду, в якій зазначалося, що сторони будуть ділити водний ресурс, незважаючи на політичні конфлікти. Блокування течії річки Інд стала першим випадком подібної блокади з моменту підписання угоди про води Інду.

Ці приклади демонструють, що у сучасних війнах вода дедалі частіше стає інструментом боротьби або мішенню. Найбільше страждає цивільне населення, що порушує норми міжнародного гуманітарного права.

У квітні 2022 року, внаслідок обстрілів, було пошкоджено водогін «Дніпро–Миколаїв», через який подавалась прісна вода з Дніпра. Це фактично позбавило води мешканців міста Миколаєва та прилеглих районів. Протягом кількох місяців вода доставлялася автоцистернами, мешканці використовували дощову воду, колонки та свердловини. У червні 2022 року місто було підключене до Південного Бугу — однак ця вода за фізико-хімічними показниками не є питною. Для визначення якості питної води був проведений аналіз гідрохімічних показників у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили. Результати аналізу питної води міста Миколаєва подані у таблиці 2.

Таблиця 2.

Аналіз питної води міста Миколаєва у ЧНУ імені Петра Могили

	Од. виміру	ГДК	XI_1	XI_2	XII	I	II	III	IV	V
Тводи	град С		19,2	10,3	12,7	16,7	18,1	15,3	19,9	21,50
pH		6,5-8,5	7,7	7,2	7,2	7,8	7,5	7,3	7	7,1
Лужність	мгНСО ₃ -/	30	508	200	350	325	160	330	150	285
Жорсткість кальцієва		130	378	441	336	290	4895	н/в	352	377
Сульфати	мг/	250	1230	1830	900	520	525	470	460	535
Сульфіди	мг/	0	0	0,03	0,04	0	0,01	0	н/в	н/в
Фосфати	мг/	3,5	0,38	0	0,05	0	0	0	н/в	н/в
Нітрати	мг/	50	0	200	315	38	< 30	0	0,73	6,4
Нітрити	мг/	0,5	0,04	0	0,29	0	0	0	н/в	н/в
Залізо загальне	мг/	0,2	0,17	0,39	0,28	0,95	1,22	1,15	н/в	н/в
Купрум(II)	мг/	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
Метали(II)	мг/		1,4	1,5	1,55	0,63	0,27	0,66	1,56	0,72
Хлор загальний	мг/	1,2	0,03	0	0	0,16	0,16	0,04	0,41	0,06
Мінералізація	мг/	1000	2230	2300	2240	1040	961	2070	866	988
Алюміній	мг/	0,2	0,06	0,1	0,12	0,04	0	0,13	н/в	н/в
Каламутність	NTU	1(3,5)	7	мен. 7	мен. 7	10	10	10	10	мен. 7

Дані табл. 2 свідчать, що вода яка подається до централізованої системи водопостачання Миколаєва не відповідає вимогам Державних санітарних норм та правилам «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»[7], тому що показники перевищують нормативи мінералізації, солоності, жорсткості кальцієвої, вміст хлоридів та сульфатів. Перевищення гідрохімічних показників призвело до:

- ускладнення доступу до якісної питної води;
- підвищеної корозії труб та руйнування сантехніки;
- погіршення здоров'я населення (алергії, хвороби ШКТ);
- значних економічних втрат (встановлення фільтрів, закупівля бутильованої води);
- пошкодження водних екосистем;
- забруднення водних ресурсів токсичними елементами [8].

Навіть у 2024 році ситуація не повністю стабілізована. Якість води та доступність до води залишається під питанням, а аварійність мережі

— високою. Це наочно демонструє вразливість систем водопостачання у воєнний час.

Ціль сталого розвитку №6 спрямована на забезпечення загального доступу до безпечної води, підвищення ефективності водокористування, захист водних екосистем. Однак аналіз сучасних конфліктів засвідчує, що:

- мільйони людей позбавляються доступу до безпечної води;
- руйнується або деградує інфраструктура водопостачання;
- водні ресурси стають інструментом геополітичного тиску;
- погіршується екологічний стан річкових басейнів.

Такі тенденції уповільнюють або унеможливають досягнення ЦСР №6, особливо у країнах, які перебувають у стані збройного конфлікту або мають напружені транскордонні водні відносини.

Усе частіше вода використовується як зброя — не лише фізично, а й стратегічно, шляхом контролю доступу або руйнування об'єктів інфраструктури. Приклади Сирії, Іраку, Лівії, Судану, а також ситуація в Україні свідчать про глибокі гуманітарні та екологічні наслідки таких дій. Тому можна виокремити такі рекомендації:

- об'єкти водопостачання мають бути визнані об'єктами підвищеного захисту у міжнародному праві;
- державам слід інвестувати в стійкість і захист критичної водної інфраструктури;
- необхідна міжнародна співпраця для забезпечення права кожної людини на безпечну воду — навіть у часи війни.

Досягнення Цілі сталого розвитку №6 можливе лише за умови миру, справедливості та дотримання прав людини.

References

1. Gleick, P.H. Water and Conflict: Fresh Water Resources and International Security. *International Security*. 1993. Vol. 18(1). pp. 79–112.
2. United Nations World Water Development Report 2024: Water for Prosperity and Peace. – Paris: UNESCO, 2024. – 228 p.
3. Stockholm International Water Institute. Water and Conflict – From Technical Intervention to Political Solutions. *SIWI Policy Brief*. – 2022. – 12 p.
4. International Committee of the Red Cross. Urban Services During Protracted Armed Conflict. – Geneva: ICRC, 2021. – 56 p.
5. Amnesty International. War and Water: How the Destruction of Water Infrastructure Harms Civilians. – Amnesty Briefing, 2023. Retrieved from: <https://www.amnesty.org/en/latest/>
6. Strokal' V.P., Kovpak A.V. (2022). Voєnni konflikty ta voda: naslidky j ryzyky. *Ekologichni nauky*. 5 (44), 96-97 <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.5-44.14> [in Ukrainian].

7. Pro zatverdzhennja Derzhavnyh sanitarnyh norm ta pravyl «Gigijenichni vymogy do vody pytnoi', pryznachenoj' dlja spozhyvannja ljudynoju»: Nakaz vid 12 trav. 2010 r. № 400. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text> [in Ukrainian].

8. Mitryasova O. P. (2022) Ocynjuvannja stanu vodnogo ob'jektu jak umova poperedzhennja ekologichnogo ryzyku. Podolannja ekologichnyh ryzykiv ta zagroz dlja dovkillja v umovah nadzvychajnyh sytuacij // Zbirka materialiv dop. uchasn. I Mizhnarodnoi' nauk.-prakt. konf. Poltava, L'viv (2022), [in Ukrainian].

УДК 524.849 - 567.7:568

Остапенко В.В.,
аспірант

Макарова О.В.,
Ст.викладач

Григор'єва Л.І.,
д.б.н., проф.,

*Чорноморський національний університет імені Петра Могили,
Миколаїв, Україна*

ВИВЕДЕННЯ РАДІОНУКЛІДІВ З ВОДОЙМ ЗА ДОПОМОГОЮ ГІДРОБІОНТІВ

В умовах ставків-охолоджувачів АЕС південно регіону вегетують різні види водних рослин: повітряно-водних (очерет звичайний і озерний, рогоз вузьколистий і широколистий, малик великий, айр болотний), погружені (рдесник гребенчатий, пронзенolistий, уруть колоскова, роголистник темнозелений, елодея канадська), повільно плавучі і з плавучим листям (жовта кубижка, ряска мала, спіроделла), зелені нитчасті водорості. Перспективи використання макрофітів для очищення водоймищ від мінеральних і радіоактивних речовин відображені в багатьох роботах, але здебільшого матеріали досліджень з цієї проблеми отримані експериментально в лабораторних умовах.

У нашій публікації викладені результати натурних досліджень з дезактивації і розсолнення води ставка-охолоджувача Південноукраїнської АЕС з використанням водоростей. Об'єктами досліджень виступали вода і водні компоненти (риби, донні відклади і гідрофіти: *Cladophora fracta* і *Petageton natus*) ставка-охолоджувача ПУ АЕС.

Оцінку радіаційної ситуації проводили з використанням даних радіометричних і спектрометричних вимірювань концентрації ⁹⁰Sr,

^{137}Cs , ^3H у пробах води і водних компонентах, які приведені в Бк/кг природної вологості.

Вода ставка-охолоджувача мала слабо лужну реакцію і середню окисненість, з високою мінералізацією (до 1146 мг/л). Повні дані фізико-хімічних показників наведено у таблиці 1. Активність радіонуклідів у воді знаходилася в межах 0,06-0,28 Бк/л – для ^{90}Sr , 0,02-0,03 Бк/л – для ^{137}Cs , 59-63 Бк/л – для ^3H . Особливості гідро термохімічного режиму ставка-охолоджувача накладали відбиток на розповсюдження водної рослинності у водоймищі, на її різноманітність і чисельність. Спостереження показали, що на окремих ділянках водоймища зустрічаються невеликі скупчення рдестів, ряски, елодеї і роголистника. Протягом 6-7 місяців (квітень-листопад) реєструвався активний розвиток нитчастих водоростей, в основному, кладофори.

Позитивним фактором для розведення у ставку-охолоджувачі водної рослинності була достатня присутність в водоймищі насіння, плодів, бруньок, а також часток коренів і стебелів водних рослин, що надходили з балки Ташлик та з Південного Бугу. Середня концентрація ^{90}Sr в кладофорі була $7,2 \pm 2,1$ Бк/кг, ^{137}Cs – $10,4 \pm 2,4$ Бк/кг і 32 ± 10 Бк/кг відповідно.

Враховуючи загальну біомасу водоростей на п'ятьох ділянках і визначену в них питому активність радіонуклідів розраховали сумарну активність радіонуклідів, що депонувала біомаса рдесту: ^{90}Sr – біля $9,5 \cdot 10^7$ Бк, ^{137}Cs – біля $10,6 \cdot 10^7$ Бк і ^3H – біля $18,0 \cdot 10^7$ Бк, а також біомаса кладофори: ^{90}Sr – біля $1,6 \cdot 10^7$ Бк, ^{137}Cs – біля $2,3 \cdot 10^7$ Бк.

Порівнюючи ці значення з величиною середнього вмісту ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^3H у всьому обсязі води ставка-охолоджувача АЕС можна констатувати, що вони є спів вимірjuвальними, тобто біомасою водоростей п'ятьох ділянок можна за достатньо короткий час (за 2-3 вегетативних періоди) вивести з водоймища значну кількість активності основних дозостворюючих радіонуклідів (^{90}Sr , ^{137}Cs , ^3H).

Список використаних джерел:

1. Григор'єва, Л. (2025). Практичні аспекти біоіндикації і біоремедіації довкілля. Навчальний посібник. Миколаїв. 165 с.

Россол Р.О.,
аспірант.,
Смирнов В.М.
к.геол.н., доцент,
Чорноморський національний університет
імені Петра Могили, Миколаїв, Україна

РИЗИКИ РАДІАЦІЙНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НАСЕЛЕННЯ ВНАСЛІДОК ВИГОРЯННЯ ЛІСОВИХ ТА ЛІСОЗАХИСНИХ НАСАДЖЕНЬ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Актуальність дослідження зумовлена зростанням частоти лісових пожеж в Україні, зокрема у зонах, що зазнали радіоактивного забруднення після аварії на ЧАЕС. Лісові екосистеми, протягом десятиліть акумулюючи радіонукліди (^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{239}Pu), в умовах бойових дій та масового вигорання вивільняють накопичені ізотопи, які знову потрапляють в атмосферу, ґрунт, поверхневі води, що становить небезпеку для навколишнього середовища та здоров'я населення.

У дослідженні проведено аналіз:

- територіального поширення вигорілих лісів (дані супутникового моніторингу за 2022–2024 рр.);
- зміни концентрацій основних радіонуклідів у ґрунтах після пожеж;
- повторного радіоактивного забруднення атмосферного повітря (модельні розрахунки з використанням камерної дифузійної моделі);
- біологічної дії ізотопів на мешканців прилеглих територій (з урахуванням часу експозиції, шляху надходження, вікової структури населення).

Таблиця 1.

Приклад розрахунку дозового навантаження для населення в умовах повторного забруднення (після лісових пожеж у Київській області, 2023 рік)

Шлях надходження	Радіонуклід	Доза, мкЗв/рік	Група ризику
Інгаляційний	^{137}Cs	12.4	Діти 7–12 років
Інгаляційний	^{90}Sr	9.1	Люди похилого віку
Через ґрунт	^{239}Pu	3.8	Сільське населення

Шлях надходження	Радіонуклід	Доза, мкЗв/рік	Група ризику
Через воду	^{90}Sr	5.6	Мешканці прибережжя

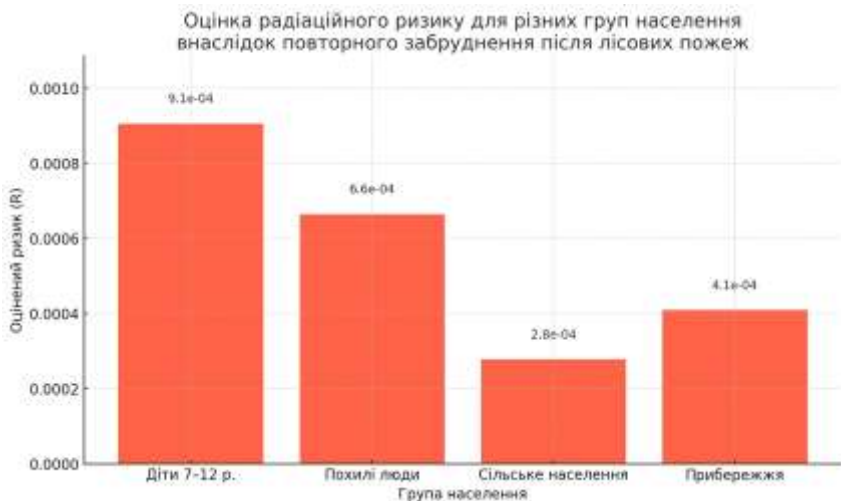
На основі результатів проведено **оцінку радіаційного ризику (R)**, використовуючи стандартну формулу:

$$R = D \times SF,$$

де D — річна ефективна доза, мЗв;

SF — коефіцієнт смертельного ризику ($7,3 \times 10^{-5}$ на мЗв).

Для дітей віком 7–12 років середній річний ризик склав $9,05 \times 10^{-4}$, що в 3 рази вище фонових показників.



Оцінка потенційного навантаження на екосистеми вказує на зменшення буферної радіємності внаслідок втрати лісопокриву, що знижує здатність територій до природного самовідновлення. Аналіз лісосууг у сільськогосподарських регіонах Півночі України показав схожі закономірності, з тенденцією до міграції ізотопів у харчові ланцюги.

У підсумку, пропонується впровадження системи моніторингу повторного радіаційного забруднення з урахуванням кліматичних і антропогенних факторів, а також методика оцінки ризику для

критичних груп населення, що базується на щорічному аналізі стану ґрунтів, атмосфери та біоіндикаторів (лишайники, гриби, дрібні ссавці).

Список використаних джерел:

1. Gudkov D. I., Kaglyan O. E., Kireev S. I. et al. Dynamics of internal dose in biota in the Chernobyl exclusion zone. *Radiation Biology. Radioecology*, 2020, Vol. 60, No. 1, pp. 22–33.

2. Fesenko S., Brown J. Remobilization of radionuclides as a secondary source of contamination after forest fires. *Journal of Environmental Radioactivity*, 2019, Vol. 204, pp. 105–113.

3. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Аналітичний огляд стану забруднення лісів. 2023.

4. Бобрик Л. М., Іщенко І. М. Радіоекологічні аспекти впливу лісових пожеж. Екологія та ноосферологія, 2021, № 1–2, с. 44–52.

УДК 524.849 - 567.7:568

Стеценко Д.,
аспірант,

Чорноморський національний університет імені Петра Могили,
Миколаїв, Україна,

Григор'єва Л.І.,
д.б.н., проф.,

Чорноморський національний університет імені Петра Могили,
Миколаїв, Україна

ПЛАНУВАННЯ СТАРТАПУ ШТУЧНОЇ ЕКОСИСТЕМИ ЖИТЛА І ПРАЦІ ЛЮДИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Серед питань, пов'язаних з радіаційною безпекою населення, є питання визначення і оцінки розміру доз його опромінення внаслідок діяльності атомних електростанцій. За сучасними оцінками при нормальній експлуатації АЕС середні річні дози опромінення населення від цього фактору не перевищують одиниць мкЗв. Поряд з цим сьогодні зрозуміло, що формування дози опромінення людини у сучасних умовах може визначатися іншими присутніми у районі дії АЕС радіаційними факторами. У зв'язку з цим нами проведена робота з виявлення усіх наявних факторів опромінення населення у районі експлуатації Південноукраїнської АЕС, оцінки і прогнозування

«природно-техногенної» дози, реконструкції дози опромінення за рахунок «аварійно-чорнобильських» викидів для населення з цих територій. Результати свідчили, що природна компонента формує дозу опромінення на населення цього регіону у розмірі 1,6-2,4 мЗв/рік; пріоритетними для регіону чинниками дози опромінення від природних і техногенних радіонуклідів виявилися ^{222}Rn і ^3H . Радонова складова дози опромінення населення відповідальна за 1-5 мЗв/рік, причому для критичної групи населення за цим фактором опромінення – робітників гранітних кар'єрів – основний внесок (до 70%) у сумарну дозу опромінення вносить радон їхніх робочих місць, що обумовлює збільшення загального дозового навантаження у 1,5-2,0 рази. При тому, що ці спеціалісти можуть бути підвернені подвійному опроміненню від ^{222}Rn (вдома і на робочих місцях) розмір річної дози опромінення може досягати $6,0 \div 8,0$ мЗв/рік і вище. Внесок додаткової дози від штучних джерел випромінювання (за рахунок експлуатації ЗАЕС, ПУ АЕС) не перевищує 0,2% від сумарної річної дози. В цілому на керовану компоненту у дозовому навантаженні на населення приходиться більше 60%.

Ці матеріали закладено у створення відповідного стартапу, який дозволить оперативно оцінювати індивідуального дозового навантаження та колективної ефективної дози для населення.

Список використаних джерел:

1. Григор'єв К., Григор'єва Л. (2025) Радіоактивні опади з атмосфери та їх радіоекологічний моніторинг в контексті військових дій. Український журнал природничих наук. Вип. 2. 2025. С.32 – 38.
2. Ludmila Grygorieva. Bottom sediments of the reservoirs in the lower reaches of the southern bug river as a depot of antropogenic radionuclidesary from chemical and radionuclide pollutants. Selected Papers of the V International Conference on European Dimensions of Sustainable Development, June 1-2, 2023. Kyiv: NUFT, 2023. P. 133-139.
3. Kostiantyn Grygoriev, Liudmyla Grygorieva, Anna Aleksieieva (2024) Radioecological monitoring of atmospheric air during military operations Selected Papers of the VI International Conference on European Dimensions of Sustainable Development, May 15 – 17, 2024. Kyiv: NUFT. P. 454-458.

*Стеценко Д.А.,
аспірант,
Чорноморський Національний Університет ім. Петра Могили,
Миколаїв, Україна*

ОГЛЯД СУЧАСНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ПОКАЗНИКІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

У сучасних умовах інтенсивного техногенного навантаження на довкілля постає потреба в постійному, точному та швидкому контролі стану навколишнього середовища. Традиційні методи спостереження поступаються місцем сучасним технологіям, які поєднують інформаційні системи, сенсори та алгоритми штучного інтелекту. Такі системи отримали назву інтелектуальні системи моніторингу, і вони відіграють ключову роль у збереженні екологічної безпеки. Технології на основі ШІ дають змогу ефективно відстежувати викиди парникових газів, оптимізувати використання ресурсів і своєчасно виявляти екологічні ризики. Завдяки отриманню даних у реальному часі про стан повітря і води, енергоспоживання та рівень викидів CO₂, підприємства отримують можливість ухвалювати обґрунтовані рішення, які сприяють зниженню негативного впливу на довкілля та підтримці сталого розвитку.

Одним із таких рішень є Persefoni — сучасна платформа, побудована на основі штучного інтелекту, яка допомагає організаціям ефективно вимірювати, керувати та звітувати про свої викиди вуглецю. В умовах посилення кліматичного регулювання у світі Persefoni надає компаніям інструменти, що дозволяють не лише відповідати міжнародним стандартам, а й підвищувати прозорість та точність екологічної звітності. Її аналітична система, заснована на алгоритмах ШІ, що дає змогу швидко аналізувати джерела викидів на різних етапах діяльності підприємства, візуалізувати їхній загальний обсяг та розробляти ефективні стратегії зі зменшення вуглецевого сліду. Однією з ключових переваг Persefoni є зручний інтерфейс, завдяки якому облік вуглецю стає доступним навіть для компаній, які не мають глибоких технічних знань у сфері екологічного аналізу. Платформа легко інтегрується з внутрішніми базами даних і охоплює всю ланку створення вартості — від виробництва до постачання. Це дає змогу отримати повну картину впливу компанії на клімат та ухвалювати зважені, стратегічні рішення.

Одним із аспектів сталого розвитку є енергоефективність. Для підвищення енергоефективності пропонується використовувати

систему ARIA від BrainBox AI. ARIA є інноваційним прикладом використання штучного інтелекту для оптимізації енергетичних процесів у великих комерційних будівлях. Система застосовує алгоритми машинного навчання, щоб самостійно керувати системами опалення, вентиляції та кондиціонування (HVAC). Вона враховує дані про заповнюваність приміщень, погодні умови та поточні енергетичні потреби, забезпечуючи точне регулювання температури й вентиляції. Завдяки такому підходу знижується не лише енергоспоживання, а й вуглецевий слід будівлі, що має вагоме значення для боротьби зі зміною клімату.

Також системи на основі штучного інтелекту можуть застосовуватись для оптимізації використання природних ресурсів. Одним із прикладом такої системи є FlyPix AI. FlyPix AI представляє собою сучасну платформу для геопросторового аналізу, яка використовує штучний інтелект для оцінки стану навколишнього середовища на основі супутникових та аерознімків, зокрема даних, зібраних дронами. Завдяки здатності обробляти великі обсяги зображень, система дозволяє ефективно відстежувати землекористування, зміни рослинного покриву, а також оцінювати екологічний вплив діяльності на значних територіях. FlyPix може бути особливо актуальне для таких галузей, як аграрний сектор, гірничодобувна та лісова промисловість, де точне розуміння трансформацій ландшафту має критичне значення. Платформа надає можливість аналізувати динаміку змін у часі, що дозволяє краще планувати заходи з управління природними ресурсами та забезпечувати відповідність екологічним стандартам. Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та аналітика в реальному часі роблять FlyPix AI зручним та ефективним інструментом для компаній, які прагнуть знизити свій вплив на довкілля. Автоматизований аналіз просторових даних допомагає приймати обґрунтовані рішення та оперативно реагувати на зміни, сприяючи впровадженню сталих підходів до природокористування.

Наступним прикладом використання ШІ для моніторингу екологічних показників навколишнього середовища є система Sylvera. Це аналітична платформа, заснована на технологіях штучного інтелекту, яка виконує оцінку ефективності проєктів з компенсації викидів вуглецю. Аналізуючи супутникові зображення, екологічні показники та проєктну документацію, система забезпечує об'єктивну верифікацію результатів ініціатив, спрямованих на уловлювання та зменшення вуглецю — зокрема, лісовідновлення та секвестрації в ґрунтах.

Застосування цієї платформи дозволяє компаніям здійснювати обґрунтований вибір при інвестуванні у вуглецеві кредити, гарантуючи,

що ці заходи мають реальний позитивний вплив на навколишнє середовище. Крім того, Sylvera сприяє підвищенню прозорості кліматичної політики підприємств, знижуючи ризики «зеленого камуфляжу» та демонструючи реальну відповідальність бізнесу перед суспільством і регуляторними органами у сфері сталого розвитку.

Застосування ІІІ у сфері екологічного моніторингу стрімко розширюється. Такі платформи, як Persefoni, ARIA, FlyPix AI та Sylvera, демонструють реальні приклади того, як інтелектуальні технології можуть допомогти підприємствам не лише відповідати регуляторним вимогам, а й активно сприяти боротьбі зі змінами клімату. Надання актуальної інформації, аналітики в реальному часі та можливостей для адаптації — усе це робить ІІІ критично важливим елементом у побудові сталого майбутнього.

Список використаних джерел:

1. Атрошенко А. Як фахівці різних галузей використовуватимуть ІІІ у роботі?. Speka – онлайн медіа про технології та підприємництво | SPEKA.media | SPEKA.media. URL: <https://speka.media/maibutnje-robotiv-ukrayini-yak-faxivci-i-faxivciniriznix-galuzei-vikoristovuvatimut-si-u-roboti-pyzej9> (дата звернення: 07.04.2025).

2. МакФарланд А. 10 найкращих інструментів ІІІ для моніторингу навколишнього середовища. Unite Ai. URL: <https://www.unite.ai/uk/%D0%BD%D0%B0%D0%B9%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%89%D1%96-%D1%96%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8-%D1%88%D1%82%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D1%96%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83-%D0%B4%D0%BB%D1%8F-%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%B3%D1%83-%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%88%D0%BD%D1%8C%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%89%D0%B0/> (дата звернення: 07.04.2024).

ЗМІСТ

Секція РАДІОБІОЛОГІЯ. БІОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

<i>Kaminskyi O.V., Muraviova I.M., Chikalova I.G., Afanasyev D.E., Kopylova O.V.</i> HYPERPARATHYROIDISM AND ASSOCIATED PATHOLOGY IN PERSONS AFFECTED BY THE CHORNOBYL NUCLEAR POWER PLANT ACCIDENT.....	3
<i>Mikhyeyev O.M., Lapan O.V.</i> PURIFICATION OF WATER BODIES FROM HEAVY METALS BY MEANS OF HYDROPHYTIC STRUCTURE OF BIOPLATO TYPE	5
<i>Russu I.Z., Bilko N.M.</i> ASSESSMENTS OF RADIONUCLIDES INFLUENCE ON WISTAR RATS' HEMATOPOIETIC SYSTEM USING CELL CULTURE IN VIVO.....	7
<i>Вдовенко Д.В., Позниш В.А.</i> ВПЛИВ СТРЕСУ НА ОСОБЛИВОСТІ ФІЗИЧНОГО РОЗВИТКУ ДІТЕЙ-МЕШКАНЦІВ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ ПІД ЧАС ПОВНОМАСШТАБНОЇ ВІЙНИ В УКРАЇНІ.....	9
<i>Демченко О.М., Рушковський С.Р., Земскова О.В., Курінний Д.А.</i> ОСОБЛИВОСТІ МОДИФІКАЦІЇ ОПРОМІНЕННЯМ ПУХЛИННО-ІНДУКОВАНОГО ЕФЕКТУ СВІДКУ В ЛІМФАЦИТАХ ПЕРИФЕРИЧНОЇ КРОВІ ОСІБ З ГЛІОБЛАСТОМОЮ	13
<i>Дмитрієвський П.О.</i> ВПЛИВ COVID-19 НА ПСИХІАТРИЧНІ СТАНИ ПАЦІЄНТІВ	16
<i>Дрозд І.П., Павловський В.В.,</i> ОСОБЛИВОСТІ ДОЗИМЕТРИЧНИХ РОЗРАХУНКІВ ЗА ОПРОМІНЕННЯ МИШОПОДІБНИХ ГРИЗУНІВ ⁹⁰ Sr НА ПРИРОДНИХ ПОЛІГОНАХ	20
<i>Задорожна В.І.</i> РОЛЬ ДУ «ІНСТИТУТ ЕПІДЕМІОЛОГІЇ ТА ІНФЕКЦІЙНИХ ХВОРОБ ім. Л.В. ГРОМАШЕВСЬКОГО НАМН УКРАЇНИ» У СТАНОВЛЕННІ, РОЗВИТКУ І ПІДТРИМЦІ СИСТЕМИ БЮБЕЗПЕКИ В УКРАЇНІ	23

Коваленко П.Г., Ракша-Слюсарева О.А., Слюсарев О.А. ЦИТОМОРФОЛОГІЧНІ ЗМІНИ КЛІТИН ЯКІ ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ НЕСПЕЦИФІЧНУ РЕЗИСТЕНТНІСТЬ ПІД ВПЛИВОМ ПОСТІЙНОЇ КОМБІНОВАНИЙ ДІЇ НИЗЬКОІНТЕНСИВНОЇ ІОНІЗУЮЧОЇ РАДІАЦІЇ ПРИРОДНОГО І ТЕХНОГЕННОГО ПОХОДЖЕННЯ	27
Курята М.С., Василенко В.В., Морозов В.В., Литвинець Л.О., Крамаренко М.С., Мань З.С., Міщенко Л.П. ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЗ ЗОВНІШНЬОГО ОПРОМІНЕННЯ НАСЕЛЕННЯ В ОКРЕМИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ КИЇВСЬКОЇ, ЖИТОМИРСЬКОЇ, РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТЕЙ У 2022–2024 РР.....	30
Максименко О.В., Кислих О.М., Сергєєва Т.А., Нгуєн І.В. ОЦІНКА СТУПЕНЯ ЕПІДЕМІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ДЖЕРЕЛ ЗБУДНИКА ВАКЦИНОКЕРОВАНИХ ІНФЕКЦІЙ З КРАПЕЛЬНИМ МЕХАНІЗМОМ ПЕРЕДАЧІ	34
Мартинович Т.Л., Клименко Ж.Б., Коломійчук Л.А., Григорович К.О., Афанасьєва Г.І. СОЦІАЛЬНО ЗНАЧУЩІ ІНФЕКЦІЇ ПІД ЧАС ВІЙНИ	38
Масюк С.В., Іванова О.М., Василенко В.В., Федосенко Г.В., Білоник А.Б. ДОЗИМЕТРИЧНА ПАСПОРТИЗАЦІЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ УКРАЇНИ: МИНУЛЕ І СЬОГОДЕННЯ.....	41
Матасар І.Т. СМЕРТНІСТЬ АЛІМЕНТАРНОГО ГЕНЕЗУ СЕРЕД ДОРОСЛОГО НАСЕЛЕННЯ, ЯКЕ МЕШКАЛО В КИЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	45
Мікрюкова Н.Г. ХАРЧОВІ ДОБАВКИ: РИЗИКИ ТА ВИКЛИКИ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНЦІВ.....	50
Неумержицька Л.В., Рушковський В.Р., Курінний Д.А. СПОСІБ ОЦІНКИ ГЕНОМНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ В ЛІМФОЦИТАХ ПЕРИФЕРИЧНОЇ КРОВІ ЛЮДИНИ В УМОВАХ ВПЛИВУ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ IN VITRO З ВИКОРИСТАННЯМ КОМЕТНОГО АНАЛІЗУ.....	53
Перчук І.В., Куц К.В., Антипчук К.Ю., Крейніс Г.Ю. ОЦІНКА ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ОСІБ, ЯКІ ЗАЗНАЛИ ВПЛИВУ ПСИХОЕМОЦІЙНОГО СТРЕСУ ТА МАЛИХ ДОЗ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ.....	55

Ракша-Слюсарєва О.А., Слюсарєв О.А., Сокрут В.М., Сокрут О.П., Боєва С.С., Тур Я., Тарасова І.А. ДІЄТИЧНІ БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ ХАРЧОВІ ДОБАВОКИ І ПРОДУКТИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ХАРЧУВАННЯ. КЛАСИФІКАЦІЯ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ У НАПРЯМКАХ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА БІОБЕЗПЕКИ І АДАПТАЦІЇ.....	57
Ракша-Слюсарєва О.А., Слюсарєв О.А., Рашидов Н.М., Рашидова Ш.М., Сокрут В.М., Сокрут О.П. ЦИТОМОРФОЛОГІЧНІ ЗМІНИ КЛІТИН НЕСПЕЦИФІЧНОЇ РЕЗИСТЕНТНОСТІ ПРИ ПРОЛОНГОВАНІЙ ДІЇ НИЗЬКОІНТЕНСИВНОЇ ІОНІЗУЮЧОЇ РАДІАЦІЇ В МАЛИХ ДОЗАХ.....	61
Ракша-Слюсарєва О.А., Слюсарєв О.А., Тарасова І.А., Ющук Г.Л., Коваленко П.Г., Маричев І.Л., Кононова І.Г. ОСОБЛИВОСТІ ІМУННОЇ ВІДПОВІДІ ПРИ ГОСТРІЙ ФОРМІ ІНФЕКЦІЇ, ПОВ'ЯЗАНОЇ З НОВИМ АГЕНТОМ SARS-COV-19.....	65
Родіонова Н.К., Ганжа О.Б., Липська А.І., Рябченко Н.М., ДОСЛІДЖЕННЯ АДАПТАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ СИСТЕМИ КРОВІ У ДРІБНИХ ГРИЗУНІВ В УМОВАХ ХРОНІЧНОГО ОПРОМІНЕННЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ	69
Семенова Н.М., Мартинович Т.Л., Афанасьєва Г.І. НАУКОВИЙ ПІДХІД У ВПРОВАДЖЕННІ СИСТЕМИ ЗАХОДІВ БОРОТЬБИ З ВНУТРІШНЬОЛІКАРНЯНИМИ ІНФЕКЦІЯМИ ТА ЗАПОБІГАННЯ АНТИБІОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТІ ЯК СКЛАДОВА ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ БОРОТЬБИ ТА ПРОРФІЛАКТИКИ ІНФЕКЦІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ІНСТИТУТОМ.....	73
Сергєєва Т.А., Задорожна В.І., Винник Н.П. ПРОБЛЕМИ БІОЗАХИСТУ ТА БІОБЕЗПЕКИ З ПОЗИЦІЇ ЕПІДЕМІЧНОГО РИЗИКУ	76
Сокрут М.В., Сокрут О.П., Ракша-Слюсарєва О.А., Литвинова О.В., Сокрут В.М., Попов В.М., Кіліян В.В. ВПЛИВ МЕТАЛІВ ҐРУНТУ НА ПАТОГЕНЕЗ СУГЛОБОВОГО СИНДРОМУ	80
Сушко В.О., Колосинська О.О. СТРУКТУРА ПРИЧИН СМЕРТІ ЧЕРЕЗ НАЙПОШИРЕНІШІ НЕОНКОЛОГІЧНІ ТА ОНКОЛОГІЧНІ ЗАХВОРЮВАННЯ СЕРЕД ПОСТРАЖДАЛИХ ВНАСЛІДОК АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС У ВІДДАЛЕНОМУ ПІСЛЯАВАРІЙНОМУ ПЕРІОДІ ЗА МАТЕРІАЛАМИ МЕДИЧНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ ПРИЧИННОГО ЗВ'ЯЗКУ ЗАХВОРЮВАНЬ З ВПЛИВОМ НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ	84

Талан О.О., Шеметун О.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСИСТЕНЦІЇ ХРОМОСОМНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ В ЛІМФОЦИТАХ КРОВІ ЛЮДИНИ ЗА УМОВ ВПЛИВУ КОНДИЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД КЛІТИН НЕДРІБНОКЛІТИННОГО РАКУ ЛЕГЕНЬ ЛЮДИНИ А-549	87
Тукаленко Є.В. НОВА ІННОВАЦІНА СИСТЕМА ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЕ ПОДОЛАТИ ПРОБЛЕМУ НЕВІДОМОСТІ ІСТОРІЇ ЖИТТЯ ТВАРИН, ЩО МЕШКАЮТЬ НА ЗАБРУДНЕНІЙ РАДІОІЗОТОПАМИ ТЕРИТОРІЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ	89
Тур Я., Ракша-Слюсарєва О.А., Слюсарєв О.А., Коваленко П.Г. БІОБЕЗПЕКА МІСТА КРОПИВНИЦЬКИЙ: ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ВОДІ ТА ПОВІТРІ	92
Удод О.А., Драмарецька С.І., Афоніна В.В., Ахмедов А.А.О., Гавілей Д.О. ДЕЯКІ ПОКАЗНИКИ СТОМАТОЛОГІЧНОЇ ЗАХВОРЮВАНОСТІ НАСЕЛЕННЯ РЕГІОНІВ З РІЗНИМ РІВНЕМ ПРОМИСЛОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ	95
Шагінян В.Р., Фільчаков І.В., Кононова І.Г., ЕПІДЕМІОЛОГІЧНИЙ НАГЛЯД ЗА ІНФЕКЦІЙНИМИ ХВОРОБАМИ В СИСТЕМІ БІОБЕЗПЕКИ	95
Шиліна Ю.В., Моложава О.С., Шевченко Ю.І., Літвінов С.В., Жук І.В. ВПЛИВ ХРОНІЧНОГО ГАММА-ОПРОМІНЕННЯ НА ШВИДКІСТЬ КЛІТИННОЇ ПРОЛІФЕРАЦІЇ ФІТОПАТОГЕННИХ БАКТЕРІЙ PSEUDOMONAS AERUGINOSA	102

Секція

ЕКОЛОГІЯ. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

Aleksieieva Anna SMART ENVIRONMENTAL MONITORING FOR CLIMATE CHANGE: ROLE OF AI, IOT, AND UNMANNED SYSTEMS	106
Czarnota J., Szaja A., Masłoń A., Lebiocka M. POTENTIAL OF SELECTED FOOD PRODUCTION WASTES FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF ANAEROBIC SEWAGE SLUDGE STABILIZATION	108

<i>Spataru P., Visnevschi A., Spinu Oxana, Povar I.</i> SYNERGISTIC SLUDGE–FLOTATION INTEGRATION FOR CIRCULAR WASTEWATER MANAGEMENT AND AGRICULTURAL RESOURCE RECOVERY	112
<i>Андрєєва Н.Ю.</i> СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА З ВОДНОГО ПРОСТОРУ ЧОРНОМОРСЬКОГО РЕГІОНУ.....	115
<i>Безпальченко В.М., Семенченко О.О.</i> ТЕХНОГЕННІ ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ.....	120
<i>Веселовський Д.М., Григор'єва Л.І.</i> АКУМУЛЯЦІЯ РАДІОНУКЛІДІВ КОМПОНЕНТАМИ ВОДОЙМ І ОЦІНКА ЇХ РАДІАЦІЙНОГО СТАНУ ЧЕРЕЗ ПОКАЗНИКИ РАДІОЄМНОСТІ.....	123
<i>Вишневський Д.О., Бурдо О.О.</i> ФАКТОРИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ ПОВ'ЯЗАНІ ІЗ ВІЙСЬКОВИМ СТАНОМ....	126
¹²⁶ <i>Войціцький В.М., Хижняк С.В., Коверсун І.В.</i> БІОІНДИКАЦІЯ СТАНУ ОБ'ЄКТІВ ДОВКІЛЛЯ – ЦЕ НЕОБХІДНІСТЬ, ЯКА ДЕТЕРМІНОВАНА ДОЦІЛЬНІСТЮ	129
<i>Григор'єва Л.І.</i> ЕКОЛОГІЧНІ СТАРТАПИ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ В ЧНУ ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ	130
<i>Григор'єв К.В., Алексєєва А.О.</i> ГАЗОАЕРОЗОЛЬНІ ВИКИДИ РАДІОНУКЛІДІВ З АЕС ТА СЕРЕДНЬОІНДИВІДУАЛЬНА ЕФЕКТИВНА ДОЗА ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ ПРИЛЕГЛИХ МІСЬКИХ АГЛОМЕРАЦІЙ	132
<i>Ковальчук Б.В., Федонюк В.В.</i> ПИТАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ МІКРОРАЙОНУ «КРАСНЕ» У ЛУЦЬКУ	135
<i>Кондріч К.А., Роман Л.Ю.</i> СКРИНІНГ ВПЛИВУ ВИКИДІВ АВТОТРАНСПОРТУ НА ЯКІСТЬ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ У М. УЖГОРОД.....	139
<i>Крисінська Д. О.</i> ЗАУВАЖЕННЯ І ПРОПОЗИЦІЇ ДО ЗВІТУ З ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ПРОЄКТУ ЗАВЕРШЕННЯ БУДІВНИЦТВА ТАШЛИЦЬКОЇ ГАЕС	141
<i>Крисінська Д.О., Тимченко І.В.</i> МАЛОВІДОМІ ТУРИСТИЧНІ МІСЦЯ КУЦУРУБСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ	147
<i>Мац А., Мітрясова О.</i> ВИЗНАЧЕННЯ BLUE-ІНДЕКСІВ ГІДРОЕКОСИСТЕМИ БУЗЬКОГО ЛИМАНУ	149

Мітрясова О., Ковальська О. ДОСТУП ДО ВОДИ ПІД ЧАС ЗБРОЙНИХ КОНФЛІКТІВ. ЕКОЛОГІЧНІ ТА ГУМАНІТАРНІ ВИКЛИКИ.....	154
Остапенко В.В., Макарова О.В., Григор'єва Л.І. ВИВЕДЕННЯ РАДІОНУКЛІДІВ З ВОДОЙМ ЗА ДОПОМОГОЮ ГІДРОБІОНТІВ.....	160
Росал Р.О., Смирнов В.М. РИЗИКИ РАДІАЦІЙНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НАСЕЛЕННЯ ВНАСЛІДОК ВИГОРЯННЯ ЛІСОВИХ ТА ЛІСОЗАХИСНИХ НАСАДЖЕНЬ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ	162
Стеценко Д., Григор'єва Л.І. ПЛАНУВАННЯ СТАРТАПУ ШТУЧНОЇ ЕКОСИСТЕМИ ЖИТЛА І ПРАЦІ ЛЮДИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	164
Стеценко Д.А. ОГЛЯД СУЧАСНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ПОКАЗНИКІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	166

ДЛЯ НОТАТОК

Редактор *О. Михайлова*
Комп'ютерна верстка *К. Гросу-Грабарчук*
Друк *С. Волинець*. Фальцювальні-палітурні роботи *О. Мішалкіна*

Підп. до друку 16.06.2025.
Формат 60х84^{1/16}. Папір офсет.
Гарнітура «Times New Roman». Друк ризограф.
Ум. друк. арк. 10,2. Обл.-вид. арк. 9.
Тираж 5 прим. Зам. 7070.

Видавець та виготівник:
Чорноморський національний університет імені Петра Могили
54003, м. Миколаїв, вул. 68 Десантників, 10.
Тел.: 8 (0512) 50–03–32, 8 (0512) 76–55–81, e-mail: rector@chmnu.edu.ua.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6124 від 05.04.18