

CHORNObYL – 40:

**MULTIDISCIPLINARY  
PERSPECTIVES  
ON A GLOBAL  
TRAGEDY**



COLLECTIVE MONOGRAPH

**CHERNOBYL – 40:**  
**Multidisciplinary Perspectives**  
**on a Global Tragedy**

Compiled by  
VIKTOR SHPAK

Chairman of the Editorial Board  
STANISLAV TABACHNIKOV

GS Publishing Services  
Sherman Oaks  
2026

The collective monograph is a scientific and practical publication that contains scientific articles by doctors and candidates of sciences, doctors of philosophy and art, graduate students, students, researchers and practitioners from European and other countries. The articles contain research that reflects current processes and trends in world science.

Text Copyright © 2026 by the Publisher «GS Publishing Services» and authors.

Illustrations © 2026 by the Publisher «GS Publishing Services» and authors.

Cover design © 2026 Publisher «GS Publishing Services».

**Authors:** Emir Aznakaiev, Andrii Boyarkin, Viktoriia Burdeina, Tamara Dudar, Danylo Filonenko, Valentyna Groza, Pylp Hovorov, Olena Hrozna, Eduard Ivashkevych, Ernest Ivashkevych, Yevhen Kharchenko, Eduard Khomiak, Nataliia Khupavtseva, Olga Kosychenko, Maksym Kovhan, Yeva Kyrylenko, Oleksandr Malyhin, Ihnat Matasar, Volodymyr Melnyk, Anna Militovska, Valentyna Moiseienko, Nataliia Mykhalchuk, Nataliia Nekrasova, Iryna Nizhenkovska, Serhii Puzik, Marharyta Radomska, Ihor Serheta, Halyna Sichkarenko, Ruslan Teklyuk, Olena Velchynska, Serhiy Ziablitsev.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by any means, or stored in a database or search engine without the prior written permission of the publisher. The authors are responsible for the content and reliability of their articles. Citation or other use of the monograph is possible only with reference to the publication.

Publisher «GS Publishing Services»  
15137 Magnolia Blvd, # D,  
Sherman Oaks, CA 91403, USA.

ISBN 979-8-9935428-1-2

DOI: 10.51587/9798-9935-42812-2026-31

LCSH: Chernobyl Nuclear Accident, Chornobyl, Ukraine, 1986. | Nuclear energy—Social aspects. | Environmental health—Ukraine.

LCC TK9152.2 .C46 2026 | DDC 363.17/9909477—dc23

Reviewers:

**Hanna Kozhyna**, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Psychiatry, Narcology, Medical Psychology and Social Work of Kharkiv National Medical University;

**Viacheslav Martynov**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Architectural Structures of the Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture.

Scientific editors-reviewers:

S. Bobrovnyk, Yu. Bondar, A. Cherep, P. Glukhovskiy, P. Hovorov, Yu. Kuznetsov, V. Lazurenko, V. Moiseienko, L. Omelianchuk, Zh. Virna.

The monograph is recommended for publication by the Academic Council of the Institute of Adult Education of the PO «National Academy of Sciences of Higher Education of Ukraine» (Protocol No. 4 dated April 20, 2026).

**Chornobyl 40: Multidisciplinary Perspectives on a Global Tragedy** : collective monograph / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2026. 139 p.

Available at: DOI: 10.51587/9798-9935-42812-2026-31

# CONTENT

## MEDICINE

*Yeva KYRYLENKO,  
Serhiy ZIABLITSEV*

SYNERGISTIC RADIATION- AND CHEMICAL-INDUCED  
CARCINOGENESIS: DEFICIENT DNA REPAIR MECHANISMS  
IN THE POST-CHORNOBYL COHORT UNDER WARTIME CHEMICAL  
EXPOSURES IN UKRAINE ..... 5

*МАТАСАР Ігнат Тимофійович*

ХАРЧУВАННЯ ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ ЧИННИК  
РАДІОЕКОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ ..... 14

*Anna MILITOVSKA,  
Nataliia NEKRASOVA*

PREVALENCE OF ACUTE CEREBROVASCULAR EVENTS (STROKE,  
TIA AND THEIR SEQUELAE; ICD-10: I60-I64, I69, G45) AND DIABETES  
MELLITUS AS A COMORBIDITY AMONG YOUNG ADULTS (18-45  
YEARS) IN A CHORNOBYL RADIATION-CONTAMINATED REGION:  
A RETROSPECTIVE ANALYSIS OF DATA FROM IVANKIV CENTRAL  
DISTRICT HOSPITAL (2018-2025) ..... 20

*МОЙСЕЄНКО Валентина Олексіївна*

МЕДАЛЬ ІМЕНІ МАРІЇ КЮРІ – ВЧЕНИМ-НАУКОВЦЯМ  
ЗА ВКЛАД У ВИВЧЕННЯ ЕЗОФАГОГАСТРОДУОДЕНОПАТІЙ У  
ЛІКВІДАТОРІВ АВАРІЇ НА ЧАЕС ТА ЖИТЕЛІВ ЗАБРУДНЕНИХ  
ТЕРИТОРІЙ..... 29

*Ihor SERHETA  
Ruslan TEKLYUK*

FEATURES OF THE PROCESSES OF FORMATION OF HEALTH-  
PRESERVING COMPETENCE OF SCHOOLCHILDREN  
AND THEIR CHANGES IN THE DYNAMICS OF A 20-YEAR  
PERIOD IN THE CONTEXT OF THE INFLUENCE OF EXTERNAL  
ADVERSE FACTORS ..... 32

## PEDAGOGICAL SCIENCES

*Tamara DUDAR,  
Marharyta RADOMSKA*

RADIOECOLOGICAL SAFETY IN ENVIRONMENTAL  
EDUCATION CURRICULA..... 38

## PHARMACY

*ВЕЛЬЧИНСЬКА Олена Василівна,  
НІЖЕНКОВСЬКА Ірина Володимирівна*

ТЕХНОГЕННІ КАТАСТРОФИ: ВАЖКІ МЕТАЛИ  
ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ АНАЛІЗУ ..... 44

**PSYCHOLOGY***Oleksandr MALYHIN*

THE SEXUALITY IN CONDITIONS OF EXISTENTIAL DANGER:  
BETWEEN THE FEAR OF REPRODUCTION AND THE NEED  
FOR INTIMACY .....61

*Nataliia MYKHALCHUK,  
Yevhen KHARCHENKO,  
Eduard IVASHKEVYCH,  
Ernest IVASHKEVYCH,  
Nataliia KHUPAVTSEVA*

PROBLEMS OF ECOLOGICAL SOCIALIZATION IN FOUR  
DECADES AFTER CHORNOBYL ENVIRONMENTAL, MEDICAL  
AND SOCIAL TRANSFORMATIONS AND IN THE CONDITIONS  
OF WAR IN UKRAINE.....70

**SOCIAL COMMUNICATIONS**

*ФІЛОНЕНКО Данило Валерійович,  
ГРОЗНА Олена Олегівна*

МЕДІАТИЗАЦІЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ СПАДЩИНИ  
ЧЕРЕЗ КУЛЬТУРНІ ПОДІЇ: КЕЙС ФЕСТИВАЛЮ  
«ЗОЛОТА ОСІНЬ СЛАВУТИЧА».....89

**SOCIAL SCIENCES***СІЧКАРЕНКО Галина Геннадіївна*

ФОРМУВАННЯ СУСПІЛЬСТВОЗНАВЧИХ ДОСЛІДЖЕНЬ  
ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ: ВНЕСОК ІСТОРИКА  
Н. П. БАРАНОВСЬКОЇ .....104

*Pylyp HOVOROV,  
Eduard KHOMIAK,  
Viktorii BURDEINA,  
Olga KOSYCHENKO,  
Andrii BOYARKIN*

LESSONS FROM THE CHERNOBYL DISASTER  
AND MULTI-CRITERIA OPTIMIZATION OF THE  
SOCIO-ECOLOGICAL-ECONOMIC EFFICIENCY  
OF URBAN ELECTRIC POWER SYSTEMS .....126

**TECHNICAL SCIENCES**

*Serhii PUZIK,  
Emir AZNAKAIEV,  
Valentyna GROZA,5  
Volodymyr MELNYK,  
Maksym KOVHAN*

COLLECTION AND STORAGE OF PETROLEUM  
PRODUCTS SUBJECT TO REGENERATION .....135



**Yeva KYRYLENKO,**

Student, 3rd year, Institute of Medicine,  
Bogomolets National Medical University  
ORCID ID: 0009-0007-5808-850X

**Serhiy ZIABLITSEV,**

Doctor of Medical Sciences, Professor,  
Department of Pathophysiology,  
Bogomolets National Medical University  
ORCID ID: 0000-0002-5309-3728  
Ukraine

## **SYNERGISTIC RADIATION- AND CHEMICAL-INDUCED CARCINOGENESIS: DEFICIENT DNA REPAIR MECHANISMS IN THE POST-CHORNOBYL COHORT UNDER WARTIME CHEMICAL EXPOSURES IN UKRAINE**

April 26, 1986, and February 24, 2022, mark the chronological endpoints of a public health crisis now reaching its biological peak. The Chernobyl nuclear disaster irradiated a substantial portion of the Ukrainian population with ionizing radiation of varying doses, embedding a genomic imprint documented at every biological level – from persistent chromosomal aberrations in somatic cells to a distinct mutational signature in tumor tissues.<sup>1</sup> Nearly four decades later, the same population endures the most intensive missile and drone campaign in modern European history. Between February 2022 and January 2026, more than 83,000 missiles and unmanned aerial vehicles were launched against Ukraine, releasing an estimated 15,000 tonnes of toxic substances, including over 140 tonnes of Group 1 IARC carcinogens – benzo[a]pyrene, dioxins (2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin, TCDD), lead, and formaldehyde.<sup>2</sup>

1 Lloyd, D. C., Edwards, A. A., Leonard, A., Dekker, L., Natarajan, A. T., Obe, G., Palitti, F., Tanzarella, C., & Tawn, E. J. (1995). Survey of chromosomal aberrations in lymphocytes of Chernobyl liquidators. *Radiation Protection Dosimetry*, 58(2), 85–91. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.rpd.a082642>

2 Kyrylenko, Y. O., & Ziablitsev, S. V. (2026). Carcinogenic consequences of missile and drone strikes in Ukraine: Fuel toxicology, mechanisms of carcinogenesis, and cancer incidence forecast. *Medical Science of Ukraine*, 22(1), 179–193. <https://doi.org/10.32345/2664-4738.1.2026.21>

What makes this situation unprecedented is not either exposure in isolation, but their biological convergence within a single population's genome. The post-Chornobyl cohort – those aged 0 to 18 in 1986, now 40 to 58 years old – is encountering a new wave of genotoxic stress precisely when its DNA repair capacity enters age-related physiological decline.<sup>3</sup> Wartime chemical contamination does not affect a biologically naïve population; rather, it acts as a decompensating trigger on a post-Chornobyl genomic landscape already operating under chronic partial compensation – shaped by four decades of radiation-induced instability and progressive exhaustion of repair reserves. This chapter presents that model, a regional risk stratification framework for Ukraine, and an argument for the scientific and legal documentation this crisis demands.

The oncological consequences of the Chornobyl disaster represent the most thoroughly documented case of radiation-induced carcinogenesis in medical history. A prospective cohort study conducted in three heavily contaminated Ukrainian oblasts – Zhytomyr, Chernihiv, and Kyiv – enrolled 12,514 individuals who were under 18 years of age in 1986 and demonstrated a statistically significant, linear dose-dependent relationship between individual iodine-131 exposure and thyroid cancer risk. Critically, this elevated risk persisted throughout the entire twenty-year observation period without attenuation, confirming that radiation-induced oncological consequences in this cohort are not self-limiting.<sup>4</sup>

At the cytogenetic level, the damage has proven equally persistent. A large-scale study of 875 Chornobyl liquidators detected significantly elevated frequencies of dicentrics and ring chromosomes in peripheral blood lymphocytes compared to control groups – aberrations documentable more than two decades after the initial exposure.<sup>5</sup> This reflects not ongoing radiation damage but the clonal propagation of fixed translocation errors: chromosomal rearrangements inscribed in 1986 that are faithfully reproduced in every daughter cell.

3 Edifizi, D., & Schumacher, B. (2015). Genome instability in development and aging: Insights from nucleotide excision repair in humans, mice, and worms. *Biomolecules*, 5(3), 1855–1869. <https://doi.org/10.3390/biom5031855>

4 Brenner, A. V., Tronko, M. D., Hatch, M., Bogdanova, T. I., Oliynik, V. A., Lubin, J. H., Zablotska, L. B., Tereschenko, V. P., McConnell, R. J., Zamotaeva, G. A., O'Kane, P., Bouville, A. C., Chaykovskaya, L. V., Greenebaum, E., Paster, I. P., Shpak, V. M., & Ron, E. (2011). I-131 dose response for incident thyroid cancers in Ukraine related to the Chornobyl accident. *Environmental Health Perspectives*, 119(7), 933–939. <https://doi.org/10.1289/ehp.1002674>

5 Lloyd, D. C., Edwards, A. A., Leonard, A., Dekker, L., Natarajan, A. T., Obe, G., Palitti, F., Tanzarella, C., & Tawn, E. J. (1995). Survey of chromosomal aberrations in lymphocytes of Chernobyl liquidators. *Radiation Protection Dosimetry*, 58(2), 85–91. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.rpd.a082642>

Molecular analysis of thyroid tumors in individuals irradiated during childhood has revealed a mutational profile dominated by chromosomal rearrangements – translocations and inversions – rather than the point mutations characteristic of chemical carcinogenesis.<sup>6</sup> This distinction is fundamental: radiation leaves a structural genomic signature traceable decades later in tumor tissue. In the liquidator cohort specifically, molecular profiling revealed statistically significant increases in mutation frequency within the telomere-maintenance genes *POT1* and *ATM* (ataxia telangiectasia mutated kinase), alongside substantial dysregulation of *MYC*, *NF-κB1*, and *RB1* – genes governing cell cycle regulation, apoptosis, and proliferative control.<sup>7</sup>

Taken together, four decades of evidence characterize the post-Chornobyl cohort through compounding features: persistently elevated chromosomal aberration rates, a sustained increase in cancer incidence extending at least two decades post-exposure, a double-strand break (DSB)-specific mutational signature embedded in target tissues, and dysregulation of core cell cycle regulatory genes. This genomic background is not equivalent to that of the general population – it is a distinct biological substrate upon which any subsequent genotoxic exposure will act with amplified force.

The massive deployment of missile and drone weapons against Ukraine since February 2022 has introduced a category of population-level carcinogenic exposure with no precedent in the medical literature. Unlike occupational or industrial chemical hazards, wartime chemical contamination is geographically diffuse, temporally concentrated, and toxicologically complex – involving simultaneous release of multiple agents with synergistic carcinogenic potential.<sup>8</sup>

The carcinogenic burden from modern weaponry derives from two components. The first comprises primary toxicants inherent to missile propellants and warhead materials, most notably unsymmetrical

6 Morton, L. M., Karyadi, D. M., Stewart, C., Bogdanova, T. I., Dawson, E. T., Steinberg, M. K., Dai, J., Hartley, S. W., Schonfeld, S. J., Sampson, J. N., Maruvka, Y., Kapoor, V., Ramsden, D. A., Carvajal-Garcia, J., Perou, C. M., Parker, J. S., Krznaric, M., Yeager, M., Boland, J. F., ... Chanock, S. J. (2021). Radiation-related genomic profile of papillary thyroid cancer after the Chernobyl accident. *Science*, 372(6543), Article eabg2538. <https://doi.org/10.1126/science.abg2538>

7 Bazyka, D., Gudzenko, N., Dyagil, I., Bakhanova, E., Belyi, D., Chumak, V., Kryuchkov, V., Golovanov, I., Illenko, I., Mabuchi, K., Hatch, M., Cahoon, E. K., & Little, M. P. (2019). Cancers after Chornobyl: From epidemiology to molecular quantification. *Cancers*, 11(9), 1291. <https://doi.org/10.3390/cancers11091291>

8 International Agency for Research on Cancer. (2024). *Agents classified by the IARC Monographs, Volumes 1–141*. IARC. <https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications/>

dimethylhydrazine (heptyl) – a Group 2B IARC carcinogen – and lead, a Group 1 carcinogen present in detonation residues. The second consists of secondary combustion and thermal decomposition products: polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), particularly benzo[a]pyrene; dioxins (TCDD); and formaldehyde – all classified as Group 1 IARC carcinogens, agents for which the evidence of human carcinogenicity is considered sufficient and unequivocal.<sup>9</sup>

The molecular mechanism by which these agents initiate carcinogenesis converges on the aryl hydrocarbon receptor (AhR) pathway. Dioxin-dependent AhR activation drives transcriptional induction of cytochrome CYP1A1, which mediates the bioactivation of benzo[a]pyrene to its highly reactive metabolite benzo[a]pyrene diol epoxide (BPDE). This electrophilic metabolite forms stable covalent adducts at guanine N<sup>2</sup> positions within DNA, with preferential accumulation at codons 157, 248, and 273 of *TP53* and codon 12 of *KRAS* – loci whose structural characteristics create thermodynamically favoured sites for BPDE binding, as demonstrated by the consistent concordance between BPDE adduct hotspots and somatic mutation spectra in PAH-exposed tissues. The biological consequence is functional inactivation of p53 protein, with downstream loss of cell cycle arrest capacity and apoptotic signaling. Experimental evidence from Cyp1 knockout mouse models has clarified that while CYP1A1 plays a protective, detoxifying role, CYP1B1-mediated bioactivation is specifically responsible for the immune damage and genotoxic effects of benzo[a]pyrene.<sup>10</sup> Furthermore, the two enzymes differ not only in their mechanistic roles but in the organ-specific cancers they produce, with distinct tumor types arising in different target organs depending on the Cyp1 genotype.<sup>11</sup>

When multiple PAHs, dioxins, heptyl, and heavy metals act in combination, their carcinogenic potential is not merely additive but synergistic. Experimental modelling suggests that complex exposure to such mixtures may increase the

9 Kyrylenko, Y. O., & Ziablitsev, S. V. (2026). Carcinogenic consequences of missile and drone strikes in Ukraine: Fuel toxicology, mechanisms of carcinogenesis, and cancer incidence forecast. *Medical Science of Ukraine*, 22(1), 179–195. <https://doi.org/10.32345/2664-4738.1.2026.21>

10 Uno, S., Dalton, T. P., Dragin, N., Curran, C. P., Derkenne, S., Miller, M. L., Shertzer, H. G., Gonzalez, F. J., & Nebert, D. W. (2006). Oral benzo[a]pyrene in Cyp1 knockout mouse lines: CYP1A1 important in detoxication, CYP1B1 metabolism required for immune damage independent of total-body burden and clearance rate. *Molecular Pharmacology*, 69(4), 1103–1114. <https://doi.org/10.1124/mol.105.021501>

11 Shi, Z., Dragin, N., Miller, M. L., Stringer, K. R., Johansson, E., Chen, J., Uno, S., Dalton, T. P., Rubio, C. A., & Nebert, D. W. (2010). Oral benzo[a]pyrene-induced cancer: Two distinct types in different target organs depend on the mouse Cyp1 genotype. *International Journal of Cancer*, 127(10), 2334–2350. <https://doi.org/10.1002/ijc.25231>

risk of neoplastic transformation by a factor of 10 to 50 compared to single-agent exposure – and this estimate applies to a general population without a history of radiation-induced genomic instability.<sup>12</sup> For a cohort already carrying four decades of radiation-related DNA damage, the implications are substantially more severe.

The interaction between radiation-induced and chemically-induced carcinogenesis in the post-Chornobyl cohort is best understood as a three-stage pathophysiological process: primary genomic initiation, prolonged compensated instability, and ultimate decompensation triggered by secondary chemical exposure.

In Stage I (1986: Initiation), ionizing radiation induces DNA double-strand breaks – the most biologically critical form of DNA damage, owing to the absence of an intact complementary template to guide repair. Non-homologous end joining (NHEJ) operates as the primary DSB repair mechanism but is inherently error-prone, frequently introducing deletions or insertions at the repair junction.<sup>13</sup> Under conditions of acute, massive radiation exposure, the sheer volume of DSBs overwhelms cellular repair capacity, driving excessive reliance on NHEJ and generating a high burden of mutagenic repair events. Homologous recombination (HR), the high-fidelity alternative, was insufficient to compensate for the scale of acute radiation damage.<sup>14</sup> Of particular significance is the radiation-induced impairment of *ATM* kinase – a central sensor of DSBs that coordinates cell cycle arrest, repair initiation, and apoptotic signaling. Functional deficiency of *ATM* kinase permits the survival and clonal expansion of genomically compromised cells.<sup>15</sup>

In Stage II (1986–2022: Relative Compensation), the post-Chornobyl cohort entered a state of chronic partial compensation. This phase is constrained by four converging pathophysiological processes: first, persistent genomic instability, evidenced by the sustained elevation of chromosomal aberration frequencies reflecting irreversible genomic remodeling – error patterns fixed

12 Kyrylenko, Y. O., & Ziablitsev, S. V. (2026). Carcinogenic consequences of missile and drone strikes in Ukraine: Fuel toxicology, mechanisms of carcinogenesis, and cancer incidence forecast. *Medical Science of Ukraine*, 22(1), 179–193. <https://doi.org/10.32345/2664-4738.1.2026.21>

13 Chang, H. H. Y., Pannunzio, N. R., Adachi, N., & Lieber, M. R. (2017). Non-homologous DNA end joining and alternative pathways to double-strand break repair. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 18(8), 495–506. <https://doi.org/10.1038/nrm.2017.48>

14 Ibid.

15 Bazyka, D., Gudzenko, N., Dyagil, I., Bakhanova, E., Belyi, D., Chumak, V., Kryuchkov, V., Golovanov, I., Illenko, I., Mabuchi, K., Hatch, M., Cahoon, E. K., & Little, M. P. (2019). Cancers after Chornobyl: From epidemiology to molecular quantification. *Cancers*, 11(9), 1291. <https://doi.org/10.3390/cancers11091291>

in 1986 that are perpetuated through clonal expansion<sup>16</sup>; second, the age-related decline of Nucleotide Excision Repair (NER), where the efficiency of removing bulky DNA adducts undergoes a clinically meaningful decline after the fourth decade of life<sup>17</sup>; third, epigenetic reprogramming, in which molecular profiling reveals sustained oncogenic activation of *MYC* and *NF-κB1* alongside the suppression of tumor suppressors *CEBPA* and *RB1*<sup>18</sup>; and fourth, the immunosenescence-associated erosion of surveillance. Beginning in the fifth decade, the pool of natural killer (NK) cells – the primary effectors of innate anti-tumor immunity – undergoes a functional decline that removes a critical second line of defense precisely when the DNA repair reserve is already compromised.<sup>19</sup>

Stage III (from 2022: Decompensation) unfolds through three mechanistically distinct but mutually reinforcing pathways. The first is convergent assault on the *TP53* locus: radiation-induced structural alterations affecting *TP53* locus established in 1986<sup>20</sup> are now compounded by BPDE adduct formation at precisely the same hotspot codons – 157, 248, and 273.<sup>21</sup> The consequence is not merely additive impairment but functional elimination of p53-mediated tumor suppression – the loss of the genome’s primary emergency brake. The second pathway is competitive depletion of shared repair resources: NHEJ and NER compete for a common pool of mediator proteins – XRCC1, replication protein A (RPA), and proliferating cell nuclear antigen (PCNA).<sup>22</sup> PCNA functions as the central scaffold for DNA polymerases and for the enzymatic machinery of both NER and NHEJ,

16 Lloyd, D. C., Edwards, A. A., Leonard, A., Dekker, L., Natarajan, A. T., Obe, G., Palitti, F., Tanzarella, C., & Tawn, E. J. (1995). Survey of chromosomal aberrations in lymphocytes of Chernobyl liquidators. *Radiation Protection Dosimetry*, 58(2), 85–91. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.rpd.a082642>

17 Edifizi, D., & Schumacher, B. (2015). Genome instability in development and aging: Insights from nucleotide excision repair in humans, mice, and worms. *Biomolecules*, 5(3), 1855–1869. <https://doi.org/10.3390/biom5031855>

18 Bazyka, D., Gudzenko, N., Dyagil, I., Bakhanova, E., Belyi, D., Chumak, V., Kryuchkov, V., Golovanov, I., Illenko, I., Mabuchi, K., Hatch, M., Cahoon, E. K., & Little, M. P. (2019). Cancers after Chernobyl: From epidemiology to molecular quantification. *Cancers*, 11(9), 1291. <https://doi.org/10.3390/cancers11091291>

19 Solana, R., Tarazona, R., Gayoso, I., Lesur, O., Dupuis, G., & Fulop, T. (2012). Innate immunosenescence: Effect of aging on cells and receptors of the innate immune system in humans. *Seminars in Immunology*, 24(5), 331–341. <https://doi.org/10.1016/j.smim.2012.04.008>

20 Morton, L. M., Karyadi, D. M., Stewart, C., Bogdanova, T. I., Dawson, E. T., Steinberg, M. K., Dai, J., Hartley, S. W., Schonfeld, S. J., Sampson, J. N., Maruvka, Y., Kapoor, V., Ramsden, D. A., Carvajal-Garcia, J., Perou, C. M., Parker, J. S., Krznic, M., Yeager, M., Boland, J. F., ... Chanock, S. J. (2021). Radiation-related genomic profile of papillary thyroid cancer after the Chernobyl accident. *Science*, 372(6543), Article eabg2538. <https://doi.org/10.1126/science.abg2538>

21 Uno, S., Dalton, T. P., Dragin, N., Curran, C. P., Derkenne, S., Miller, M. L., Shertzer, H. G., Gonzalez, F. J., & Nebert, D. W. (2006). Oral benzo[a]pyrene in Cyp1 knockout mouse lines: CYP1A1 important in detoxication, CYP1B1 metabolism required for immune damage independent of total-body burden and clearance rate. *Molecular Pharmacology*, 69(4), 1105–1114. <https://doi.org/10.1124/mol.105.021501>

22 Nickoloff, J. A., Sharma, N., Taylor, L., Allen, S. J., & Hromas, R. (2022). Nuclease cleavage at the intersection of DNA replication and repair. *Frontiers in Molecular Biosciences*, 8, Article 824997. <https://doi.org/10.3389/fmolb.2021.824997>

making it the rate-limiting molecular resource under conditions of massive simultaneous damage.<sup>23</sup> When the post-Chornobyl genome is confronted simultaneously with ongoing DSB repair demands and a new burden of bulky BPDE-DNA adducts, the available PCNA pool is exhausted through competitive sequestration – a molecular resource crisis constituting the decisive point of decompensation. The third pathway is dioxin-mediated suppression of apoptosis: TCDD, acting through the AhR pathway, drives transcriptional activation of anti-apoptotic factors including Bcl-2 and survivin – a pro-survival shift that, in genomically intact cells, is counteracted by p53-dependent apoptotic induction. In a genomically intact cell, this pro-survival signaling would be counteracted by p53-dependent apoptotic induction. In the post-Chornobyl cohort, where *TP53* function is already compromised by the compound mechanisms described above, dioxin-mediated apoptotic suppression operates without effective opposition – enabling the unconstrained survival of cells carrying dual genomic damage and creating the biological substrate for accelerated neoplastic transformation.

The transition from theoretical pathophysiology to clinical risk assessment requires a differentiated national landscape analysis. Currently, according to official Ukrainian state registry data, approximately 3.5 million individuals carry the legal status of Chornobyl disaster victims in Ukraine. Prospective cohort data confirm that elevated cancer incidence in the most heavily exposed groups remains statistically significant for at least two decades following exposure<sup>24</sup>, indicating that a substantial proportion of this population remains within an active window of risk realization. The two principal sources of oncological burden acting upon the Ukrainian population – the Chornobyl radiation legacy and the chemical contamination from wartime strikes – possess fundamentally different geographies. According to UNSCEAR 2008 Report data, the highest radiological contamination is concentrated in the northern oblasts<sup>25</sup>, while strike density data from the

23 Moldovan, G. L., Pfander, B., & Jentsch, S. (2007). PCNA, the maestro of the replication fork. *Cell*, 129(4), 665–679. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2007.05.003>

24 Brenner, A. V., Tronko, M. D., Hatch, M., Bogdanova, T. I., Oliynik, V. A., Lubin, J. H., Zablotska, L. B., Tereschenko, V. P., McConnell, R. J., Zamotaeva, G. A., O’Kane, P., Bouville, A. C., Chaykovskaya, L. V., Greenebaum, E., Paster, I. P., Shpak, V. M., & Ron, E. (2011). I-131 dose response for incident thyroid cancers in Ukraine related to the Chornobyl accident. *Environmental Health Perspectives*, 119(7), 933–939. <https://doi.org/10.1289/ehp.1002674>

25 United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. (2011). Sources and effects of ionizing radiation: UNSCEAR 2008 report, volume II, annex D. United Nations.

General Staff of the Armed Forces of Ukraine document a nearly inverse pattern of chemical burden concentrated in the eastern and southern regions<sup>26</sup>. The spatial overlay of these two distinct carcinogenic gradients creates a uniquely differentiated national risk landscape, which is conceptually categorized into four zones based on the intensity of the combined exposure (Table 1).

*Table 1*

### **Conceptual four-zone model of regional cancer risk in Ukraine**

Source: Authors' research.

<b>Zone</b>	<b>Regions (examples)</b>	<b>Chornobyl radiation legacy</b>	<b>Chemical contamination from strikes</b>	<b>Projected oncological risk</b>
Dual-burden	Kyiv, Zhytomyr, Chernihiv oblasts; city of Kyiv	High	High (Kyiv – frequent strikes)	Maximum; early peak of leukemia and thyroid cancer
Predominantly chemical	Kharkiv, Zaporizhzhia, Kherson, Mykolaiv, Donetsk oblasts	Low	Very high	High; early peak of solid carcinomas (lung, GI tract, liver)
Predominantly radiological legacy	Rivne oblast, parts of Zhytomyr (excl. Kyiv metro)	High–moderate	Moderate	Elevated; predominantly delayed peak
Relatively lower risk	Western Ukraine (Lviv, Zakarpattia, Ivano-Frankivsk oblasts)	Low	Low	Baseline (lowest among zones)

A dimension that aggregate risk estimates obscure is the differential temporal profile of risk realization across zones. For the dual-burden zone, the epidemiological trajectory is the most complex: delayed radiation effects compound with acute chemical exposures to produce a sustained, multi-peak incidence curve extending across decades. For the predominantly chemical zone, the trajectory is projected to be sharper and earlier – a concentrated incidence peak driven by the shorter latency of PAH- and heptyl-induced carcinogenesis. For the post-Chornobyl cohort across all zones, the state of compensated genomic instability and the exhausted repair reserve create conditions for compressed latency: mechanisms that would otherwise require 10 to 15 years to produce detectable malignancy may manifest significantly earlier in a genomically pre-compromised population.

<sup>26</sup> General Staff of the Armed Forces of Ukraine, 2026

The convergence of radiation and chemical carcinogenesis documented here carries consequences that extend beyond pathophysiology into the domains of epidemiological surveillance, public health policy, and international legal accountability.

The most urgent scientific priority is the establishment of a prospectively followed cohort defined by dual carcinogenic exposure. This requires integrating two currently independent registries: the NCRM database of Chernobyl-affected individuals and a systematically constructed registry of persons residing in zones of documented wartime chemical contamination. This integration represents the essential next step for the empirical validation of the decompensation framework and the implementation of precision oncological surveillance. Biomonitoring represents the second scientific imperative: urinary 1-hydroxypyrene (1-OHP) concentration – a validated biomarker of PAH exposure specifically reflecting benzo[a]pyrene metabolic activity – should be incorporated into systematic surveillance of populations in high-strike-density zones,<sup>27</sup> alongside blood lead levels in children and serum TCDD concentrations in military personnel and first responders.

Public health screening policy must reflect the spatial heterogeneity of risk documented in the four-zone model. A uniform national protocol applied without regional differentiation would systematically underserve the highest-risk populations. For the dual-burden zone, screening priority should be assigned to thyroid ultrasonography and complete blood count with differential; for the predominantly chemical zone, low-dose computed tomography of the lung and gastrointestinal cancer screening should be prioritized, reflecting the organ-specific carcinogenic profile of PAH, heptyl, and heavy metal exposures.<sup>28</sup>

The projected epidemiological trajectory – a peak increase in cancer incidence of 35 to 50 percent in the most affected regions during the 2032–2038 window, with a cumulative burden of 150,000 to 250,000 additional cancer cases by 2042<sup>29</sup> – represents not only a public health crisis but a

27 Jongeneelen, F. J. (2001). Benchmark guideline for urinary 1-hydroxypyrene. *Annals of Occupational Hygiene*, 45(1), 3–13. <https://doi.org/10.1093/annhyg/45.1.3>

28 Shi, Z., Dragin, N., Miller, M. L., Stringer, K. R., Johansson, E., Chen, J., Uno, S., Dalton, T. P., Rubio, C. A., & Nebert, D. W. (2010). Oral benzo[a]pyrene-induced cancer: Two distinct types in different target organs depend on the mouse Cyp1 genotype. *International Journal of Cancer*, 127(10), 2334–2350. <https://doi.org/10.1002/ijc.25231>

29 Kyrylenko, Y. O., & Ziablitsev, S. V. (2026). Carcinogenic consequences of missile and drone strikes in Ukraine: Fuel toxicology, mechanisms of carcinogenesis, and cancer incidence forecast. *Medical Science of Ukraine*, 22(1), 179–193. <https://doi.org/10.32345/2664-4738.1.2026.21>

quantifiable harm attributable to specific, documented acts of warfare. Article 8(2)(b)(iv) of the Rome Statute of the International Criminal Court establishes criminal responsibility for attacks causing civilian harm clearly excessive in relation to anticipated military advantage.<sup>30</sup> The systematic scientific documentation of differentiated, long-latency oncological consequences – disaggregated by region, mechanism, and affected population subgroup – constitutes precisely the category of evidence required for environmental damage assessment under this provision. The conceptual framework and regional risk model advanced in this chapter are therefore not merely academic contributions; they form part of the evidentiary infrastructure necessary for legal accountability for the health consequences of the war against Ukraine.

The simultaneous occurrence of a major historical radiation exposure and a sustained modern chemical weapons campaign within a single national population is without precedent. Ukraine has become, in this tragic sense, an involuntary natural laboratory for the study of compounded genotoxic burden – and the scientific community carries an obligation to ensure that this burden is documented with the precision and urgency it demands.

---

30 United Nations. (1998). Rome Statute of the International Criminal Court. UN Treaty Series, 2187, 3.

---

**МАТАСАР Ігнат Тимофійович,**  
доктор медичних наук, професор,  
завідувач лабораторії гігієни харчування та безпеки їжі,  
ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини,  
гематології та онкології НАМН України»,  
ORCID ID: 0000-0002-1404-283X

## **ХАРЧУВАННЯ ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ ЧИННИК РАДІОЕКОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ**

Проаналізовано роль харчування як головного модифікуючого чинника захисту організму людини в умовах тривалого радіоекологічного стресу. На основі 40-річного досвіду подолання наслідків аварії на Чор-

нобильській АЕС та з урахуванням сучасних загроз, зумовлених військовою агресією та ситуацією на Запорізькій АЕС, обґрунтовано стратегію аліментарної корекції здоров'я<sup>1</sup>.

Виявлено, що населення постраждалих регіонів зазнає «подвійного удару»: хронічного внутрішнього опромінення та деформації раціонів (дефіцит тваринного білка до 40 %, гостра нестача вітамінів А, D, групи В та мікроелементів Zn, Se). Встановлено ключові зони ризику на 2026 рік, зокрема споживання дикоросів та продуктів місцевого тваринництва на Поліссі.

Автор доводить ефективність принципу конкурентного заміщення радіонуклідів (<sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr, <sup>131</sup>I) їхніми стабільними аналогами-антагоністами (K, Ca, I). Запропоновано комплексні заходи з мінімізації радіаційного ризику, що включають агротехнічні методи, специфічну технологічну обробку продуктів та збагачення раціону антиоксидантами. Наголошено на необхідності системної дієтопрофілактики як елементу національної безпеки в умовах сучасного ядерного шантажу<sup>2</sup>.

**Вступ.** Чорнобильська катастрофа 1986 року створила безпрецедентний витік радіоактивних сполук (<sup>131</sup>I, <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr). З перших днів фахівці НДІ гігієни харчування МОЗ України (нині у складі ННЦРМГ) долучилися до ліквідації наслідків, розробляючи методики аліментарної корекції.

За десятиліття досліджень було встановлено, що основна кількість нуклідів потрапляє до організму людини саме через їжу. Незважаючи на природний розпад, періоди напіврозпаду <sup>137</sup>Cs (30 років) та <sup>90</sup>Sr (28,8 років) зумовлюють їх активну циркуляцію у біосфері й сьогодні.

#### **Ключові зони ризику на 2026 рік:**

**Дикороси:** гриби та ягоди (найпотужніші акумулятори цезію).

**Тваринництво:** молоко та м'ясо худоби, що випасається на перезволожених ґрунтах Полісся.

**Гідробіонти:** придонні хижі риби (щука, сом).

**Актуальність теми.** Забезпечення радіаційної безпеки населення України протягом останніх сорока років залишається однією з найсклад-

1 Матасар І. Т. Гігієнічна оцінка харчування населення України в умовах радіоекологічного контролю. К.: Медицина, 2023. 240 с.; Сердюк А. М., Скалецький Ю. М. Радіоекологічні наслідки війни: нові виклики для громадського здоров'я. *Журнал НАМН України*. 2024. Т. 30, № 2. С. 45–58.

2 Корзун В. Н. Радіозахисне харчування: теорія і практика. К.: Чорнобильінформ, 2021. 186 с.; Guidance on protected food supply chains during nuclear emergencies. *WHO Technical Reports*. 2025. Vol. 1042.

ніших проблем гігієнічної науки. Події 1986 року на Чорнобильській АЕС сформували тривале техногенне навантаження, зумовлене циркуляцією довгоживучих радіонуклідів у харчових ланцюгах. Проте сьогодні, у 2026 році, Україна постала перед безпрецедентним викликом – поєднанням застарілої чорнобильської спадщини та нових ядерних загроз, спричинених воєнною агресією<sup>3</sup>.

Захоплення та обстріли Запорізької АЕС у 2022–2024 роках, постійний ядерний шантаж та руйнування логістичних шляхів постачання продовольства радикально змінили структуру харчування нації. На тлі хронічного внутрішнього опромінення населення стикається з явищем «прихованого голоду» – дефіцитом есенціальних мікронутрієнтів, що є критичним для радіорезистентності організму<sup>4</sup>.

**Огляд літератури.** Аналіз вітчизняних та світових джерел свідчить, що аліментарний шлях є провідним у формуванні дозового навантаження населення в пост-аварійний період.

### **1. Радіоекологічна динаміка та харчовий ланцюг**

Фундаментальні дослідження підтверджують, що понад 80–90 % річної ефективної дози внутрішнього опромінення мешканців Полісся формується за рахунок споживання місцевих продуктів харчування. Попри природний розпад йоду-131, стронцій-90 та цезій-137 залишаються активними мігрантами в системі «ґрунт–рослина–людина». Сучасні моніторингові дані вказують на особливу небезпеку «критичних продуктів» – грибів, лісових ягід та молока з приватних господарств на перезволожених ґрунтах<sup>5</sup>.

**2. Концепція нутрієнтного захисту та антагонізму.** Наукова школа гігієни харчування розглядає нутрієнти не лише як джерело енергії, а як біохімічні бар'єри. В основі радіозахисної дієти лежить принцип конкурентного інгібування:

**Цезій-137 та Калій:** Через хімічну схожість організм накопичує радіоцезій при дефіциті калію.

3 Сердюк А. М., Скалецький Ю. М. Радіоекологічні наслідки війни: нові виклики для громадського здоров'я. *Журнал НАМН України*. 2024. Т. 30, № 2. С. 45–58.

4 Корзун В. Н. Радіозахисне харчування: теорія і практикаК.: Чорнобильінформ, 2021186 с.; Guidance on protected food supply chains during nuclear emergencies. *WHO Technical Reports*. 2025. Vol. 1042.

5 Матасар І. Т. Гігієнічна оцінка харчування населення України в умовах радіоекологічного контролюК.: Медицина, 2023240 с.; International Atomic Energy Agency (IAEA). Radiation protection and safety of radiation sources: International Basic Safety Standards. Vienna, 2024.

**Стронцій-90 та Кальцій:** Остеотропність стронцію зумовлює його будовування в кісткову тканину замість кальцію.

**Йод-131 та Стабільний йод:** Проблема йододефіциту в Україні робить щитоподібну залозу надзвичайно вразливою до викидів радіоактивного йоду.

### 3. Вплив війни на нутриціологічний статус

Останні публікації (2023–2025 рр.) висвітлюють проблему «воєнного раціону». Дослідження показують різке зростання споживання вуглеводів швидкої дії та трансжирів при критичному зниженні споживання повноцінних білків та свіжих овочів. Як зазначають експерти ВООЗ, такий дисбаланс веде до пригнічення антиоксидантної системи, що в умовах радіаційного фону провокує каскад вільнорадикальних реакцій та зростання онкопатологій<sup>6</sup>.

**Матеріали та методи досліджень.** Комплексне дослідження базувалося на принципах системного підходу та включало наступні методи:

**Гігієнічні методи:** оцінка фактичного харчування методом 24-годинного відтворення раціону<sup>7</sup>.

**Радіоекологічний моніторинг:** аналіз вмісту радіонуклідів (<sup>137</sup>Cs та <sup>90</sup>Sr) у продуктах харчування.

**Бібліосемантичний аналіз:** вивчення вітчизняного досвіду та міжнародних протоколів (IAEA, WHO)<sup>8</sup>.

**Методи медичної статистики:** обробка результатів з використанням t-критерію Ст'юдента (ПЗ Statistica 13.0).

#### Результати та обговорення.

1. Екологічна ситуація в Україні сьогодні визначається не лише спадщиною Чорнобиля, а й новими критичними загрозами.

Події на Запорізькій АЕС у 2022 році вперше в історії поставили світ перед фактом збройного нападу на діючу атомну станцію. Це актуалізує наш 40-річний досвід подолання наслідків аварії на ЧАЕС, адже саме харчування є головним модифікуючим чинником при дії токсикантів на організм.

6 Сердюк А. М., Скалецький Ю. М. Радіоекологічні наслідки війни: нові виклики для громадського здоров'я. *Журнал НАМН України*. 2024. Т. 30, № 2. С. 45–58.; Guidance on protected food supply chains during nuclear emergencies. *WHO Technical Reports*. 2025. Vol. 1042.

7 Матасар І. Т. Гігієнічна оцінка харчування населення України в умовах радіоекологічного кон-тролю. *К.: Медицина*, 2023:240 с.

8 International Atomic Energy Agency (IAEA). Radiation protection and safety of radiation sources: International Basic Safety Standards. Vienna, 2024.

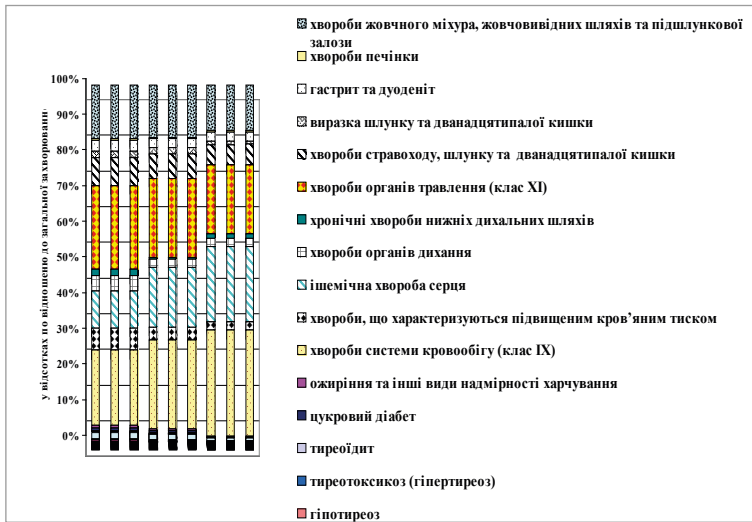


Рис. 1. Вплив харчування на рівень аліментарної захворюваності населення працездатного віку.

Сьогодні ми спостерігаємо «подвійний удар» по здоров'ю нації:

## 2. Хронічний вплив радіонуклідів.

Деформація раціонів через війну (зростання частки вуглеводів при дефіциті білків та вітамінів).

Результатом є пригнічення імунної реактивності та зростання онкологічної захворюваності.

Встановлено, що станом на 2026 рік радіоекологічна ситуація в Україні набула гібридного характеру. Результати моніторингу раціонів свідчать про наявність хронічного полідефіцитного стану.

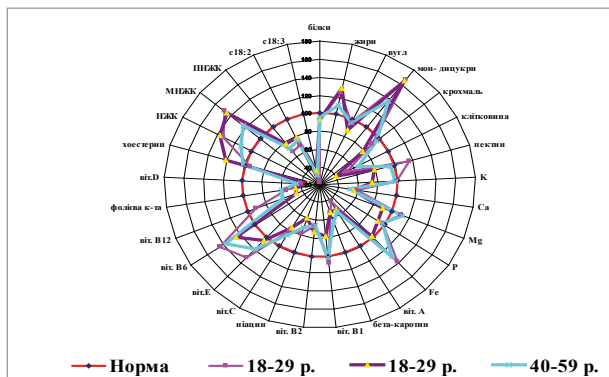


Рис. 2. Хімічний склад раціонів харчування населення обстежених регіонів, у % від фізіологічних потреб

Енергетична цінність харчування є нижчою за рекомендовану на 15 %. Найбільш критичним є дефіцит повноцінного білка (до 40 %), що прямо корелює зі зниженням імунореактивності організму<sup>9</sup>.

Таблиця 1.

### Споживання ключових груп продуктів (у % від норми)

Група продуктів	% від норми	Дефіцит
Риба та морепродукти	13,5 %	86,5 %
Овочі та фрукти	55,3 %	44,7 %
Яйця та молочні продукти	62,0 %	38,0 %

В умовах потенційної загрози на ЗАЕС та наявного забруднення, пріоритетом стає механізм конкурентного заміщення. Введення в раціон продуктів-джерел стабільних елементів (К, Са, І) дозволяє на 30–50 % знизити абсорбцію відповідних радіонуклідів у шлунково-кишковому тракті<sup>10</sup>.

### Висновки.

1. Харчування залишається стратегічним інструментом мінімізації радіаційних ризиків. Сучасний «подвійний удар» потребує негайного перегляду державних норм харчування<sup>11</sup>.
2. Основним шляхом зниження внутрішнього опромінення є дотримання принципу аліментарного антагонізму та технологічна обробка продуктів.
3. Необхідне створення державної системи збагачення раціонів (фортифікації) мікроелементами-радіопротекторами для підтримки антиоксидантного статусу нації.

9 Матасар І. Т. Гігієнічна оцінка харчування населення України в умовах радіоекологічного контролю. К.: Медицина, 2023:240 с.; Корзун В. Н. Радіозахисне харчування: теорія і практика. К.: Чорнобильінформ, 2021:186 с.

10 International Atomic Energy Agency (IAEA). Radiation protection and safety of radiation sources: International Basic Safety Standards. Vienna, 2024

11 Сердюк А. М., Скалецький Ю. М. Радіоекологічні наслідки війни: нові виклики для громадського здоров'я. Журнал НАМН України. 2024. Т. 30, № 2. С. 45–58

**Anna MILITOVSKA,**  
neurologist, Head of Neurology Department,  
Municipal Non-Profit Enterprise  
“Ivankiv Central District Hospital”,  
Ivankiv, Kyiv Region  
ORCID ID: 0009-0006-9333-2427

**Nataliia NEKRASOVA,**  
MD, PhD, Dr.Sc., Professor, Head of the Department of  
Neurology with a Course in Neurosurgery,  
Kharkiv National Medical University, Kharkiv  
ORCID ID: 0000-0002-0900-4441  
Ukraine

**PREVALENCE OF ACUTE CEREBROVASCULAR  
EVENTS (STROKE, TIA AND THEIR SEQUELAE;  
ICD-10: I60-I64, I69, G45) AND DIABETES  
MELLITUS AS A COMORBIDITY AMONG  
YOUNG ADULTS (18-45 YEARS) IN  
A CHORNOBYL RADIATION-CONTAMINATED  
REGION: A RETROSPECTIVE ANALYSIS  
OF DATA FROM IVANKIV CENTRAL  
DISTRICT HOSPITAL (2018-2025)**

**Cerebrovascular pathology in young adults:  
regional features in the radiation-  
contaminated zone**

Acute cerebrovascular events (ACVE) – stroke, transient ischaemic attacks (TIA) and their sequelae – in young adults (18-45 years) represent a significant and growing medico-social challenge in Ukraine and across Europe. Despite an overall decline in age-standardised stroke incidence, the absolute number of cases continues to rise; among individuals aged 18-45 years, incidence increased by 23% over one decade per a Dutch registry-based study (1998-2010).<sup>1</sup> In Europe, ischaemic stroke in persons under 55 years increased by

---

<sup>1</sup> Ekker M.S. et al. Incidence of young stroke according to age, subtype, sex, and time trends. *Neurology*. 2019;92(17):e2042-e2053.

67% between 2002 and 2018, while a 15% decrease was observed in older age groups.<sup>2</sup>

In Ukraine, approximately 130,000 new stroke cases are recorded annually, with mortality rates exceeding the WHO European Region average.<sup>3</sup> In Kyiv, ACVE incidence in 2022 was 82.1 per 100,000 adults, rising to 100.5 per 100,000 in 2023 (+22.4%).<sup>4</sup> A similar trend was documented in Ivano-Frankivsk, where stroke admissions increased by 22.4% in 2023, predominantly due to ischaemic stroke.<sup>5</sup>

Ivankiv Amalgamated Territorial Community (ATC) of Kyiv Region is located adjacent to the Chernobyl Nuclear Power Plant (ChNPP) exclusion zone, and its population has been exposed to chronic low-dose ionising radiation for decades. Available evidence demonstrates a statistically significant excess relative risk (ERR) of ACVE associated with radiation exposure (ERR/Gy=0.45; 95% CI 0.28-0.62).<sup>6</sup> The presence of diabetes mellitus (DM) may substantially enhance this risk (ERR/Gy=1.29; p=0.002),<sup>7</sup> and DM is an independent predictor of unfavourable functional outcomes in young ischaemic stroke patients (OR=9.01; 95% CI 3.15-26.92).<sup>8</sup>

The COVID-19 pandemic (2020-2021) and the full-scale armed invasion by the Russian Federation (from February 2022) introduced additional factors altering the structure and dynamics of ACVE in Ukraine. Post-infectious procoagulant states associated with COVID-19 have been linked to an increased risk of ischaemic and cryptogenic stroke in young adults.<sup>9</sup> Psychoemotional wartime stress has been documented as an independent ACVE risk factor.<sup>10</sup> Data on ACVE structure in ChNPP radiation-contaminated

- 2 Bejot Y. et al. Rising stroke incidence in young adults: more epidemiological evidence, more questions to be answered. *J Am Heart Assoc.* 2016;5(5):e003661.
- 3 World Health Organization Regional Office for Europe. Report on Situational Analysis Results of Acute Stroke Care in Ukraine. Copenhagen: WHO EURO; 2024.
- 4 Prokopiv M.M. et al. Impact of war events on the epidemiology of cerebrovascular diseases and strokes among residents of Kyiv. *Int Neurol J.* 2024;20(7):394-399.
- 5 Shkoruta D.P. et al. Impact of war on stroke incidence in Ivano-Frankivsk, Ukraine. *Sci Rep.* 2024;14(1):18996.
- 6 Kashcheev V.V. et al. Radiation-epidemiological study of cerebrovascular diseases in the cohort of Russian Chernobyl recovery operation workers. *Health Phys.* 2016;111(2):192-197.
- 7 Kashcheev V.V. et al. Radiation-epidemiological study of cerebrovascular diseases in the cohort of Russian Chernobyl recovery operation workers. *Health Phys.* 2016;111(2):192-197.
- 8 Haja Shareef M.A. et al. Recurrent vascular events partially explain association between diabetes and poor prognosis in young ischemic stroke patients. *J Neurol Sci.* 2024;457:122881.
- 9 Oxley T.J. et al. COVID-19-related stroke in young individuals. *Lancet Neurol.* 2020;19(6):451-452; Cavallieri F. et al. Prothrombotic state induced by COVID-19 infection as trigger for stroke in young patients. *Neurol Sci.* 2020;41(Suppl 2):369-371.
- 10 Prokopiv M.M. et al. Impact of war events on the epidemiology of cerebrovascular diseases and strokes among residents of Kyiv. *Int Neurol J.* 2024;20(7):394-399.

region residents during the pandemic and wartime period are virtually absent from the scientific literature.

The aim of this study was to conduct a retrospective analysis of healthcare utilisation patterns (outpatient and inpatient) for ACVE (ICD-10: I60-I64, I69, G45) among patients aged 18-45 years at the Municipal Non-Profit Enterprise «Ivankiv Central District Hospital» of Ivankiv ATC over 2018-2025; to assess the prevalence of DM as a comorbidity; and to compare the findings with national and European data.

The study design was a single-centre retrospective descriptive investigation. Data sources comprised annual statistical reports of Ivankiv Central District Hospital for 2018-2025. Inclusion criteria: patients of both sexes with a verified diagnosis of ACVE per ICD-10 (haemorrhagic stroke – I60-I62; ischaemic stroke – I63; unspecified stroke – I64; sequelae – I69; TIA – G45). Exclusion criteria: repeated contacts for the same episode; unverified diagnoses; absence of primary documentation. Analysed indicators included: total number of ACVE admissions by year; number of patients aged 18-45 years; their proportion among all ACVE patients (%); number of patients with comorbid DM (type 1 or 2) among young ACVE patients; proportion of DM among young patients (%); and number of ischaemic stroke cases (I63) among all ACVE excluding TIA. All indicators were obtained directly from annual statistical reports and primary documentation of Ivankiv Central District Hospital. Given a small time-series sample (n=4 per subperiod) and a pronounced demographic influence of 2022, the median with interquartile range (IQR) was selected as the primary measure of central tendency.<sup>11</sup> The year 2022 was analysed separately as a demographic confounder year associated with mass forced displacement of the population. The primary comparison was conducted between two subperiods: 2018-2021 and 2023-2025. Due to the descriptive nature of the study and the limited sample size, statistical testing was not performed; results are presented as descriptive trends. Results were compared with published national<sup>12</sup> and European data.<sup>13</sup>

11 Altman D.G., Bland J.M. Quartiles, quintiles, centiles, and other quantiles. *BMJ*. 1994;309(6963):996; Field A. *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. 4th ed. London: SAGE Publications; 2013.

12 World Health Organization Regional Office for Europe. Report on Situational Analysis Results of Acute Stroke Care in Ukraine. Copenhagen: WHO EURO; 2024; Prokopiv M.M. et al. Impact of war events on the epidemiology of cerebrovascular diseases and strokes among residents of Kyiv. *Int Neurol J*. 2024;20(7):394-399.

13 Ekker M.S. et al. Epidemiology, aetiology, and management of ischaemic stroke in young adults. *Lancet Neurol*. 2018;17(9):790-801; Lau L.H. et al. Prevalence of diabetes and its effects on stroke outcomes: a meta-analysis and literature review. *J Diabetes Investig*. 2019;10(3):780-792.

Analysis of data from Ivankiv Central District Hospital for 2018-2025 revealed the following patterns. During the pre-pandemic and pre-war period (2018-2021), the proportion of young patients (18-45 years) ranged from 12.9% to 19.5%, demonstrating a gradual increase. In 2021, the maximum value for this subperiod was recorded (19.5%), coinciding with a post-pandemic rise in ACVE frequency linked to post-infectious procoagulant states.<sup>1415</sup> The year 2022 represents a demographic confounder: the proportion of young patients fell to 6.1%, attributable to mass forced displacement of young persons from Ivankiv ATC. During 2023-2025, the proportion recovered and exceeded pre-war levels, reaching 19.6% in 2025. Year-by-year dynamics are presented in Table 1 and Table 2.

Table 1

**Absolute numbers of ACVE admissions  
to Ivankiv Central District Hospital,  
2018-2025**

Year	All ACVE patients, n	Patients 18-45 y., n	Patients 18-45 y. with DM, n	Ischaemic stroke (I63), n
2018	132	17	3	87
2019	137	21	4	92
2020	140	21	4	94
2021	149	29	6	101
2022	164	10	3	112
2023	156	28	8	107
2024	160	29	9	111
2025	163	32	10	116

*Note: data from annual statistical reports of Ivankiv Central District Hospital.*

14 Oxley T.J. et al. COVID-19-related stroke in young individuals. *Lancet Neurol.* 2020;19(6):451-452.

15 Cavallieri F. et al. Prothrombotic state induced by COVID-19 infection as trigger for stroke in young patients. *Neurol Sci.* 2020;41(Suppl 2):369-371.

Table 2

**Structure of healthcare utilisation for ACVE  
at Ivankiv Central District Hospital,  
2018-2025, %**

Year	Proportion of 18-45 y. among all ACVE, %	Proportion of ischaemic stroke among all ACVE (excl. TIA), %	Proportion of DM among young patients, %	Epidemiological context
2018	12.9	65.9	17.6	Baseline year
2019	15.3	67.2	19.0	Stable pre-pandemic period
2020	15.0	67.1	19.0	COVID-19 pandemic: decline in admissions, increase in severity
2021	19.5	67.8	20.7	Post-pandemic period; highest proportion of young patients
2022*	6.1	68.3	30.0	Year of mass forced displacement of population
2023	17.9	68.6	28.6	Recovery of admission structure after 2022
2024	18.1	69.4	31.0	Further increase in proportion of young patients with DM
2025	19.6	71.2	31.3	Stabilisation at high level

*Notes: \* 2022 was analysed separately as a demographic confounder year.  
ACVE – acute cerebrovascular events; DM – diabetes mellitus.*

Given the pronounced demographic shift in 2022, the primary comparison was conducted between two subperiods: 2018–2021 and 2023–2025. The year 2022 was analysed separately as a transitional year. Median and IQR were used as the most robust indicators for the small observation series. The median proportion of patients aged 18–45 years increased from 15.2% (IQR 13.5–17.4) in 2018–2021 to 18.1% (IQR 18.0–18.9) in 2023–2025 (+2.9 percentage points, pp). The median prevalence of DM among young patients rose from 19.0% (IQR 18.3–19.9) to 31.0% (IQR 29.8–31.2) (+12.0 pp). The median proportion of ischaemic stroke rose from 67.2% to 69.4%. Results are presented in Table 3.<sup>16</sup>

16 Prokopiv M.M. et al. Impact of war events on the epidemiology of cerebrovascular diseases and strokes among residents of Kyiv. *Int Neurol J.* 2024;20(7):394-399.

Table 3

**Comparative characteristics of indicators  
across observation periods**

Indicator	2018-2021	2022	2023-2025	Δ 2023-2025 vs 2018-2021
Proportion of 18-45 y. among all ACVE patients, % median (IQR)	15.2 (13.5-17.4)	6.1	18.1 (18.0-18.9)	+2.9 p.p.
Proportion of DM among young patients, % median (IQR)	19.0 (18.3-19.9)	30.0	31.0 (29.8-31.2)	+12.0 p.p.
Proportion of ischaemic stroke among all ACVE (excl. TIA), % median (IQR)	67.2 (66.5-67.6)	68.3	69.4 (69.0-70.3)	+2.2 p.p.

Notes: \* 2022 analysed separately as a demographic confounder year; IQR – interquartile range; pp – percentage points; DM – diabetes mellitus.

Comparison of the obtained indicators with published data (Table 4) allows the identification of three key patterns. First, the proportion of young patients (18–45 years) at Ivankiv Central District Hospital (median 15.2–18.1%) exceeds typical national and European values (10–15%),<sup>17</sup> which may reflect a specific regional cerebrovascular risk profile among residents of the territory adjacent to the ChNPP exclusion zone. Second, the prevalence of DM among young ACVE patients (19.0% in 2018–2021 / 31.0% in 2023–2025) is higher than or equivalent to the upper limit of the European range (15–25%). According to a meta-analysis of 39 studies (n=359,783), DM prevalence among ischaemic stroke patients in Europe is 33% (95% CI 28–38%).<sup>18</sup> Third, according to data from the cohort of Chernobyl recovery operation workers, the combination of DM and radiation exposure may substantially enhance the risk of ACVE (ERR/Gy=1.29 with DM vs ERR/Gy=0.45 without DM).<sup>19</sup> The causal interpretation of this association with respect to the studied population requires further investigation.

17 World Health Organization Regional Office for Europe. Report on Situational Analysis Results of Acute Stroke Care in Ukraine. Copenhagen: WHO EURO; 2024; Ekker M.S. et al. Epidemiology, aetiology, and management of ischaemic stroke in young adults. *Lancet Neurol.* 2018;17(9):790-801.

18 Lau L.H. et al. Prevalence of diabetes and its effects on stroke outcomes: a meta-analysis and literature review. *J Diabetes Investig.* 2019;10(3):780-792.

19 Kashcheev V.V. et al. Radiation-epidemiological study of cerebrovascular diseases in the cohort of Russian Chernobyl recovery operation workers. *Health Phys.* 2016;111(2):192-197.

Table 4

**Comparative characteristics of ACVE indicators:  
Ivankiv Central District Hospital – Ukraine – Europe**

Indicator	Ivankiv CDH 2018-2025	Ukraine (national)	Europe (pooled)	Source
1	2	3	4	5
<b>A. General incidence of ACVE</b>				
Annual stroke incidence per 100,000	N/A	~340	95-290	WHO EUR, 2024; Bejot Y. et al., 2016
Proportion of ischaemic stroke among all ACVE (excl. TIA), %	78-85	~80	55-90	Prokopiv M.M. et al., 2024; ESO Guidelines, 2021
Trend in admissions during wartime/stress year, %	+22.4 (2022→2023)	+22.4 (Kyiv, 2023)	+23 (per decade)	Prokopiv M.M. et al., 2024; Ekker M.S. et al., 2019
<b>B. Young adults (18-45 years)</b>				
Proportion of 18-45 y. among all ACVE, % (median by subperiod)	15.2-18.1 (median)	~10-15	10-15	WHO EUR, 2024; Ekker M.S. et al., 2018
Effect of COVID-19 on proportion of young patients	↑ to 19.5% (2021)	↓ admissions 2020, ↑ severity 2021	↓26% admissions 2020	Oxley T.J. et al., 2020; ESO survey, 2020
<b>C. Diabetes mellitus as comorbidity</b>				
Prevalence of DM among young ACVE patients, % (median by subperiod)	19.0% (2018-2021) / 31.0% (2023-2025)	~15-22	~15-25	Putala J. et al., 2011; Haja Shareef M.A. et al., 2024
Prevalence of DM among all ACVE patients, % (95% CI in meta-analysis)	21-30 (trend)	~20-25	28 (95% CI 26-31); ischaemic: 33 (28-38)	Lau L.H. et al., 2019 (n=359,783)
DM as independent predictor of poor outcome (mRS≥3)	N/A	N/A	OR=9.01 (95% CI 3.15-26.92; 7-yr follow-up)	Haja Shareef M.A. et al., 2024 (Singapore, ≤55 y., n=147)‡
<b>D. Specifics of ChNPP radiation-contaminated region (Ivankiv ATC)</b>				
Excess relative risk of ACVE from ionising radiation (ERR/Gy)	Elevated (ChNPP zone)	ERR/Gy=0.45 (95% CI 0.28-0.62)	N/Ap	Kashcheev V.V. et al., 2016; Chernobyl State Registry

Продовження табл. 4

1	2	3	4	5
Possible enhancement of ACVE risk with DM and radiation exposure combined	Possible combined effect	ERR/Gy=1.29 (p=0.002)	N/Ap	Kashcheev V.V. et al., 2016
Circulatory disease mortality by cumulative radiation dose	Higher at 21.0-50.9 mSv	Significantly higher (p<0.05)	N/Ap	Chumak V.V. et al., 2014

Notes: N/A – data not available; N/Ap – not applicable; ‡ caution: study conducted in Singapore, age ≤55 years, n=147.  
 ACVE – acute cerebrovascular events;  
 DM – diabetes mellitus; ERR/Gy – excess relative risk per Gray;  
 OR – odds ratio; CI – confidence interval;  
 mRS – modified Rankin Scale; pp – percentage points.

The obtained data are consistent with findings on elevated ACVE risk in post-Chernobyl cohorts<sup>20</sup> and the pan-European trend of increasing ACVE among young adults.<sup>21</sup>

The most clinically significant finding is the marked increase in the proportion of patients with comorbid DM among young ACVE patients: the median indicator rose from 19.0% in 2018-2021 to 31.0% in 2023-2025 (+12.0 pp). This may reflect a gradual accumulation of metabolic risk factors among young patients in the region. According to data from Chernobyl recovery operation workers, the combination of DM and radiation exposure may substantially enhance the risk of ACVE.<sup>22</sup> However, causal inference regarding the studied population requires further multicentre studies.

The decline in the proportion of young patients in 2022 alongside an increase in total burden directly reflects demographic changes caused by forced population displacement. A similar phenomenon was documented in Kyiv.<sup>23</sup> This highlights a fundamental limitation of routine wartime medical statistics:

20 Kashcheev V.V. et al. Radiation-epidemiological study of cerebrovascular diseases in the cohort of Russian Chernobyl recovery operation workers. *Health Phys.* 2016;111(2):192-197.  
 21 Kashcheev V.V. et al. Radiation-epidemiological study of cerebrovascular diseases in the cohort of Russian Chernobyl recovery operation workers. *Health Phys.* 2016;111(2):192-197.; Ekker M.S. et al. Incidence of young stroke according to age, subtype, sex, and time trends. *Neurology.* 2019;92(17):e2042-e2055.  
 22 Bejot Y. et al. Rising stroke incidence in young adults: more epidemiological evidence, more questions to be answered. *J Am Heart Assoc.* 2016;5(5):e003661.  
 23 Kashcheev V.V. et al. Radiation-epidemiological study of cerebrovascular diseases in the cohort of Russian Chernobyl recovery operation workers. *Health Phys.* 2016;111(2):192-197.

percentage indicators may conceal a real increase in absolute incidence due to denominator changes.

To the main limitations of this study belong the single-centre retrospective design, the absence of a control group from an uncontaminated region, the inability to calculate incidence per 100,000 population due to the absence of verified annual demographic data accounting for forced displacement, and the small number of observations per year, which did not allow statistical testing. The study is exclusively descriptive in nature and does not allow causal inferences between residence in a radiation-contaminated region, the presence of DM and ACVE risk. Confirmation of the identified trends requires multicentre studies with a control group and analysis of individual risk factors.

In conclusion, the proportion of patients aged 18-45 years in the ACVE admission structure at Ivankiv Central District Hospital was somewhat higher than the national and European benchmarks reported in the literature. After analysing 2022 separately as a demographic confounder year, it was established that in 2023-2025, the median proportion of young patients was 18.1% compared with 15.2% in 2018-2021. Among young patients, an increase in the proportion of individuals with comorbid DM was also observed: from 19.0% in 2018-2021 to 31.0% in 2023-2025. The findings suggest the possible formation of an unfavourable cerebrovascular risk profile among young residents of the region adjacent to the ChNPP exclusion zone. However, confirmation of this hypothesis requires multicentre studies with a control group, analysis of individual risk factors and data on radiation dose.

УДК 53/54-051

**МОЙСЕЄНКО Валентина Олексіївна,**

доктор медичних наук, професор,  
Національний медичний університет  
імені О.О. Богомольця  
ORCID ID: 0000-0003-1402-6028

## **МЕДАЛЬ ІМЕНІ МАРІЇ КЮРІ – ВЧЕНИМ-НАУКОВЦЯМ ЗА ВКЛАД У ВИВЧЕННЯ ЕЗОФАГОГASTРОДУОДЕНOPATІЙ У ЛІКВІДАТОРІВ АВАРІЇ НА ЧАЕС ТА ЖИТЕЛІВ ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ**

Медаль Марії Склодовської-Кюрі (пол. Medal Marii Skłodowskiej-Curie) – це щорічна престижна наукова нагорода, яку вручає Польське хімічне товариство (PTChem) за видатні досягнення у галузі хімії. Нагорода вшановує спадщину видатної вченої, першої жінки-лауреатки Нобелівської премії та першої людини, яка отримала отримала нагороду у двох галузях – фізики та хімії<sup>1</sup>. Сьогодні – 40-роковини Чорнобильської трагедії. А пам'ять фіксує: у 20-ті роковини по Чорнобильській трагедії цієї медалі був удостоєний академік Академії наук вищої освіти України, Лауреат Державної премії України, заслужений діяч науки і техніки України, професор Національного медичного університету імені О.О. Богомольця Тарас Денисович Никула – за особистий вклад в збереження здоров'я ліквідаторів аварії на ЧАЕС та жителів забруднених територій. Цього року ми провели науково-практичну конференцію з міжнародною участю, присвячену світлій пам'яті професора Т.Д. Никули – до 90-річчя від дня народження (1936-2019).

40-річчя ліквідації аварії на ЧАЕС вшановує мужність ліквідаторів аварії. Свого часу Указом № 945/2006 у рік 20-річчя ліквідації аварії на ЧАЕС (у 2006 році) згадували понад 500 тисяч ліквідаторів, які ціною здоров'я приборкали катастрофу 1986 року, це свідчило про підтвердження державою соціальної підтримки учасників ліквідації аварії

1 Гребенюк М.П. Родина Кюрі – лауреати Нобелівської премії. Педагогічний пошук, № 1, 117. 2023. С. 48-52.

на Чорнобильській АЕС. Численні публікації в засобах масової інформації вказують на масштабність трагедії і героїзм її ліквідаторів.

Найбільша аварія в історії атомної індустрії: у навколишнє середовище з активної зони реактора було викинуто близько 300 МКі (11·10<sup>18</sup> Бк) радіоактивних речовин, що привело до забруднення 50 500 км<sup>2</sup> території України, де в 2218 населених пунктах проживають понад 2,4 млн. осіб. Найбільшого радіоактивного забруднення зазнала центральна частина України. Участь у ліквідації взяли понад 526 250 осіб. Пожежники та персонал, які першими прийняли удар, запобігли більшій катастрофі, багато хто з них загинув. Ліквідатори працювали в умовах екстремального опромінення, що призвело до серйозних проблем зі здоров'ям. Медики відіграли героїчну роль у ліквідації аварії на ЧАЕС, забезпечуючи екстрену допомогу, сортування опромінених, лікування гострої променевої хвороби у пожежників та персоналу, а також евакуацію населення. Вони ризикували життям, працюючи в зонах високої радіації, проводячи дезактивацію та моніторинг здоров'я тисяч ліквідаторів. У період з 1992 по 1995 р. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) здійснила Міжнародну програму за медичними наслідками аварії (IPHECA). Був реалізований ряд проектів з аналізу методів реєстрації захворюваності і ретроспективної оцінки доз опромінення. У 1991–1996 рр. Меморіальний японський фонд охорони здоров'я Сасакава профінансував найбільшу програму медичного обстеження дітей. У ході цієї програми були створені п'ять обласних діагностичних центрів, оснащених сучасним мобільним устаткуванням. Ці дані є актуальними і на поточний час. Кращими дослідженнями 2002 року визнано роботи про зміну експресії генів p16INK4A та p15INK4B під впливом тривалого оксидативного стресу, викликаного проживанням на радіаційно забруднених територіях, як можливого ініціатора, промотора чи фактора прогресії ниркового канцерогенезу, вперше описано так званий «чорнобильський цистит» у мешканців забруднених територій, з численними осередками дисплазії уротелію та раку *in situ* в асоціації зі склерозом і гіалінозом сполучної тканини та ангіогенезом без значної запальної реакції та змінами генів, які регулюють перебіг клітинного циклу. До обстеження здоров'я жителів забруднених територій долучилися і викладачі та студенти НМУ імені О.О. Богомольця.

Отримані проф. Никулою Т.Д. та проф. Мойсеенко В.О. результати склали вихідний інформаційний базис для кореляційного і покрокового дискримінантного аналізу<sup>2</sup>. Використовуючи мінімальний комплекс показників скринінг-методів діагностики, отримана система класифікаційних правил, яка дозволяє розмежувати супутні, нефрогенні езофагогастроуденопатії (ЕГДП) та ті, які виникають без ураження нирок. Дискримінантна функція, яка описує належність вектора до класу нефрогенних ЕГДП має вигляд:

$$\text{Const} = 2,2450 \cdot X_1 + 36,4862 \cdot X_2 + 24,3751 \cdot X_3 + 19,2464 \cdot X_4 + 18,2879 \cdot X_5 + 26,1234 \cdot X_6 + 9,5674 \cdot X_7 + 2,2304 \cdot X_8 + 2,5665 \cdot X_9.$$

Значення Const в даному випадку дорівнює + 17,8076. Якщо величина Const понад 17,8076, то вектор відноситься до класу нефрогенних ЕГДП, а якщо інакше, то до класу супутніх або ЕГДП другої контрольної групи.

Для віднесення вектора спостережень до класу супутніх ЕГДП отримано наступне класифікаційне правило:

$$\text{Const} = 84,3224 \cdot X_1 + 0,9964 \cdot X_2 + 2,6249 \cdot X_3 + 1,8754 \cdot X_4 + 2,1234 \cdot X_5 + 4,1578 \cdot X_6 + 3,4821 \cdot X_7 + 1,8234 \cdot X_8 + 2,2344 \cdot X_9.$$

При величині Const < 29,2259 вектор-спостереження повинен бути віднесений до класу супутніх ЕГДП або ЕГДП другої контрольної групи.

Аналогічно класифікаційне правило для класу ЕГДП контрольної групи має вигляд:

$$\text{Const} = 98,2823 \cdot X_1 + 0,0219 \cdot X_2 + 3,5241 \cdot X_3 + 0,0432 \cdot X_4 + 0,0143 \cdot X_5 + 0,3840 \cdot X_6 + 2,6541 \cdot X_7 + 1,3561 \cdot X_8 + 2,1576 \cdot X_9.$$

При значеннях Const < 51,6257 вектор спостереження належить до нефрогенних або супутніх ЕГДП.

Сукупність клініко-лабораторно-інструментальних показників для диференціальної діагностики первинних і вторинних ЕГДП ( $X_1$ -тривалість гастроентерологічного анамнезу,  $X_2$ - тривалість нефрологічного анамнезу,  $X_3$ -перебіг основного захворювання,  $X_4$ -стадія ХНН,  $X_5$ -клінічна група ХГН,  $X_6$ -вид гіпертензії,  $X_7$ -іридологічні ознаки ураження КТ,  $X_8$ -зміни аурально-емісійних стримерів гастродуоденальної зони,  $X_9$ -зміни електропровідності БАТ меридіанів E, IG, R), забезпечила 96,34 % рівень розпізнавання нефрогенних ЕГДП, 95,56 % – КГ № 2 і 85,27 % – для супутніх

2 Мойсеенко В.О. Клінічна оцінка фізичних методів діагностики та лікування уражень езофагогастроуденальної зони у хворих на хронічний гломерулонефрит Д.м.н. Київ, 2000. 250с.

ЕГДП. За допомогою рівняння Махаланобіса встановлено, що максимальні розбіжності існують між класами вторинних і первинних ЕГДП (нефрогенних і другої контрольної групи), тоді як між класами власне первинних (супутніх чи ЕГДП КГ № 2) ці розбіжності менші. На підставі отриманих даних створено комплекс неінвазивних скринінг-методів діагностики, який забезпечив високий рівень розпізнавання уражень ЕГДЗ: у хворих без ураження нирок – 73,41 %, для супутніх ЕГДП – 69,48 %, для нефрогенних – 77,88 % і дозволив на ранніх етапах ураження нирок верифікувати діагноз, вияснити характер патологічного процесу (одно-, двобічний; гострий, хронічний, запальний, дистрофічний та ін.) та порушення функції органів травлення і нирок, скоротити об'єм діагностичних процедур та час їх проведення, зменшити ризик виникнення ускладнень.

Таким чином, значний вклад в спостереження за здоров'ям ліквідаторів аварії на ЧАЕС та жителів забруднених територій внесли науковці-медики Національного медичного університету імені О.О. Богомольця.

---

**Ihor SERHETA,**

Doctor of Medical Sciences, Professor,  
Director of the Educational and Research Institute of  
Public Health and Biology, Disease Control and Prevention,  
Professor of the Department of General Hygiene and Ecology  
ORCID ID: 0000-0002-4439-3833

**Ruslan TEKLYUK,**

Senior Lecturer of the Department  
of General Hygiene and Ecology  
National Pirogov Memorial Medical University  
ORCID ID: 0000-0002-2437-1194  
Vinnitsya, Ukraine

**FEATURES OF THE PROCESSES OF FORMATION  
OF HEALTH-PRESERVING COMPETENCE OF  
SCHOOLCHILDREN AND THEIR CHANGES IN THE  
DYNAMICS OF A 20-YEAR PERIOD IN THE CONTEXT OF  
THE INFLUENCE OF EXTERNAL ADVERSE FACTORS**

Against the backdrop of significant scientific and technical progress in the medical field over the past decades scientists have increasingly recognized

that key determinants of health lie both within and far beyond the direct control of the health sector. No matter how perfect the system of monitoring the health of the population may be, it forces specialists to work with the consequences of those risky actions that individuals and social groups. Therefore, the question of determining the factors that directly influence the formation of a healthy (or risky) lifestyle among school pupils, who are in a critically important age period that can largely determine the direction of their future life, including in terms of the formation of their health, is particularly acute. The basis of primary prevention in the field of health promotion of adolescents is the actualization of health-preserving behavior, the formation of a healthy lifestyle through increased individual control over one's own health, deepening hygienic knowledge, as well as the elimination of external factors and interdisciplinary systemic measures for the health protection of schoolchildren<sup>1</sup>.

Scientific research was conducted on the basis of secondary education institutions in Vinnytsya among 867 pupils, including 412 young men and 455 young women. Among them 2 comparison groups were identified, namely: schoolchildren aged 15-17, born during or immediately after the Chernobyl accident and studying in the 2000s, and schoolchildren aged 15-17, born in 15-20 years after the Chernobyl accident and studying in the 2020s.

The general level of pupils' awareness of their individual health, the level of formation of healthy lifestyle skills, as well as a sanitary and hygienic examination of their living and learning conditions, general health indicators were determined, a hygienic assessment of the features of educational and extracurricular activities was carried out, as well as an analysis of the social and household aspects of the organization of daily life of schoolchildren, an assessment of the features of the formation of cognitive, value-motivational and behavioral components of health-preserving competence of schoolchildren and determination of the level of their individual health were carried out, a

1 Holliman, A., Waldeck, D., Jay, B. et al. (2021). Adaptability and social support: examining links with psychological wellbeing among UK students and non-students. *Front. Psychol.* 12, 636520. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.636520> [in English]; Liu, C., Li, H. (2018). Stressors and stressor appraisals: the moderating effect of task efficacy. *J. Bus. Psychol.* 33, 141-154. <https://doi.org/10.1007/s10869-016-9483-4> [in English]; Polka, N. S., Serheta, I. V. (2012). Aktualni problemy psikhohihiieny ditei i pidlitkiv: shliakhy ta perspektyvy yikh vyryshennia (ohliad literatury i vlasnykh doslidzhen) [Actual problems of psychohygiene of children and adolescents: ways and prospects of their solution (review of literature and own research)]. *Zhurnal NAMN Ukrainy – Journal of the National Academy of Sciences of Ukraine.* 18 (2), 223-236. [in Ukrainian]; Voloshyna, V., Denysiuk, O., Varina, H. et al. (2022). Psychological features of modern elderly people's active life position. *Wiadomosci lekarskie. LXXV (Issue 2 February 2022)*, 333-337. <https://doi.org/10.36740/WLek202202101> [in English].

study of the features of the processes of formation of psychophysiological adaptation and development of psychophysiological functions of the pupils was carried out, as well as an analysis and systematization of the features of monitoring the health-preserving competence of modern adolescents and study of the influence of the individual concept of health on its formation competence of modern adolescents and study of the influence of the individual concept of health on its formation.

The data obtained during the study of social and housing aspects of the organization of everyday educational and extracurricular activities of young men and young women who were in general secondary education institutions identified mainly favorable social and material conditions of permanent residence of modern school pupils in the dynamics of the time of the observations conducted, revealed that the number of young men and young women living in individual houses almost doubled against the background of a decrease in the share of pupils living in separate apartments, and showed signs of a significant improvement in microclimatic conditions during the studied period, the main reason for which should be considered the widespread use of various climate technology at present, primarily air conditioners, convectors, etc. The results, which were unchanged in their content, were also characteristic of pupils in the comparison groups, obtained during the study of indicators of subjectively meaningful assessment by the families of the studied pupils of the features of their life activities, relationships in families and their socio-economic status, the nature of their parents' professional activities.

Over the past two decades, significant changes have been recorded in the structure of adolescents' lifestyles. In particular, a significant deterioration in sleep patterns was found, which was especially true for young women: more than 50% of them slept less than 6 hours a day in the 2020s. In general, the proportion of adolescents who slept less than 6 hours increased more than threefold among young men and fivefold among young women, and in the of «schoolchildren 2020» group among young men, this proportion was 33.0 % among young men and 34.0 % among young women. The duration of night sleep, which was from 6 to 8 hours, was characteristic of 33.0 % of young men and 34.0 % of young women, respectively, and the duration of night sleep, which was from 8 hours and more, was characteristic of 33.1 % of young men and 12.1 % of and young women, respectively. Insufficient motor activity is

characteristic of the vast majority of pupils. On average, the motor component in the structure of the daily time budget is 1-2 hours, and in 20,0 % of pupils it does not reach the level of 1 hour. In general, it should be noted that the generalized level of duration of the motor component in the daily time budget among the studied pupils in most cases did not reach the normative values, which are 3-4.5 hours for young women and 3-4 hours for young men respectively. At the same time, a sharp increase in «screen» time among adolescents was established, which in the 2020s exceeds 3 hours daily for more than 90,0 % of respondents. This trend is accompanied by a pronounced decrease in the time spent outdoors. It was determined that among pupils belonging to the «schoolchildren 2000» group, 44.8 % of young men and 43.5 % of young women had experience smoking. In contrast, among pupils belonging to the «schoolchildren 2020» group, 40.1 % of young men and 46.8 % of young women of the same age had experience of smoking, i.e. among young men the percentage of those who had experience of smoking decreased by 10.5 % ( $p < 0.05$ ), among young women, on the contrary, it increased by 3.0 % ( $p < 0.05$ ). In the group of schoolchildren of the 2000s, 18.5 % of young men and 22.3 % of young women had never consumed alcoholic beverages, in the group of schoolchildren of the 2020s this share was 17.3 % of young men and 20.1 % of young women. In the «2020 schoolchildren 2020» group, in general, the beginning of alcohol use shifted somewhat to older adolescence. A similar trend was observed with regard to attempts to use narcotic substances.

Most schoolchildren characterized their own daily routine as moderately stressful and identified the presence of a number of fairly significant manifestations of exceeding the hygienically justified normative parameters of the maximum permissible duration of pupils' daily stay at school. It was found that in the «schoolchildren 2000» group only 62.8 % of young men and 55.1 % of young women complied with the requirements for a rational, based on hygienic positions, daily routine, while in the «schoolchildren 2020» group only 58.3 % of young men and 59.7 % of young women complied with the requirements for a rational, based on hygienic positions, daily routine, i.e. more than ½ of adolescents admit that they do not comply with the hygienic requirements for the rational organization of daily activities and, therefore, the optimal regimen, which, of course, has an adverse effect on their physical and psychological well-being.

Studies conducted over the past 20 years show that indicators of internal locus of control, personal responsibility for health, and the desire of high school pupils to know more about health are important cognitive and motivational determinants of a healthy lifestyle among modern schoolchildren, as they are associated with a wide range of both positive and negative forms of behavior related to individual health. However, the correlation analysis indicated that young women who declared personal responsibility for health tended to avoid risky behaviors, while young men who declared responsibility for their own health often did not reflect this belief in real actions.

During the research the leading components of the individual concept of health were analyzed in the context of the formation of health-preserving competence of young women and young men and the main levels of its formation were determined. It was established that the individual concept of health is an assessment by the individual of his own current state according to the indicators of the individual norm, personal understanding of the essence of health and the goals of its preservation, individual attitude to diseases and the degree of volitional regulation of his own activities. It was found that it is quite appropriate to introduce such a term as subject medical literacy, which defines the individual's mastery of specific knowledge, skills and abilities on individual topics related to health preservation.

It is substantiated that the following provisions should be noted as scientific bases of hygienic assessment of health-preserving competence of modern schoolchildren 15-17 years old:

- taking into account the leading components of the individual concept of health, namely cognitive (levels of education in the field of health, in particular regarding one's own genetic, physiological, hygienic and psychological capabilities, methods and means of control, preservation and development of one's health; value-motivational (awareness of the value of individual health, system of basic hygienically significant needs, motivation for health-preserving behavior) and behavioral (level of assimilation of specific models of a healthy lifestyle and technologies of health-preserving activity);
- taking into account and applied implementation of the leading vectors of orientation of health-preserving technologies, namely: biological behavioral, psychological behavioral and social behavioral vectors;

- 
- taking into account the main levels of formation of the individual concept of health: optimal (characterized by high medical literacy, objective self-assessment of health, awareness of the value of health and one's own responsibility for it, as well as a healthy lifestyle), low (characterized by insufficiently harmonious development of various areas, with insufficient depth of knowledge, skills and abilities in the field of health, shaky motivation, unsystematic health-preserving practices) and unsatisfactory (characteristic of individuals with low medical literacy, unformed number of basic life skills and abilities, distorted motivation for health, inadequate self-assessment of one's own health and resort to risky forms of behavior);
  - direction of practical activities and development of preventive programs, which should be focused on deepening medical knowledge, critical rethinking of common myths about health and the formation of a negative attitude towards risky behavior. implementation of programs for the formation of a responsible attitude towards health, taking into account gender characteristics, age psychology and modern social challenges too.

## Pedagogical sciences



**Tamara DUDAR,**

Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
Kyiv Aviation Institute  
ORCID ID: 0000-0003-3114-9732

**Marharyta RADOMSKA,**

Ph. D., Associate Professor,  
Kyiv Aviation Institute  
ORCID ID: 0000-0002-8096-0313  
Ukraine

### **RADIOECOLOGICAL SAFETY IN ENVIRONMENTAL EDUCATION CURRICULA**

Radioecological monitoring and safety is a rapidly evolving field of knowledge in a modern society. No country is able to cope with the challenges of today, so adherence to common values and standards becomes an inviolable condition for the development of radioecological monitoring and safety in the world. One of the key factors in the sustainability and greening of the economy and society is the environmental education. Given the peculiar status of Ukraine as a country with increase radiation risks, radiation safety must be promoted from just a specialized skill to the necessary component of general professional and societal safety culture and form a part of environmentalist professional profile.

Environmental education covers the questions of the universe, which concern all countries and societies. These are the problems of planetary connections, space debris, the impact of solar radiation on the Earth's magnetosphere, atmosphere and biosphere; forecasts of a possible physical picture of the world after a nuclear catastrophe, if such an explosion; global environmental challenges related to pollution of the oceans, Earth's atmosphere and lithosphere. A global understanding of the environmental safety, a new worldview of science, which can influence the constructive political activities of people, is born and develops. And such a system of views must have a cer-

tain philosophical foundation. It should be based on the new knowledge and interpretations that have emerged in the Natural Sciences of our time, especially in physics, biology and geology. The development of a global worldview, on the other hand, contributes to the idea of globalization in education, the process of interaction of national education systems, transnationalization of education, universalization of a number of educational standards, characteristics and parameters and the formation of a global education system. This path is relatively long, requires the expansion of communications, including the development of exchange programs for students, teachers and researchers. In this sense, we would like to note one of the most acute problems of modern education – the growing information chaos. Currently, the number of connections between people and especially between different areas of knowledge is rapidly growing. But the amount of information that falls on a person is growing many times faster. As a result, the necessary (and not only useful) information is immersed in the chaos of “noise”, and with the existing education system, it is almost very difficult to identify the desired signal and to interpret it. In this respect it is worth attention to focus on environmental education in English. The Environmental Studies department at National University “Kyiv Aviation Institute” has been developing the environmental education in English since 2001 at the Bachelor and Master levels<sup>1</sup>. Educational and Professional Programs “Ecology and Environmental Protection” are currently in force. Unfortunately, many of our graduates found their career opportunities abroad as this background is of high demand in other countries. We have to hope that sooner or later it will become more demanded in Ukraine as well. The importance of the environment and its safety for humans and biota in general is directly or indirectly the subject of study of many disciplines in the “Environmental Protection” curricula. Geology and Fundamentals of Mineralogy, Soil Science consider environmental hazards of geological character while Ecology, Aviation and Space familiarize the students with knowledge of the atmosphere safer conditions for living beings. A series of disciplines like Environmental Monitoring, Modeling and Prognosis of Environmental Conditions, Environmental Safety, Remote Methods in Ecosystem Studies, Ecobiosafety, and others, emphasize different

1 Дудар Т.В., Саєнко Т.В., Радомська М.М., Явнюк А.А. Екологічна освіта англійською мовою у вищій школі // *Вища освіта України*. 2022. № 1-2. С. 63-71.

approaches on safety in dramatically changing environment. Obviously, most of the educational literature in the original sources is in English on the one hand. On the other hand, the ability to solve most environmental challenges in compliance with environmental safety standards in the modern world, and hence the possibility of employment, is real only through international cooperation at the expense of international grants<sup>2</sup>. Therefore, knowledge of professional English with knowledge of environmental terminology expands the opportunities for young professionals for further employment and career growth. The future of the environmental education in English in our country is still ahead<sup>3</sup>.

Radioecological monitoring and safety is an integral part of almost all the curricular disciplines just mentioned. The discipline “Environmental monitoring” includes topics on radioecological monitoring and safety of Nuclear Power Plants as well as radiation safety within the infrastructure of operating uranium deposits in Ukraine. The discipline of “Wastes utilization and recuperation” includes an important part of radioactive wastes of different origin and peculiarities of their management. And even a very peaceful discipline “Protected Area” has to thoroughly analyze and consider the topic of the Chernobyl biosphere reserve, its objectives, types of activities, the main short-term and long-term tasks. This peculiarity of development and differentiation of natural and man-caused radiation in Ukraine has to be as a red thread in many environmentally oriented subjects in general. As none country at least in Europe has those peculiarities possessing Europe’s largest uranium resources on the one hand and heavily dependence on nuclear energy on the other. And at least educated young generation has to be acquainted with this fact and take it into account for their future activities.

University graduates in the field of radiation safety are expected to develop a mix of scientific knowledge, technical skills, and regulatory awareness. The exact profile varies by role, but core competencies are fairly consistent across academia and industry. They should understand the core principles behind radiation and its effects, be well-acquainted with regulatory and ethical framework, use and interpret result of instrumental measurements of radiation, as

---

2 Monroe, M. C., Andrews, E., & Biedenweg, K. (2008). A framework for environmental education strategies. *Applied Environmental Education & Communication*, 6(3-4), 205-216.

3 Mete, D. E. (2018). Incorporating environmental education in English language teaching through Bloom’s revised taxonomy. *Selçuk Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi*, (40), 33-44.

well as model, assess and prognose radiation risks and effects. An important part of their competency is ability to communicate risks to both technical and non-technical audiences and be capable to work across fields.

Graduates outside radiation-related majors should also have basic competencies in radiation safety, though at a much more introductory level. The reason is simple: radiation isn't confined to nuclear facilities – it appears in medicine, industry, research, and even everyday environments. A baseline understanding helps prevent misuse and accidents, reduce fear, and improve decision-making.

Non-specialists do not deep technical skills, rather it is important that they possess practical literacy: basic understanding of radiation, core safety principles, awareness of health effects and thresholds, ability to compare radiation exposure to familiar risks (e.g., flights, medical imaging) and understanding that dose matters more than mere presence. This information will help them develop and practice safe behavior in common situations and professional live.

Thus, non-specialists don't need to manage radiation, but should be able to understand it, respect it, and respond to it rationally. Even a small amount of radiation literacy significantly improves safety, decision-making, and public communication across many professions.

International organizations, especially the International Atomic Energy Agency, states clearly that radiation safety competence is not limited to specialists, but should be developed at different levels depending on a person's role and exposure risk.

The key principle for the development of consistent radiation literacy is “graded approach”, which calls for differentiated training of target groups:

- High-level experts must receive deep, specialized education;
- Workers using radiation must be provided with role-specific training;
- Public and other professionals must have basic awareness built.

This is explicitly stated in IAEA safety guidance: even “general workers should have... basic level education” in radiation protection relevant to their tasks<sup>4</sup>.

IAEA guidance on building competence emphasizes that radiation safety competence must be maintained across all categories of personnel, not just

<sup>4</sup> International Atomic Energy Agency. (2022). Recruitment, Qualification and Training of Personnel for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. SSG-75, Vienna, IAEA.

experts, via national systems of education, training, and retraining. Radiation safety should be treated like basic safety literacy, similar to fire safety or chemical safety not just a niche technical skill.

In practice this graded training must be provided by universities at all three levels, but even though regulations are clear implementation varies widely between countries, universities and programs: training of specialists in medicine, nuclear engineering has well-integrated radiation safety education, while business, IT, and humanities have minimal or absent. Both IATA and WHO have called for stronger integration of radiation protection into general education<sup>5</sup>.

Environmentalists are located somewhere between these grades: for environmental specialists, radiation competence goes beyond general awareness and becomes a distinct applied domain often called radioecology – a bridge between environmental science and radiation protection.

Unlike other non-specialists, environmentalists must work with real contamination scenarios, understand long-term ecosystem processes and assess environmental and public exposure.

Key areas of expertise for environmentalists are:

- ✓ Environmental behavior of radionuclides;
- ✓ Transfer through ecosystems (food chains);
- ✓ Environmental monitoring & measurement, including sampling and data analysis;
- ✓ and dose assessment for the public (this is a clear step beyond basic literacy);
- ✓ Risk & environmental impact assessment;
- ✓ Remediation and management;
- ✓ Emergency preparedness (environmental perspective);
- ✓ Environmental radiation standards & regulation (with the focus on application, not legal detail)

Ukraine has a particularly strong and practice driven approach to radiation safety education, shaped by its historical experience and its alignment with international and European frameworks. Ukrainian regulations, similar to Euratom and IAEA, require all personnel working with or near radiation sources to be trained, informed about risks and obligated to follow safety

---

<sup>5</sup> World Health Organization. (2024). Enhancing radiation safety culture in health care: guidance for health care providers. Geneva, WHO.

procedures<sup>6</sup>. Under the influence of the Chernobyl legacy Ukraine often goes beyond minimal theoretical instruction, especially in relevant regions and disciplines. Thus, in most of universities, students take courses such as: “Life Safety” or “Occupational Safety”, which deliver basics of ionizing radiation, health risks and simple protection principles. This corresponds to baseline radiation literacy. Field-specific training provided in medical and technical universities.

In the case of environmental sciences professional, as it was mentioned above, this set of knowledge is not enough: radiation safety should be a separate training course and not just an element of occupational safety. However, our research has demonstrated massive lack of specific and devoted training. Based on the official data from the Ministry of education of Ukraine, there are 66 university in Ukraine offering Bachelor programs in Environmental Sciences with 164 competition propositions offered to school graduates in 2025. Among those only 9 educational and professional programs involve compulsory courses devoted exclusively to radiation issues and the other 7 which list Radioecology, Radiobiology or their combination as elective courses.

Thus, taking into account all the mentioned above, education on natural and man-caused radiation sources as sources of potential hazard to the environment and the population health, radiation protection measures, has to be embedded in the environmental training of professionals and coordinated in Ukraine at national level.

---

6 Порядок проведення навчання і перевірки знань з питань радіаційної безпеки у персоналу і посадових осіб суб'єктів окремих видів діяльності у сфері використання ядерної енергії, затверджений наказом Державної інспекції ядерного регулювання України від 02 жовтня 2014 року № 150. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1549-14#n13> (05.04.2026)

**ВЕЛЬЧИНСЬКА Олена Василівна,**  
доктор фармацевтичних наук, професор,  
Національний медичний університет  
імені О.О. Богомольця  
ORCID: 0000-0001-7023-8493

**НІЖЕНКОВСЬКА Ірина Володимирівна,**  
доктор медичних наук, професор,  
Національний медичний університет  
імені О.О. Богомольця  
ORCID: 0000-0001-5065-3147  
м. Київ, Україна

## **ТЕХНОГЕННІ КАТАСТРОФИ: ВАЖКІ МЕТАЛИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ АНАЛІЗУ**

Техногенні (технологічні) катастрофи виникають як результат аварій на технічних об'єктах, супроводжуються загибеллю людей та екологічними збитками. Токсичні речовини (важкі метали, отруйні гази, бойові отруйні речовини та інші ксенобіотики) вивільняються під час техногенних катастроф та призводять до отруєння і загибелі живих організмів. Важкі метали накопичуються в ґрунті, рослинах (овочі, фрукти, ягоди, лікарська рослинна сировина для виготовлення лікарських засобів), а потім після вживання цих харчових продуктів і лікарських засобів потрапляють до організму людей і тварин.

Техногенні аварії стають джерелом викиду важких металів: забруднення ґрунтів та вод: аварії на АЕС, шахтах, фабриках та хімічних заводах. Аварії призводять до витоків ртуті, кадмію та свинцю тощо. Відбувається біоаккумуляція: важкі метали не руйнуються, а накопичуються в харчових ланцюжках. Ртуть із промислових стоків перетворюється на метилртуть, потрапляє та концентрується у організмі риби; попадання важких металів в організм людини внаслідок катастроф викликає ураження ЦНС (ртуть), нирок (кадмій) та кісток (плумбум). Більшість з важких металів є небезпечними токсикантами.

Головна особливість важких металів – вони не руйнуються, а переходять з однієї форми в іншу, здатні до біоаккумуляції (накопичення в тканинах живих організмів). Токсичність металів зумовлена їхньою здатністю взаємодіяти з білками та ферментами на клітинному рівні. Важкі метали блокують функції ферментів – зв'язуються з сульфгідрильними групами білків, зупиняють життєво важливі біохімічні реакції. Важкі метали призводять до розвитку окислювального стресу: стимулюють утворення вільних радикалів, які пошкоджують ДНК та клітинні мембрани. Організм може помилково прийняти токсичний метал за корисний (мімікрія): плумбум заміщує кальцій у кістках, а кадмій заміщує цинк у складі ферментів. Важкі метали мають тривалий період напіввиведення: деякі можуть залишатися в організмі десятки років (плумбум у кістках має період напіввиведення до 20–30 років). Основні шляхи потрапляння в організм важких металів: пероральний (вода та продукти харчування), інгаляційний, трансдермальний: через шкіру (сполуки ртуті). Особливу увагу приділяють аналізу важких металів – представників «великої трійці» як найбільш небезпечних для людей і навколишнього середовища – ртуті, плумбум, кадмій. Ртуть уражує центральну нервову систему, спричиняє тремор, викликає порушення пам'яті та зору. Плумбум порушує синтез гемоглобіну, гальмує розвиток мозку у дітей, вражає нирки. Кадмій накопичується в нирках (ниркова недостатність), руйнує кісткову тканину<sup>1</sup>.

Забруднення навколишнього середовища важкими металами внаслідок антропогенної діяльності або природних процесів є серйозною проблемою. Важкі метали зустрічаються в ґрунті в різних формах, які відрізняються за своєю біодоступністю. Геохімічна поведінка важких металів у ґрунті, їх поглинання рослинами залежать від фізико-хімічних властивостей ґрунту. Метали переважно накопичуються в клітинах коренів через їх блокування каспаріановими смужками. Надмірне накопичення їх у рослинній тканині погіршує або блокує біохімічні, фізіологічні та морфологічні функції рослин. Важкі метали спричиняють шкідливий вплив

1 Qadir A., Hashmi M. Z., Mahmood A. Xenobiotics, Types, and Mode of Action. In: Hashmi, M. Z., Kumar, V., and Varna, A., Eds. *Xenobiotics in the Soil Environment. Monitoring, Toxicity and Management*. Cham: Springer International Publishing AG. 2017. P. 1-7; 2 Abdelbary K., Ali M., Abdelfatah A. New Biofilter Media for Heavy Metals Removal From Aquaculture Wastewater. *Misr Journal of Agricultural Engineering*, 2022.0(0). <https://doi.org/10.21608/mjae.2022.174352.1091>; Abdel-Shafy H. I., Mansour M. S. M. A review on polycyclic aromatic hydrocarbons: Source, environmental impact, effect on human health and remediation. *Egyptian Journal of Petroleum*. 2015. Vol.25. № 1. P.107–123; Ahmad A., Das S., Ghangrekar M. M. Removal of xenobiotics from wastewater by electrocoagulation: A mini-review. *Journal of the Indian Chemical Society* 2020. Vol. 97. № 4. P. 493–500.

на різні фізіологічні процеси в рослинах: на клітинному рівні токсичність важких металів призводить до порушення окисно-відновного балансу та викликає окислювальний стрес. В умовах стресу рослини мають численні захисні механізми для боротьби з токсичністю важких металів, які включають зниження поглинання важких металів, їх секвестрацію у вакуолі, зв'язування фітохелатинами та активацію антиоксидантів. На сьогодні отруєння відбуваються через вживання рослин, продуктів харчування рослинного походження, що містять важкі метали (ВМ). Важкі метали можуть бути присутніми у сировині фармакопейних рослин та лікарських засобів рослинного походження як результат антропогенної діяльності людини, техногенних катастроф, вибухів під час військових подій тощо. Токсичність важких металів пов'язана з широким спектром несприятливих наслідків для здоров'я. Це – дисфункція печінки, нирок, серця, летальний наслідок. Натуральні рослинні засоби часто містять синтетичні компоненти, які, також, можуть містити неприпустимі домішки, що впливає на якість лікарських засобів та ускладнює їхній фармацевтичний або хіміко-токсикологічний аналіз<sup>2</sup>.

Незважаючи на значні досягнення в галузі органічного синтезу, зацікавленість у рослинних лікарських засобах залишається високою. Кожен третій лікарський засіб на фармацевтичному ринку виготовлений з лікарської рослинної сировини. Велика кількість препаратів, що використовуються для лікування серцево-судинних захворювань, є лікарськими засобами рослинного походження<sup>3</sup>.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), частка лікарських засобів рослинного походження сягає 60 %.

Важливою проблемою, що обмежує використання лікарських рослин у медицині, є скорочення територій, які не зазнають антропогенного тиску.

- 2 Nikulin, A.; Potanina, O.; Alyussef, M.; Vasiliev, V.; Abramovich, R.; Novikov, O.; Boyko, N.; Khromov, A.; Platonov, E. Development of a method for the determination of cadmium, lead, and arsenic by the ETAAS method in medicinal plant raw materials. *Farmacia* 2021, 69, 566–575; Chaplygin, V.; Dudnikova, T.; Chernikova, N.; Fedorenko, A.; Mandzhieva, S.; Fedorenko, G.; Sushkova, S.; Nevidomskaya, D.; Minkina, T.; Sathishkumar, P.; et al. *Phragmites australis* cav. As a bioindicator of hydromorphic soils pollution with heavy metals and polyaromatic hydrocarbons. *Chemosphere* 2022, 308, 136409; Erofeeva, E.A. Hormesis in plants: Its common occurrence across stresses. *Curr. Opin. Toxicol.* 2022, 30, 100333.
- 3 Zhang, Z.; Song, J.; Zhang, H.; Zheng, Z.; Li, T.; Wu, S.; He, B.; Mao, B.; Yu, Y.; Fang, H. Analysis method development and health risk assessment of pesticide and heavy metal residues in *Dendrobium Candidum*. *RSC Adv.* 2022, 1, 6869–6875; Luo, L.; Wang, B.; Jiang, J.; Fitzgerald, M.; Huang, Q.; Yu, Z.; Li, H.; Zhang, J.; Wei, J.; Yang, C.; et al. Heavy metal contaminations in herbal medicines: Determination, comprehensive risk assessments, and solutions. *Front. Pharmacol.* 2021, 11, 595335; 10Rojas, P.; Ruiz-Sánchez, E.; Ríos, C.; Ruiz-Chow, A.; Resendiz-Albor, A.A. A health risk assessment of lead and other metals in pharmaceutical herbal products and dietary supplements containing *Ginkgo biloba* in the Mexico city metropolitan area. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18, 8285–8304.

Не завжди можливо заготовлювати лікарську рослинну сировину лише з екологічно чистих територій. Одним з актуальних завдань у сучасному фармацевтичному аналізі є моніторинг можливості використання лікарських рослин, що зростають під техногенним тиском, у лікувальних цілях та удосконалення їх аналізу. Лікарські рослинні матеріали можуть бути джерелом потрапляння до організму людини токсикантів, в першу чергу – важких металів, пестицидів, інших ксенобіотиків. Частіше у навколишньому середовищі знаходяться важкі метали. Це – плумбум, кадмій та меркурій. Основними джерелами цих металів є транспортні засоби, промислові та теплові електростанції, сміттєспалювальні заводи тощо<sup>4</sup>.

Для аналізу лікарської рослинної сировини та рослинних лікарських засобів традиційно використовували метод паперової хроматографії та колориметрію. Пізніше було впроваджено більш сучасні методи та їх комбінації, наприклад, рідинна хроматографія-УФ-спектрофотометрія.

Існує багато методів виявлення забруднення важкими металами в рослинах: хімічний аналіз, електрохімічна анодна вольтамперометрія, ультрафіолетова видима спектрофотометрія (УФ), високоефективна рідинна хроматографія (ВЕРХ), атомно-абсорбційна спектрометрія (AAS), мас-спектрометрія з індуктивно зв'язаною плазмою, оптична емісійна спектрометрія з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP-OES) тощо. Ці методи мають високу точність виявлення, однак вони трудомісткі та складні для попередньої обробки зразків. Методи мають обмежений діапазон виявлення, що не може відповідати вимогам екологічного, швидкого та масштабного виявлення. З розвитком оптичних приладів чутливість оптичної спектроскопії візуалізації була покращена та застосована для виявлення важких металів у рослинах завдяки простим перевагам, що надаються спектроскопією.

Поява сучасних аналітичних методів аналогічна органолептичному синтезу, який відбувається під час вибору лікарської рослини. Сучасні інструментальні методи підвищили ефективність аналізу, ідентифікацію та оцінку якості лікарської рослинної сировини. Поява та застосування комбінації інструментальних методів стали можливими і корисними з розвит-

4 Zhang, Z.; Song, J.; Zhang, H.; Zheng, Z.; Li, T.; Wu, S.; He, B.; Mao, B.; Yu, Y.; Fang, H. Analysis method development and health risk assessment of pesticide and heavy metal residues in *Dendrobium Candidum*. *RSC Adv.* 2022, 1, 6869–6875; Pirhadi, M.; Shariatifar, N.; Bahmani, M.; Manouchehri, A. Heavy metals in wheat grain and its impact on human health: A mini-review. *J. Chem. Health Risks* 2022, 12, 421–426; Guo, C.; Lv, L.; Liu, Y.; Ji, M.; Zhang, E.; Liu, Q.; Zhang, M.; Li, M. Applied analytical methods for detecting heavy metals in medicinal plants. *Crit. Rev. Anal. Chem.* 2023, 53, 339–359.

ком комп'ютерних систем та інструментів управління даними. Це дозволило швидко та вибірково синтезувати інформацію з інструментальних та аналітичних сигналів даних<sup>5</sup>.

З використанням комбінаторної апаратури з'явилися комбінаторні методи обробки даних: метаболомне профілювання, алгоритми розпізнавання образів тощо. Це розширило аналітичні можливості, одночасно зменшуючи час аналізу та необхідність інтерпретації. Сучасна тенденція використання комбінаторних методів прискорила темпи розвитку аналітичних методів та можливостей, що пов'язані з цими дослідженнями.

Спектроскопія поділяється на молекулярну та атомну для аналізу рослинного матеріалу відповідно до різних реакцій на важкі метали. Атомну та молекулярну спектроскопію використовують для виявлення стресу важких металів у рослинних зразках. Традиційні методи поєднують із спектроскопією для виявлення важких металів у рослинах. Таке поєднання значно підвищує ефективність та точність виявлення, дозволяючи проводити дослідження *in situ* без мічення. Поєднання оптичної спектроскопії з часовою та просторовою інформацією про рослини для побудови багатовимірної візуальної кінетичної моделі для оцінки характеристик розподілу важких металів у рослинах є новим науковим підходом. Він має теоретичне еталонне значення для селекції та зеленої ремедіації.

Таким чином, у аналіз лікарських засобів рослинного походження та лікарської рослинної сировини останнім часом впроваджено сучасні методи: лазерно-індукована пробійна спектроскопія (LIBS), спектроскопія комбінаційного розсіювання, спектроскопія видимого/ближнього інфрачервоного діапазону (Vis-NIR)/гіперспектральна візуалізація (HSI), флуориметр хлорофілу.

Спектральні дані видимого та ближнього ІЧ-діапазонів отримують шляхом точкового сканування в широкому діапазоні довжин хвиль. Через вплив обертонів та комбінованих вібрацій характеристики поглинання у видимому ближньому ІЧ-спектрі низькі.

5 Rehan, I.; Gondal, M.A.; Aldakheel, R.K.; Almessiere, M.A.; Rehan, K.; Khan, S.; Sultana, S.; Khan, M.Z. Determination of nutritional and toxic metals in black tea leaves using calibration free LIBS and ICP: AES technique. Arab. J. Sci. Eng. 2022, 47, 7531–7539; Nguyen, H.M.; Huynh, N. T. K.; Nguyen, N. T. Y.; Ha, L.T.; Pham, T.T. Evaluating the content of some metal elements in soil and their effects on the total phenolic and flavonoid contents of some medicinal plants using X-ray fluorescence (XRF) Method. Res. Sq. 2022, 1, 1–24.

HSI поєднує методи візуалізації та спектроскопії для отримання високороздільної спектрально-просторової інформації у видимому та ближній ІЧ-області. Метод HSI забезпечує точність. Він здатний візуально виразити інформацію про фенотип рослинних зразків на рівні пікселів. Недоліком цього методу є те, що тисячі спектральних смуг можуть призвести до надлишковості даних, оптичної складності.

Раманівський спектр – вид молекулярного розсіювання, заснований на непружному розсіюванні падаючого світла. Спектри розсіювання різних частот падаючого світла аналізуються для отримання інформації про коливання та обертання молекули, для вивчення структури молекули. Раманівська спектроскопія має просторову роздільну здатність, характеризується стійкістю до перешкод від води. Раманівський сигнал слабкий, легко піддається впливу зовнішніх факторів (флуоресценція). Для вирішення проблеми слабого сигналу та перешкод запропоновано різні методи раманівської спектроскопії – поверхнево-посилене раманівське розсіювання (SERS). Раманівська спектроскопія в поєднанні з мікровізуалізацією дозволяє візуалізувати хімічні сполуки в клітині, на метаболічному рівні. Це допомагає досліджувати процес стресу важких металів та правила міграції ксенобіотиків у рослинних тканинах.

LIFS – це технологія атомно-емісійної спектроскопії. Вона використовує сфокусований імпульсний лазерний промінь для генерації плазми з матеріалів, аналізує елементний склад зі спектру випромінювання.

Основними характеристиками LIFS є здатність виявляти всі елементи, виявлення зразків у різних матрицях, здатність до виявлення кількох елементів, відсутність підготовки зразків, діагностика *in-situ* та дистанційне виявлення. Вміст вологи в зразках обмежує здатність LIFS. Волога може зменшити інтенсивність випромінювання та вплинути на стабільність сигналу.

Технологія флуоресценції хлорофілу (CHI-FI) як фотосинтетичний зонд може відображати розподіл важких металів у рослинах. Використовують хлорофіл як еталон. Останнім часом поєднують спектроскопічні методи з технологією флуоресценції хлорофілу для виявлення та візуалізації розподілу важких металів Cd та Cu у рослинах. Багатофункціональне використання вважається ефективним способом виявлення розподілу важких металів та реакції рослин.

Спектральні дані є складними та високорозмірними. Для ефективного аналізу даних необхідні методи комп'ютерного аналізу для зменшення розмірності, вилучення ознакових смуг, моделювання тощо.

Для спектроскопії використовують HSI, RS та CHI-FI традиційні методи, які є складними для виконання завдань. Виявлення важких металів у рослинах можна передбачити за допомогою математичних моделей.

Важливим етапом дослідження є підготовка зразків для отримання спектру. Зразки рослин необхідно очистити, висушити та подрібнити. Практично всі зразки необхідно заливати розчинником, нарізати. Сушіння, подрібнення та пресування є кращими для висушених зразків з використанням LIBS для отримання спектральних даних. Заливання розчинником та нарізання є необхідними умовами для отримання мікроструктури зі спектральними властивостями за допомогою раманівської спектроскопії.

Важливою є організована система збору даних для отримання спектру: темне приміщення для роботи, джерело світла, спектрометр, приміщення для зберігання зразків, комп'ютерне забезпечення. Для спектрометрів необхідна ПЗЗ-камера.

Спектральні вимірювання проводять в темному приміщенні для контролю умов освітлення та зменшення впливу розсіяного світла. Під час збору спектрів навколишнє середовище має бути стабільним, скоригованим за допомогою стандартної опорної пластини.

Обчислювальна обробка необхідна для отримання необхідної інформації з великої кількості даних. Спектральна обробка даних включає попередню обробку, зменшення розмірності, вибір оптимальної смуги, встановлення моделі. Для гіперспектральних даних потрібні калібрування випромінювання, корекція атмосфери, геометрична корекція.

Вихідний спектр містить спектральну інформацію та шумові сигнали. Шумові сигнали можуть перешкоджати спектральній інформації через різні фактори – фон вибірки та розсіяне світло. Перед аналізом даних використовується спектральна попередня обробка для видалення шуму, фільтрації даних:

- згладжування згортки Савітзга-Голага (S-G),
- стандартне перетворення нормальної змінної (SNV),
- корекція багатовимірного розсіювання (MSC),

- короткочасне перетворення Фур'є (STFT),
- функціональна залежність (FD),
- виведення швидкого перетворення Фур'є (FFT),
- вейвлет-перетворення (WT).

Згладжування усуває шум у спектрі. SNV зменшує вплив неспецифічного розсіювання на поверхні частинок. MSC усуває ефект розсіювання, покращує інформацію про спектральне поглинання. Виводиться модифікована базова лінія. Вейвлет-перетворення використовується для шумозаглушення та згладжування даних.

Необхідно вибрати найкращу смугу, включаючи генетичний алгоритм (GA), метод виключення неінформативних змінних (UVE), алгоритм послідовного проєктування (SPA).

Під час обробки спектральних даних методи спектрального моделювання додатково розділяють на класифікаційну модель (якісні результати) та регресійну модель (кількісна оцінка). Класифікація – це метод, який використовується для ідентифікації категорій різних речовин.

До поширених методів належать:

- метод опорних векторів (SVM),
- метод опорних векторів найменших квадратів (LS-SVM),
- наївний байєсівський метод (NB),
- метод логічної регресії.

Кластеризація – це процедура, яка дозволяє автоматично класифікувати вибірки: k-середні, ієрархічну кластеризацію, моделі гаусової суміші.

Регресійний аналіз прогнозує значення змінних шляхом встановлення лінійних або нелінійних моделей. Для регресійного аналізу застосовують методи комп'ютерного аналізу – регресія з частковими найменшими квадратами (PLSR), штучні нейронні мережі (ANN).

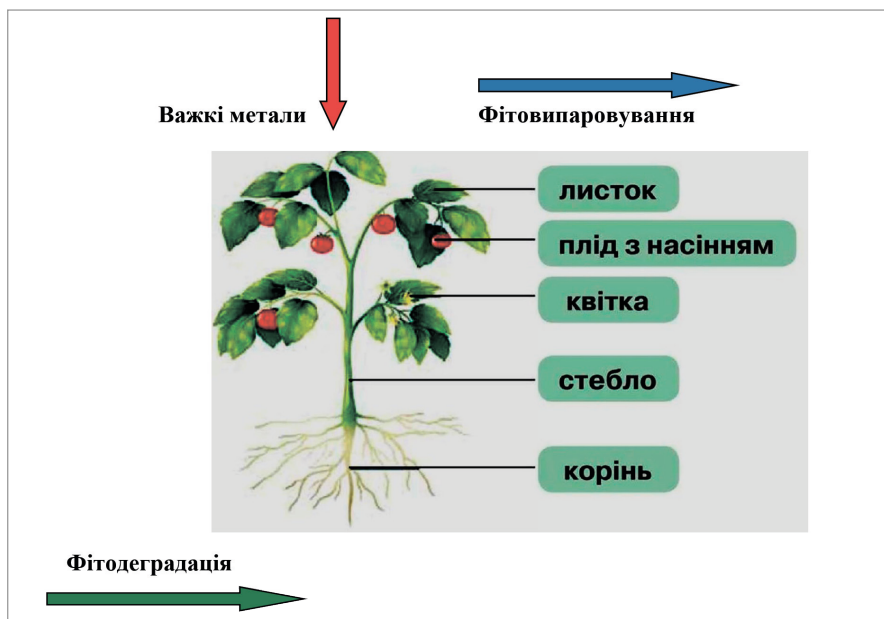
Важкі метали впливають на ріст рослин та їхні фізіологічні параметри (вміст хлорофілу та ферментативна активність). Корінь, стебло та листя відіграють важливу роль у рості рослин. Рівень важких металів у рослинах та фізіологічні параметри можна оцінити, аналізуючи інформацію про спектральне відбиття.

Дослідження з виявлення важких металів у коренях, стеблах, листках та плодах рослин забезпечують теоретичну основу для вивчення характеристик міграції важких металів у рослинних організмах. Спектроскопічна

технологія застосовується для аналізу листя або коренів рослин для отримання інформації про рівень вмісту або концентрацію важких металів.

HSI, Vis-NIR, CHI-FI, LIBS та RS є часто використовуваними спектрами для отримання інформації про рослини (рис. 1).

*Джерело: Авторська розробка*



*Рис. 1. Вплив важких металів на рослинний організм.*

Для визначення вмісту важких металів в сировині фармакопейних рослин використовують комплексне використання методів: це – хімічний аналіз тканини, оцінка стану ґрунту, спостереження за фізіологічними змінами.

Лабораторні методи аналізу елементного складу тканин рослини:

- Атомно-абсорбційна спектрометрія (AAS): метод для виявлення металів (Pb, Cd, Cu, Zn), який потребує підготовки проби шляхом «мокрого» спалювання або мінералізації в кислотах.
- Спектрометрія з індуктивно-зв'язаною плазмою (ICP-OES/ICP-MS): одночасне визначення десятків елементів у низьких концентраціях. Метод ICP-MS має найвищу чутливість.
- Рентгенофлуоресцентний аналіз (XRF): експрес-аналіз без руйнування зразка.
- До біоіндикаційних та морфологічних методів відносяться:

- Визначення фітотоксичності: порівняння схожості насіння та довжини проростків на забрудненому та чистому субстратах.
- Морфометричний аналіз: вимірювання висоти рослин, площі листової поверхні та маси сухої речовини.
- Візуальна діагностика: фіксація ознак хлорозу, некрозу, деформації органів.

Використовують фізіолого-біохімічні методи, які допомагають виявити стресовий стан рослини до появи видимих ушкоджень:

- Аналіз пігментів: визначення вмісту хлорофілів та каротиноїдів, які першими реагують на токсичний вплив.
- Визначення активності ферментів: оцінка антиоксидантної системи (активність пероксидази, каталази), активація у відповідь на окиснювальний стрес.
- Флуоресценція хлорофілу: неінвазивний метод оцінки ефективності фотосинтезу, що показує пригнічення рослини важкими металами.

Виконують аналіз системи «ґрунт – рослина»: вивчення шляху потрапляння важкого металу, розрахунок спеціальних показників (коефіцієнт біологічного накопичення: співвідношення концентрації металу в рослинній тканині до його вмісту в ґрунті; визначення рухомих форм – хімічний аналіз ґрунтових витяжок).

Важкі метали Cd, Pb, As, Hg, Zn, Cr є високотоксичними забруднювачами навколишнього середовища. Ці метали накопичуються в ґрунтах внаслідок діяльності людини та порушують фізіологічні і біохімічні процеси в рослинних організмах. В першу чергу це пригнічення проростання насіння, пошкодження клітинних мембран. Кадмій та плумбум перешкоджають поглинанню води та знижують активність основних гідролітичних ферментів, гальмують фотосинтез, впливаючи на біосинтез хлорофілу та структуру хлоропластів. Всі перелічені процеси призводять до затримки росту та зменшення біомаси.

Важкі метали збільшують продукування активних форм кисню (АФК), викликають окислювальний стрес та пошкодження клітинних компонентів. Активація антиоксидантного захисту відбувається за ферментативними механізмами (ферменти – супероксиддисмутаза, каталаза, аскорбатпероксидаза) та неферментативними механізмами (глутатіон, аскорбат). Їхня ефективність залежить від типу металу та його концентрації.

На молекулярному рівні важкі метали впливають на експресію генів та викликають стресові реакції, підвищують регуляцію генів транспортерів металів, факторів транскрипції. Вони порушують поглинання поживних речовин і це призводить до дефіциту незамінних елементів (залізо, цинк) та послаблення стійкості рослин до стресу.

Тривалий вплив важких металів призводить до змін у взаємодії рослини та мікробіому, до зменшення корисних мікробних популяцій, впливають на стійкість до хвороб<sup>6</sup>.

Прояви токсичності важких металів на лікарських, зернових та інших культурах багатогранні: хлороз, затримка росту, складні фізіологічні зміни на клітинному рівні. На них впливають присутній важкий метал, його концентрація в ґрунті, тривалість впливу, властива сортам культур або рослин толерантність до ксенобіотиків.

Окрім порушення ферментативної активності важкі метали в ґрунті перешкоджають засвоєнню поживних речовин. Важливі поживні речовини (залізо, цинк, марганець та їх сполуки) є необхідними для різних функцій рослин. Їх засвоєння може бути ускладнене за наявності токсичних важких металів. Кадмій може конкурувати із залізом і цинком за засвоєння корінням рослин. Це призводить до дисбалансу, дефіциту поживних речовин. Таке втручання порушує життєво важливі клітинні процеси, призводить до симптомів захворювання, наприклад, хлороз (пожовтіння листя) через зниження вироблення хлорофілу<sup>7</sup>.

Зернові культури, лікарські рослини демонструють різні реакції на стрес, що спричинений важкими металами. Це залежить від конкретного металу, його концентрації, виду культури. Рослини рису, наприклад, особливо схильні до накопичення кадмію в зерні. Це може призвести до значних проблем зі здоров'ям людини при споживанні. Ячмінь та деякі сорти пшениці продемонстрували кращу стійкість до важких металів.

6 Gálvez, E. C., Dachs, J., Lundin, D., Fernández-Pinos, M. C., Sebastián, M., & Vila-Costa, M. (2021). Responses of Coastal Marine Microbiomes Exposed to Anthropogenic Dissolved Organic Carbon. *Environmental Science Technology*, 55(14), 9609–9621; Rane, J., Singh, A. K., Kumar, M., Boraiah, K. M., Meena, K. K., Pradhan, A., & Prasad, P. V. V. (2021). The adaptation and tolerance of major cereals and legumes to important abiotic stresses. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(23), 12970. <https://doi.org/10.3390/ijms222312970>; Mushtaq, Z., Asghar, H. N., & Zahir, Z. A. (2021). Comparative growth analysis of okra (*Abelmoschus esculentus*) in the presence of PGPR and press mud in chromium contaminated soil. *Chemosphere.*, 1, 262.

7 Zhao, F. J.; Tang, Z.; Song, J.J.; Huang, X. Y.; Wang, P. Toxic metals and metalloids: Uptake, transport, detoxification, phytoremediation, and crop improvement for safer food. *Mol. Plant* 2022, 15, 27–44; Sharma, J.K.; Kumar, N.; Singh, N.P.; Santal, A.R. Phytoremediation technologies and their mechanism for removal of heavy metal from contaminated soil: An approach for a sustainable environment. *Front. Plant Sci.* 2023, 14, 1076876; Speredouli, I. Heavy metal toxicity effects on plants. *Toxics* 2022, 10, 715.

Вони здатні виживати та давати прийнятні врожаї на забруднених металами ґрунтах.

Реакції рослин на токсичність важких металів та металоїдів з можливим прямим та непрямим впливом на продуктивність сільськогосподарських культур спостерігаються після всмоктування токсичних елементів надземними та підземними частинами.

Вплив кадмію пов'язують зі зниженням життєздатності пилку та зменшенням кількості насіння. Забруднення важкими металами змінює поживний склад зернових. Це потенційно може призвести до дефіциту мікроелементів у популяціях.

Зменшення кількості необхідних поживних речовин (залізо, цинк, марганець) може вплинути на здоров'я людини та тварин. Харчові продукти, отримані з таких зернових можуть мати знижену харчову цінність.

Вирішення проблеми впливу важких металів на продуктивність та якість зернових культур вимагає комплексного підходу – відновлення важких металів у ґрунті, методи управління ґрунтом, вирощування стійких до впливу металів сортів сільськогосподарських культур.

Постійне тестування та моніторинг ґрунту відіграють вирішальну роль при ранньому втручанні. Інноваційні методи пом'якшення негативного впливу важких металів на врожайність, якість та безпеку харчових продуктів із зернових культур може допомогти зменшити ризики для здоров'я<sup>22-24</sup>.

Біодоступність важких металів у ґрунті є критичним аспектом екологічної науки. Зернові культури можуть накопичувати важкі метали в зернах. Це є шляхом їхнього негативного та небезпечного впливу на організм людини.

Процес біодоступності важких металів у зернових культурах ропочинається на рівні кореневої системи. Зернові культури поглинають воду та поживні речовини, в тому числі, й важкі метали, з ґрунту через свої корені. Поглинання важких металів відбувається через два механізми: пасивне поглинання та активне поглинання. Пасивне поглинання: важкі метали можуть пасивно потрапляти в коріння рослин через процес дифузії, інтенсивність якої залежить від градієнта концентрації іонів металів.

Активне поглинання: зернові культури використовують спеціалізовані транспортні білки – транспортери металів для активного перекачування іонів важких металів з ґрунту в свої кореневі системи (рис.2).

Джерело: Авторська розробка

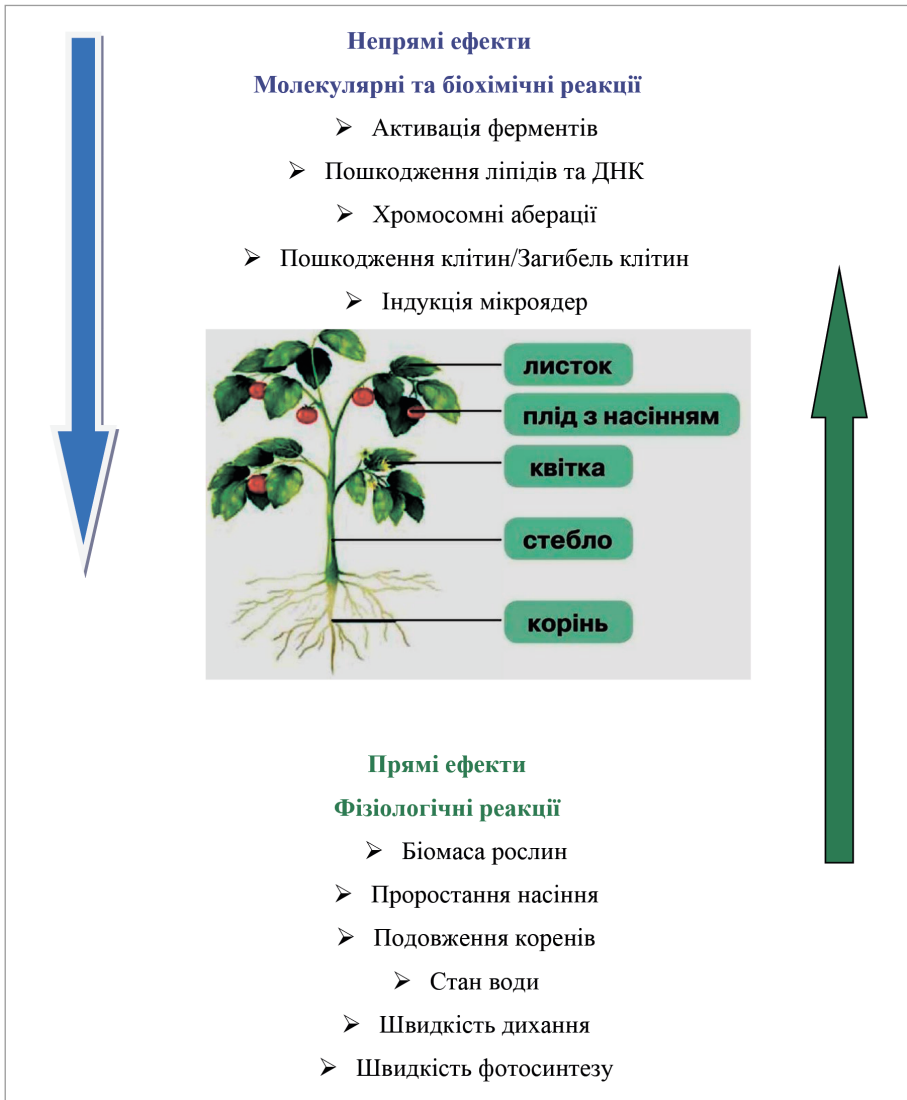


Рис. 2. Реакції рослин на токсичність токсичних металів та металоїдів з можливим прямим та непрямим впливом на продуктивність сільськогосподарських культур.

Кадмій в іонній формі ( $\text{Cd}^{2+}$ ) має високу біодоступність, тоді як комплексні або осаджені форми кадмію можуть бути менш доступними для коренів рослин. Плюмбум найчастіше присутній у зовнішніх шарах зерен. Він може поглинатися зерновими культурами через кореневі системи, через активні процеси поглинання. Іони плюмбуму можуть

транспортуватися в клітини коренів спеціалізованими транспортними білками, які можуть ще транспортувати необхідні кальцій та магній. Після поглинання корінням плумбум може переміщуватися в надземні частини рослин. Це переміщення залежить від виду рослини. Деякі рослини мають більшу схильність до накопичення плумбуму в зернах. Сполуки хрому Cr(III) є менш токсичними і менш рухливим. Вважається, що для сполук хрому транспортні білки в мембранах кореневих клітин беруть участь у процесі поглинання. Ці транспортери сприяють потраплянню іонів Cr(III) у клітини кореня. Cr(VI) є більш розчинним, має більшу токсичність. Вважається, що відбувається поглинання іонів хромату ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) через специфічні аніонні транспортери в мембранах кореневих клітин. Cr(VI) може зазнавати хімічного відновлення до Cr(III). Після поглинання корінням сполуки Cr(III) і Cr(VI) можуть транспортуватися в середину рослини. Транслокація відбувається через судинну систему рослини за участю ксилеми та флоєми<sup>8</sup>.

Одним із наслідків токсичності важких металів для рослин є хлороз – характеризується пожовтінням листя через порушення синтезу хлорофілу. Важкі метали (кадмій, плумбум) можуть перешкоджати виробленню хлорофілу.

Хлороз призводить до зниження фотосинтетичної здатності та характерного пожовтіння листя. Кадмій перешкоджає активності ферментів, що беруть участь у синтезі хлорофілу. Він порушує перетворення молекул-попередників на функціональні молекули хлорофілу. Хлоропласти в уражених клітинах листя стають дефіцитними на хлорофіл та спостерігається помітна втрата зеленого кольору. Плумбум може пригнічувати ферменти та метаболічні шляхи, що беруть участь у біосинтезі хлорофілу. Хлороз, викликаний плумбумом, проявляється як прогресуюче пожовтіння листя рослин. Кадмій може пригнічувати ферменти (дегідратаза  $\delta$ -амінолевулінової кислоти (ALAD), протопорфіриногенаоксидаза (PPO)), які необхідні для виробництва хлорофілу.

8 Chandwani, S.; Kayasth, R.; Naik, H.; Amaran, N. Current status and future prospects of managing lead (Pb) stress through microbes for sustainable agriculture. *Environ. Monit. Assess.* 2023, 195, 479; Aslam, M.M.; Okal, E.J.; Waseem, M. Cadmium toxicity impacts plant growth and plant remediation strategies. *Plant Growth Regul.* 2023, 99, 397–412; Sánchez-Navarro, A.; de Carmen Salas-Sanjuan, M.; Blanco-Bernardeau, M.A.; Sánchez-Romero, J.A.; Delgado-Iniesta, M.J. Medium-term effect of organic amendments on the chemical properties of a soil used for vegetable cultivation with cereal and legume rotation in a semiarid climate. *Land* 2023, 12, 897; Elango, D.; Devi, K.D.; Jeyabalakrishnan, H.K.; Rajendran, K.; Haridass, V. K. T.; Dharmaraj, D.; Charuchandran, C.V.; Charuchandran, C.V.; Wang, W.; Fakude, M.; et al. Agronomic, breeding, and biotechnological interventions to mitigate heavy metal toxicity problems in agriculture. *Agric. Food Res.* 2022, 10, 100374.

Хлороз – це прояв токсичності важких металів, що свідчить про порушення синтезу хлорофілу. Ступінь хлорозу залежить від кількох факторів: типу важкого металу, його концентрації в ґрунті, тривалості впливу, толерантності рослин<sup>9</sup>.

Під впливом оксидативного стресу рослини реагують активацією вироблення антиоксидантних ферментів. Для протидії шкідливому впливу активних форм кисню (АФК) рослини синтезують антиоксидантні ферменти – SOD та каталазу. Ферменти сприяють нейтралізації АФК та збереженню цілісності клітин. SOD допомагає запобігти окислювальному пошкодженню життєво важливих клітинних компонентів (білків, ліпідів, ДНК). Підвищена активність SOD сприяє швидкому перетворенню супероксидних радикалів, мінімізуючи окислювальне пошкодження клітинних структур.

Каталаза – це важливий антиоксидантний фермент, який відіграє вирішальну роль у детоксикації перекису водню ( $H_2O_2$ ). Перекис водню відноситься до потужного АФК та може спричинити пошкодження клітин з порушенням метаболічних процесів. Каталаза активує розщеплення перекису водню на воду ( $H_2O$ ) та кисень ( $O_2$ ). У рослин, які зазнають впливу надлишку купруму, індукується активність каталази для поглинання накопиченого перекису водню. Спрацьовує антиоксидантний захисний механізм. Він допомагає захистити клітини рослини від окисного пошкодження, перенести стрес від впливу купруму без серйозних ушкоджень.

Окрім SOD та каталази рослини продукують інші антиоксидантні ферменти – пероксидази та глутатіонпероксидази. Ферменти працюють разом для боротьби з активними формами АФК та збереження клітинного гомеостазу. Неферментативні антиоксиданти (аскорбат (вітамін С), токоферолі (вітамін Е), глутатіон) синтезуються у відповідь на стрес від важких металів. Антиоксиданти активно нейтралізують АФК безпосередньо, забезпечуючи додатковий шар захисту від окисного пошкодження.

Рослини-гіперакумулятори мають здатність поглинати підвищені рівні важких металів з ґрунту за умови коливань концентрацій цих металів.

9 Emamverdian, A.; Ding, Y.; Mokherdoran, F.; Xie, Y. Heavy metal stress and some mechanisms of plant defense response. *Sci. World J.* 2015, 2015, 756120; Ganguly, R.; Sarkar, A.; Dasgupta, D.; Acharya, K.; Keswani, C.; Popova, V.; Minkina, T.; Maksimov, A.Y.; Chakraborty, N. Unraveling the efficient applications of zinc and selenium for mitigation of abiotic stresses in plants. *Agriculture* 2022, 12, 1551; Armienta, M.A.; Beltrán, M.; Martínez, S.; Labastida, I. Heavy metal assimilation in maize (*Zea mays* L.) plants growing near mine tailings. *Environ. Geochem. Health* 2020, 42, 2361–2375; Gill, R. A.; Kanwar, M.K.; dos Reis, A.R.; Ali, B. Editorial: Heavy metal toxicity in plants: Recent insights on physiological and molecular aspects. *Front. Plant Sci.* 2022, 12, 830682; Khoudi, H. Significance of vacuolar proton pumps and metal/H<sup>+</sup> antiporters in plant heavy metal tolerance. *Physiol. Plant.* 2021, 173, 384–393.

Гіперакумулятори є унікальною групою видів рослин, здатних виживати в забрудненому металами середовищі. Вони поглинають та зберігають високі концентрації важких металів у своїх надземних частинах без прояву симптомів токсичності. Ця здатність робить їх цінними у фітореMediaції, у стратегії фітоекстракції. Гіперакумулятори мають здатність накопичувати важкі метали. На поглинання важких металів рослинами-гіперакумуляторами впливають різні фактори: рН, вміст води, органічні речовини (органічні кислоти). Для ефективного механізму поглинання важких металів важлива функціонуюча система транспорту рослини. рН впливає на поглинання важких металів у гіперакумуляторах через два механізми: сприяння розчиненню металів шляхом секреції протонів з коренів (підкислення ризосфери); вплив на ріст видів рослин, які накопичують метали.

Фармакопейні та нефармакопейні рослини, їхня сировина, лікарські засоби рослинного походження часто фігурують як об'єкти дослідження хіміко-токсикологічного аналізу. Це пов'язано із забрудненням рослинної сировини важкими металами та іншими ксенобіотиками. Для підтвердження факту отруєння людини важкими металами використовують інструментальні методи хіміко-токсикологічного аналізу, як високотехнологічні та результативні. Проведення хіміко-токсикологічних досліджень рослинних об'єктів виконують за систематичним хіміко-токсикологічним аналізом (SCTA), який є ефективним аналітичним підходом та дозволяє ідентифікувати одночасно велику кількість токсикологічно значущих металічних та інших речовин. SCTA ґрунтується на використанні комплексу інструментальних досліджень. В арсеналі хіміко-токсикологічного аналізу присутні інструментальні методи, які часто використовують у комбінації: газова хроматографія-мас-спектрометрія (GC-MS), рідинна хроматографія-мас-спектрометрія (LC-MS) тощо<sup>10</sup>. SCTA вимагає паралельного використання методів або комбінацію аналітичних методів<sup>11</sup>.

10 Sheikh A.A. Analysis of Heavy Metals in some selected vegetables by AAS method. *Our Heritage*. 2020. № 38. P. 984-989; Balaram V., Mathur R., Satyanarayanan M., Sawant S.S. et al. A Rapid Method for the Determination of Gold in Rocks, Ores and Other Geological Materials by F-AAS and GF-AAS After Separation and Preconcentration by DIBK Extraction for Prospecting Studies. *APAN-Journal of Metrology Society of India*. 2012. Vol.27. № 2. P. 87-95.

11 Welchinskaya H., Piecuszak B., Kovalenko E., Sharykina N., Getman K., Podgorsky V. Biological activity of bacterial lectins and their molecular complexes with heterocyclic bis-adducts. *Journal of Microbiology*. 2005. Vol.65. № 6. P. 20-25; Вельчинська О., Ніженковська І., Мелешко Р. Сучасні підходи до фармацевтичного аналізу методом ВЕРХ алкалоїду паклітакселу. *Фітотерапія. Часопис*. 2024. 3, 168-174, doi: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2024-3-168>; Zimenkovsky, B.S., Muzychenko, V.A., Nizhenkovska, I.V. & Syrova, G.O. (2014). *Biologichna i bioorganichna khimiya [Biological and bioorganic chemistry]*. K.: Medytsyna, 3-d ed., 1, 25-150 [in Ukrainian]; Welchinska, E. (2017). *Toxicological and forensic chemistry (criminal analysis). Poisonous substances and their biotransformation: textbook*. K.: PE Lopatina O.O. 392 p.; Ніженковська І.В., Вельчинська О.В., Кучер М.М. (2020). *Токсикологічна хімія: підручник*. Київ: ВСВ «Медицина», 3-видання, 2020. 372 с. + XII с. <http://ir.libraryntnu.com/handle/123456789/9125>; Welchinskaya, H.V.,

Під час цілеспрямованого визначення токсикантів у зразках рослинного походження використовують методи LC–MS у тандемі з *headspace* (HS)–GC–MS, HS–GC–полум'яно-іонізаційним детектором. За допомогою комбінації методів аналізу підлягає широкий спектр речовин із різноманітними фізико-хімічними властивостями. Оскільки методи аналізу характеризуються різним ступенем чутливості та специфічності, тому іноді не можуть забезпечити очікуваного результату. Відомим методом визначення важких металів у хіміко-токсикологічному аналізі є метод атомно-абсорбційної спектрометрії (AAC, AAS). Метод ґрунтується на поглинанні світла вільними атомами та має специфічний для елементів набір рівнів електронної енергії. Метод використовується для кількісного визначення хімічних компонентів, концентрації металів у різних формах зразків. Високої інтенсивності світла досягають за допомогою електродних газорозрядних ламп (EDL). Такі лампи доступні для визначення небагатьох елементів (As, Bi, Cd, Cs, Ge, Hg, P, Pb, Sb, Rb, Se, Sn, Te, Tl і Zn).

Ефективною є комбінація оптичної емісійної спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (ІЗП-ОЕС), плазмена атомно-емісійна спектрометрія (ІЗП-АЕС), мас-спектрометрія з індуктивно-зв'язаною плазмою (ІЗП-МС). ІЗП-ОЕС та ІЗП-АЕС використовують для виявлення мікроелементів в біологічних об'єктах, в тому числі, й рослинних зразках. Позитивні характеристики методів: висока швидкість аналізу, відсутні проблеми з хімічними або іонізаційно-спектральними перешкодами порівняно з методом ААС, малий об'єм розчину зразку (1-2 мл), широкий лінійний діапазон калібрування (більше 6-ти порядків). Недоліки методів: межі виявлення недостатні для відкриття деяких елементів в біологічних зразках (As, Se, Pb), висока вартість аналізу, перешкоди від спектральних накладень або впливу матриці. Серьозним досягненням в *pprt*-області при вивченні біологічних зразків став метод ІЗП-МС, який дозволяє реєструвати окремі іони ізотопів. Актуальним завданням є впровадження у практику хіміко-токсикологічного аналізу комбінованих методів ІЗП-ОЕС, ІЗП-АЕС, ІЗП-МС, РФА, НАА, ГРС (Мессбауера).

Pieczuszek, B., Kovalenko, E.A., Sharykina, N.I., Getman, K. I. Biological activity of bacterial lectins and their molecular complexes with heterocyclic bis-adducts. *Mikrobiologichnyi Zhurnal*. 2003. Vol.65(5). P. 20-25; Ніженковська І., Вельчинська О., Горчакова Н., Нароха В. Моделювання/прогнозування фізико-хімічних параметрів, біологічної активності та фармакокінетики похідної DL-триптофану *in silico*. *Фітотерапія. Часопис*. 2025. № 3. С. 13–21. doi: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2025-3-13>.



**Oleksandr MALYHIN,**

Candidate of psychological sciences,

University teacher, Dragomanov Ukrainian State University

ORCID ID: 0009-0001-2182-2375

Ukraine

## THE SEXUALITY IN CONDITIONS OF EXISTENTIAL DANGER: BETWEEN THE FEAR OF REPRODUCTION AND THE NEED FOR INTIMACY

When a person lives under the constant threat of military aggression or a technological disaster, not only everyday life changes, but also the deepest layers of the psyche. Prolonged danger affects what seems most personal and immutable: a person's relationship with their own body, with intimacy with others, and with thoughts about children and the future. Sexuality, as defined by the World Health Organization, is an integral part of every individual's personality – it encompasses not only physiology, but also the psychological, social, cultural, and spiritual dimensions of existence<sup>1</sup>. For this reason, crisis conditions transform this sphere: fear of the reproductive consequences of a dangerous environment collides with the living, enduring need for intimate closeness and emotional support. The Chernobyl disaster of 1986 became, in this sense, a tragic point of reference, as it was the first to reveal this internal conflict in public consciousness on such scale and with such painful clarity.

In contemporary psychological science, sexuality is understood as a multidimensional and holistic phenomenon. Its biological foundation is linked to anatomical and physiological, neuroendocrine, and genetic processes<sup>2</sup>, its psychological component shapes a person's sexual identity, their emotional attitude toward their own body, and their capacity for intimacy with others. The sociocultural dimension establishes the norms, values, and behavioral patterns

1 WHO. (2006). Defining sexual health: Report of a technical consultation on sexual health, 28--31 January 2002, Geneva. World Health Organization

2 Кожина Г. М., Георгієвська Н. В., Кришталь В. Є. (2013). Становлення і формування сексуальності людини. Анатомо-фізіологічні основи сексуальності. ХНМУ. 14 с.

that society transmits to the individual through various institutions of socialization from early childhood.

Under conditions of existential danger, all these dimensions undergo profound changes. The psychologist Viktor Frankl, studying the human condition in extreme situations, identified a paradoxical phenomenon: the fear of death both suppresses and intensifies sexual impulses<sup>3</sup>. This paradox can be explained by the fact that in crisis conditions, sexuality begins to perform functions that, in times of peace, remain on the periphery of experience. It becomes a way to affirm one's existence, to feel the reality of one's body, and to preserve a connection with humanity in the broadest – almost existential – sense of the word.

The classical attachment theory of John Bowlby, reinterpreted in the context of adult intimate relationships by Cindy Hazan and Phillip Shaver, suggests that when a person feels a threat to their survival, they instinctively reach out to close others, seeking protection and warmth<sup>4</sup>. Sexual intimacy in these circumstances becomes something more than a physical act: it transforms into a means of regulating anxiety and a symbolic affirmation that a person is alive, needed, and capable of feeling. At the same time, researchers note that chronic danger also alters attitudes toward reproduction – it is increasingly perceived not as the natural joy of continuing the family line, but as a potential source of additional suffering for those not yet born.

In this context, the concept of healthy sexuality proposed by Günter Ammon is important: he viewed the capacity for love, emotional closeness, mutual respect, and sensuality as an integral characteristic of a harmoniously developed personality<sup>5</sup>. Under conditions of threat, this very capacity becomes distorted – not because a person “breaks,” but because the conditions systematically undermine the foundations of trust and safety necessary for genuine intimacy. The cognitive-behavioral approach of Aaron Beck and Albert Ellis explains these distortions through the mechanism of dysfunctional schemas that arise under the influence of chronic stress and distort a person's perception of their own sexuality<sup>6</sup>.

---

3 Frankl, V. E. (2006). *Man's Search for Meaning*. Beacon Press. 184 p.

4 Hazan, C., & Shaver, P. (1987). Romantic love conceptualized as an attachment process. *Journal of Personality and Social Psychology*, 52(3), 511-524. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.52.3.511>

5 Ammon, G. (1974). *Psychoanalyse und Psychosomatik*. München: Piper. 368 p.

6 Бек А. (2000). *Когнітивна терапія та емоційні розлади*. Київ: Основи. 432 с.

It is important to understand that the prolonged impact of threat is not uniform in its psychological consequences. Researchers in the field of psychotraumatology describe a wave – like dynamic of changes in sexual functioning: first, a state of stupor and numbness, when desire almost disappears; then a compensatory intensification of the need for intimacy; and finally, if the traumatic experience remains unprocessed, the development of chronic dysfunction. Understanding this dynamic is fundamentally important for organizing psychological support for those who have experienced or are experiencing a disaster or armed conflict.

The Chernobyl disaster of 1986 caused profound shifts in society's attitudes toward reproduction. Radiation contamination generated widespread reproductive anxiety: the number of voluntary pregnancy terminations increased sharply, while birth rates in the affected regions noticeably declined<sup>7</sup>. Researchers have described a specific phenomenon that can be termed "reproductive paralysis": people of reproductive age consciously postponed or permanently refused from having children due to fear of passing on genetically determined consequences of radiation exposure. This fear was not merely irrational – behind it stood a real, though often greatly exaggerated by public perception, risk.

The psychological nature of the fear of reproduction under conditions of existential danger is multilayered. At the cognitive level, it manifests in irrational beliefs about the inevitability of mutations in offspring and in the catastrophizing of potential consequences of pregnancy in dangerous conditions. At the emotional level, this fear is inseparably linked with chronic anxiety, as well as feelings of guilt and shame over the potential "harm" to an unborn child. At the behavioral level, it appears in the avoidance of sexual contact, excessive control of contraception, or even a complete rejection of a reproductive future. At the same time, some individuals exhibit the opposite reaction: a strong desire to have a child as a symbolic act of resistance to threat and an affirmation of the right to a future.

In the context of wartime, the fear of reproduction acquires additional dimensions. General anxiety about the health of future children is compounded by fears of being unable to provide a safe environment for a newborn, fears of losing a parent in combat, and the anticipation that being born during wartime may itself become a child's first psychological trauma. Demographic studies of

7 Petryna, A. (2002). *Life Exposed: Biological Citizens after Chernobyl*. Princeton University Press. 272 p.

fully-scaled armed conflicts confirm that birth rates decline significantly within the first year after the onset of major hostilities and often do not recover for several decades<sup>8</sup>.

It is important to note that the fear of reproduction under conditions of existential danger is not a purely irrational phenomenon. It contains a rational core associated with real risks to the health of both mother and child in crisis conditions; however, psychologists emphasize that chronic reproductive anxiety, when it does not receive adequate psychological support, tends to generalize and deepen – evolving from adaptive caution into a pronounced phobic reaction that affects not only the reproductive sphere but sexuality as a whole. In this regard, systematizing the psychological manifestations of reproductive fear is an important step toward developing effective forms of psychological support (Table 1).

Table 1

### Psychological manifestations of the fear of reproduction under conditions of existential danger

Source: compiled by the author based on<sup>9</sup>

Level	Cognitive manifestations	Emotional manifestations	Behavioral manifestations
Individual	Catastrophizing the consequences of pregnancy; belief in the transmission of “pathological genes” to offspring; a sense of responsibility for the future suffering of children	Chronic anxiety; feelings of guilt; fear and shame regarding reproductive decisions	Avoidance of sexual contact; hypercontrol of contraception; voluntary rejection of motherhood/fatherhood
Interpersonal	Projection of one’s own fears onto the partner; distorted perception of the partner’s desires regarding having children	Conflict-proneness, emotional distancing, chronic difficulties with trust	Limitation of open communication about reproductive plans; avoidance of intimacy
Social	Perceiving societal norms regarding reproduction as irrelevant under conditions of danger	Stigmatization, social isolation of individuals from affected regions	Decline in birth rates; increase in the number of pregnancy terminations; postponement of marriages

8 Bhavnani, R., Backer, D. (2000). Localized ethnic conflict and genocide: Accounting for differences in Rwanda and Burundi. *Journal of Conflict Resolution*, 44(3), 283--306.

9 Frankl, V. E. (2006). *Man’s Search for Meaning*. Beacon Press. 184 p.; Бек А. (2000). Когнітивна терапія та емоційні розлади. Київ: Основи. 432 с.; Петруна, А. (2002). *Life Exposed: Biological Citizens after Chernobyl*. Princeton University Press. 272 p.; Bhavnani, R., Backer, D. (2000). Localized ethnic conflict and genocide: Accounting for differences in Rwanda and Burundi. *Journal of Conflict Resolution*, 44(3), 283--306.

Alongside the fear of reproduction under conditions of existential danger, another equally strong yet opposite psychological reaction becomes activated: the need for intimate closeness. It serves as a form of psychological protection and a resource that helps an individual endure a crisis state. The Terror Management Theory, developed in the works of Jeff Greenberg, Sheldon Solomon, and Tom Pyszczynski, convincingly demonstrates that threats to survival awaken in individuals a deep-seated desire for closeness with others, which partially neutralizes the unbearable anxiety in the face of nonexistence<sup>10</sup>. Sexual intimacy in this context acquires a pronounced existential meaning – it becomes a symbolic affirmation that a person is alive, needed, and capable of feeling.

Psychological studies conducted in the context of armed conflicts and other crises describe a characteristic phenomenon that some researchers refer to as the “war eros phenomenon”: an increased emotional intensity of romantic and sexual experiences under conditions of threat, when every moment of intimacy is perceived as especially valuable and unique. Researchers explain this phenomenon through the concept of situational hedonism: recognizing the fragility and temporality of one’s existence, individuals intensify their orientation toward fully experiencing the present moment<sup>11</sup>. At the same time, a significant proportion of people experience the opposite: a marked decrease in sexual desire and the capacity for intimacy as a result of chronic stress, physical and nervous exhaustion, and a *разрушенное* sense of safety. The hierarchy of needs proposed by Abraham Maslow helps to understand this contradiction: when basic needs for safety are systematically frustrated, the needs for closeness and love either recede into the background or, conversely, take on a compensatory character, becoming perhaps the only available source of psychological resources<sup>12</sup>.

In real life, both tendencies can coexist within the same individual, alternating depending on the phase of the stress response and individual coping strategies. Such ambivalence is a normative psychological reaction to non-normative conditions of existence. It is important for those experiencing it to understand that they are not “broken” or “abnormal.”

10 Greenberg, J., Solomon, S., & Pyszczynski, T. (1986). The causes and consequences of a need for self-esteem: A terror management theory. In R. F. Baumeister (Ed.), *Public Self and Private Self* (pp. 189--212). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4613-9564-5\\_10](https://doi.org/10.1007/978-1-4613-9564-5_10)

11 Caplan, G. (1964). *Principles of Preventive Psychiatry*. Basic Books. New York.

12 Maslow, A. H. (1954). *Motivation and Personality*. Harper & Row. New York. 411 p.

The ability to maintain an adaptive need for closeness under conditions of danger is largely determined by the level of an individual's emotional competence. According to the concept of Peter Salovey and people, emotional competence is the ability to recognize, understand, accept, and regulate one's own emotions as well as those of a partner<sup>13</sup>. It is precisely this competence that enables a person not only to feel the need for closeness, but also to realize it in a way that does not harm either themselves or others. A comparative characterization of adaptive and maladaptive forms of expressing this need is presented in Table 2.

Таблиця 2

### Adaptive and maladaptive forms of expressing the need for closeness under conditions of existential danger

Source: compiled by the author based on<sup>14</sup>

Criteria	Adaptive forms	Nonadaptive forms
Nature of motivation	Striving for genuine emotional support and mutuality with a partner	Use of sexuality to avoid pain or regulate one's own anxiety
Nature of communication	Open discussion of fears, needs, and expectations between partners	Silence; inability to verbalize one's own experiences
Attitude toward the partner	Empathy; respect for the partner's boundaries and experiences; recognition of the partner's autonomy	Objectification of the partner; disregard for their needs and emotional state
Function of sexuality	A resource for psychological recovery; affirmation of the bond between partners	A means of escaping reality or compulsively regulating anxiety
Consequences for mental health	Increased stress resilience; strengthening of attachment; preservation of sexual health	Deepening anxiety; emotional exhaustion; destructive relationships

To understand how an individual's sexuality adapts to conditions of existential danger, it is worth turning to the cognitive-behavioral approach – one of the most operationalized and practically oriented frameworks in contemporary psychological science. Under conditions of chronic stress,

13 Salovey, P., & Mayer, J. D. (1990). Emotional intelligence. *Imagination, Cognition, and Personality*, 9(3), 185--211.

14 Hazan, C., & Shaver, P. (1987). Romantic love conceptualized as an attachment process. *Journal of Personality and Social Psychology*, 52(3), 511-524. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.52.3.511>; Greenberg, J., Solomon, S., & Pyszczynski, T. (1986). The causes and consequences of a need for self-esteem: A terror management theory. In R. F. Baumeister (Ed.), *Public Self and Private Self* (pp. 189--212). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4613-9564-5\\_10](https://doi.org/10.1007/978-1-4613-9564-5_10); Caplan, G. (1964). *Principles of Preventive Psychiatry*. Basic Books. New York.; Salovey, P., & Mayer, J. D. (1990). Emotional intelligence. *Imagination, Cognition, and Personality*, 9(3), 185--211.

cognitive attitudes toward sexuality undergo significant restructuring<sup>15</sup>. Dysfunctional schemas such as “my body is contaminated and does not deserve love,” “sexuality during a time of catastrophe is inappropriate,” or “having children now is irresponsible” shape corresponding emotional and behavioral reactions that can seriously impair a person’s sexual health and the quality of their relationships<sup>16</sup>.

The cognitive-behavioral approach proposes viewing sexuality under conditions of danger through the lens of the interdependence between thoughts, emotions, and behavior. Restructuring dysfunctional beliefs about the body and reproduction, developing emotional competence, and fostering skills for adaptive communication about intimate topics are key objectives of psychological work with individuals who have experienced or are experiencing existential threat. Research by Oleksandr P. Malyhin shows that targeted intervention on cognitive-behavioral factors of healthy sexuality contributes to the formation of more adaptive patterns of sexual behavior and increases overall psychological well-being<sup>17</sup>.

Figure 1 presents a cognitive-behavioral model of the adaptation of sexuality to conditions of existential danger. It illustrates the relationships between existential threat, fear of reproduction, the need for intimacy, and cognitive-behavioral mechanisms of adaptation.

An important aspect of cognitive-behavioral adaptation is the development of new behavioral strategies in the sphere of intimacy – ones that take into account the specific nature of the crisis context. Researchers in the field of crisis psychology emphasize that individuals with well-developed emotional competence and open communication skills demonstrate a significantly greater ability to maintain healthy sexual relationships under conditions of danger<sup>18</sup>. They are able to both recognize and accept their fears regarding reproduction – and at the same time maintain the capacity for intimate closeness as a resource for psychological recovery. The ability to openly discuss fears, needs, and expectations with a partner significantly reduces the level of reproductive anxiety and prevents the formation of chronic dysfunctional schemas.

15 Бек А. (2000). Когнітивна терапія та емоційні розлади. Київ: Основи. 432 с.

16 Казанцев В., Малигін О. (2024). Вплив здорової сексуальності особистості на інтерпретацію інформації про власне «Я». Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. 25(70). 25–34.

17 Малигін О. П. (2024). Вплив когнітивно-поведінкових інтервенцій на формування здорових сексуальних установок у юнаків та юнок. Габітус. Випуск 64. 157--161. <https://doi.org/10.32782/2663-5208.2024.64.27>

18 Salovey, P., & Mayer, J. D. (1990). Emotional intelligence. *Imagination, Cognition, and Personality*, 9(3), 185--211.

Source: author's research

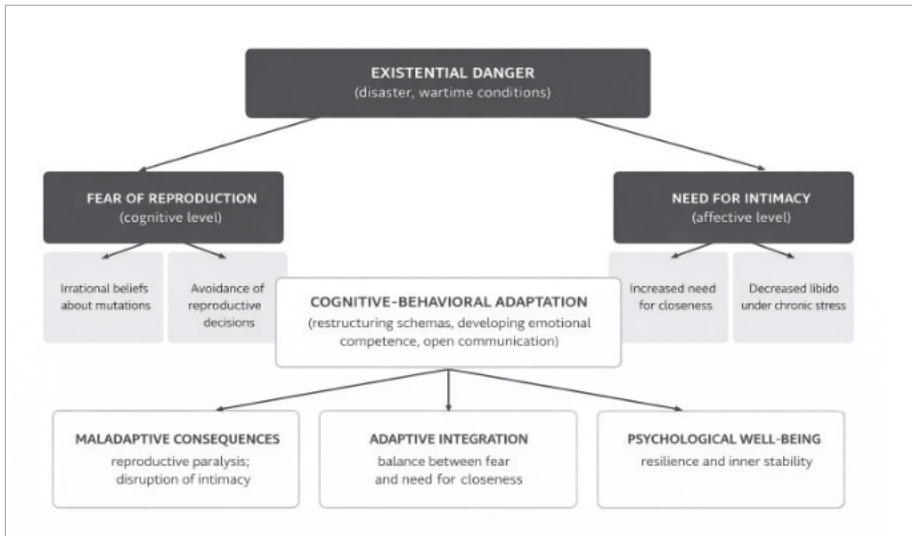


Figure 1. Cognitive-behavioral model of sexuality adaptation under conditions of existential danger

In the context of a full-scale invasion, the social dimensions of adaptation acquire particular importance. The stigmatization of “Chernobyl survivors” in the marital and reproductive sphere – experienced by residents of affected regions—gave rise to a specific phenomenon of “double fear”: the fear of the physical consequences of radiation was combined with the fear of social rejection in intimate relationships. Overcoming this double fear required not only individual psychological work but also significant changes in societal attitudes, including the dismantling of stigma at the level of society as a whole. This issue remains relevant today: the stigmatization of veterans and internally displaced persons often extends to their intimate and reproductive lives as well <sup>19</sup>.

Gender attitudes of the individual are another significant cognitive-behavioral factor in the adaptation of sexuality under conditions of danger. Traditional patriarchal views on the sexual roles of men and women complicate adaptation, as they limit a person’s ability to openly express their fears and needs in the intimate sphere. In contrast, egalitarian gender attitudes, based on mutual respect and equality, are associated with more flexible and adaptive forms of sexual behavior in times of crisis<sup>20</sup>. Educational programs and psychological interventions aimed

19 Petryna, A. (2002). *Life Exposed: Biological Citizens after Chernobyl*. Princeton University Press. 272 p.

20 Bem, S. L. (1981). Gender schema theory: A cognitive account of sex typing. *Psychological Review*, 88(4), 354--364.

at fostering egalitarian gender beliefs can therefore be considered an important component of comprehensive support for affected populations.

Body image and sexual self-esteem, as noted in the research of Thomas F. Cash, are another central factor determining the quality of sexual adaptation under conditions of threat. Disasters and conflicts often inflict direct or symbolic damage to a person's bodily integrity, which is reflected in a distorted body image and decreased sexual self-esteem. Restoring a positive attitude toward one's own body and accepting oneself as a sexual being is an important task of psychological rehabilitation. Without this, a person may carry for years a sense that their body is "not theirs," "alien," or "unworthy of love"<sup>21</sup>.

The generalization of the results of the conducted theoretical analysis allows us to assert that sexuality under conditions of existential danger is a complex psychological phenomenon in which the fear of reproduction and the need for intimacy act as two poles of a single, tension-filled field of personal experience. A person's psychological well-being under such conditions is largely determined by their ability to integrate both poles into a coherent, conscious, and adaptive sexual identity – one that neither rejects fear nor the desire for intimacy, but finds a unique balance between them.

Cognitive-behavioral mechanisms of sexual adaptation under conditions of existential danger include the restructuring of dysfunctional beliefs about the body and reproduction, the development of emotional competence and open communication skills, the formation of egalitarian gender attitudes, and the restoration of a positive body image and sexual self-esteem. These mechanisms can and should serve as targets for purposeful psychological interventions when working with affected populations.

Promising directions for further research include the development and validation of psychodiagnostic tools for assessing sexual attitudes and reproductive anxiety under conditions of chronic stress, as well as the design and testing of psychological support programs for individuals whose sexual identity has been affected by existential upheavals. Thus a comparative analysis of the psychological consequences of different types of threats (technogenic disasters and armed conflicts) for sexuality and reproductive behavior also remains highly relevant.

21 Tolman, D. L., & McClelland, S. I. (2011). Normative sexuality development in adolescence: A decade in review. *Journal of Research on Adolescence*, 21(1), 242--255. <https://doi.org/10.1111/j.1532-7795.2010.00726.x>

**Nataliia MYKHALCHUK,**

Dr. in Psychology, Professor,  
Rivne State University of the Humanities, Rivne (Ukraine)  
ORCID ID: 0000-0003-0492-9450

**Yevhen KHARCHENKO,**

Doctor in Medicine, Professor,  
Rivne Medical Academy, Rivne (Ukraine)  
ORCID ID: 0000-0002-4340-8503

**Eduard IVASHKEVYCH,**

Doctor of Psychology, Professor,  
Rivne State University of the Humanities, Rivne (Ukraine)  
ORCID ID: 0000-0003-0376-4615

**Ernest IVASHKEVYCH,**

PhD in Psychology, Associate Professor,  
Hryhorii Skovoroda University in Pereiaslav, Pereiaslav  
(Ukraine)  
ORCID ID: 0000-0001-7219-1086

**Nataliia KHUPAVTSEVA,**

PhD in Psychology, Associate Professor,  
Hryhorii Skovoroda University in Pereiaslav, Pereiaslav  
(Ukraine)  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8883-7686>

## **PROBLEMS OF ECOLOGICAL SOCIALIZATION IN FOUR DECADES AFTER CHORNOBYL ENVIRONMENTAL, MEDICAL AND SOCIAL TRANSFORMATIONS AND IN THE CONDITIONS OF WAR IN UKRAINE**

In the context of social and cultural changes a planetary ecological crisis and a full-scale of Russian-Ukrainian war, one of the priority areas in the system of psychological knowledge should rightfully be considered Ecological Psychology. It emerged at the crossroads of a number of sciences and areas of psychological researches, such as researches done in the paradigm of General and Social Psychology, Human Ecology and Sociology, and developed under the influence of Bioethics such sciences, as: Social Geography, Ecological Medicine, Architectural Planning, etc. During the 20th century, some important issues of Ukrainian researches went far beyond the study of the patterns of human

perception of nature and the development of ecological consciousness in this paradigm of knowledge.

Modern Ecological Psychology is represented by the analysis of human behavior in various environments – informational, virtual, settlement and housing spaces. And although this field of Modern Ecological Psychology has acquired a tangible practical direction, the pace of its development is still uneven. Scientists see different reasons for their instability primarily in the insufficient formation of the methodological base, in particular the conceptual and categorical apparatus. Sometimes studies in this area are accused of interdisciplinary eclecticism, which ultimately makes its integration at the theoretical and methodological levels more difficult. The discussion that rages in Ukrainian Psychology around the very definition “Ecological Psychology” remains unfinished, since in foreign studies the term “Psychology of interaction with the environment” has become more commonly used. Other scientists see the plurality of trends in Ecological Psychology as significant advantages of the scientific progress of the postmodern era.

Socio-political and climatic transformations raise the praxeological vector of modern scientific researches in these areas. The extreme ecological situation on the planet, the resolution of a number of large-scale wars over the past century encourages psychologists to take more decisive action, to participate in the environmental some movements to protect the rights of the population to reach a safe environment, which is now gaining a planetary scale. The Ministry of Health of Ukraine pointed out that modern wars are fought in the most cases in villages and cities, therefore the number of deaths among the civilian population significantly exceeds the number of casualties among soldiers. Among the threats that the civilian population experiences during the war, scientists distinguish not only physical, psychological, social, but also environmental threats, in particular, scientists are talking about the creation by the occupiers of an environment unfavorable for human existence.

New eco-social realities focus people’s attention on the fateful problems of our civilization, the issues of its very existence, in the solution of which the contribution of Ecological Psychology should be significant. This is not only the social construction of the system of values of modern people in the direction of the priority of nature conservation, the elevation of ecological guidelines and ecological beliefs in their worldview, but also the experience of preserving and restoring the

quality of their own living environment in liberated or bombed territories. We are talking about the need to develop eco-psychological strategies for countering the environmental threats of war, tactics for consistent self-realization of ecological guidelines in responsible behavior of the individual and the dissemination of these values as a component of socio-psychological stabilization in social communities. It is time to involve psychologists in a number of eco-social projects and programs with the aim at constructing strategies and tactics of environmental behavior of the individual in the conditions of war and peace.

Therefore, our research has been done in the field of Environmental Psychology. It is becoming particularly acute in the context of finding a way out of the ecological emergency in a planetary scale. Along with the ecological, economic and political algorithms for this way out, it is important to solve a number of psychological problems, such as:

- 1) to identify strategies and styles of the environmental behavior of the individual, which have the aim at preserving viability and sustainability in the conditions of everyday and extreme chronotopes of peace and war;
- 2) to analyze historical types and the structure of the ecological consciousness of the individual in the context of changes in the structure of the living environment in Ukrainian history;
- 3) to find out the peculiarities of the person's perception of the environment surrounding the person, in particular, settlements, and his/her understanding of the factors of its unfavorable development;
- 4) to study the motivation of environmental, primarily eco-conserving behavior, both in the age and individual aspects;
- 5) to analyze the psychological consequences of the ecological crisis and ecological disasters, in particular eco-technogenic, biosocial (epidemic, pandemic), eco-socio-technogenic (war), their impact on the mental health of the population;
- 6) to develop psychological criteria and indicators for assessing the quality of the living environment as the basis for carrying out eco-psychological expertise and its correction;
- 7) to create eco-social projects and eco-psychological programs with the aim at designing and correcting the ecological behavior of the individual in line with the values of sustainable development.

At the end of the 20th and at the beginning of the 21st centuries, the era of globalization came to replace the society of modernity. It is marked by the global destructive impact of a Man in the biosphere, the growth of socio-political instability, the acceleration of social processes, transnational economic and information flows, the priority of communication in virtual space, the growth of the number of people who migrate (displaced persons, labor, educational, environmental migrants, etc.). An essential feature of the era of globalization is the universal nature of its problems. In the context of the planetary ecological crisis and climate changes, existential questions of the survival of humanity, the preservation of the human personality in its integrity have become acute, since pollution of the natural environment, the dominance of the artificial environment, the virtual world of communication networks are dramatically changing by the nature of human existence.

The first sprouts of the awareness of this situation appeared in the 70th of the 20th centuries. Over the past half century, representatives of governmental and non-governmental organizations have regularly held a broad discussion of the problems of the future of our civilization at the international level. This dialogue was initiated by the reports of the Club of Rome. Subsequently, these are reports of Aurelio Peccei “Human Qualities”, Jean Dorst “Before Nature Dies”, Barry Commoner “The Closing Circle”, Philippe Saint-Marc “The Socialization of Nature”, and these reports gained significant resonance. In these investigations, along with the issue of rational use of nature, the issues of a radical restructuring of the hierarchy of human values, the establishment of a caring attitude towards nature, and the ecologization of behavior were acutely raised. The scientists<sup>1</sup> were the first who apply the idea of a Systemic Approach to the analysis of the interaction of Society and Nature, since, in the opinion of scientists, these interactions constitute a single whole. The scientist formulates four laws of interaction between Society and Nature, such as: 1) everything is connected to everything; 2) everything must move; 3) nature knows best; 4) there is no free lunch. The last law is also called the “boomerang law”; it is nothing some outcomes from nothing.

1 Hall, J.K., Cheng, A. & Carlson, M. (2006). Reconceptualizing multicompetence as a theory of language knowledge. *Applied Linguistics*, 27(2), 220–240. <https://doi.org/10.1093/applin/aml015>.

Nowadays there are a lot of International Conferences on the Environmental Protection, numerous conferences and world summits on environmental issues, sustainable development and climate change. These events contributed to the activation of the global environmental movement, in particular, the isolation of its youth component, the creation of the first global and regional programs to ensure sustainable development, the improvement of methods of environmental monitoring of environmental quality, the study of the psychological well-being of the population in this context.

In 1992, in Rio de Janeiro, to achieve the goal of global sustainable development, the participants of ecological conferences adopted five important documents:

1. The Declaration on Environment and Development as a set of principles of sustainable development, defining the rights of peoples to the development and their obligations to preserve the global living environment common to humanity.
2. The Action Program “Agenda for the 21st Century” (a basic document).
3. The Statement of Principles for the Management, Protection and Sustainable Development of All Types of Forests, which are necessary for ensuring economic development and the preservation of all forms of life.
4. The United Nations Paradigmatic Convention on Climate Change.
5. The Convention on Biological Diversity.

Thus, the Concept of Sustainable Development, which was proclaimed in 1992 and enshrined in the articles of scientists<sup>2</sup>, determined that international cooperation with the aim at integrating three main components of sustainable development, such as economic development, social progress and environmental protection. The concept of “sustainable development” captures two key points:

- 1) the concept of needs, in particular the “basic needs” of the poorest people on the Earth, which should be given the main priorities;
- 2) the concept of limitations that are necessary to the level and prevent negative anthropogenic impact on the ability of the natural environment to meet the needs of present and future generations.

---

2 UNSCEAR (2000). Annex J.: Exposures and effects of the Chernobyl accident. In: Sources and Effects of Ionising Radiation; United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes, Vol. II: Effects; New York: United Nations, 451–566. Available: <http://www.unscear.org/docs/reports/annexj.pdf> [accessed 29 June 2006].

Currently, the action program has undergone detailing and consists of a number of sections and subsections. These include, for example, the following aspects:

- 1) social and economic aspects;
- 2) conservation and rational use of resources for the purpose of development;
- 3) strengthening the role of key population groups.

Unfortunately, over the past fifty years environmental problems in the life of humanity on the planet, as well as on the scale of individual countries and regions, have been partially resolved. Therefore, they have only multiplied and become more acute. In Ukraine, in the conditions of the large-scale Russian-Ukrainian war, the problems of environmental safety have become central to the reconstruction of the liberated territories of Ukraine, the stabilization of the lifestyle of Ukrainians. In general, in the world environmental problems have reached such a paradigm that we hear about the planetary climate, global demographic crises. In the conditions of peaceful life, their leading markers should be considered growing urbanization, the negative impact on human health of a number of parameters of the urban lifestyle, critical pollution of various ecosystems of the biosphere, in particular air, soil, rivers, seas, oceans, merciless irresponsible use of natural resources and thoughtless consumption inherent for a modern man.

It is well-known that the climate crisis is manifested in rapid climate changes on all continents, which are predicted in the next 50-70 years. For millennia, the average daily temperature on the Earth has not changed significantly. It was 14-15 degrees Celsius. Over the past 150 years, noticeable changes have occurred: an increase of 0,5-0,7 degrees. Scientists are concerned about the possibility of a further increase in the average daily temperature. If it increases by 1,7-2,8 degrees, changes on the planet will be catastrophic. Relying on the opinion of the Experts of the International Panel on Climate Change, scientists<sup>3</sup> warn that humanity must keep the temperature increase within 1,7 degrees Celsius by the end of the century. It is also necessary to achieve zero carbon dioxide emissions by 2070 and reduce greenhouse gas emissions by 97% by 2035. Otherwise, global warming will cause further melting of the Antarctic glaciers, leading to a rise in

3 WHO (World Health Organization) (2005). Chernobyl: The True Scale of the Accident; 20 Years Later a UN Report Provides Definitive Answers and Ways to Repair Lives [Press Release]. Available: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2005/pr38/en/print.html> [accessed 11 February 2006].

the water level in the World Ocean, which has already amounted to 10-15 cm. over the last century. As a result, vast coastal areas will be flooded, including a number of large cities, some inhabited islands (for example, the Maldives) will disappear. Based on computer modeling, scientists are now repeatedly compiling probable maps showing the outlines of the continents that will arise as a result of changes in the level of the World Ocean. Therefore, it is quite understandable why the memorandum of the Climate Summit in Madrid, which took place in 2019, and the latest report of the Club of Rome (2020) stated that we lived in a world that had changed beyond recognition then.

Nowadays, the problem of depletion of natural resources, in particular soil depletion and a sharp decrease in biodiversity, the importance of which is mentioned in the UN Convention (Rio de Janeiro, 1992), is acute. Ecologists<sup>4</sup> predict that in the coming century the number of species of flora and fauna, especially oceanic and marine, may decrease by more than a half. Losses in terms of biodiversity will lead to a rapid restructuring and decline of some natural ecological systems that are the basis of fishing and agriculture on the planet. Decrease in soil fertility, their erosion and salinization, and consequently drought and desertification cause hunger and impoverishment of the inhabitants of numerous territories. In this situation there is a possibility of radical changes in food patterns and gastronomic habits of people, which have historically developed in certain territories and which have become an important component of the traditional way of life and well-being. A global problem today is providing humanity with quality fresh water, as millions do not have access to it, and more than a billion people on the planet consume it in a polluted state that does not meet sanitary standards. The ecosystems of many of the world's largest rivers (Amazon, Mississippi, Danube, Dniester and others) are under threat.

An integral part of globalization processes is the increasing spatial segregation, separation, alienation and "locality" in the globalized world, which is a sign of social deprivation and degradation in the conditions of territories, that have experienced an ecological crisis. Therefore, we continue the inconvenience of "localized" existence, which is exacerbated by the fact that in the conditions when public spaces have moved beyond the paradigm of "local life", the concept of "locality" loses its meaning-making potential,

---

4 Hathout, N. & Namer, F. (2018). Defining paradigms in word formation: concepts, data and experiments. *Lingue e linguaggio*, 17(2), 151–154. <https://doi.org/10.1418/91862>.

increasingly becoming dependent on the direction of actions that are not subject to control at the local level. Psychologists should remember that the extraordinary ecological situation on the planet has an impact on the processes of socialization of a modern personality. Along with its economic, legal, family and other dimensions, ecological socialization begins to play a significant role. However, given the decrease in the diversity of the environment, primarily its natural component, the content of this branch of socialization is impoverished, becomes deficient, and the logic of deployment, even in the conditions of peaceful life, acquires an extreme character at the level of the individual and threatening and critical features for social communities in the conditions of war, which is in Ukraine nowadays.

In the second half of the 20th century, international groups of scientists (the USA, the Western Europe) began to turn to mathematical modeling in order to determine the most likely scenarios for the development of civilization under climate change (taking into account the population and carrying capacity of the landscape). Currently, the following four scenarios are most often mentioned. The first scenario is similar to the history of the Rapanui civilization on the Easter Island, which was founded in its flowering tropical forests. It is known that over half a millennium its territory was transformed into a sparsely populated desert island. According to this scenario, the population grows along with the increase in average temperature. Technological civilization reaches its peak, but then a sharp decline occurs. At some point, the system again reaches equilibrium, but the population drops sharply.

The second scenario is more hopeful. The development of civilization in it occurs steadily, that is without catastrophic consequences. This happens because its representatives will realize in time that thoughtless, too large-scale consumption can lead to death. They change priorities: from a consumer of the society, they move to a society of moderate consumption and sustainable development. The third scenario involves a sharp reduction in the population without depletion of resources. In this case civilization disappears, but some communities are now gradually evolving towards the creation of a new civilization. Finally, in the last fourth scenario people realize that their actions can lead to a catastrophe. They switch to new types of fuel too late, so they do not have time to avert a catastrophe. Scientists cannot currently say which of these scenarios is the most likely for them for the development of our civilization.

Modern scientists developed a Methodology for assessing the capabilities of nature in terms of the needs of real ecological limits, that is, the ability to withstand growing anthropogenic pressure. Scientists<sup>5</sup> presented ecological problems in the form of a mathematical model for the development of the world situation on the basis of taking into account such interdependent variables as capital investment, resource use, environmental pollution and production of consumer products. Scientists<sup>6</sup> formulated outstanding ideas in it regarding the future existence of humanity. According to their conclusions, solving environmental problems requires, first of all, changes in Man himself, his essence. Hence the leading goals that humanity should implement.

The first goal is called “External Boundaries”, as it orients humanity towards a careful attitude towards nature and its resources. The second goal is “Internal Boundaries”. It has the aim to take into account the internal resources of a person, his/her ability to self-renew, viability in the conditions of scientific and technological progress and socio-political changes. The third goal in the scientist’s program is defined as “Cultural Heritage”, since cultural self-determination is accepted as a defining guideline for the progress of mankind. The fourth goal is “World Community”. It is about creating world communities that coordinate the adoption of balanced decisions both at the local and global levels. The fifth goal is “Human Housing”. It concerns the problems of human settlement on the planet, its optimization. Finally, the sixth goal is to create an optimal, intelligent, unified “Production System” on a planetary scale.

On this basis, there was a need to develop a single global environmental strategy for humanity. The Concept and Program for Sustainable Development in the World provide for the need to change the hierarchy of values at a high level of social communities and individuals. However, in practice, changes in the consciousness and behavior of politicians and the general public towards their greening occur extremely slowly. Thus, scientists<sup>7</sup> conducted a survey in nine countries around the world. It concerned the population’s attitude to climate changes. Scientists were surprised by the unexpected indifference of more than

5 Barber, R., Plumb, M.A., Boulton, E., Roux, I. & Dubrova, Y.E. (2002). Elevated mutation rates in the germ line of first- and second-generation offspring of irradiated male mice. *Proc Natl Acad Sci USA*, 99(10), 6877–6882. doi: 10.1073/pnas.102015399

6 Kramsch, C. (2011). The symbolic dimensions of the intercultural. *Language Teaching*, 44(3), 354–367. <https://doi.org/10.1017/S0261444810000431>

7 Langlotz, A. (2015). *Creating social orientation through language. A socio-cognitive theory of situated social meaning*. Amsterdam: John Benjamins Publishing. <https://doi.org/10.1075/celcr.17>

half of the participants to the issue of climate change, their rejection of environmental problems and some fatalism (except for Brazilians and Mexicans). Their pro-ecological behavior was even less pronounced.

Over the last decades, the number of people concerned about climate changes around the world has been growing rapidly. The famous ecologists note that at the current stage, the crisis of the environment is reflected in the attitude of most people towards it. Currently, the environmental movement is being joined not only by politicians and scientists, such as ecologists, sociologists, philosophers, lawyers, psychologists, who participate in numerous scientific conferences, but also by the general public. Adults and young people, specialists and volunteers participate in it. All this indicates the “greening” of public consciousness, the confident establishment of environmental values in the lifestyle and behavior of our contemporaries (protests, demonstrations, flash mobs, teleconferences, trainings, environmental exhibitions, etc.). Thus, one of the leaders of the environmental movement in the world is the World-Wide Fund for Nature (WWF), which was founded in 1961 by P. Scott, L. Hoffman, and G. Montfort. Currently, the fund (“World Wide Fund for Nature”), which operates in more than 130 countries around the world, has more than 32 national branches, and more than 6 million people have become its individual members. The symbol of this fund is a panda.

A new paradigm of nature management was formed in Ukraine along with the emergence of the environmental movement in the world, that is, from the late 60th–70th of the 20th century. It was especially clearly established at the level of scientific and philosophical consciousness. This was convincingly evidenced by scientific and methodological researches of those years, providing legislative acts with the aims at protecting local and large natural areas, creating reserves, nature reserves, natural parks. State inspections for the protection of forests, water bodies, plant quarantine, non-governmental nature conservation societies, which carried out active educational activities among children and youth, proved to be no less effective.

However, a lot of concepts of nature protection nowadays turned out to be erroneous. In a totalitarian society, a conquering attitude towards nature was cultivated and the existence of conflict relations between a society and nature was denied. It was believed that pollution of nature was generally inevitable, and rational use of nature was carried out in the interests of the state, and not

the well-being and livelihood of people. The mentioned state policy led to significant losses of the land fund of Ukraine (placement of industrial facilities on fertile lands), soil erosion, their contamination with heavy metals and pesticides, chemicalization of agricultural lands (increasing the content of nitrates and pesticides in them). Industrial giants, primarily enterprises of the metallurgical, coal and chemical industries, significantly worsened the state of the air, which became environmentally dangerous; in many regions it still exceeds the permissible norms by tens of times, and in some industrial regions it is threatening. Along with this, the entire ecosystem of the most powerful Ukrainian river – the Dnieper – was destroyed, which turned into a de facto lake system due to the large number of reservoirs, where water exchange slowed down, and the wealth of flora and fauna (fish, birds) of the Dnieper floodplains suffered special losses. Our seas – the Azov and the Black Sea – also became areas of ecological crisis, which creates a threat of poisoning when consuming fish.

One of the most difficult tests for the nature of Ukraine was the accident at the Chernobyl nuclear power plant. It led to radioactive contamination of numerous territories (about 50-70 tons of nuclear fuel were released into the air). The disaster caused significant damage to the health of a large number of people, since not only the liquidators received radiation doses, but also those ones who were evacuated from the dangerous zone (250 thousand people). It is believed that 75-95 million people in Ukraine and other European countries received a small dose of radiation at that time. Even today, Ukraine is one of the leaders in the world in terms of the number of nuclear reactors; it ranks ninth in the world and fifth in Europe. Already in the 90s of the last century, sociologists noted the activities of more than a hundred environmental organizations and societies in Ukraine. In 1988, the Ukrainian Environmental Association “Green World” (UEA “GW”) was founded, the activity of which became a response to the worsening environmental situation due to radioactive contamination. Currently, an informal coalition of environmental organizations, the Ukrainian Climate Network (UCN), operates in our country. It was established in 2004. Then, under the name “Working Group of Public Environmental Organizations on Climate Change”, about 20 environmental organizations united (UEA “Green World”, “National Ecological Center of Ukraine”, “Our Home”, “Bureau of Environmental Investigations” and others). This is an association of organizations that cooperate to implement citizens’

rights to live in a safe environment and in the connection with the threat of global climate change. The goal of its activities is to educate the population on climate change and participate in the development and implementation of Ukraine's climate protection policy. The International Fund for Animal Welfare (IFAW), the Ukrainian Society for Nature Conservation, the branches of which operate in almost all regions of Ukraine, and other public organizations also enjoy considerable authority among the population.

A significant educational resource that influences the development of readers' environmental awareness is presented not only in printed publications (for example, the newspaper "Green World"), but also the information posted on numerous Internet portals of public organizations, such as: "Information Center for Climate Change", "Ecological activity", "Ecological club", "Voice of Nature", "Green Ecological School", "Ecological League", "Green Bird" and others. Preservation of an environmentally safe society, combating climate change, environmental education and enlightenment undoubtedly have a significant psychological dimension. In addition, according to psychologists, the underlying factor of environmental destruction, global environmental crisis is precisely the consumer-selfish, utilitarian, mercantile attitude of people towards nature. At the same time, the spread of environmentally responsible behavior scripts should not only counteract the environmentally destructive behavior of individuals in everyday life, but also contribute to the spread of people's experience in restoring the quality of the living environment of a civilian population in four decades after Chernobyl environmental, medical and social transformations and in the conditions of war in Ukraine.

Thus, against the background of the development of numerous international projects and regional programs to ensure sustainable development and environmental quality for monitoring, presenting socio-psychological and psychological patterns of the development of environmental behavior of the individual, his/her environmental awareness are still not sufficiently taken into account. They remain the most sensitive link in the implementation of these projects. The contribution of psychologists to this ecological activity with the aim of stabilizing society, mental states of the civilian population, restoring the quality of their living environment against the background of environmental threats of war, civilizational and climatic challenges is invaluable.

So, the analysis of the scientific, technical and socio-economic prerequisites for the emergence of a new ecological worldview in the system of human and natural sciences ultimately forces us to reflect on the question: “What are the main values that our society professes?” This is an attempt to assess social development from the point of view of that life competence that is most significant for successful implementation in it. To the same question, someone will answer – “we live in an informational, globalized society”, another one will say – “in a modern or postmodern society”. Finally, we will call ecological problems as “*problems in a risk society*”. The content of this term, we believe, that we’ll most fully reveal the causes and consequences of the aggravation of the contradictions of human existence in the conditions of globalization.

The concept of “*problems in a risk society*” was proposed by us, because we came to the conclusion that modern society was potentially risky, since it was filled with various dangers, large and small. Its main dimension was threat, therefore, the multiplication of risk situations led to increased fear in people, limited self-determination of them. A person cannot usually make a decision on his/her own, it is made only by an expert who is a specialist in a particular field of knowledge (Medicine, Psychology, Pedagogy, etc.). We think, that as in the traditional industrial society, in the risk society there is a progressive impoverishment of the population. However, this is no longer the impoverishment of workers, but an increase in the feeling of fear, uncertainty and instability, which distorts normal existence of people. At the same time, those people who may find themselves in risky situations become less and less able to make any decision regarding this risk, lose the sovereignty of self-expression, since only an expert can establish the risk. These conclusions will help more and more researchers are identifying different types of threats and risks, developing risk formulas (chemical-biological, biological, medical, psychological, etc.) and, accordingly, provide security aspects.

In the researches on Sociology, we talk about objective (environmental conditions) and subjective threats (an increase in population groups with so-called *risky ecological behavior*). We are talking about various classifications of types and ecological types of threats according to the following criteria: universal and specific (according to the generalization ecological criterion); permanent-short-term (according to ecological duration); global regional (according to ecological territorial characteristics); open latent (according to the method

of ecological actions); natural, artificial, mixed (according to the ecological source of origin); also those ones that can be prevented, partially or impossible to prevent (according to the possibility of ecological prevention).

In the context of countering the risk society, scientists and the world community formulate the idea of sustainable development. To this end, scientists have carried out great activity to determine the main aspects of the security of human existence in contrast to the threats to its existence (seven main aspects):

- 1) environmental ecological security (threat of environmental ecological pollution of radioactive, chemical, geomagnetic, electromagnetic, environmentally safe niche, protection from environmental disasters);
- 2) food security (availability of basic food products);
- 3) economic security (employment, minimum income);
- 4) political security (protection of human rights);
- 5) cultural, axiological security (protection from marginalization, protection of traditions, values, a language, a family);
- 6) personal security (freedom and protection from violence);
- 7) health security (average life expectancy);
- 8) cultural and axiological security (protection of cultural diversity, linguistic picture of the world, threats of marginalization).

Thus, certain aspects of ecological security are contrasted with certain types of threats: environmental ecological threat – the right to provide environmental ecological safety; economic threat – the right to work and a living wage; informational, technological threat – the right to safe ecological housing and transport; threat of attack and aggression – the right to protection from terrorism, etc. *Psychological concepts of risk* are represented by two directions: the first group of concepts gravitates towards the ideas of Humanistic Psychology. We analyze certain types of personality, for example, a narcissistic extrovert who is prone to risk; or a type prone to phobias and not prone to risk. The second group of concepts, which is in the paradigm of Ecological Activity, has the aim for studying the internal motivation of risky behavior. In such a way we've to analyze a range of psychological, physiological and neurological factors. It is believed that people who are prone to risky ecological behavior, which do not care about the environment, people's health, life. So, ecological concepts are characterized by non-ecological behavior, direct deliberate stress, they are prone to deviant

ecological behavior, in particular ecological addictions. They also distinguish between forced ecological risk and voluntary, we mean intentional ecological risk. Instead, we believe that there is a phenomenon of *family ecological risk*, since starting a family is always a risky ecological project.

Particularly poorly studied is the issue of high-risk ecological experience, subjective threats in war conditions, when all of the above-mentioned types of threats can be actualized simultaneously. If in peacetime the experience of high ecological risk is inherent in representatives of a number of professions (motorcycle racers, climbers, military, divers, journalists, stuntmen, pilots, parachutists, firefighters, police officers, rescuers), then in wartime the experience of high ecological risk is a component of the ecological behavior of both the military and the civilian population in wartime.

One of the first areas of eco-psychological researches in the paradigm of solving *problems in a risk society* should be considered Ecological Psychology. It has been arisen on the border of Medical Ecology and Ecological Psychology; it is now often referred to the environmental field of the ecological researches. The subject of our researches in Ecological Psychology is the influence of main environmental factors (mainly from the physical environment) on the human psyche. Some factors, such as noise, lighting, temperature (heat, cold) come into the field of view of Ecological Psychology. The study of the influence of these factors in the conditions of climate change, an increase in the average annual temperature on the planet is becoming especially relevant. Solving entirely psychological ecological problems, such as:

- 1) identifying the most significant environmental factors for humans both in terms of population and at the individual level;
- 2) studying the psychophysiological nature of their influence on mental health and behavior;
- 3) developing a methodology for organizing these factors;
- 4) Ecological Psychology uses primarily ecological methods and methodology.

As we've already noted, the implementation of the Ecological Approach within the paradigm of general psychological and ecological research is due to solving *problems in a risk society*. So, we'd like to propose the concept of "*ecological risk validity*". We created a new model of the sensory-perceptual system, the functioning of which is determined by the conditions of human

life in the ecological world, that is in the natural environment with its real dimensions, lighting, placement of objects within the landscape.

In the context of Developmental Ecopsychology, a new view of the interpretation of the educational environment as a socio-ecological system of an educational institution has been developed. In this context, we propose an attempt to assess the quality of the educational environment. Let's describe it.

Also, we've done the researches in the direction of the Psychology of interaction with the environment. According to this direction and due to the paradigm of Environmental Psychology, which is specialized in the field that studies the relationships between *risk ecological behaviour* and the conditions of the ecological environment in which it takes place. Risk ecological behaviour is understood by us as both actions that are available for the observation and acts that are not available for such kind of observation (thoughts, emotions, which deal with risk ecological behaviour); the ecological environment is mainly the physical ecological environment. Sometimes this direction of research is referred to as "environmental Ecological Psychology", "Psychology of the living ecological environment". These problems arose in the early 70s of the twentieth century at the crossroads of Psychology, Architecture, Urbanism and Design, as a request by architects to the problem of organizing the space of a person's ecological residence, the ecological city in general in a modern era. Within this complicated direction, a person and the environment are considered as a single system of *risk ecological behavioural interactions*.

We believe that Environmental Psychology covers a number of areas, such as: researches according to the effects of crowding, the person's behavior in space, the influence of architecture on the person's behavior, environmental cognition, problems of environmental education, stress caused by environmental influences; a significant number of studies, which deal with the study of the effects of noise, environmental pollution, extreme temperatures and various ways of organizing space by architects. Our environmental studies have both fundamental and applied significance. In particular, they help us to understand the peculiarities of the organization of the ways of life and lifestyle, the peculiarities of social regulation and self-regulation of the people's behavior in urban and rural settlements, megacities, large and small schools, etc. Thus, we pay considerable attention to understanding the environment as a category

not of Ecology, but of Ecological Psychology. In such a way we'll describe eight main characteristics of the Ecological environment, risk ecological behavioural interactions and solving risk ecological behaviour from the psychological point of view. In such a way the ecological environment is experienced as a single, integral flow. So, we propose the main characteristics of Ecological environment. They are:

- ✓ A person is a part of this environment.
- ✓ Any physical environment is connected to a social system in a paradigm of the Ecological environment.
- ✓ The impact of the physical environment on a person varies depending on the person's individual characteristics.
- ✓ The Ecological environment often affects the person at an unconscious level.
- ✓ The Ecological environment that we observe is not always real.
- ✓ This Ecological environment has symbolic meaning.
- ✓ The Ecological environment is perceived as a set of mental images.

Also, the most important in the conditions of urbanization are our researches of psychological ways of constructing living space, the experience of violating one's own boundaries, the influence of crowding in the urban environment on the experience of discomfort from it (the phenomenon of crowding), studying environmental stress factors. We studied the problems of Psychology, studying the microenvironment and the macroenvironment of Ecological environment: its geography, landscapes and their impact on a person, the person's territorial identity, involvement it into a certain territory, the formation of mental maps of the area in the structure of the person, which is an important factor in orienting behavior not only in sports, but also, above all, in military activities, which actions are tactically and strategically largely tied to the surrounding landscape and relief. Experimental ecological aesthetics is also relevant to the problems of studying the impact of aestheticized landscapes on a person (gardens, parks, etc.). These are psychological approaches to aesthetics that focus on ordinary observers and have the aim to study their reactions not only to researches of art, but also to the aesthetic aspects of the surrounding environment (natural, artificial ones).

In Western Europe there is now a powerful Association of Empirical Aesthetics, which is interdisciplinary by its nature, since its members are not only philosophers, artists, but also sociologists, psychologists, cultural

researchers and architects. Thus, art therapists and specialists in Environmental Psychology and the Psychology of Art are significantly active in their researches in this Association. For example, types of aesthetic therapy are considered by us as such types, which are based on both artistic (fairy tale therapy) and natural (lithotherapy, aromatherapy, animal therapy) means. All these means are used in Ecological Psychology.

We think, that a separate direction of ecological and psychological researches is the study of the Psychology of Ecological Consciousness. The subject of this research is the functioning and development of ecological consciousness along three main lines: sociogenetic (such as in the process of historical development); ontogenetic (during the whole life) and functional (according to the functions of ecological consciousness). In the Psychology of Ecological Consciousness, human interaction is considered by us only by its nature, which acts not as a “natural environment”, but as a “world of nature”, that is a system of the person’s ideas about it, experience of interaction and attitudes towards nature. Thus, within this paradigm of the Psychology of Ecological Consciousness, four areas of our research can be studied:

- 1) the study of ecological ideas in both individual and age aspects;
- 2) the study of the features of the subjective attitudes towards nature (parameters of the 1st order: modality, breadth (variety of objects), stability, intensity;
- 3) parameters of the 2nd order: emotionality, generalization, coherence, dominance);
- 4) the analysis of the strategies and technologies of interaction with the natural environment inherent to a given person.

One of some new and most relevant areas of Eco-psychological research today should be considered the Psychology of Global Changes and Sustainable Development. This Psychology is a direction of Eco-psychological research, which, we think, have the aim at studying the peculiarities of thinking of specialists who are engaged in the assessment and forecasting of the development of phenomena and processes in a planetary scale. In turn, the rapid changes in the lifestyle of the majority of the planet’s inhabitants, which we have observed in recent decades, allow us to believe that these changes affect not only specialists (economists, politicians, ecologists, climatologists, doctors, psychologists, rescuers and other specialists), but also most people in

the conditions of their everyday existence. Therefore, the subject of Psychology of Global Changes and Sustainable Development should be considered much broader. This is macroecological level of Ecological Psychology, so we believe that the subject of this area of study is related to the study of eco-social changes in the behavior of individuals and communities of various scales in the context of risk ecological behaviour, climate change, urbanization, mass migrations and pandemics, that is, in the context of mega-level transformations of eco-social systems.

Closely related to the problems of ecological socialization in four decades after Chernobyl environmental, medical and social transformations and in the conditions of war in Ukraine it is such a relevant direction of Environmental Psychology as the Psychology of Eco-conservation. The main task of this Psychology is to promote pro-ecological (ecologically responsible) behavior of the person as a way to overcome a global ecological crisis. Thus, Environmental Psychology is a branch of psychological science that is rapidly developing in the context of globalization, demographic and climatic changes. It is represented by a number of research areas (Environmental Psychology, Psychology of Eco-conservation, Psychology of Ecological Consciousness, Psychological Ecology, Psychology of Global changes and Sustainable Development, etc.), which have the aim at studying various phenomena in the subject field of these problems, problems of ecological socialization in four decades after Chernobyl environmental, medical and social transformations and in the conditions of war in Ukraine, which are relevant both for the Psychology of human interaction with the environment of various scales, its landscapes and the stages of the development of ecological consciousness and ecological behavior of the individual or social community in the process of difficult, contemporary process of ecological socialization.

## S

## Social communications

**ФІЛОНЕНКО Данило Валерійович,**  
кандидат наук із соціальних комунікацій,  
Київський національний університет  
імені Тараса Шевченка  
ORCID ID: 0000-0001-7776-8374

**ГРОЗНА Олена Олегівна,**  
здобувач ступеня доктора філософії,  
Київський національний університет  
імені Тараса Шевченка  
ORCID ID: 0000-0003-2278-3109  
м. Київ, Україна

**МЕДІАТИЗАЦІЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ  
СПАДЩИНИ ЧЕРЕЗ КУЛЬТУРНІ ПОДІЇ:  
КЕЙС ФЕСТИВАЛЮ  
«ЗОЛОТА ОСІНЬ СЛАВУТИЧА»**

Цей аналітичний текст досліджує, як культурна подія – фестиваль «Золота осінь Славутича» – перетворює Чорнобильську спадщину на медійно опосередкований досвід, який «живе» у новинах, конкурсних роботах, ритуалах, символах та цифрових платформах. Від старту у 1994 році фестиваль поєднує молодіжну журналістику й творчу комунікацію з локальним контекстом міста, створеного після аварії на ЧАЕС для працівників станції та їхніх родин. Він виступає своєрідною «медіа-лабораторією пам'яті»: учасники виробляють контент (фото, відео, тексти, блоги/сайти), а організатори задають рамки інтерпретації – від «хочу бачити світ щасливим» до тем на кшталт «Зона\_Ризику\_Поза\_часом», що прямо зшиває 1986 і тимчасову окупацію Чорнобильської зони у 2022 році. У підсумку фестиваль одночасно підтримує політику пам'яті (передавання досвіду поколінь), розвиває медіаграмотність і формує образ міста/регіону; водночас він несе ризики – спрощення трагедії, «естетизації» небезпеки й конкуренції між пам'яттю та розвагою.

## **Введення з постановкою проблеми й метою**

Чорнобильська катастрофа 1986 року залишається не лише історичною подією, а й «довгою тінню» для суспільства: вона впливає на уявлення про безпеку, довіру до інституцій, екологічну тривожність, політику пам'яті та культурні практики. В міжнародних оглядових документах підкреслюється масштабність наслідків аварії та довготривалість питань безпеки/управління ризиком. Для України цей сюжет має ще одну важливу площину: у 2022 році Чорнобильський майданчик і значна частина зони відчуження були тимчасово під контролем російських сил, що знову актуалізувало Чорнобиль як політичний і безпековий символ сучасності.

Важливо, що «спадщина» Чорнобиля існує не тільки в архівах, музеях і меморіальних датах, а й у культурних подіях, які здатні перетворювати пам'ять на комунікацію. Тут покажемо кейс міста – спроектованого після аварії як постійне місце проживання працівників і їхніх родин. Саме в цьому місті з 1994 року щороку відбувається фестиваль «Золота осінь Славутича», який поєднує дитячу/молодіжну творчість і медіаосвіту, а в програмі – від початкових років до пізніших – присутні сюжети й практики, напряду пов'язані з ЧАЕС і зоною відчуження (зокрема екскурсії до та ЧАЕС).

Проблема, яку ставить це дослідження, полягає в тому, що «пам'ять про Чорнобиль» дедалі частіше формується не лише академічними текстами чи державними комемораціями, а й медійними форматами культурних подій. У таких форматах пам'ять може ставати емпатійнішою й доступнішою для молоді – або, навпаки, перетворюватися на набір кліше, візуальних «ефектів» і легкої драматургії.

Мета тексту – показати, як фестиваль як комплексна культурно-медійна подія медіатизує Чорнобильську спадщину: якими механізмами це робить, на які аудиторії працює, які ефекти й ризики породжує, і що з цього випливають для журналістів та організаторів.

## **Медіатизація як метапроцес**

У теорії медіатизації медіа розуміють не лише як «канали», а як довготривалий метапроцес, що перебудовує інституції та повсякденні практики – через медіалогіку, формати та залежність соціальних сфер від медіа. Це системно описує, підкреслюючи, що медіа стають автоном-

ною інституцією, яка впливає на політику, культуру, релігію, дозвілля тощо. Розширюючи цей підхід, та пропонують дивитися на «глибоку медіатизацію» як на стан, у якому цифрові інфраструктури й платформні практики вбудовані в саму тканину соціальної реальності.

Для українського контексту показово, що концепт «медіатизації культури» активно осмислюється і в локальній гуманітаристиці: наприклад, у статті (оглядового типу) підкреслюється амбівалентність медіатизації та її залежність від технологічних зрушень, а також потреба аналізувати соціокультурні наслідки цього метапроцесу.

У застосуванні до фестивалю це означає: подія не просто «висвітлюється» медіа, а організовується як медіа-подія та освітня медіа-екосистема (майстер-класи, конкурси, цифрові продукти, онлайн-етапи, статистика охоплення тощо).

### **Memory studies та політика пам'яті**

Memory studies виходять із того, що пам'ять – це не «збережені факти», а соціально організовані практики, через які спільноти конструюють минуле, щоби діяти в теперішньому. У класичній соціологічній перспективі наголошує на соціальній зумовленості колективної пам'яті; сучасні видання й інтерпретації підкреслюють, що ця традиція формує основу для аналізу пам'яті як групового явища.

Далі важливим є поняття «місць пам'яті» (*lieux de mémoire*), яке розробив: коли «спонтанна пам'ять» слабшає, суспільства створюють символічні та інституційні опори – ритуали, події, музеї, архіви. У шкільно-популярному викладі це можна уявити так: якщо пам'ять не «живе сама собою», її «вмикають» через події, у яких люди переживають спільну історію.

Цю логіку деталізує: культурна пам'ять вибудовується через медіа-носії (тексти, зображення, тілесні практики, місця, архіви) та інституції, що підтримують тривале «збереження» й передавання смислів. Концепт комунікативної/культурної пам'яті (в різних версіях Ассманнів) корисний для Чорнобиля, бо 1986 рік ще частково перебуває у «живій» пам'яті очевидців, але вже активно переходить у культурну пам'ять через музеєфікацію, медіа та ритуали.

Українські оглядові статті також фіксують становлення memory studies як дисциплінарного поля та її зв'язок із критикою офіційних

наративів і конкуренцією пам'ятей (хто і як має право говорити про минуле). Додатково, для Чорнобиля релевантна рамка «культурної травми» та «місце пам'яті»: у філософсько-культурологічному аналізі аварія та «зона відчуження» осмислюються як травматичні символи в українській історичній уяві.

### **Фестивальна комунікація та подія як інфраструктура смислів**

Дослідження подій (event studies) розглядають фестивалі як «сплановані події», що створюють досвід, значення й спільнотні ефекти. У базовому академічному викладі підкреслює, що події мають не тільки організаційний вимір, а й вимір «переживань» та суспільних значень<sup>1</sup>.

У міському контексті фестивалі часто стають інструментом культурної політики, туризму й брендування, але дослідники застерігають від редукації подій лише до «економічного ефекту». Наприклад, показує, що міські фестивалі переплітають культурні й туристичні логіки, і що важливо бачити їхній соціальний вимір (ідентичність, спільнота, символічний капітал).

Для нашого кейсу це означає: фестиваль у Славутичі не лише «про творчість», а й про конструювання образу міста як простору молоді, демократії та медіа – і, водночас, як простору постчорнобильської відповідальності.

### **Локальна журналістика та гіперлокальні екосистеми**

Локальна журналістика зазвичай працює з «близькістю» як принципом новинної цінності: подія «поруч» має більший шанс стати значущою для аудиторії, ніж далека. Цю логіку добре формулюють українські навчально-наукові публікації, де прямо сказано про «правило географічного наближення» і обов'язок місцевих медіа розповідати про новини в конкретній географічній точці.

Паралельно зростає роль гіперлокальних і цифрових медіа спільнот. В українському дискурсі це описано як перспективний напрям розвитку медіа, що опирається на місцеві потреби й онлайн-інструменти.

1 Getz D., Page S. J. Event Studies: Theory and Management for Planned Events. 5th ed. London : Taylor & Francis Group, 2024; Quinn B. Arts Festivals and the City // Urban Studies. 2005. Vol. 42, No. 5–6. P. 927–943.

Паралельно зростає роль гіперлокальних і цифрових медіа спільнот. В українському дискурсі це описано як перспективний напрям розвитку медіа, що опирається на місцеві потреби й онлайн-інструменти. Міжнародні дослідження підкреслюють цінність гіперлокальних новин для висвітлення громадських активностей і локальної політики.

Кейс фестивалю важливий у цій рамці, бо він продукує «контентний пік» для локальних медіа, а також включає медіа-освітню компоненту, яка тренує молодь створювати локально релевантні наративи та поширювати їх через сучасні формати (відео до 3 хвилин, блоги/сайти з фіксацією охоплення тощо).

### Методологія та корпус джерел

Це дослідження виконано **без конкретних первинних інтерв'ю**; натомість застосовано кабінетний підхід зі змішаними методами: якісний контент-аналіз та елементи дискурсивного/візуального аналізу.

#### **Корпус джерел складався з трьох блоків.**

Перший блок – **офіційні матеріали фестивалю**: розділ «Наш фестиваль» (історія й тематичні рамки), сторінки «Традиції», «Регламенти» (зокрема регламент 33-го фестивалю 2026 року), новини та фотогалереї. У цьому блоці особливо важливими були ті фрагменти, де прямо згадуються ЧАЕС, зона та Прип'ять, або формулюються тематичні завдання, що пов'язують 1986 і 2026 роки.

Другий блок – **локальні та муніципальні медіа**: новини та офіційні повідомлення (e-slavutyich.gov.ua), які описують програми, аудиторії, ключові формати та акценти конкретних років (2023, 2025), і дають «зовнішній» погляд на подію як міську комунікацію.

Третій блок – **контекстні та академічні джерела**: праці з медіатизації, memory studies, фестивальних досліджень і локальної журналістики, а також інституційні документи з ядерної безпеки та контексту 2022 року (зокрема матеріали).

Аналітична процедура була такою: (а) виділено повторювані **наративи** про місто/фестиваль/Чорнобиль (кодування за темами), (б) зіставлено **медіа-формати** (офлайн-ритуали, новинні жанри, конкурсні продукти, онлайн-етапи), (в) описано **візуальні практики** (емблема, ритуальні перформанси, типові фото-сюжети, символи на кшталт вінка чи «кольорового братання»).

Окремо зазначу, що вимоги до оформлення матеріалу для колективної монографії, на які посилається завантажений документ, у цьому тексті враховані лише частково (бо користувачьке завдання вимагало чітких розділів і структури).

### Фестиваль у міському та постчорнобильському ландшафті

Славутич як «місто після аварії» – важлива умова розуміння фестивалю. Муніципальна історична довідка фіксує, що рішення про спорудження міста для працівників ЧАЕС після аварії було ухвалене 2 жовтня 1986 року, а будівництво здійснювали сили восьми тодішніх союзних республік; перші заселення квартир датуються 1988 роком.

Цей урбаністичний факт працює як «матеріальний носій пам'яті»: місто саме є інфраструктурою посткатастрофічного життя, а фестиваль – регулярним «вмикачем» цього смислу для нового покоління<sup>2</sup>.

Енциклопедична довідка про фестиваль фіксує, що він заснований 1994 року, має міжнародний статус, а серед співзасновників/партнерів у різні періоди згадуються міська рада, ЧАЕС, державні адміністрації та національні медійні інституції. У програмі (за тією ж довідкою) стабільно присутні такі «форматоутворюючі» елементи, як святкова хода, випуск газети «Славеста», екскурсія до Прип'яті та ЧАЕС, концерти й шоу.

Ці компоненти можна інтерпретувати як комбінацію двох логік. Перша – **освітньо-медійна** (підготовка юних журналістів, створення контенту, конкурс). Друга – **комеморативно-просторова** (залучення до міста/станції/зони як до «місця пам'яті», де досвід минулого набуває фізичної видимості).

### Хронологія та зміна акцентів

Офіційна «історія фестивалю» на сайті дає цінний матеріал для реконструкції того, як подія «переписує» Чорнобиль через різні епохи.

У 1994 році тема пов'язана з гаслом «Хочу бачити світ щасливим!», а окремо підкреслено факт: «вперше молодіжна преса відвідала Чорнобиль-

<sup>2</sup> Історія міста // Славутицька громада. URL : <https://e-slavutych.gov.ua/istoriya-mista-09-57-30-01-12-2021/> (20.04.26); Золота осінь Славутича // Енциклопедія Сучасної України. URL : <https://esu.com.ua/article-16937> (20.04.26).

ську АЕС». Це важливо: вже на старті фестиваль використовує контакт із ЧАЕС як подієвий і медійний ресурс – молодь «віносить» досвід міста енергетиків у журналістику.

Далі бачимо екологічні та громадянські рамки. Наприклад, у 2002 році фіксується тема «Екологічне мислення – погляд в майбутнє» із залученням атомних міст-супутників та тематичних організацій.

Це відповідає логіці «переведення» катастрофи з площини трагедії в площину відповідальності й майбутнього.

Після 2014 року в описах з'являються воєнні та ідентифікаційні акценти (АТО, патріотичні акції, дискусії про громадське мовлення й інформаційний простір), що поступово розширює «чорнобильський» сюжет: пам'ять про катастрофу вписується в ширший наратив про захист країни, громадянську позицію та інформаційну безпеку.

Особливо релевантною для теми Чорнобильської спадщини є фіксація екскурсій до ЧАЕС та Прип'яті у 2013 році, а також повторюваність цієї практики в 2017–2019 роках, де екскурсія стає частиною «пакета» разом із дискусійними платформами, майстер-класами та онлайн-трансляціями. Показово також, що у 2018 році серед «нових» елементів згадується дискусія «Поза зоною. Діалоги», а також тематизація «відчужених атомом» як культурного осмислення часу – фактично, це вже *language memory studies* в практичному форматі фестивалю.

Пандемійний період і наступні роки демонструють цифрову трансформацію. У 2020 році офіційна комунікація прямо говорить про «3 дні віртуальної екстремальної журналістики» і вказує, що офлайн-зустріч не відбудеться; при цьому зберігається навіть «віртуальне братання», тобто ритуал адаптується до медіаформатів. У 2023 році локальне медіа повідомляє, що фестиваль проходив онлайн, із двома віковими категоріями, а загальна кількість учасників сягнула 340.

Нарешті, у регламенті 2026 року тема «#Зона\_Ризику\_Поза\_часом» прямо формулює зв'язок двох подій: аварії на ЧАЕС і тимчасової окупації Чорнобильської зони у 2022 році. Це – ключовий емпіричний «вузол» медіатизації спадщини: Чорнобиль перестає бути лише «уроком історії» і повертається як рамка сучасного ризику, у яку молодь має вбудувати свою журналістську дію.

## Ключові події та формати як “медіа-машина” фестивалю

На рівні інституційних документів (регламентів) фестиваль комунікує себе як створення «єдиного офлайн та онлайн інформаційного середовища», навчання «контент-мейкінгу» та підвищення медіаграмотності. Конкурсні номінації в 2026 році включають фото, відео, соціальні медіа (блог/сайт), електронні видання, а віковий «коридор» – 12–22 роки, що показує орієнтацію саме на покоління, яке формуватиме пам'ять уже переважно через цифрові медіа.

На подієвому рівні окреслюються три типи активностей.

Перший – **медіа-освітній**: майстер-класи, тренінги, робота з «ресурсами для журналістських ідей», зустрічі з професіоналами. Наприклад, у 2025 році міська комунікація фіксує майстер-класи, включно з темою «історії без III» та «медіапросування в епоху лайків», а також підписання угоди про співпрацю з (через його журналістський підрозділ).

Другий – **ритуально-спільнотний**: «кольорове братання», передавання символічного вінка, виконання гімну фестивалю. Ці практики створюють ефект «місця пам'яті» не через офіційну скорботу, а через тілесність, гру й емоцію.

Третій – **медіапродуктовий**: виробництво «Славести» та іншого контенту, який може зберігатися, архівуватися і бути повторно використаним. Внутрішня комунікація фестивалю прямо називає «Славесту» обов'язковим щорічним медіапродуктом і підкреслює масштаби «архіву»: за десятиліття це тисячі публікацій і фотографій. Локальне медіа також підтверджує практику «спеціального випуску» газети під час фестивалю.

Наративи та візуальні практики у афішах, репортажах і цифрових матеріалах

Хоча повні «афіші» не завжди доступні в текстовій видачі сторінок, у корпусі джерел достатньо візуальних і квазі-афішних матеріалів (емблема, фотогалереї, промо-зображення новин), щоби описати типові практики репрезентації.

Емблема фестивалю (візуальний знак) – це стилізовані руки й усмішка в синьо-жовтій гамі, що буквально кодує «дружність», «обійми» й одночасно національну рамку. Її смисловою парою є ритуал «Дай руку мені»/

флешмоб-братання, який у різних роках згадується як важливий елемент програми.

«Кольорове братання» на сайті описано як «брендову подію» й «арт-терапію»; у «топ-фактах» названо кількісні маркери (понад 250 літрів фарби за роки, понад 40 000 відбитків долонь), а також дано інструктивну пораду про одяг «як історію». Візуально це фіксується фотографіями, де учасники забруднені фарбою, обіймаються, або демонструють «сліди» спільного перформансу. Для медіатизації Чорнобиля це значуще не прямо (бо мова не про аварію), а опосередковано: посткатастрофічна спільнота конструює позитивний колективний досвід, який «перекодовує» травму через дружбу та дію.

У репортажах локальних медіа домінують сюжети про креатив, конкурсність і міську атмосферу. Так, відкриття фестивалю 2025 року описано як «свято креативу» з дизайнерським батлом, виступами колективів і передаванням вінка «Зосеньки», після чого учасники спільно виконують гімн і переходять до «Кольорового братання». Це – класичний приклад фестивального наративу «спільнота-ритуал-свято», де пам'ять про Чорнобиль присутня як фон міста, але не як головний сюжет дня.

Водночас у джерелах є й виразно чорнобильський «мотив походження». У матеріалі про зустріч із «ветеранами» фестивалю ключовий свідчий наратив формулюється так: фестиваль мав «іншу мету – привернути увагу світової спільноти до Чорнобильської АЕС». Тут медіатизація Чорнобиля постає буквально як стратегія: подія задумувалась не лише для дітей, а й як комунікаційний інструмент «виведення» ЧАЕС/міста в міжнародний інформаційний простір. Той же матеріал згадує жанрову інновацію – «Щоденники ЗОСі» як формат новин із подій міжнародного значення із залученням молодіжної редакції.

Після 2022 року чорнобильський сюжет отримує нове медійне «пальне». Регламент 2026 року задає учасникам рамку, де одна територія об'єднує дві події – 1986 і 2022 – і прямо мотивує до перетворення минулого досвіду на захист майбутнього. Паралельно інституційні джерела міжнародної ядерної безпеки фіксують, що Чорнобильський майданчик був під контролем російських сил між 24 лютого і 31 березня 2022 року, що робить саму рамку регламенту фактичною та соціально значущою.

## Як фестиваль медіатизує Чорнобильську спадщину

На основі джерел можна виділити щонайменше п'ять механізмів, через які фестиваль перетворює Чорнобильську спадщину на медійну й комунікативну практику.

Перший механізм – **просторова медіатизація**: місто як «пост-чорнобильська інфраструктура» стає сценою для події, а екскурсії до ЧАЕС/Прип'яті переводять «пам'ять» у досвід відвідування місця. У термінах Нора це працює як «місце пам'яті», але не у формі меморіалу, а у формі події, що повторюється щороку.

Другий механізм – **контентна медіатизація**: фестиваль не тільки «говорить» про Чорнобиль, а стимулює виробництво медіапродуктів на задані теми (включно з темою «Зона\_Ризику\_Поза\_часом»). Цей механізм відповідає логіці медіатизації як метапроцесу: інституція (фестиваль) організовує діяльність так, щоб смисли «жили» в форматах, придатних для поширення й архівації.

Третій механізм – **ритуальна медіатизація**: речі, які «треба сфотографувати» (братання, вінок, сцена, гімн), виконують роль медійних тригерів. Вони створюють впізнаваність і повторюваність, що є критично важливим для культурної пам'яті в сенсі А. Ассманн: саме через повторювані форми пам'ять стає стабільною, «переносимою» між поколіннями.

Четвертий механізм – **локально-медійна циркуляція**: подія стає контентним ядром для місцевих медіа, які фіксують і перетворюють фестиваль на «новину міста», а отже – на частину локальної ідентичності. Тут працює логіка локальної журналістики: близькість + регулярність + наявність героїв/ритуалів = стабільна увага аудиторії.

П'ятий механізм – **переозначення Чорнобиля як актуальної відповідальності**. Регламент 2026 року підкреслює паралель «1986 ↔ 2022», а це зміщує фокус із «минулої катастрофи» на «тривалий ризик» і «дію». У термінах культурної травми це є переформатуванням травматичного дискурсу: від пасивного переживання до активного соціального уроку.

### Аудиторії, ефекти та ризики

Аудиторно фестиваль працює щонайменше на трьох рівнях.

Перший рівень – **учасники та їхні спільноти** (12–22 роки; команди з різних міст України та, принаймні в 2025 році, онлайн-учасники з інших країн). Для них ефектом є «медіа-соціалізація»: навчання створювати контент, закріплення громадянських тем, вироблення навичок відповідальної комунікації.

Другий рівень – **міська громада**: фестиваль – це видимий інструмент підтримки образу міста як «молодіжного», «креативного», «міжнародного». Це видно навіть у туристичному позиціонуванні Славутича, де фестиваль названий одним із ключових регулярних культурних явищ міста й частиною його публічного образу («місто дитячої демократії»). Тут доречно згадати рамку фестивалів як елемента культурної політики й міського іміджу: вони можуть працювати як «м'яка сила» символічного капіталу.

Третій рівень – **зовнішні аудиторії** (регіональні медіа, професійна журналістська спільнота, потенційні партнери). На цьому рівні Чорнобильська спадщина стає не лише темою, а й брендом-контекстом міста: інфраструктура пам'яті (музей міста та ЧАЕС, монумент «Білий Янгол») доповнює фестивальну комунікацію.

Однак ця багаторівнева робота має ризики.

По-перше, існує ризик **естетизації або “лайт-версії” травми**, коли чорнобильський сюжет зводиться до «атмосфери зони» або туристичної екзотики. У ширшій літературі про темний туризм підкреслюється, що відвідування місць трагедій часто балансує між освітою/комеморацією та комерціалізацією/споживанням «маккабрного». Для фестивалю це особливо чутливо, бо його аудиторія – молодь, і межа між «сильним досвідом» і «ефектним контентом» може бути тонкою.

По-друге, є ризик **конкурентних рамок пам'яті**: Чорнобиль може розчинятися в ширших порядках денних (війна, медіаграмотність, волонтерство) або, навпаки, домінувати і витіснити інші важливі локальні сюжети. Маніфест 2022 року демонструє, що фестиваль активно включає воєнну й інформаційну тематику, що закономірно для часу, але змінює баланс пам'яттєвих акцентів.

По-третє, є ризик **інструменталізації пам'яті** – коли Чорнобиль використовується як чисто комунікаційний ресурс. У ветеранському наративі прямо говориться про прагнення «привернути увагу світової спільноти», тобто про стратегічну комунікацію навколо ЧАЕС. Сам по собі

цей намір не є негативним; але у memory studies добре відомо, що пам'ять може бути «мобілізована» під поточні цілі, і це потребує етичного контролю.

Таблиця 1

### Порівняння типових наративів фестивалю

Типовий наратив	Ключові меседжі	Медіаформати	Цільова аудиторія	Потенційні ризики
Чорнобиль як «зона відповідальності»	Минуле повертається як сучасний ризик; пам'ять = дія	Конкурсні теми, репортажі, освітні майстер-класи, спецпроекти	Молодь-учасники, освітяни, медіаспільнота	Моралізаторство; спрощення складної історії; «героїзація без контексту»
Слаутич як місто після катастрофи, що «живе далі»	Місто – приклад стійкості та модерної ідентичності	Міські новини, туризм-наративи, екскурсійні формати	Громада, гості міста, партнери	Перетворення травми на «бренд»; недостатня видимість голосів постраждалих
«Дружба й єдність» як противага травм	Спільнота, контакт, взаємна підтримка	Кольорове братання, гімн, вінок, символічні перформанси	Молодь, містяни	Ритуалізація без рефлексії; зведення пам'яті до «свята»
«Медіаграмотність і правда»	Професійність, відповідальність, протидія фейкам	Маніфести, дискусії, майстер-класи, блог/сайт з метриками охоплення	Молодь, локальні медіа	Політизація; «правда» як риторика без стандартів; ризик стигматизації опонентів
«Креатив як терапія та місто як сцена»	Творчість лікує, дає сенс, об'єднує	Дизайнерські батли, шоу-програми, фотографії	Широка міська аудиторія	Зсув у бік розваги; витіснення чорнобильського контексту в «бекграунд»

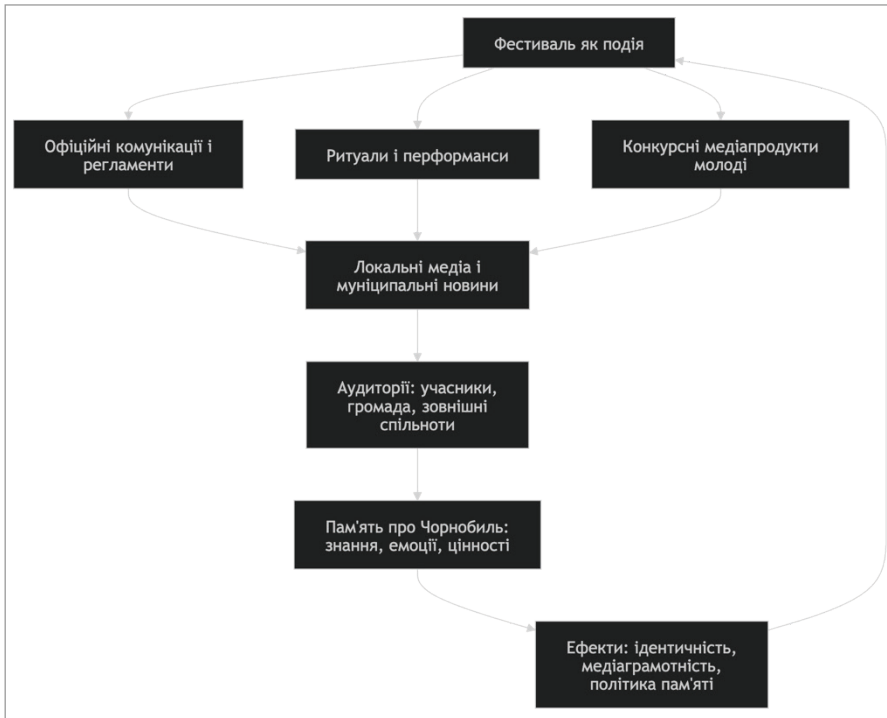
#### Ілюстративні приклади

Приклад, який демонструє “актуалізацію” Чорнобиля через рамку сучасності: у регламенті 2026 року сказано, що це шанс «перетворити досвід минулого на захист майбутнього»<sup>3</sup>.

3 Реєстрація // Золота осінь Слаутича. URL : <https://www.zosya.com.ua/reg/> (20.04.26); Timeline: nuclear safety and security in Ukraine // International Atomic Energy Agency. URL : <https://www.iaea.org/interactive/timeline/169792> (20.04.26).

Приклад, який фіксує первинну комунікаційну логіку фестивалю як «вікна» до ЧАЕС: у ветеранському матеріалі прямо сказано, що подія мала мету «привернути увагу світової спільноти до Чорнобильської АЕС»<sup>4</sup>.

### Мермайд-діаграма зв'язків між фестивалем, медіа, аудиторіями й пам'яттю



Ця схема відображає «петлю медіатизації»: подія виробляє контент і ритуали, медіа поширюють, аудиторії інтерпретують, а сформована пам'ять повертається як нові теми й формати<sup>5</sup>.

### Висновки й рекомендації для журналістів і організаторів

Фестиваль у Славутичі можна розглядати як «інституцію культурної пам'яті», яка, з одного боку, регулярно актуалізує постчорнобильський контекст міста (через екскурсії, партнерства, локальні наративи), а з іншо-

<sup>4</sup> ЗОСя скликає друзів: зустріч з «ветеранами» фестивалю // Slavutych.info. URL : <https://slavutych.info/news/poglad/23054-zosia-sklikaje-druziv-zustric-z-veteranami-festivaliu.html> (20.04.26).

<sup>5</sup> Hjarvard S. The Mediatization of Culture and Society. London ; New York : Routledge, 2013; Halbwachs M. On Collective Memory. Chicago ; London : The University of Chicago Press, 1992; Nora P. Between Memory and History: Les Lieux de Mémoire // Representations. 1989. No. 26. P. 7–24.

го – навчає молодь створювати медійні продукти, здатні транслювати цю пам'ять у ширший інформаційний простір.

Ключовий поворот останніх років – поява рамки «1986 ↔ 2022», за якої Чорнобиль стає не лише символом минулої трагедії, а й маркером сучасної безпеки та відповідальності. Це розширює можливості медійного осмислення (і робить тему ближчою молоді), але підвищує вимоги до якості комунікації та етики.

Рекомендації для журналістів (особливо тих, хто висвітлює фестиваль або працює з темою Чорнобиля).

Журналістські матеріали про фестиваль варто будувати так, щоб Чорнобильський контекст був не «декорацією», а поясненим фоном: чому існує місто, як вибудована його пам'ять, які інституції (музей, меморіали) працюють поруч із подією.

У репортажах про «зону» потрібні стандарти ризик-комунікації: мінімізувати сенсаційність, не маніпулювати страхом, посилатися на авторитетні інституції щодо безпеки та фактів (наприклад, міжнародні документи/таймлайни щодо стану об'єктів у 2022 році).

Для молодіжного контенту особливо важлива етика візуалізації: не романтизувати руїни як «естетику постапокаліпсису» без пояснення реальної історії та людських втрат. Це знижує ризик перетворення Чорнобиля на «темний туризм» у легкій формі.

### **Рекомендації для організаторів.**

Доцільно формалізувати **політику пам'яті фестивалю**: короткий, публічно доступний документ, який пояснює, як і чому подія працює з Чорнобилем (освітній сенс, етичні межі, заборонені форми сенсаційності, принципи безпеки й поваги до постраждалих груп). Це узгоджується з логікою *memory studies*: «місця пам'яті» потребують правил підтримання смислу.

Варто підтримати «архівний» вимір – оцифрування й курирування корпусу «Славести» та конкурсних робіт як довготривалого медіа-архіву Чорнобильської пам'яті очима молоді. Сам факт існування великого масиву публікацій і фото вже проговорюється у внутрішній комунікації; його можна перетворити на окремий публічний ресурс із тематичними добірками.

З огляду на «глибоку медіатизацію» доцільно посилити компоненту критичного мислення щодо платформ: як алгоритми соцмереж зміню-

ють видимість пам'яттєвих тем, чому метрики охоплення не дорівнюють суспільній значущості, і як поєднувати «лайки» з журналістськими стандартами.

Нарешті, якщо фестиваль і надалі використовує рамку «1986 ↔ 2022», важливо уникати «конкурсу травм» (коли одна трагедія витісняє іншу). Корисно пропонувати молоді жанри, що дозволяють поєднати історичну точність, емпатію й практичний вимір (пояснювальні матеріали, інтерв'ю з фахівцями, локальні історії відповідальності, репортажі про інституції безпеки).

### Список пріоритетних джерел

Офіційні та локальні джерела українською (ядро для подальшого контент-аналізу): сайт фестивалю (історія/традиції/регламенти/новини/фото). Офіційні новини про фестиваль 2025 року (програма, аудиторії, партнерства). Локальні репортажі (2023–2025): підсумки, формати, фото-репортажі, пам'ять «ветеранів» фестивалю. Енциклопедична довідка (джерело базових фактів про заснування та програмні елементи). Матеріали про історію Славутича: офіційна сторінка громади та публікації .

Ключові академічні та інституційні джерела (для теорії й контексту): Harvard про медіатизацію як метапроцес; Couldry & Hepp про “mediated construction” / глибоку медіатизацію. Nora (lieux de mémoire) та Assmann (культурна пам'ять і медіа-носії). Quinn і Getz (фестивалі як міська політика/досвід подій). Українські огляди: Курії про медіатизацію культури; Ilin та Osipchuk про memory studies. Контекст 2022 року: таймлайн і звіти щодо Чорнобильського майданчика.

**СІЧКАРЕНКО Галина Геннадіївна,**  
доктор історичних наук, професор,  
Національний транспортний університет  
ORCID ID: 0000-0003-3292-4681  
Україна

## **ФОРМУВАННЯ СУСПІЛЬСТВОЗНАВЧИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ: ВНЕСОК ІСТОРИКА Н. П. БАРАНОВСЬКОЇ**

Події останніх років, зокрема вторгнення у 2014 році росії до Донецької та Луганської областей і початок у лютому 2022 року повномасштабної війни проти України, змінили акценти уваги суспільства в цілому, і науковців, зокрема. Центром уваги на всіх етапах історії стають суспільні потрясіння. Так само потрясінням стала у 1986 році аварія на 4-му енергоблоці Чорнобильської АЕС, яка відбулась на початку доби 26 квітня. Керівництво СРСР намагалось приховувати інформацію про подію, однак колосальні наслідки аварії швидко стали очевидними. І першими про неї заговорили фахівці й екологи за кордоном. Однак всередині країни інформація про аварію та її наслідки була дуже обмеженою, що породжувало безліч чуток.

На теперішній час, в умовах незалежності України, коли опубліковано кілька великих збірників документів різних архівів, видано чимало наукової, науково-популярної та публіцистичної літератури, створена величезна кінодокументалістика, здається, суспільство має достатнє знання про подію, що визначила долю мільйонів українців. Однак, за умов перебування України в складі СРСР інформація про аварію була закритою, а можливість її вивчення – дуже обмежена та пов'язана з серйозними труднощами та самовідданістю дослідників.

Лише з набуттям державної незалежності у суспільствознавців, зокрема – істориків, які вивчали новітні процеси, з'явилась надія отримати доступ до закритих раніше матеріалів. Ідея підготовки великого збірника документів і матеріалів з'явилась відразу ж – у 1991 році, а вже у 1992-

му в Інституті історії України Національної академії наук України до плану наукової роботи було внесено це завдання. Доручили роботу над документами і матеріалами Чорнобильської трагедії старшому науковому співробітнику відділу сучасної історії України Інституту історії України НАН України – Барановській Наталії Петрівні. За висловом вченої, вона, навіть уявити собі не могла на початку роботи, наскільки величезних зусиль буде вимагати ця наукова робота.

Барановська Наталія Петрівна (1948-), 1973 року закінчивши історичний факультет Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 44 роки працювала в Інституті історії України Національної академії наук України. У 2006 році захистила першу докторську дисертацію з проблеми «Чорнобиль в новітній історії України: влада і суспільство», яка викликала велику зацікавленість у середовищі чорнобильців – як науковців, так і безпосередніх учасників подолання наслідків аварії. Наталія Петрівна була першим істориком, яка розшукувала документи та ретельно їх аналізувала і поклала своє здоров'я на дослідження та популяризацію знань про трагічну подію 1986 року. Загальний список наукових праць Н. П. Барановської складає понад 300 назв, з них близько 80 – присвячених чорнобильській трагедії.

Дослідження проблем новітньої історії України має свою специфіку, яка полягає в необхідності вивчення величезного кола джерел, які ще не відкриті в державних архівах. Це особливо яскраво простежується в ході вивчення аварії на 4-му енергоблоці Чорнобильської атомної електростанції, яка переросла, за своїми наслідками, у величезну технічну, наукову та суспільно-політичну проблему. Саме набуття Україною державної незалежності дозволило дослідниці почати пробивати стіну абсолютної засекреченості, за якою ховалась правдива інформація про причини, хід, наслідки тої аварії, та зусилля держави і суспільства з їх подолання.

Попереднє ознайомлення з доступною періодикою дозволило дослідниці окреслити коло державних структур, задіяних у вирішенні посталих перед Україною та СРСР в цілому, проблем, породжених аварією. В ході пошуку матеріалів і боротьби за доступ до них, директорів Інституту історії України – нині академіку Валерію Андрійовичу Смолю, довелося підписати величезну кількість листів – звернень до керівників

Верховної Ради, Уряду, Академії наук, багатьох міністерств і відомств, самої Чорнобильської АЕС та, пізніше, адміністрації Зони відчуження, деяких архівів, розташованих в Москві, де, на думку дослідниці, могли відкритися необхідні матеріали.

Традиція суворого приховування інформації від суспільства, особливо в питаннях, пов'язаних із аварією на ЧАЕС, інерційно продовжувалась і на початку 1990-х років. Тому в ході великої пошукової роботи Н. П. Барановській довелося долати спротив керівників Перших відділів багатьох задіяних організацій – посадовців, покликаних «берегти державну таємницю». Ці підрозділи зберігали документи з грифом «таємно» та «абсолютно таємно». І навіть залучаючи вплив директора Інституту не завжди вдавалося з першого, другого чи третього звернення одержати доступ до необхідних матеріалів. Так, до начальника Першого відділу апарату Уряду України їй довелося чотири рази ходити на прийом і переконувати його в необхідності дозволити історикам вивчити документи, що зберігались у фондах відділу.

Навпаки, в Міністерстві УРСР у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, створеному влітку 1991 року і першим міністром якого став Готовчиць Георгій Олександрович (працював з 24 серпня 1991 до 31 грудня 1994 року) до задуму істориків поставились дуже позитивно. Зокрема, в адміністрації Зони відчуження Чорнобильської АЕС (АЗВ), розташованої в містечку Чорнобиль, до якої звернувся Інститут з проханням дозволити співробітниці попрацювати за документами, поставилися з розумінням і зацікавленістю. В особі заступника начальника АЗВ Купного Валентина Іполитович (в майбутньому – начальника «Об'єкта «Укриття») історик Наталія Барановська знайшла висококваліфікованого фахівця – атомника, переконливого консультанта, який зумів пояснити історичні принципи дії величезного складного науково-технічного виробничого об'єкту, яким є атомна електростанція.

Першим результатом пошуків, накопичення та систематизації документальної інформації Наталії Барановської стала публікація в № 4 Українського історичного журналу (УІЖ) за 1994 рік підбірки документів «З історії будівництва ЧАЕС»<sup>1</sup>. Стаття висвітлює передумови, процес

1 З історії будівництва Чорнобильської АЕС // Український історичний журнал. 1994. № 4. С. 75-89. URL: [http://resource.history.org.ua/publ/journal\\_1994\\_4\\_75](http://resource.history.org.ua/publ/journal_1994_4_75) (24.03.26)

проектування та зведення станції. Дослідниця аналізує вибір локації (правобережжя Прип'яті, 1966 рік), етапи будівництва та соціально-економічні аспекти створення міста Прип'ять.

Робота в архівах різних відомств, вивчення деяких публікацій, що почали з'являтися, дозволили історичу підготувати і опублікувати у 1995 році препринт Інституту історії України НАН України – збірник документів і матеріалів в двох частинах – «Чорнобиль: проблеми здоров'я населення»<sup>2</sup>. Цей фундаментальний збірник висвітлює медичні, соціальні та демографічні наслідки аварії, містить протоколи, звіти про стан здоров'я ліквідаторів та населення. Публікація викликала неабияку зацікавленість фахівців. Інколи й тих, хто за своїм фахом мав захищати атомну енергетику. Зокрема, опубліковані документи викликали невдоволення ніби то тенденційним підбором, директора Інституту біофізики АН СРСР академіка Л. А. Ільїна. В ході особистої зустрічі під час відрядження до архівів Москви, дослідниці довелося витримати дискусію з цим видатним фахівцем з приводу «нешкідливості» радіаційного опромінення для організму людини.

Десята річниця аварії на ЧАЕС (1996 рік) відзначилася високим суспільним резонансом через глибоку економічну кризу, соціальні проблеми ліквідаторів та усвідомлення довгострокових екологічних наслідків. Накопичені вже дослідницею матеріали потребували оприлюднення, популяризації надбаних знань. У квітні 1996 року Наталія Барановська виступала на радіо «Свобода», записувала матеріал для програми ТБ «Післямова», двічі публікувалась у «Вечірньому Києві», брала участь у науково-теоретичного семінарі «Перебудова: задум і результати в Україні» (до 10-річчя проголошення курсу на реформи), де доповідала про Чорнобильську катастрофу, як аргумент перебудови. В УІЖі №№ 3,4 за 1996 рік був опублікований матеріал «Коріння Чорнобильської трагедії: питання безпеки атомної енергетики мовою документів»<sup>3</sup>. Згадана публікація документів і матеріалів в Українському історичному журналі розкриває передумови Чорнобильської катастрофи через розсекречені документи. Матеріали демонструють ігнорування питань безпеки, конструктивні недоліки реакторів РБМК, поспіх при будівництві та приховування аварійних ситуацій радянським керівництвом задовго до 1986 року.

2 Чорнобиль: проблеми здоров'я населення. Збірник документів у 2-х частинах. Частина друга. Київ, 1995. 240 с.

3 Коріння Чорнобильської трагедії: питання безпеки атомної енергетики мовою документів // Український історичний журнал. 1996. № 4. С. 133–146. URL : <https://nasu-periodicals.org.ua/index.php/uhj/article/view/21660> (24.05.26)

Між тим, найбільший суспільний резонанс у 1996 році викликала презентація в Інституті історії України НАНУ збірника «Чорнобильська трагедія. Документи і матеріали»<sup>4</sup>, при підготовці якого Наталія Петрівна виступила як головний упорядник, співавтор вступу та автор коментарів. Це фундаментальне видання, що містить унікальні архівні документи про аварію 1986 року, він докладно висвітлює перебіг катастрофи, евакуацію, ліквідацію наслідків, медичні та соціальні аспекти цього явища. Практично всі республіканські газети відгукнулись на цю подію. У грудні 1996 року Н. П. Барановська розповідала про документи і матеріали в програмі «Дзвони Чорнобиля» на телебаченні.

Збір необхідних документів вимагав наполегливості та забирав багато сил. Наприклад, щоб отримати дозвіл працювати в архіві Першого відділу Президії академії наук, дослідниці довелося залучати власні знайомства. А щоб отримати можливість працювати в архіві академічної структури в Зоні відчуження – МНТЦ Укриття – прийшлося звертатися до видатного академіка-фізика Віктора Григоровича Бар'яхтара. Згодом, один із членів редакційної колегії збірника – академік Д. М. Гродзінський – завідувач відділом біофізики та радіобіології Інституту клітинної біології і генетичної інженерії Національної академії наук України – в приватній бесіді зазначив, що тепер він розуміє, що таке «настільна книга», бо збірник «Чорнобильська трагедія. Документи і матеріали» постійно був в нього на робочому столі.

Цікаву оцінку роботі Н. П. Барановської на презентації збірника у 1996 році, що відбувалась в Інституті історії України, дав академік – фізик В. Г. Бар'яхтар, який зазначив, що ніколи б не подумав, що історики можуть так якісно розібратися в проблемі, а до того ж що її дослідником може бути жінка.

Стало зрозумілим, що аварія, її наслідки та впливи на суспільство – тема – яка потребує подальшого ретельного вивчення. Окреслювалося коло проблем, які вимагають дослідження, й історик за фахом, Наталія Петрівна почала в неї заглиблюватися. Її публікації наступних років присвячені наслідкам чорнобильської катастрофи для українського села<sup>5</sup>, осмисленню Чорнобильської проблеми через призму історично-

4 «Чорнобильська трагедія: Документи і матеріали». Київ: Наукова думка, 1996. 715 с.

5 Матеріали Всеукраїнського симпозиуму з проблем аграрної історії в 2-х частинах. Ч.2. Київ- Умань, 1997.

го краєзнавства<sup>6</sup>, окресленню підходів до чорнобильської проблеми в незалежній Україні<sup>7</sup> та ін.

Накопичення матеріалів з різних джерел дало можливість дослідниці у 1998–1999 роках зосередитися на питаннях міжнародних впливів і зв'язків України. Було опубліковано статті «Міжнародний аспект Чорнобильської катастрофи»<sup>8</sup> та «Чорнобильська проблема як фактор міжнародної співпраці»<sup>9</sup>. Більш узагальнено цю проблему розкрито в монографії «Україна. Чорнобиль. Світ», що побачила світ завдячуючи співпраці з Міністерством України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи та Дослідницько-інформаційним центром «Міжслов'янська ініціатива» у 1999 році<sup>10</sup>.

Ця монографія – перша в українській історіографії спроба висвітлення масштабів Чорнобильської катастрофи та реакції на неї світової спільноти на основі використання широкого кола вітчизняних і зарубіжних джерел, зокрема недоступних в попередні роки архівних матеріалів. В ній розкривається допомога, яку надавали міжнародні організації, окремі держави, ділові кола та приватні особи в справі мінімізації медичних та екологічних її наслідків, вирішенні фізико-технічних, економічних та соціально-політичних проблем, що постали перед Україною. Робота підготовлена на замовлення Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи.

Наталія Баранівська проводила широку громадську діяльність щодо розповсюдження об'єктивної інформації про Чорнобильську катастрофу та її уроки, зокрема, конкретно в освітянському середовищі. Так, у журналі «Історія в школі» була опублікована стаття «Планетарні наслідки аварії на ЧАЕС та реакція на неї світової спільноти»<sup>11</sup>.

6 Історичне краєзнавство і культура. Зб. наукових доповідей і повід. УПІ Всеукраїнська наукова конфер. В 2 ч. К.-Х., Рідний край, 1997.

7 Незалежність України: історичні витоки та перспективи. Матеріали науково-практичн. конфер. 22 серпня 1997 р. Київ: Інститут історії України. 1997.

8 Україна в європейських міжнародних відносинах: Наук. зб. К.: Ін-т історії України НАНУ, 1998. 526 с.

9 Четвертий міжнародний конгрес українців, Одеса, 26-29 серпня 1999 р. Доповіді та повідомлення. Історія [Текст] / Міжнародна асоціація українців, Українське історичне товариство. Одеса. 1999. Ч. 2: XX століття / відп. ред. С. Кульчицький, В. Даниленко. [Б. м.] : [б.в.], 1999. 634 с.

10 Барановська Н. П. Україна – Чорнобиль – Світ. Чорнобильська проблема у міжнародному вимірі. 1986-1999. Київ: Ніка-Центр, 1999. 400 с.

11 Барановська Н. Планетарні наслідки аварії на ЧАЕС та реакція на неї світової спільноти // *Історія в школі*. 2000. № 4. С. 2–8.

Кількалітні поїздки дослідниці до зони відчуження, спілкування з тодішнім директором ЧАЕС Сергієм Костянтинівичем Парашиним, багатьма фахівцями самої станції та Укриття, робота зі службовими документами ЧАЕС, «Об'єкта «Укриття»» та інших підрозділів, що працювали в зоні, дозволили створити значну документальну базу, глибше зрозуміти фізико-технічні та суспільно-політичні аспекти проблеми. Публікація монографії «Об'єкт «Укриття»: проблеми, події, люди» у 2000 році<sup>12</sup> у видавництві «Євротест» стала фундаментальним дослідженням процесів створення, експлуатації та перетворення укриття над зруйнованим 4-м енергоблоком ЧАЕС. Книга аналізує техногенні, соціальні та людські аспекти ліквідації аварії. Вона стала проявом довіри фахівців – чорнобильців до роботи історика. Спеціалісти, задіяні у вирішенні проблем Укриття, спирались на опубліковані дослідження. Так, колектив Державного науково-дослідного інституту будівельних конструкцій, готуючи у співпраці з Київським інститутом «Енергопроект» та Інститутом проблем безпеки атомних електростанцій книгу «Від Укриття до конфайнмента четвертого блока Чорнобильської АЕС»<sup>13</sup>, посилаючись на 442 джерела інформації, в основному технічної, використали й роботи Інституту історії України. Автори подарували Н. П. Барановській свою велику книгу з подячним написом колективу Інституту історії України НАНУ в цілому і дослідниці, зокрема.

Аварія на 4-му енергоблоці Чорнобильської АЕС переросла у велику комплексну катастрофу для України. Екологічні, морально-етичні, фізико-технічні та соціально-економічні її складові, нажаль поступово почали відходити на другий план державної політики. Проте науковиця продовжувала досліджувати окремі конкретні питання, намагалась говорити про них. Н. П. Барановською опубліковано, зокрема, підрозділ «Проблеми Чорнобиля: соціально-економічний вимір»<sup>14</sup> у колективної монографії та препринт Інституту історії України «Соціальні та економічні наслідки Чорнобильської катастрофи» («Історичні зошити»)<sup>15</sup>

12 Барановська Н. П. Об'єкт «Укриття»: проблеми, події, люди. Київ: Євротест, 2000. 285 с.

13 От укрытия до конфайнмента Четвертого Блока Чернобыльской АЭС. Строительные аспекты : монография. Logos, Kiev, 2006. 520 с.

14 Україна: утвердження незалежної держави (1991-2001) [Текст] / Н. П. Барановська [та ін.] ; відп. ред. В. М. Литвин. К.: Видавничий дім «Альтернативи», 2001. 704 с.

15 Барановська Н. П. Соціальні та економічні наслідки Чорнобильської катастрофи / Ред. кол.: С. В. Кульчицький (гол. ред.), О. І. Ганжа (відп. секр.), В. О. Горбик, О. І. Гуржій, В. М. Даниленко, М. Ф. Дмитрієнко, М. В. Коваль. НАН України. Інститут історії України. К.: Інститут історії України, 2001. 98 с. (Історичні зошити)

П'ятнадцята річниця аварії на ЧАЕС – 2001 рік – видався для дослідниці надзвичайно насиченим публікаціями, виступами, участю в підготовці різної документації для державних структур. Зокрема, вона співпрацювала з Комітетом Верховної Ради України з питань екологічної політики, природокористування та ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи. Як одна із співавторів брала участь у підготовці доповіді «Обставини, причини та наслідки аварії на Чорнобильській АЕС». Частина 1 «Обставини аварії» (Свідоцтво про реєстрацію авторських прав ПА № 4154). У Міжвідомчому збірнику наукових праць «Міжнародні зв'язки України: наукові пошуки і знахідки» опублікувала 2 друківаних аркуша про участь світової спільноти у вирішенні проблем укриття над зруйнованим 4-м енергоблоком Чорнобильської атомної електростанції<sup>16</sup>. В міжнародному журналі «Наука та наукознавство» (2001, № 4) – стаття про внесок науковців у вирішення проблем зруйнованого 4-го енергоблоку ЧАЕС; в УІЖі – про наукові дослідження об'єкту «Укриття»<sup>17</sup>. В збірнику наукових праць «Проблеми історії України факти, судження, пошуки» – йшлося про державні засади вирішення проблем об'єкта «Укриття» над зруйнованим 4-м енергоблоком ЧАЕС<sup>18</sup>.

Дослідниця також активно брала участь в міжнародних конференціях, зокрема на конференції «П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання» доповідала про процес ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи очима істориків України<sup>19</sup>. Про проблеми «Об'єкта «Укриття» в контексті суспільствознавства говорила на IV міжнародній науково-практичній конференції «Об'єкт «Укриття» 15 років. Минуле. Сучасне. Майбутнє»<sup>20</sup>, що відбулась у м. Славутич, 28-30 листопада 2001 року.

Багаторічна самовіддана дослідницька та громадська діяльність Наталії Петрівни Барановської, систематичні виступи у багатьох засобах масової інформації отримали широке наукове та суспільне визнання в країні. У 2001 році вона отримала Премію імені Миколи Івановича

16 Міжнародні зв'язки України: наукові пошуки і знахідки : міжвід. зб. наук. пр. Київ. 2001. Вип. 10.

17 Барановська Н. П. Об'єкт «Укриття»: наукові дослідження останнього десятиліття // *Український історичний журнал*. 2001. № 3. С. 91-104.

18 Барановська Наталя. Закриття ЧАЕС як політична і соціально-економічна проблема України та світової спільноти // *Проблеми історії України: факти, судження, пошуки*. 2002. № 6. С. 551-563.

19 П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання» (Київ, 18–20 квітня 2001 р.). Міжнародна конференція : зб. тез. Київ. 2001.

20 Барановская Н. П. Проблемы «Укрытия» в контексте обществоведения. IV міжнар. науково-практична конференція «Об'єкт «Укриття» 15 років. Минуле. Сучасне. Майбутнє». Вип. 10. Ч. 1. Чорнобиль/ 2002. 500 с. С. 183-187.

Костомарова, яка встановлена Національною академією наук України за видатні роботи в галузі історії та історичного джерелознавства. У офіційному видання Державної служби України з надзвичайних ситуацій у двох випусках (№ 3 і № 10) були опубліковані докладні інтерв'ю з нею<sup>21</sup>.

Наступний, 2002 рік, став також роком інтенсивної праці. Продовжувався пошук документів в Києві, Чорнобилі, на ЧАЕС, планувалась поїздка до колишньої радянської столиці. Однак, не обійшлося, нажаль, і без прикрого моменту під час пошуків правдивої фахової інформації. Невдачею завершилися намагання Н. П. Барановської опрацювати матеріали колишнього Центрального партійного архіву при ЦК КПРС. З 1991 року його фонди, що стосувались новітнього часу, і зокрема аварії на ЧАЕС, були трансформовані у Президентський архів РФ, доступ до якого «громадяни іншої держави» був закритий, про що дослідниці надійшло письмове повідомлення до Києва. Не вдалося опрацювати й відповідні матеріали архіву Міністерства оборони СРСР, оскільки воно перетворилось на Міністерство оборони РФ і на момент звернення категорично перекрило доступ дослідникам з України. Компенсацією цих зривів стали зустрічі і консультації з відомими фізиками-ядерниками з Інституту атомної енергії імені Курчатова, зокрема Є. П. Веліховим, О. О. Боровим, К. П. Чечеровим та іншими.

У 2002 році було опубліковано: в книзі «Нарис історії України ХХ століття» матеріал «Українське суспільство після Чорнобильської катастрофи»<sup>22</sup>; у Міжвідомчому збірнику наукових праць «Проблеми історії України: Факти, судження, пошуки» – стаття «Закриття ЧАЕС як політична і соціально-економічна проблема України та світової спільноти»<sup>23</sup>; в авторитетному науковому виданні Інституту історії України НАН України «Спеціальні історичні дисципліни: питання теорії та методики» розміщено інформацію про Чорнобильську катастрофу та ліквідацію її наслідків в інтернеті<sup>24</sup>. У збірнику «Українське суспільство.

21 Яблуневий цвіт і гілка полину: Чорнобиль у житті і творчості історика Наталії Барановської // *Надзвичайна ситуація* : журнал. 2001. № 3, № 10. Київ : «Рятівник -інформ», 1997.

22 Барановська Н. П. Українське суспільство після Чорнобильської катастрофи // Нарис історії України ХХ століття. К.: Генеза, 2002.

23 Барановська Наталя. Закриття ЧАЕС як політична і соціально-економічна проблема України та світової спільноти // *Проблеми історії України: факти, судження пошуки (1991-2015)* : міжвід. зб. наук. пр. К.. 2002. Вип. 6. С. 551-563.

24 Барановська Наталя. Інформація про Чорнобильську катастрофу та ліквідацію її наслідків у всесвітній інформаційній мережі «Internet» // *Спеціальні історичні дисципліни: питання теорії та методики*. 2002. Число 8–9. С. 384.

Друга половина ХХ століття. Історія та сучасність», підготовленим Інститутом історії України НАН України вийшла стаття «Спорудження укриття над зруйнованим 4-м енергоблоком ЧАЕС»<sup>25</sup>; у збірнику наукових праць «Проблеми історії України: факти, судження, пошуки» (Випуск спеціальний. До 10-річчя незалежності України) опубліковано статтю «Незалежна Україна і проблеми, породжені Чорнобильською катастрофою»<sup>26</sup>.

Того ж 2002 року, у співавторстві з фахівцями, на замовлення Комітету Верховної Ради України з питань екологічної політики, природокористування та ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи підготувала доповідь «Причини аварії на Чорнобильській АЕС (перший етап аварії 00.00'00'' 26.04.86р. – 21.30' 26.04.86р.)». Дослідження, висновки та пропозиції» (Свідectво про реєстрацію авторських прав на твір № 5210 від 25 березня 2002 р.). Крім того є співавторкою Електронної енциклопедія історії Києва на двох CD дисках (Частина друга) – сюжет про Чорнобиль в долі Києва та киян. Виступила з гостро полемічними міркуваннями стосовно стану та перспектив експлуатації атомної станції, що залишаються актуальними і зараз, «16 років... А далі?» на сторінках газети Голос Просвіти, № 19.

Поряд з публікацією в книзі<sup>27</sup> аналітичного матеріалу з приводу Чорнобиля, як дзеркала соціогуманітарних проблем глобалізації, та прямого ефіру на радіо Ера 26 квітня 2003 року, Наталія Петрівна відгукнулась на прохання чорнобильця Г. Біленького з Дніпропетровщини і провела велику науково-редакційну роботу з його рукописом щодо діяльності громадської організації «Рух Чорнобиль ТМ» співробітників управління МВС України та підготувала вступ до книжки «Громадська організація «Рух Чорнобиль ТМ»: становлення та діяльність», яка обсягом 10 друкованих аркушів була опублікована у Дніпропетровську у 2003 році.

Зберігається інформація про наукові дослідження Н. П. Барановської цього періоду і в бібліотеках теперішнього нашого ворога – росії. Це

25 Барановська Н.П. Спорудження укриття над зруйнованим 4-м енергоблоком ЧАЕС. // 36. науково-популярних статей. Українське суспільство. Друга половина ХХ століття. Історія та сучасність. К.: Інститут історії, 2002. 259 с.

26 Барановська Н. П. Незалежна Україна і проблеми, породжені Чорнобильською катастрофою // Проблеми історії України: Факти, судження, пошуки: Міжвід. зб. наук. пр. / НАН України. Ін-т історії України; Відп. ред. В. А. Смолій. К., 2002. 567 с.

27 Соціогуманітарні проблеми глобалізації [Текст] : матеріали засідання Дискусійного клубу української науково-педагогічної інтелігенції 7 листопада 2003 р. К.: Видавництво УАЗТ, 2003. 104 с.

інтерв'ю, виступи на міжнародних наукових конференціях<sup>28</sup>, публікації в наукових історичних журналах<sup>29</sup> тощо.

Чорнобильська катастрофа – явище надзвичайно складне і багатогранне. Наталія Петрівна намагалась комплексно підходити до її вивчення. Проявом цього підходу стало опрацювання історико-географічної складової проблеми. Про Чорнобильську зону відчуження як явище сьогодення вона розмірковувала на сторінках збірника наукових праць «Історико-географічні дослідження в Україні»<sup>30</sup>, що видається Інститутом історії України НАН України, присвячений злободенним проблемам історичної географії, картографії, топографії та регіоналістики.

Навколо аварії на ЧАЕС відбувались і досі відбуваються зіткнення різних бачень її причин, ходу, наслідків, процесів. Зіткнення політичних, бізнесових, наукових інтересів різних груп впливу перетворили проблему з науково-технічної на суто політичну і бізнесову. Відображаючи ці складні моменти у своїх дослідженнях, історик взяла участь, разом із колективом дослідників, у підготовці монографії «Чорнобильська катастрофа: під іншим кутом зору», яку опубліковано видавництвом Фенікс<sup>31</sup>. Була також підготовлена колективом авторів – фахівців різних галузей знання за участю Н. П. Барановської книга «Чорнобильський лабіринт. Сценарій катастрофи, факти документи» обсягом 13 друкованих аркушів<sup>32</sup>.

Дискусійність трактування ряду моментів аварії Наталя Петрівна добре усвідомлювала, спілкуючись з багатьма фахівцями. Вона стала першою і єдиною, хто висловився критично відносно понятійного апарату урядових документів, в яких, зокрема, використовувався термін «ліквідація наслідків аварії». Переконання дослідниці, сформоване під впливом консультацій з фахівцями різних галузей знання, дозволило їй запропонувати термін «мінімізація наслідків аварії» який використовується останні роки.

28 Барановська Н. П. Аварія на 4-му енергоблоці Чорнобильської АЕС та «Укриття» над ним як наукова та технічна проблема // Історія науки і техніки. III міжнар. молодіжна наук. конф. 2–4 грудня 2003 року. Зб. наук. праць. Санкт-Петербург: Вид. СПб. ун-ту. 2004.

29 Барановська Н. П. Чорнобильська катастрофа в історіографії України та Росії. *Вісник Удмуртського університету. Серія Історія*. 2004. № 3.

30 Барановська Н. П. Чорнобильська зона відчуження – явище сучасності : збірник наукових праць // Історико-географічні дослідження в Україні : Зб. наук. пр. К. : Ін-т історії України НАН України, 2004. Число 7. С. 186–210.

31 Барановська Н.П. Чорнобильська катастрофа: під іншим кутом зору : монографія / Н.П. Барановська, Л.Б. Берестов, О.М. Гришак, А.В. Королевська, К.: Фенікс. 2004. 152 с.

32 Барановська Н. П. Чорнобильський лабіринт: сценарій катастрофи, факти, документи : монографія / Н. П. Барановська, Л.Б. Берестов, О.М. Гришак, А.В. Королевська. К.: УАН. 2005. 340 с.

Продовжуючи опрацьовувати накопичені матеріали, дослідниця у 2004–2005 роки вийшла на новий рівень їх узагальнень. Монографія «Чорнобильська катастрофа в публікаціях»<sup>33</sup>, видана в Інституті історії України, акумулювала в собі величезну інформацію та наукові висновки авторки. Це була перша в українській історіографії спроба оглянути значну кількість публікацій про найбільшу техногенну катастрофу ХХ століття з позицій історичної науки. До аналізу залучено публікації суспільно-політичного характеру, праці, що розкривають технологічні аспекти: проблеми атомної енергетики доаварійного періоду, аварію, її хід, причини та уроки. Окремі розділи присвячено екологічним та медичним наслідкам катастрофи. Значне місце посідає комплекс публікацій про зусилля з мінімізації наслідків катастрофи, зокрема спорудження укриття над зруйнованим енергоблоком та його проблеми, вирішення долі ЧАЕС та м. Славутича тощо. Спеціальні розділи присвячено зарубіжним публікаціям та ресурсам інтернет мережі. Матеріали монографії, на думку дослідниці, мали допомогти наступному поколінню дослідників зробити новий крок у вивченні проблеми. Так і сталося.

Для науково-популярної праці «Нарисів історії України ХХ століття» Наталя Петрівна підготувала сюжет про стан українського суспільства після Чорнобильської катастрофи<sup>34</sup>, а в Міжнародному науковому журналі «Наука та наукознавство» № 4 за 2005 окреслила стан вивчення окремих аспектів чорнобильської проблеми. Про маловідомі проблеми Чорнобильської катастрофи йшлося в збірнику наукових праць «Історія України. Маловідомі імена, події, факти»<sup>35</sup>.

Про інтенсивність роботи дослідниці в рік 20-ї річниці аварії свідчить кількість публікацій, виступів у ЗМІ, участь у конференціях всередині країни та за її межами. Були опубліковані наукові статті в провідному Українському історичному журналі НАН України<sup>36</sup>; в Історичному журналі про стан розробки чорнобильської проблеми історичною наукою

33 Барановська Н. Чорнобильська катастрофа в публікаціях : монографія. К.: Інститут історії України НАН України. 2004. 207 с.

34 Барановська Н. Українське суспільство після Чорнобильської катастрофи // Нариси історії України ХХ століття. К.: Генеза, 2005.

35 Барановська Н.П. Чорнобильська катастрофа: маловідомі проблеми : монографія // Історія України. Маловідомі імена, події, факти : Зб. наук. пр. К. : Ін-т історії України НАН України, 2005. Вип. 29, Ч. 2. С. 374-390

36 Барановська Н.П. Суспільний вимір Чорнобильської катастрофи. *Український історичний журнал* : Наук. журн. / НАН України, Ін-т історії України, Ін-т політ. і етносоц. досліджень. К., 2006. N2. С. 129-145

України<sup>37</sup>; в Наукових записках Вінницького Державного педагогічного університету ім. М. Коцюбинського йшлося про вплив чорнобильської катастрофи на довкілля та спосіб життя населення забруднених регіонів<sup>38</sup>. Дослідниця приділила увагу й такому важливому питанню, як участь військових у ліквідації аварії на Чорнобильській АЕС та мінімізації її наслідків у журналі «Воєнна історія»<sup>39</sup> та збірнику наукових статей «Сторінки воєнної історії України»<sup>40</sup>. Предметом уваги став і аналіз джерельного забезпечення вивчення проблеми, зокрема архівні джерела вивчення Чорнобильської катастрофи, результатом чого стала ґрунтовна стаття в журналі Архіві України<sup>41</sup>. Іншою групою важливих джерел в ході вивчення Чорнобильської проблеми, на думку дослідниці, була фахова періодика та засоби масової інформації, про що йшлося у збірнику наукових праць Інституту історії України НАНУ «Спеціальні історичні дисципліни: питання теорії та методики»<sup>42</sup>.

Свого часу до аварії на ЧАЕС була прикута велика увага науковців і політиків як в Україні, так і в світі. Тому двадцята річниця цієї трагічної події згадувалась досить широко. Відбувалось багато міжнародних наукових конференцій, зокрема й тих, в яких брала участь Наталя Петрівна. Так у березні 2006 р. в м. Маростіка в Італії відбулась конференція «Україна після Чорнобиля», організована професоркою, завідувачкою кафедри українознавства Римського університету Ла Сап'єнца, донькою відомої української поетеси Ліни Костенко – Пахльовською Оксаною. Честь представляти Україну, поряд з відомим письменником, науковцем, дипломатом, політичним діячем Юрієм Щербаком та відомим істориком Юрієм Шаповалом, мала і Барановська Наталя Петрівна. Пізніше, 2011 року в Італії було видано збірник «Il nome della stella e Assenzio» Ricordando Chernobyl (Згадуючи Чорнобиль) FINITO DI STAMPARE PRESSO BERTONCELLO ARTIGRAFICHE CIT-

37 Барановська Н. Стан розробки чорнобильської проблеми історичною наукою України. *Історичний журнал* : Наукове громадсько-політичне видання. К. : Вища шк., 2006. N2. С. 48-56

38 Барановська Н. Вплив чорнобильської катастрофи на довкілля та спосіб життя населення забруднених регіонів. *Наукові записки ВДПУ. Серія: Історія*. 2006. вип. 10.

39 Барановська Н. Військові – учасники ліквідації аварії на Чорнобильській АЕС. *Воєнна історія*. 2006. № 1-3

40 Барановська Н.П. Участь військових у ліквідації аварії на Чорнобильській АЕС та мінімізації її наслідків *Сторінки воєнної історії України* : Зб. наук. ст. К. : Ін-т історії України НАН України, 2006. Вип. 10, Ч. 2. С. 364-386

41 Барановська Н. Архівні джерела вивчення Чорнобильської катастрофи. *Архіві України*. 2006, № 1

42 Барановська Наталя Фахова періодика та засоби масової інформації як важливе джерело Чорнобильської проблеми // *Спеціальні історичні дисципліни: питання теорії та методики*. 2006. Число 13. Ч. II. С. 37

TADELLA (PD) FEBBRAIO 2011, де опубліковано її матеріал «L'Ukraina dopo Chernobyl :il potere e la soci (Україна після Чорнобиля: влада і суспільство)».

Після повернення з Італії вона взяла участь у Міжнародній конференції «Двадцять років Чорнобильської катастрофи. Погляд у майбутнє. 24-26 квітня 2006 року. Київ, Україна», яка відбулась безпосередньо в Чорнобилі<sup>43</sup>. Влітку за дорученням Музею Чорнобиля в Києві і на запрошення японського антиядерного руху Наталія Барановська відвідала Токіо, де мала багато зустрічей і виступів. Певним підсумком року стали інформації, опубліковані в Українському історичному журналі № 3 та 4 про конференції до 20-річчя чорнобильської катастрофи<sup>44</sup>.

Восени 2006 року в науковому житті Наталії Петрівни сталася знакова подія – вагомим підсумком її більше ніж десятилітньої роботи по проблемі став захист 27 жовтня докторської дисертації «Чорнобиль в новітній історії України: влада і суспільство»<sup>45</sup>, яка отримала багато схвальних відгуків в науковому середовищі.

В наступні роки Наталія Петрівна, використовуючи свої напрацювання, брала участь у підготовці колективних праць та продовжувала розширяти коло досліджуваних аспектів проблеми. Так, в книзі «Державотворчий процес в Україні 1991–2006», де представлені матеріали науковців і політиків, які зробили свій власний вклад у новітній український державотворчий процес, дослідниця надала систематизований науково-аналітичний матеріал у підрозділі «Проблема Чорнобиля: соціально-економічний вимір»<sup>46</sup>, а у фундаментальному виданні до 90-річчя від дня заснування Національної академії наук України – розділ «Участь у подоланні наслідків Чорнобильської катастрофи»<sup>47</sup>. Популяризацією участі НАН України у розв'язанні проблем, породжених аварією на ЧАЕС стала публікація в Українському історичному журналі статті

43 Барановська Н. Погляд у майбутнє через уроки минулого // «Двадцять років Чорнобильської катастрофи. Погляд у майбутнє», міжнар. конф. Міжнародна конференція «Двадцять років Чорнобильської катастрофи. Погляд у майбутнє»: 24-26 квіт. 2006 р., Київ, Україна : 3б. доп. Київ : Холтек, 2006. С. 14-15.

44 Барановська Н. П. Міжнародна наукова конференція «Скривджене людство: 20 років після Чорнобиля» // *Український історичний журнал*. 2006. № 3. С. 235; Барановська Н.П. Конференції до 20-річчя чорнобильської катастрофи // *Український історичний журнал*. 2006. № 4. С. 214-217.

45 Барановська Н. П. Чорнобиль в новітній історії України: влада і суспільство : Дис... д-ра іст. наук № 07.00.01 / Барановська Наталія Петрівна ; Нац. акад. наук України, Ін-т історії України. К., 2006. 614 арк.

46 Барановська Н. П. Проблема Чорнобиля: соціально-економічний вимір : монографія // Державотворчий процес в Україні 1991-2006. К. : Наук. думка, 2007. 910 с. С. 501-523.

47 Національна академія наук України. 1918–2008 : до 90-річчя від дня заснування. К.: Вид-во КММ, 2008, 624 с.

«Деякі аспекти участі колективів НАН України у мінімізації наслідків Чорнобильської катастрофи»<sup>48</sup>.

Дослідниця продовжувала розробляти проблему, виокремлюючи все нові і нові її аспекти. Про Чорнобильську трагедію і громадські організації в діаспорі йшлося в публікації у Наукових записках Національного університету «Острозька академія»<sup>49</sup>. У наукових записках Вінницького державного педагогічного університету розкрито питання «Чорнобильська трагедія в баченнях радянської та української інтелігенції»<sup>50</sup>. Авторка, зокрема, обґрунтовувала, що соціально-економічне й фізико-технічне бачення проблеми українським суспільством багато в чому формувалось під впливом представників інтелігенції, яка за умов радянського суспільства виявилась підпорядкованою політичній системі та її основному завданню – применшенню наслідків аварії та заспокоєння громадської думки як всередині країни, так і за її межами. Надзвичайно цікавою стала розробка такого аспекту як спільне й особливе у національній ідентичності України та Білорусії на тлі Чорнобильської катастрофи, що була опублікована у журналі київського славістичного університету «Університет»<sup>51</sup>. Про суспільно-політичні та техногенні передумови активізації громадської активності і виникнення Народного Руху України йшлося у Матеріалах круглого столу «Народний Рух України: історія, ідеологія та політична еволюція 1989 – 2009»<sup>52</sup>.

Розробка проблем історичної пам'яті неможлива з ігноруванням Чорнобиля. Дослідниця представила свої міркування в доповіді «Історична пам'ять України про Чорнобиль: сучасний стан та перспективи» на конференції у квітні 2010 р. в Києві<sup>53</sup>.

48 Барановська Н. П. Про деякі аспекти участі науковців НАН України у мінімізації наслідків Чорнобильської катастрофи // *Український історичний журнал* : Наук. журн. / НАН України, Ін-т історії України, Ін-т політ. і етносоц. досліджень. К., 2009. №3. С. 147-156.

49 Наталія Барановська. Чорнобильська трагедія і громадські організації в діаспорі // *Наукові записки Національного університету «Острозька академія»: серія історичні науки*. 2007. Вип. 9. С. 19-27.

50 Барановська Н.П. Чорнобильська трагедія в баченнях радянської та української інтелігенції // *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського*. Вип. XIV. Серія: Історія: Збірник наукових праць. Вінниця. 2008. С.73-78.

51 Барановська Н. Україна та Білорусь: спільне й особливе у національній ідентичності на тлі Чорнобильської катастрофи // *Університет*. 2009. № 3. С. 51–73.

52 Барановська Н. П. Суспільно-політичні та соціально-економічні передумови виникнення Руху : наукове видання // *Народний Рух України: історія, ідеологія та політична еволюція (1989 – 2009) : Матеріали круглого столу, присвяч. 20-й річниці створення Народного Руху України за перебудову (Київ, 22 вересня 2009 р.)* / Упоряд.: О.В. Андрощук, О.П. Коляструк. К. : Ін-т історії України НАНУ, 2010. С. 13-28.

53 Барановська Н. Історична пам'ять України про Чорнобиль: сучасний стан та перспективи // *Життєзабезпечення населення, яке проживає на території, що постраждала від катастрофи на Чорнобильській АЕС, соціальний захист та гуманітарна підтримка ліквідаторів та жертв Чорнобильської катастрофи*. Матеріали конфер. 28 – 29 квітня 2010 року. Київ, 2010.

Запрошували Наталю Петрівну підготувати публікації по проблемі й з-за меж України. Вона брала участь у телемості Київ – Москва 28 січня 2010 року в агенції РІА Новини під рубрикою «Обережно, історія», опублікувала статтю «Громадсько-політичні передумови аварії на 4-му енергоблоці ЧАЕС» у «Журналі досліджень східноєвропейського прикордоння» Європейського гуманітарного університету – «Перекрестки»<sup>54</sup>, була викладачем літньої школи в Литві з проблеми «Екологічні ризики і суспільні мобілізації – у суспільстві після Чорнобиля» (Вільнюс – Друскінінкай, серпень 2010)<sup>55</sup> та ін.

Продовжуючи працювати над проблемою, 2011 року дослідниця опублікувала дві статті та монографію. В Українському історичному журналі<sup>56</sup> та в міжнародному журналі «Наука та наукознавство» – статтю концептуального характеру «Суспільний вимір проблем атомної енергетики через призму подій на Чорнобильській АЕС»<sup>57</sup>.

Цього ж року в Інституті історії України була опублікована монографія Наталії Барановської «Чорнобильська трагедія. Нариси з історії» (21,3 друк. арк.)<sup>58</sup>. У дослідженні, із залученням широкого кола джерел, висвітлюються суспільно-політичні та науково-технічні передумови аварії розкриваються початкові зусилля з її мінімізації та інформаційну ситуацію в країні, яка привела до падіння довіри суспільства до влади. Показано, що в Україні постраждало майже 7% населення, 3,5 млн. громадян одержали додаткове опромінення, серед яких 1,3 млн. дітей. Медичне обстеження постраждалого населення показує, що серед них хворих близько 80%, в тому числі 85% ліквідаторів. Зростає рівень інвалідності та смертності евакуйованого населення. Ця монографія Н. П. Барановської, як й інші, отримала значний резонанс серед науковців і громадськості. В рецензії Василь Деревінській відмічає ґрунтовність, багатоаспектність та пізнавальний характер праці, що, викликає зацікавлення як у спеціалістів, так і у широкого кола читачів<sup>59</sup>.

54 Барановська Н. Громадсько-політичні передумови аварії на 4-му енергоблоці ЧАЕС // *Перекрестки*. 2010. № 1-2.

55 Барановська Н.П. Літня школа «Суспільне подолання ризиків: екологічні проблеми та соціальна мобілізація» // *Український історичний журнал* : Наук. журн. 2010. № 6. С. 223.

56 Барановська Н.П. Вплив Чорнобильської катастрофи на трансформаційні процеси у суспільстві (до 25-річчя трагічних подій) // *Український історичний журнал* : Наук. журн. 2011. № 2. С. 123-142.

57 Барановська Н. П. Суспільний вимір проблем атомної енергетики через призму подій на Чорнобильській АЕС (до 25-ї річниці аварії) // *Наука та наукознавство*. 2011. № 2. С. 131-143.

58 Барановська Н. Чорнобильська трагедія : Нариси з історії / Відп. ред. В. А. Смолій, 2011. 254 с.

59 Василь Деревінський. Чорнобильська трагедія. Нариси історії: рец. на кн.: Барановська Н. Чорнобильська трагедія. Нариси з історії / НАН України, Інститут історії України. – К.: Інститут історії України, 2011. – 254 с. // *Кієзнавство*. 2012. № 2. С. 166-167.

Монографія Наталії Барановської «Чорнобильська трагедія. Нариси з історії» виявилася останньою, яка була опублікована під грифом Інституту історії України НАН України. Остання книга в Інституті, бо дослідницю, яка була першим істориком Чорнобиля, поклала своє здоров'я на дослідження і популяризацію знань про трагічну подію 1986 року, було брутально випроваджено з колективу. Адже одному «видатному політичному діячу» терміново знадобилась посада в академічному інституті. І саме у відділі, де працювала дослідниця.

Треба зазначити, що до творчості жінки – історика, що писала про атомну енергетику, багато спілкувалась з фахівцями енергетиками – ядерниками, сформувала своє бачення місця галузі в суспільстві та пропагувала це бачення – ставлення було неоднозначне. Поряд з повагою до її роботи та її визнанням, Наталії Петрівні довелося стикатися й з несприйняттям її критичного бачення окремих складових проблеми, особливо в середовищі «патріотів атомної енергетики», які перетворили чорнобильську катастрофу на бізнес або «годівничку». Саме через протидію таких «патріотів» та зарозумілого чиновництва подання документів на присвоєння їй звання «Заслужений діяч науки і техніки України» виявилось безрезультатним.

Незважаючи на те що дослідниця, переживши важкий стрес, коли опинилась за межами наукового колективу, в якому пропрацювала 44 роки – тобто все своє свідоме життя, – вона продовжила свої дослідження і в міру можливостей популяризувати знання проблеми, зокрема й за кордонами України. Так, в січні 2012 року вона виступала на престижних XXXVI Академічних читаннях з космонавтики, присвячених пам'яті С. П. Корольова, в квітні – в Бібліотеці української літератури в Москві на зустріч із читачами «Пам'ять про Чорнобиль завжди з нами», влітку цього ж року – на науковій конференції у Барселоні з роздумами дослідниці «Чорнобильська аварія – це закономірність чи випадковість?»<sup>60</sup>.

Брала участь Наталія Петрівна в роботі з молоддю, зокрема, виступала на XVII всеукраїнській науковій конференції молодих істориків науки, техніки та освіти та спеціалістів «Пріоритети української науки і техніки» 20 квітня 2012 року з темою «Чорнобильська катастрофа як предмет вивчення: культурологічний аспект». Доповідала про «Знання про Чорнобильську

60 Natalia Baranovska. Is Chernobyl accident regularity or chance? // «39th Annual ICOHTEC Meeting. Technology, the Arts & Industrial Culture 10-14 July 2012/- Barcelona, Spain. ETSEIB – Escola Tecnica Superior d'Enjinyeria Industrial». URL: <https://www.icohtec.org/annual-meeting-2012.html> (08.04.26).

катастрофу та її наслідки у навчальному процесі середньої школи України» на 11-й Всеукраїнській науковій конференції «Актуальні питання історії науки і техніки», що відбулась 4-6 жовтня 2012 року в м. Київ. У збірнику наукових статей «Життєвий простір України: політичний та гуманітарний виміри (1991–2010)» вийшли її публікації, зокрема «Життєвий простір України: чорнобильська складова»<sup>61</sup>.

Через багатолітні поїздки до чорнобильської зони в Наталії Петрівни виникли проблеми зі здоров'ям і, зокрема, з голосовими зв'язками, тому викладацька робота для неї стала недосяжною. Однак співпраця з вищою школою мала місце, зокрема через публікацію у 2013 р. в матеріалах міжнародної наукової конференції Київського славістичного університету, що відбулась 22 травня 2012 р., статті «Пам'ятки історії та культури Чорнобильської зони відчуження: проблеми вивчення, збереження й популяризації» (опубліковано у збірнику наукових праць «Пам'ятки історії та культури слов'ян»).

В наступні роки відому дослідницю багато запрошували виступати на національному телебаченні та радіо. Брала вона, зокрема, участь в програмі «Стосується кожного» 25 квітня 2014 р. на каналі ІНТЕР, у 2016 році багато спілкувалась з відомим радіоведучим Юрієм Макаровим.

Після окупації українського Криму у 2014 році російська пропаганда багато галасувала про пригнічення і заборону російської мови в Україні. Щоб спростувати ці твердження власним прикладом, Н. Барановська – україномовна людина і дослідниця – вирішила зробити узагальнюючу працю російською мовою, переслідуючи також мету – донести інформацію про величезне випробування, що випало на долю українського народу до російськомовного читача. Опублікування такої книги вимагало значних коштів. І допомога прийшла в особі Юрія Івановича Самойленка – з липня 1998 року – голови комітету Верховної Ради з питань екологічної політики, природокористування та ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи, з яким дослідниця свого часу співпрацювала. Пізніше Юрій Іванович очолив Українську екологічну асоціацію «Зелений світ». Книга «Випробування Чорнобилем» побачило світ у видавництві Юстиніан

61 Барановська Н.П. Життєвий простір України: Чорнобильська складова : зб. наук. праць // Життєвий простір України: політичний та гуманітарний виміри (1991-2010 роки) : зб. наук. ст. К. : Ін-т історії України НАН України, 2012. С. 82-100; Барановська Н. П. Національно-культурні товариства України у життєвому просторі України // Життєвий простір України: політичний та гуманітарний виміри (1999–2010 роки) : зб. наук. ст. / Г. В. Касьянов, Н. П. Барановська, С. С. Падалка та ін. К. : Ін-т історії України НАН України, 2012. С. 56-81.

2016 року<sup>62</sup> обсягом 18,5 др. арк. В ній авторка не лише висвітлює історію Чорнобильської катастрофи, а й наводить переконливі аргументи щодо небезпеки й ненадійності атомної енергетики як джерела енергії<sup>63</sup>. Події на АЕС Фукусіма у Японії, ситуації навколо АЕС в ході війни росії проти України та події в Ірані, які посилюють ризик ядерного інциденту – підтверджують її розуміння і бачення проблеми на світовому рівні.

Інтерес до проблеми та досліджень Н. П. Барановської зберігався і надалі. Так, її запросили опублікуватися в збірнику наукових статей Переяслав-Хмельницького університету «Соціум. Документ. Комунікація», де у 2017 році була опублікована велика стаття про особливості архівного забезпечення окремих аспектів аварії на Чорнобильській АЕС<sup>64</sup>.

Цікава сторінка наукової біографії пані Наталії – її співпраця із дослідниками з-за кордону. До своєї праці над підготовкою і проведенням міжнародних контактів українська дослідниця ставилася з властивими їй сумлінністю і талантом. Їй вдавалося багато, бо мала дар викликати симпатію і довіру як вчених, так і журналістів. Ще на початку 2000-х років до України приїздила науковиця з Принстонського університету Адріана Петрина, яка багато спілкувалась з Наталією Петрівною та брала в неї інтерв'ю, про що ішла мова в її ґрунтовній монографії «Life Exposed. Biological Citizens after Chernobyl», опублікованої у 2003 р. у Princeton University Press. Princeton and Oxford<sup>65</sup>.

Багато співпрацювала Н. П. Барановська з дослідницею з Японії Юкіко Міягоші, яка приїздила до Києва для вивчення досвіду України відносно мінімізації наслідків аварії на ЧАЕС. У співавторстві вони опублікували дві статті: «Чорнобильський досвід Києва для АЭС Фукусіми» (журнал «Наука та наукознавство»)<sup>66</sup> та «Міста та їхні жителі після радіаційної аварії (на прикладі Києва та Фукусіми)» в збірнику «Місто: історія, культура, суспільство»<sup>67</sup>, де на основі вперше введених в науковий обіг архівних матеріалів

62 Барановская Н. П. Испытание Чернобылем: монография. Киев: ИО «Юстиниан», 2016. 296 с.

63 Січкаренко Г. Г. Чорнобиль в новітній історії України (Рецензія на книгу: Барановская Н.П. Испытание Чернобылем: монография. Киев: ИО «Юстиниан», 2016. – 296 с.) // *Переяславський літопис*. 2017. Вип. 11. С. 154-157.

64 Барановська Н. П. До питання про специфіку архівного забезпечення окремих аспектів новітньої історії України (на прикладі аварії на Чорнобильській АЕС) // *Соціум. Документ. Комунікація. Серія «Історичні науки»*. 2017. Вип. 4. С. 95-112.

65 Adriana Petryna. *Life Exposed. Biological Citizens after Chernobyl*. Princeton University Press. Princeton and Oxford. March. 2003.

66 Барановская Н. П., Миягоши Ю. Чернобыльский опыт Киева для АЭС Фукусимы // *Наука та наукознавство*. 2015. № 2. С. 112-127.

67 Барановська Н., Міягоши Ю. Міста та їхні жителі після радіаційної аварії (на прикладі Києва та Фукусіми) // *Місто: історія, культура, суспільство. Е-журнал урбаністичних студій*. 2017. № 2. С. 67-84.

та інших джерел, показана ситуація, що склалася в містах Києві та Фукусіма (Японія) після аварій на АЕС та незавершеність процесів боротьби з наслідками аварій.

Знана американська дослідниця Кейт Браун з Массачусетського технологічного інституту, Лауреат книжкових премій імені Реджинальда Зельника, імені Маршалла Д. Шульмана, фіналістка премій Національного кола книжкових критиків у нон-фікшн-прозаїці, премії імені Ришарда Капустинського під час роботи над своєю відомою книгою *MANUAL FOR SURVIVAL. A Chernobyl guide to the future* (Посібник з виживання. Чорнобильський путівник у майбутнє)<sup>68</sup>, неодноразово була в Києві і щоразу консультувалась з українською дослідницею. Браун цікавила саме наслідки трагедії. Її героями стали відважні вчені, незалежні лікарі, журналісти та активісти, які наполегливо боролися за розкриття правди про довгострокову шкоду, завдану Чорнобилем. Самовідданий дослідницькій діяльності Наталії Петрівни Барановської була приділена особлива увага у книжки Кейт Браун. До злочинців авторка зараховує не тільки радянську владу, а й західних урядовців та міжнародні організації, які десятиліттями працювали над тим, щоби применшити чи фактично приховати людські та екологічні втрати атомної війни, атомних випробувань та аварій.

Інтенсивна робота талановитої дослідниці триває навколо збирання та аналізу документальних джерел. Виділимо її публікації в провідних історичних журналах<sup>69</sup>. Про важливість документальних джерел щодо трагедії на ЧАЕС свідчить факт включення у 2018 році масиву архівних матеріалів із проблеми до міжнародного реєстру ЮНЕСКО «Пам'ять світу». Поряд із фондами Центрального державного архіву вищих органів влади та управління України, Центрального державного архіву громадських об'єднань України, Центрального державного кінофотофоноархіву ім. Г. Пшеничного до комплексу документів включено також матеріали Галузевого державного архіву Служби безпеки України та низки державних обласних архівів. Величезний внесок щодо запровадження цих документів до наукового обігу належить Наталії Петрівні Барановській.

68 Kate Brown. *Manual for Survival: A Chernobyl Guide to the Future*. New York / London : W. W. Norton & Company, 2019. 432 p.

69 Барановська Н. П. Чорнобиль: Документи Оперативної групи ЦК КПУ (1986–1988) // *Український історичний журнал*. 2017. № 5. С. 208–213; Барановська Н., Шаповал Ю. Чорнобильське досьє КГБ: Суспільні настрої: ЧАЕС у поставарійний період: Збірник документів про катастрофу на Чорнобильській АЕС // *Український історичний журнал*. 2020. Число 1. С. 203–210; Барановська Н. Книга, що розкриває таємниці Чорнобильської катастрофи // *Краєзнавство*. 2020. № 1–4. С. 230–234.

Дуже рідкі випадки, коли б з такою повнотою було використано як центральні, так і малодоступні архівні фонди та поточне діловодство урядових установ, зокрема, на місці аварії, в яких збереглися рукописні оригінали досліджуваних проблем. Заслугою Н. П. Барановської було також активне опитування людей, що знали реальні процеси, були учасниками подій, які потім ставали історією.

В ході роботи над чорнобильською проблемою з 1992 до 2011 роки Наталія Барановська активно спілкувалась і співпрацювала з багатьма фахівцями – атомниками, відомими науковцями, політичними та громадськими діячами, дотичними до проблеми. В першу чергу, дослідниця з вдячністю згадує колег істориків (всі станом на момент спілкування), які підтримали і в міру можливостей допомагали в роботі. Це – Р. Я. Пиріг – на той момент начальник Головного архівного управління України, завдячуючи якому було знято гриф «таємно» з усіх чорнобильських документів, Н. В. Маковська – старший науковий співробітник ЦДАГО, пізніше – директорка Центрального державного архіву вищих органів влади та управління України та Г. В. Королевська – заступниця директора музею Чорнобиля в Києві. З великою вдячністю згадує дослідниця Г. О. Готовчиця – першого міністра України у справах захисту населення від наслідків аварії на Чорнобильській АЕС (серпень 1990 – грудень 1994). Безпосередньо на ЧАЕС та в Зоні відчуження з розумінням поставилися до завдань історика С. К. Парашин – Генеральний директор ЧАЕС; В. І. Купний – керівник «Об'єкта «Укриття»; М. В. Карпан – заступник головного інженера по науці та ядерній безпеці ЧАЕС у 1979-1986 роки; В. Г. Щербина – учасник ЛНА 1986 року, головний спеціаліст ОУ – з якими, та ще з багатьма іншими відбувались обговорення тих чи інших питань. Підтримку і консультації отримала Наталія Петрівна від видатних науковців, наприклад таких як, В. Г. Барьяхтар, академік НАН України, перший віце-президент НАН України; І. М. Вишневський – директор Інституту ядерних досліджень НАН України, академік НАН України; Д. М. Гродзинський – завідувач відділом біофізики та радіобіології Інституту клітинної біології і генетичної інженерії НАН України, академік; М. Д. Тронько – академік Національної Академії медичних наук України за спеціальністю «радіаційна ендокринологія»; Директор Державної установи Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В. П. Комісаренка

АМН України (з 1986 р.) До речі, саме завдячуючи втручанням М. Д. Тронька дослідниця була терміново та якісно прооперована через загрозливу проблему із щитоподібною залозою.

Співпрацюючи з Верховною Радою України, Наталія Петрівна мала нагоду спілкуватися з В. О. Яворівським – головою Комісії з Чорнобильської аварії Верховної Ради України та Ю. І. Самойленком – головою комітету Верховної Ради з питань екологічної політики, природокористування та ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи (з липня 1998 року), пізніше – Голова Української екологічної асоціації «Зелений світ», а також з керівниками громадських організацій: Ю. Б. Андреевим – головою «Союзу Чорнобиль України», Н. Ю. Преображенською – радіобіологом, головою загальноукраїнської громадської організації «Діти Чорнобиля»; В. Ф. Шовкошитним – ліквідатором, головою Міжнародної організації «Союз Чорнобиль». В цілому ж, людей, з якими пощастило спілкуватися на всіх рівнях було значно і значно більше, як зазначала сама вчена. І всі вони були фахівцями високого рівня, які допомогли створити реальну картину подій. З деякими з них у дослідниці зберіглися дружні стосунки на довгі роки.

Було зацікавлення результатами роботи Н. П. Барановської і у кінодокументалістів. У 2004 році російське телебачення запросило її взяти участь у зйомках фільму «Таємниця смерті академіка Лігасова» (31 хв). Французький кінодокументаліст de Alain de Halleux з 2014 року неодноразово приїздив до Києва і зробив цікавий фільм «Chernobyl 4ever», до участі в якому залучив і Н. П. Барановську. Так само, як і американський режисер Чед Грасія у своєму фільмі «Російський дятел», презентація якого відбулась у 2015 році. У грудні 2020 року дослідниця надала велике інтерв'ю Олександрю Купному на каналі «Кофе зі смаком Чорнобиля» та ін. В приватній бесіді Наталія Петрівна колись сказала – я зробила все, що могла. Нехай прийдуть інші і зроблять краще.

Робота науковців щодо дослідження Чорнобильської трагедії та її наслідків для України і людства триває. Однак вагомість наукової спадщини Н. П. Барановської залишається беззаперечною. Її внесок вирізняється глибиною, системністю та значущістю, що дозволяє розглядати його як один із ключових у формуванні наукового дискурсу з означеної проблематики.

**Pylyp HOVOROV,**

Doctor of Science in Energy, Electrical Engineering, and Electromechanics, Professor  
Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

ORCID ID: 0000-0002-0379-1448

**Eduard KHOMIAK,**

PhD in Metrology and Information and Measurement Technology, Associate Professor

ORCID ID: 0000-0002-2579-2986

**Viktoriiia BURDEINA,**

PhD in Metrology and Information and Measurement Technology, Associate Professor

ORCID ID: 0009-0005-5065-4007

**Olga KOSYCHENKO,**

Senior lecturer

ORCID ID: 0009-0003-9140-4632

**Andrii BOYARKIN,**

Senior lecturer

ORCID ID: 0000-0003-3210-1482

National Aerospace University “Kharkiv Aviation Institute”,  
Kharkiv, Ukraine

## **LESSONS FROM THE CHERNOBYL DISASTER AND MULTI-CRITERIA OPTIMIZATION OF THE SOCIO-ECOLOGICAL-ECONOMIC EFFICIENCY OF URBAN ELECTRIC POWER SYSTEMS**

Forty years have passed since the catastrophic accident at the fourth power unit of the Chornobyl Nuclear Power Plant occurred on 26 April 1986. This event remains the largest technogenic disaster in the history of civilian nuclear energy. The accident resulted in significant immediate loss of life, widespread radioactive contamination across large territories of the former Soviet Union and parts of Europe, and profound long-term consequences for human health, the environment, and social structures. Its impacts continue to manifest today through deteriorating health conditions among participants in the liquidation of the consequences (liquidators), residents of contaminated areas, and even incidental witnesses who were

exposed to varying degrees of radiation. Many aspects of the accident's root causes, as well as the full scope of its medical, environmental, and social consequences, remain subjects of ongoing scientific analysis and, in some cases, incomplete public disclosure.<sup>1</sup>

The accident unfolded during a controversial technological experiment conducted at the reactor. The primary objective was to investigate the possibility of utilizing the kinetic energy stored in the rotor of a turbogenerator to supply power to auxiliary systems, including essential pumps, in the event of a reactor shutdown. The risks associated with this test proved significantly disproportionate to its potential benefits. This was particularly evident given the numerous design flaws inherent in the RBMK-type reactor, as well as deficiencies introduced during the manufacturing and installation phases. These shortcomings created inherent vulnerabilities within the system from the outset. Operating personnel at the plant were not provided with complete information regarding these limitations, and the existing operational instructions failed to adequately account for them. As a result, the combination of technical imperfections and specific procedural decisions contributed decisively to the rapid escalation of the incident into a full-scale catastrophe.<sup>2</sup>

The initial response by the authorities was marked by considerable delays and a systematic minimization of the event's true severity. Official information about the accident reached the broader Ukrainian public only after substantial international awareness had already developed. In Kyiv, signs of unusual and heightened activity became noticeable in the days immediately following the explosion. These included increased movements of emergency services, party and state officials, and the relocation of certain families to safer locations, all occurring amid ongoing preparations for the traditional May Day celebrations. The first official public announcement appeared on 27 April 1986, yet official assurances of complete control and minimal danger persisted even as liquidators began suffering from acute radiation sickness and fatalities were recorded in hospitals in both Kyiv and Moscow. Public events, including demonstrations that involved children, proceeded without interruption or cancellation. This

---

1 United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and effects of ionizing radiation : UNSCEAR 2008 report. Vol. II. New York : United Nations, 2011. Annex D: Health effects due to radiation from the Chernobyl accident. Available at: [https://www.unscear.org/unscear/en/publications/2008\\_2.html](https://www.unscear.org/unscear/en/publications/2008_2.html)

2 International Atomic Energy Agency. Nuclear safety review 2023 Vienna : IAEA, 2023–2025.

reflected a clear prioritization of maintaining a favorable political image over the immediate protection of public safety.<sup>3</sup>

Such patterns of information distortion from the very first days of the accident significantly exacerbated the overall human and social costs. The disaster starkly illustrated the fragility of complex technological systems when they intersect with inadequate safety protocols, insufficient transparency, and organizational shortcomings. The Chernobyl accident imposed enormous socio-economic burdens on the affected regions. These included the large-scale resettlement of hundreds of thousands of people, as well as vast financial expenditures directed toward decontamination efforts, long-term environmental monitoring, and comprehensive social support programs for victims and their families. Beyond the direct radiological effects, the event triggered widespread psychological and social disruptions. These encompassed elevated levels of anxiety, deep distrust toward official institutions, and persistent long-term mental health challenges. Such consequences have been widely recognized by international experts as constituting one of the most significant public health legacies of the disaster.<sup>4</sup>

International assessments, particularly those conducted under the auspices of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), provide detailed quantitative insights. According to these evaluations, 134 plant staff members and emergency workers suffered from acute radiation syndrome as a result of high radiation doses, with 28 fatalities occurring in the initial period. Among children and adolescents exposed at the time of the accident, more than 6,000 cases of thyroid cancer were reported in Belarus, Ukraine, and the most affected regions of the Russian Federation by 2005, with additional cases anticipated in subsequent decades. Psychological effects have proven particularly enduring. These include chronic stress, clinical and subclinical anxiety, medically unexplained physical symptoms, post-traumatic stress disorder, and increased rates of alcohol abuse. Such conditions remain widespread among both liquidators and the general population in contaminated areas, often compounded by the lingering fear of radiation and the social stigma associated with the event.<sup>5</sup>

3 World Health Organization. Health effects of the Chernobyl accident : an overview. Geneva : WHO, 2006. Available at: <https://www.who.int/docs/default-source/documents/publications/health-effects-of-the-chnobyl-accident.pdf>

4 Bromet E. J., Havenaar J. M., Guey L. T. A 25 year retrospective review of the psychological consequences of the Chernobyl accident. *Clinical Oncology*. 2011. Vol. 23, No 4. P. 297–305. DOI: 10.1016/j.clon.2011.01.501

5 Bromet E. J. et al. Mental health consequences of the Chernobyl disaster. *Journal of Radiological Protection*. 2012. Vol. 32, No 1. P. N71–N80. DOI: 10.1088/0952-4746/32/1/N71 (via PubMed)

Decisions regarding the plant's location and reactor type frequently reflected elements of voluntarism or, in some instances, culpable negligence. Colleagues who were present in Kyiv during the critical days of the accident have subsequently faced serious oncological issues. Others who participated in restoring electricity supply within the Chernobyl exclusion zone, often without adequate awareness of the prevailing dangers, passed away within a relatively short period. The extraordinary heroism displayed by the liquidators – who prevented an even greater catastrophe at the direct cost of their own health and, in many cases, their lives – continues to demand unequivocal societal recognition. Today, it is appropriate to state: “Glory to the Heroes of Chernobyl.”

These historical lessons acquire particular urgency when considered against the backdrop of contemporary threats to nuclear facilities. Since the full-scale military aggression launched by the Russian Federation against Ukraine in 2022, critical energy infrastructure, most notably the Zaporizhian Nuclear Power Plant – the largest in Europe – has been placed under prolonged occupation. This situation represents a clear violation of fundamental international principles of nuclear safety and security. It has created ongoing risks of radiological release that could extend far beyond Ukraine's borders, potentially affecting large parts of Europe and the global community. Military activities in the vicinity of the plant have repeatedly caused blackouts, damage to critical infrastructure, and heightened the potential for catastrophic failure. Reports from the International Atomic Energy Agency (IAEA) have consistently highlighted the precarious nature of the situation, including violations of multiple key pillars of nuclear safety.<sup>6</sup>

Armed conflicts in proximity to nuclear installations constitute a direct and unacceptable threat to all of humanity. Effective mitigation of such risks requires coordinated and decisive international efforts aimed at ensuring the immediate cessation of any military activities that endanger nuclear safety. The successful de-occupation of the Chernobyl site by Ukrainian forces demonstrates that resolution through determined action is achievable. However, the continued prolonged occupation of the Zaporizhian Nuclear Power Plant demands broader and more resolute global engagement to avert irreversible consequences.

---

<sup>6</sup> International Atomic Energy Agency. Nuclear safety, security and safeguards in Ukraine (GOV/2025-66 ra GOV/2026/7 reports). Vienna : IAEA, 2025–2026. Available at: <https://www.iaea.org/topics/response/nuclear-safety-security-and-safeguards-in-ukraine>

In parallel with these pressing socio-political dimensions, the enduring legacy of the Chornobyl catastrophe underscores the necessity for continuous enhancement of the technical and ecological resilience of modern energy systems. Urban electricity supply networks function as the fundamental backbone of contemporary civil infrastructure. They exert a direct and multifaceted influence on social well-being, economic stability, and overall environmental quality. Meaningful enhancement of the efficiency and safety of these systems requires the adoption of a comprehensive, integrated approach. This approach must systematically incorporate economic, ecological, and social adequacy criteria within a unified framework of analysis and decision-making.

Urban electricity supply systems (UES) are responsible for satisfying a wide array of societal needs. They provide electrical energy that supports essential services, including heating, lighting, transportation, healthcare, and daily household activities. The steadily increasing complexity of the urban technosphere demands the application of advanced optimization methods capable of addressing multiple, frequently conflicting objectives. A robust multi-criteria framework is therefore essential. Such a framework should encompass economic efficiency – which includes considerations of capital and operational costs, supply reliability, and power quality – ecological performance, which focuses on the minimization of harmful emissions, noise, electromagnetic fields, and thermal pollution – and social adequacy, which ensures equitable access, maintains comfortable living conditions, and minimizes adverse impacts on the overall quality of life.<sup>7</sup>

The general form of the optimization criterion function for the operating regimes of urban electricity supply systems is expressed as:

$$F = \phi_{e.econ} + \phi_{e.ecol} + \phi_{e.soc}, \quad (1)$$

where  $\phi_{e.econ}$  represents the vector of economic efficiency,  $\phi_{e.ecol}$  denotes the vector of ecological efficiency, and  $\phi_{e.soc}$  stands for the vector of social efficiency.

Economic efficiency is assessed through a composite vector criterion that combines cost minimization with key indicators of supply reliability and power quality:

$$f_{e.econ} = f_e + f_n + f_k, \quad (2)$$

<sup>7</sup> Fonseca J. D. et al. Multi-criteria optimization for the design and operation of distributed energy systems considering sustainability aspects. *Energy*. 2021. Vol. 214. 118989. DOI: 10.1016/j.energy.2020.118989

Here,  $f_e$  denotes the economic component (primarily related to costs),  $f_n$  represents the reliability of electricity supply, and  $f_k$  corresponds to the quality of electrical power delivered to consumers.

Ecological criteria are grounded in national and international regulatory standards that strictly limit pollutant discharges and other environmental impacts. For thermal power plants, the mass of harmful emissions  $M$  can be effectively modeled as a quadratic function of the electrical load power  $P_N$ :

$$M = \sum_{i=1}^n (a_i P_{N,i}^2 + c_i P_{N,i} + d_i), \tag{3}$$

where  $a_i$ ,  $c_i$  and  $d_i$  are coefficients specific to each generating unit  $i$ , determined by the least squares method based on operational data. The quadratic approximation for an individual unit takes the following form:

$$M = a_i P_{N,i}^2 + c_i P_{N,i} + d_i, \tag{4}$$

Minimization of this objective function, subject to operational constraints on the minimum and maximum allowable power levels for each unit, enables an optimized distribution of electrical load that significantly reduces the overall environmental impact.

Table 1

**Probabilistic characteristics of outage frequency and duration in urban electricity supply systems (synthesized from multi-city surveys conducted in Ukraine, Moldova)**

Source: Author's research

Parameter	Mean value	Standard deviation	Minimum	Maximum
Number of outages per year ( $N_p$ )	12,4	4,7	3	28
Duration of outages (hours, $T_p$ )	3,8	1,9	0,5	12,0
Tariff level (relative units, $C_E$ )	1,00	0,25	0,65	1,85
Voltage deviation ( $\delta U$ )	+4,2	2,1	-8,5	+9,8

Social adequacy reflects the extent to which electricity supply supports comfortable and equitable living conditions for the population. This dimension incorporates several key factors, including tariff levels ( $C_E$ ), the frequency and duration of outages ( $N_p$ ), and various power quality parameters such as voltage deviations ( $\delta U$ ), asymmetry, and harmonic distortion. An additive criterion of social adequacy can be formulated as:

$$f_{soc} = \gamma N_p + \gamma T_p + \gamma C_E + \gamma \delta U + \gamma \delta U_t + \gamma K_0 U + \gamma K_2 U + \gamma K_U \tag{5}$$

where  $N_p$  is the number of outages,  $T_p$  is the total duration of outages,  $C_E$  denotes the electricity tariff level,  $\delta U$  represent voltage deviation and its fluctuation,  $K_0 U$  indicate zero- and negative-sequence voltage asymmetry coefficients, and  $K_U$  stands for the harmonic distortion coefficient.

Table 2

**Weighting coefficients for social adequacy parameters  
(determined by expert survey)**

Source: Author's research

Parameter	Weighting coefficient ( )
Number of outages ( $N_p$ )	0,18
Duration of outages ( $T_p$ )	0,22
Tariff level ( $C_E$ )	0,25
Voltage deviation ( $\delta U$ )	0,15
Harmonic distortion ( $K_U$ )	0,12
Asymmetry ( $K_2 U$ )	0,08

Source: Author's research.

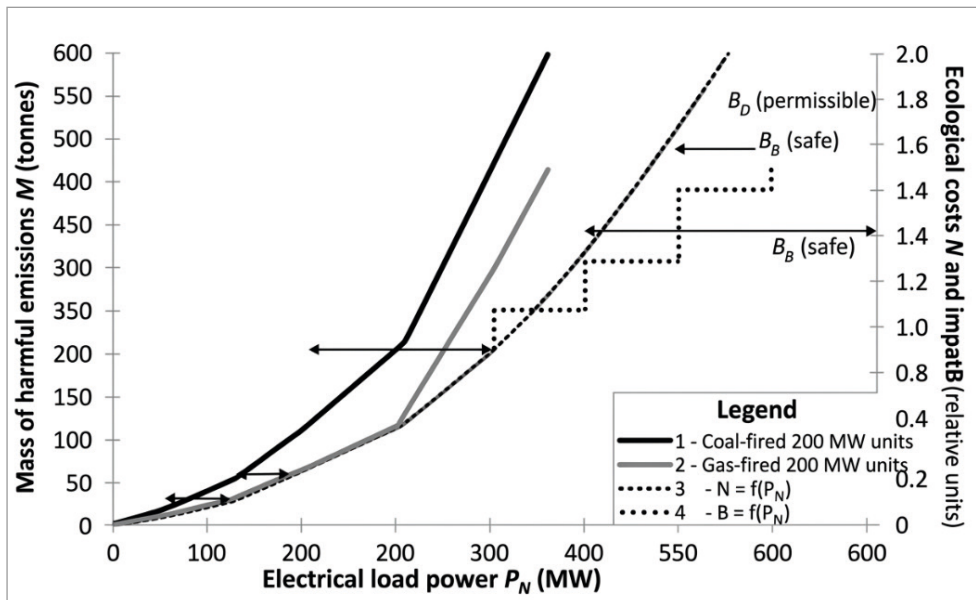


Figure 1. Dependence of the mass of harmful emissions  $M$  on load power  $P_N$  (a) and associated ecological costs  $N$

Source: Author's research.

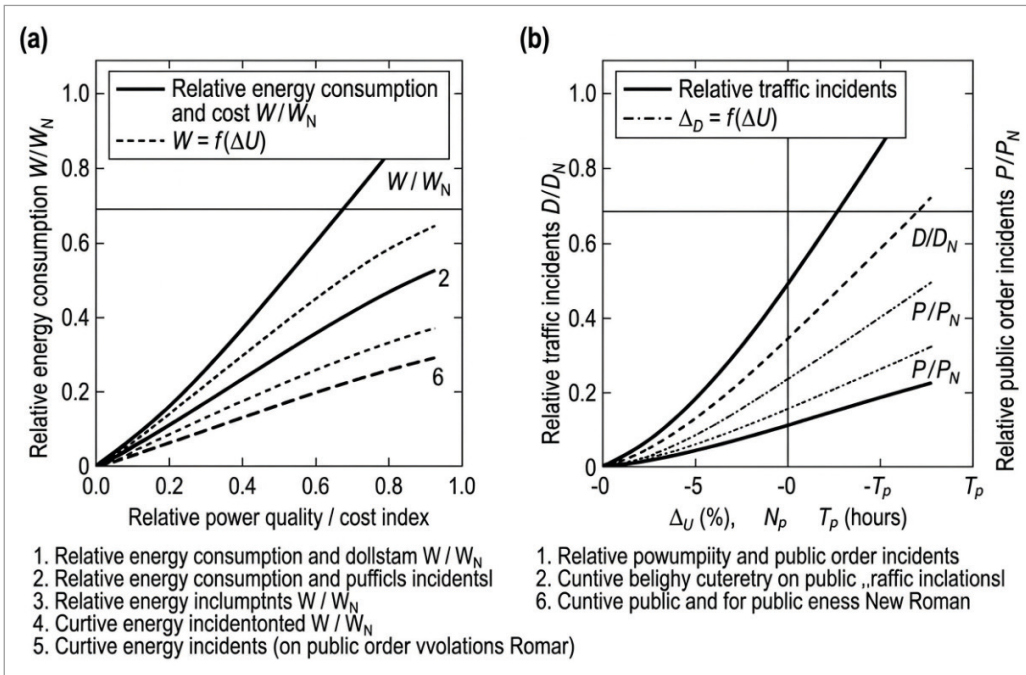


Figure 2. Dependence of relative energy consumption  $W$  on power quality and cost (a) and dependence of relative traffic incidents  $D$  and public order violations  $P$  on voltage deviations, outages, and duration (b)

Table 3

**Comparative ecological and social indicators for different generation scenarios**

Source: Author's research

Scenario	Emissions M (tonnes/year)	Ecological costs N(rel. units)	Social adequacy fsoc
Coal-fired baseline	2 500 000	1,00	0,65
Gas-fired optimized	850 000	0,45	0,82
Smart-grid regulated	620 000	0,32	0,91

Practical implementation of these multi-criteria models in algorithms for managing urban electricity networks, such as those applied to the Kharkiv power supply system, has demonstrated measurable potential for reducing energy losses by up to 18 %, improving reliability indices, and enhancing overall system sustainability. Such approaches fully align with the principles of smart grid

technologies and sustainable urban development goals. They ensure that energy infrastructure acts as a positive contributor to social and ecological resilience, rather than perpetuating the types of systemic vulnerabilities that were tragically exposed by the Chernobyl disaster.

The Chernobyl catastrophe serves as an enduring reminder of the interdependence between technological systems, information transparency, and societal trust. Forty years later, its lessons compel both rigorous scientific analysis of historical events and proactive measures to strengthen the socio-ecological adequacy of contemporary energy infrastructure. Only through transparent governance, international cooperation, and multi-criteria technical optimization can future risks be minimized and the well-being of present and future generations effectively safeguarded. The heroism of the liquidators demands ongoing recognition and the application of their sacrifice to inform responsible energy policy worldwide.



## Technical sciences

**Serhii PUZIK,**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
State University “Kyiv Aviation Institute”  
ORCID ID: 0000-0001-6151-1240

**Emir AZNAKAIEV,**

Doctor of Physics and Mathematics, Professor  
ORCID ID: 0000-0001-9831-9228

**Valentyna GROZA,**

Candidate of Physics and Mathematics,  
Associate Professor,  
State University “Kyiv Aviation Institute”  
ORCID ID: 0000-0003-1668-1878

**Volodymyr MELNYK,**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
State University “Kyiv Aviation Institute”  
ORCID ID: 0000-0003-1668-1878

**Maksym KOVHAN,**

Leading Specialist,  
State University “Kyiv Aviation Institute”  
ORCID ID: 0009-0008-9010-2874

### COLLECTION AND STORAGE OF PETROLEUM PRODUCTS SUBJECT TO REGENERATION

Saving petroleum products has become very relevant due to their needs, military operations in Ukraine and the Middle East. The results are: the increasing prices, and environmental problems associated with environmental pollution.

Waste petroleum oils are a unique raw material for reprocessing: it can give more than 80 % of new oil (while raw oil gives only 10–15 % of , so to get 1 ton of oil you need 6–7 tons of petroleum<sup>1</sup>.

In accordance with DSTU GOST 21046:2019 «Used petroleum products. General technical conditions» all petroleum products subject to recycling and regeneration are divided into three main groups:

<sup>1</sup> Л.І.Чеботарьов. Технічна експлуатація засобів паливозабезпечення аеропортів:[підруч.] / Л.І.Чеботарьов, С.О.Пузік, П.С.Борсук. – К.: НАУ, 2019. -264 с.

- ✓ WMO – waste motor oils, including motor oils used in transmissions and their mixtures with industrial oils, which are subject to regeneration;
- ✓ WIO – waste industrial oils, mixtures of industrial oils, turbine, compressor, hydraulic, transformer, condenser, instrument lubricants and their mixtures with industrial oils, which are subject to regeneration;
- ✓ WPM – mixtures of used petroleum products, petroleum flushing fluids, as well as gasoline, including white spirit, kerosene, diesel fuel, petroleum oils that do not meet the requirements of groups WOM and WOI, transmission oils, mixtures of petroleum products collected during the cleaning of tanks, refueling facilities, pipelines, railway tanks, oil tankers and other equipment that are subject to regeneration in a mixture with oil.

This state standard provides for the following norms of physicochemical indicators of used oil products of different groups (Table 1). Waste oils must be collected by specially appointed competent persons. They must develop step-by-step instructions for organizing the technology of collecting and storing waste oils in accordance with existing norms.

Waste petroleum products are collected in accordance with the groups established by DSTU GOST 21046:2019 and according to the physicochemical indicators given in Table 1.

At the same time, we propose to add to the indicated indicators the specific electrical conductivity indicator (accumulation of static electricity in the oil product), which is important for safety of determining water content and mechanical impurities.

It is not allowed to use containers with residues of transmission oils, plastic lubricants, flushing fluids and petroleum products of groups WMO and WIO for storage, the collection of spent hydrofluids can be carried out in the cans in which they were supplied. Petroleum products subject to regeneration must not contain synthetic oils and fluids and their indicators must meet the requirements given in Table 1.

*Table 1*

### Physicochemical indicators of waste petroleum products

Indicator	Group norm			Test method
	WMO	WIO	WPM	
1	2	3	4	5
Relative viscosity at 20°C, c, or	≥ 40	13-40	-	According to GOST 26378.3-84

Continuation of table 1

1	2	3	4	5
kinematic viscosity at 50°C, mm <sup>2</sup> /s (cSt)	≥ 35	5-35	-	According to GOST 33-82
Flash point determined in an open crucible, °C, not lower	100	120	-	According to GOST 26378.4-84 or GOST 4333-87
Mass fraction of mechanical impurities, %, not more	1	1	1	According to GOST 26378.2-84
Mass fraction of water, %, slightly more	2	2	2	According to GOST 26378.1-84 or GOST 2477-65
Contaminant content	No			According to GOST 26378.2-84
Mass part of fractions boiling up to 340°C, %, not more	10	10	-	According to GOST 2177-82
Pour point of fractions boiling above 340°C, °C, not higher	-10	-10	-	According to GOST 20287-91
Density at 20°C, kg/m <sup>3</sup> , not more	905	-	-	According to GOST 3900-85
Specific electrical conductivity, pS/m, not more than	50-600	50-600	50-600	According to GOST 8385:2015

The presence of fuel in used oils and fluids for hydraulic systems reduces their viscosity, which sometimes eliminates the possibility of their reuse after draining and cleaning from mechanical impurities, and also significantly complicates their regeneration and increases its cost.

The ingress of the WMO and WIO groups into the WPM is the result of a violation of the technology for collecting petroleum products. It should be noted that at present there is no reliable method for determining the amount of fuel in the WPS. Existing methods, for example, according to GOST 2478-74, take a lot of time and give underestimated results. The DSTU GOST 21046:2019 includes the indicator “mass fraction of fuel”, which is not defective. For this purpose, we propose to include the indicator of the specific electrical conductivity of petroleum products in the list of physicochemical indicators of spent petroleum products, which is important for determining the presence of water and mechanical impurities and the accumulation of static electricity in petroleum products.

Collected waste petroleum products that arrive at the laboratory are stored in tanks (above-ground and underground) and in tanks, barrels and other containers in a special room equipped with ventilation. When storing, it should be guided by the recommendations of GOST 1510-76 (packaging, labeling,

storage and transportation), GOST 2517-80 (methods for sampling petroleum products) and DSTU GOST 21046:2019.

Existing methods of oil product regeneration are divided into physical, physicochemical and chemical. Physical methods include: settling (gravity purification), electrical, centrifugal and magnetic purification, and conventional filtration<sup>2</sup>.

We propose to carry out the regeneration of waste oils using special equipment of a full-scale stand for the study of power purifiers (Fig. 1), which allows storing waste oil products in above-ground and buried tanks of the stand for their purification, settling with subsequent regeneration by pumping through line B of purification with traditional porous filters or through line A of power purifiers (patent of Ukraine No. 100751).

The Laboratory of Technological Processes in Aviation Fuel Supply has developed an effective technology for the comprehensive processing of waste oils, which guarantees their high-quality regeneration with minimal waste, which ensures savings in petroleum products and reduces environmental pollution.

Regeneration technology includes:

- ✓ Determination of the group of waste oil products by their physical and chemical quality indicators;
- ✓ Removal of contamination and water and bringing other indicators of the condition of waste oils into compliance by settling, pumping through line B of traditional filters or line A of power purifiers;
- ✓ Atmospheric distillation (if necessary, separation of waste oils into fractions);
- ✓ Determination of the quality of the resulting product in order to determine the feasibility of its reuse or disposal.

### **Conclusions:**

- The technology for the regeneration of waste petroleum products includes mandatory collection with subsequent sorting, storage in special rooms with ventilation and preparation for further regeneration using full-size full-scale stand equipment (patent of Ukraine No. 100751) or disposal.
- It is proposed to include additionally in DSTU GOST 21046:2019 the indicator of the specific electrical conductivity of petroleum products in

2 Hassan, A. et al. (2024). Recent advances in the regeneration of used lubricating oils: A review. *Journal of Environmental Management*. (Аналіз сучасних хімічних та фізичних методів очищення).

accordance with GOST ISO 6297, which is important for determining the presence of water and mechanical impurities and the accumulation of static electricity in waste petroleum products.

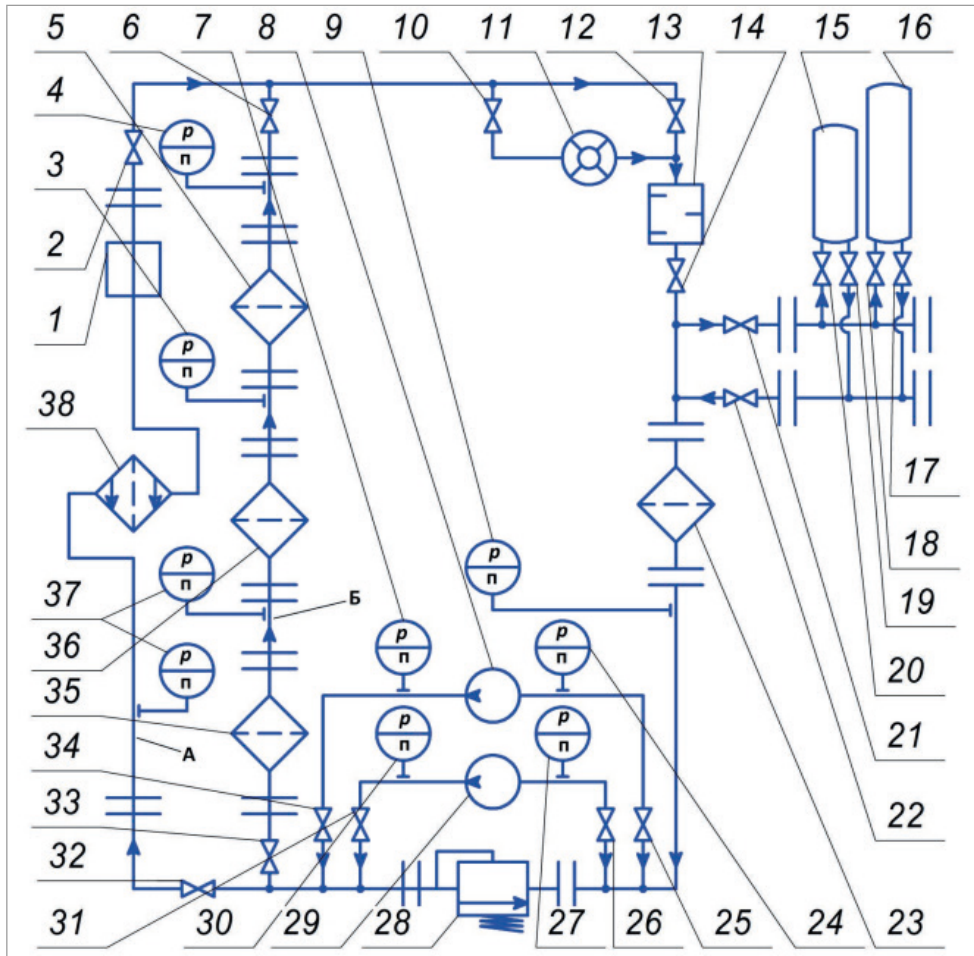


Fig. 1. Schematic diagram of a full-scale stand for the regeneration of waste petroleum products

1- ACM20 liquid counter; 3, 4, 24, 37 – differential manometers; 2, 6, 10, 12, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 31, 32, 33, 34 – latches; 5, 35 – filters ТФ-10; 7, 30 – manometers; 8, 29 – pumps; 9, 27 – manovacuummeters; 11 – counter; 13 – induction fuel static electricity neutralizer (IFSEN); 15 – ground tank with waste petroleum product; 16 – underground tank with waste petroleum product; 23 – filter ФГН-120; 28 – collector with safety bypass valve; 36 – filter-separator CT 500 2; 38 – power cleaner of various types; A – regeneration line using power cleaners; B – regeneration line using traditional filters