

SCIENCE AND EDUCATION A NEW DIMENSION

**NATURAL
AND
TECHNICAL SCIENCES**



p-ISSN 2308-5258

e-ISSN 2308-1996

III(5), Issue 41, 2015

SCIENCE AND EDUCATION A NEW DIMENSION

Natural and Technical Sciences



Editorial board
Editor-in-chief: Dr. Xénia Vámos

Honorary Senior Editor:
Jenő Barkáts, Dr. habil. Nina Tarasenkova, Dr. habil.

Andriy Myachykov, PhD in Psychology, Senior Lecturer, Department of Psychology, Faculty of Health and Life Sciences, Northumbria University, Northumberland Building, Newcastle upon Tyne, United Kingdom

Edvard Ayvazyan, Doctor of Science in Pedagogy, National Institute of Education, Yerevan, Armenia

Ireneusz Pyrzyk, Doctor of Science in Pedagogy, Dean of Faculty of Pedagogical Sciences, University of Humanities and Economics in Wrocław, Poland

Irina Malova, Doctor of Science in Pedagogy, Head of Department of methodology of teaching mathematics and information technology, Bryansk State University named after Academician IG Petrovskii, Russia

Irina S. Shevchenko, Doctor of Science in Philology, Department of ESP and Translation, V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine

Kosta Garow, PhD in Pedagogy, associated professor, Plovdiv University „Paisii Hilendarski”, Bulgaria

László Kótis, PhD in Physics, Research Centre for Natural Sciences, Hungary, Budapest

Marian Wloshinski, Doctor of Science in Pedagogy, Faculty of Pedagogical Sciences, University of Humanities and Economics in Wrocław, Poland

Melinda Nagy, PhD in Biology, associated professor, Vice-Rector, J. Selye University in Komarno, Slovakia

Anatolij Morozov, Doctor of Science in History, Bohdan Khmelnytsky National University in Cherkasy, Ukraine

Nikolai N. Boldyrev, Doctor of Science in Philology, Professor and Vice-Rector in Science, G.R. Derzhavin State University in Tambov, Russia

Olga Sannikova, Doctor of Science in Psychology, professor, Head of the department of general and differential psychology, South Ukrainian National Pedagogical University named after K.D. Ushynsky, Odesa, Ukraine

Oleg Melnikov, Doctor of Science in Pedagogy, Belarusian State University, Belarus

Riskeldy Turgunbayev, CSc in Physics and Mathematics, associated professor, head of the Department of Mathematical Analysis, Dean of the Faculty of Physics and Mathematics of the Tashkent State Pedagogical University, Uzbekistan

Roza Uteeva, Doctor of Science in Pedagogy, Head of the Department of Algebra and Geometry, Togliatti State University, Russia

Seda K. Gasparyan, Doctor of Science in Philology, Department of English Philology, Professor and Chair, Yerevan State University, Armenia

Svitlana A. Zhabotynska, Doctor of Science in Philology, Department of English Philology of Bohdan Khmelnytsky National University in Cherkasy, Ukraine

Tatyana Prokhorova, Doctor of Science in Pedagogy, Professor of Psychology, Department chair of pedagogics and subject technologies, Astrakhan state university, Russia

Valentina Orlova, CSc in Economics, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine

Vasil Milloushev, Doctor of Science in Pedagogy, professor of Department of Mathematics and Informatics, Plovdiv University „Paisii Hilendarski”, Plovdiv, Bulgaria

Veselin Kostov Vasilev, Doctor of Psychology, Professor and Head of the department of Psychology Plovdiv University „Paisii Hilendarski”, Bulgaria

Vladimir I. Karasik, Doctor of Science in Philology, Department of English Philology, Professor and Chair, Volgograd State Pedagogical University, Russia

Volodimir Lizogub, Doctor of Science in Biology, Head of the department of anatomy and physiology of humans and animals, Bohdan Khmelnytsky National University in Cherkasy, Ukraine

Zinaida A. Kharitonchik, Doctor of Science in Philology, Department of General Linguistics, Minsk State Linguistic University, Belarus

Zoltán Poór, CSc in Language Pedagogy, Head of Institute of Pedagogy, Apáczai Csere János Faculty of the University of West Hungary

Managing editor:

Barkáts N.

© EDITOR AND AUTHORS OF INDIVIDUAL ARTICLES

The journal is published by the support of Society for Cultural and Scientific Progress in Central and Eastern Europe
BUDAPEST, 2015

Statement:

By submitting a manuscript to this journal, each author explicitly confirms that the manuscript meets the highest ethical standards for authors and coauthors. Each author acknowledges that fabrication of data is an egregious departure from the expected norms of scientific conduct, as is the selective reporting of data with the intent to mislead or deceive, as well as the theft of data or research results from others. By acknowledging these facts each author takes personal responsibility for the accuracy, credibility and authenticity of research results described in their manuscripts. All the articles are published in author's edition.

The journal is listed and indexed in:

INNO SPACE SCIENTIFIC JOURNAL IMPACT FACTOR: 2.642

ISI (INTERNATIONAL SCIENTIFIC INDEXING) IMPACT FACTOR: 0.465

DIRECTORY OF RESEARCH JOURNAL INDEXING

ULRICHS WEB GLOBAL SERIALS DIRECTORY

UNION OF INTERNATIONAL ASSOCIATIONS YEARBOOK

SCRIBD

ACADEMIA.EDU

GOOGLE SCHOLAR

CONTENT

MEDICINE AND BIOLOGY	7
<i>Komisar O.S., Boyko M.F.</i> Heavy metals in gametophytes of moss <i>Bryum caespiticium</i> Hedw. in parks and on Lenina Avenue in Mykolayiv city (Ukraine)	7
<i>Boiko M.F., Khodosovtsev O.Ye., Gavrylenko L.M., Melnyk R.P., Klymenko V.M., Shaposhnikova A.O.</i> Phytodiversity and Lichenodiversity in the Conditions of Agricultural Landscapes In Southern Ukraine	11
<i>Дуло О.А., Фурман Ю.М.</i> Вивчення рівня фізичного здоров'я дівчат гірських районів Закарпаття за метаболічним рівнем анаеробного енергозабезпечення	15
<i>Лизогуб В.С., *Макаренко М.В., Юхименко Л.І., Хоменко С.М., Коваль Ю.В., Кожемяко Т.В.</i> Вікова динаміка сенсомоторних функцій людей із слуховою депривацією	20
<i>Макарчук М.Ю., Глазирін І.Д., Смоляр С.І.</i> Особливості біологічного дозрівання учнівської молоді жіночої статі визначеного за темпами статевого розвитку	25
<i>Рудишин С.Д.</i> Еволюція екосистем в контексті сучасної природничо-наукової картини світу	30
<i>Тимофійчук І.Р., Анохіна С.І., Кузнєцова О.В., Боштан С.В., Семенко С.Б., Слободян К.В.</i> Зміни гормональної активності та біохімічні перебудови кори наднирникових залоз на тлі розвитку експериментального цукрового діабету у щурів різних вікових груп	35
<i>Черненко-Курагіна Н.П.</i> Індивідуальні реакції гемодинаміки головного мозку та регуляції серцевого ритму при розумовій діяльності з низькою швидкістю пред'явлення інформації	38
ECOLOGY	43
<i>Malyarenko O., Samoilenko V.</i> Regional ecological networks: developed geoinformation modeling approaches	43
VETERINARY SCIENCE	47
<i>Maksymovych I., Slivinska L., Winiarczyk S., Buczek K., Staniac M.</i> Hematological and serum biochemical reference values in healthy working horses Hutsul breed	47
<i>Hudyma T.M., Slivinska L.G.</i> Therapeutic efficacy of Hepatiale®Forte in treatment of the dogs with hepatodystrophy	51
<i>Lukashchuk B.O., Slivinska L.G.</i> Prophylactic effectiveness of phytobiotic feed additive for non-contagious diseases of the gastrointestinal tract in suckling piglets	54
CHEMISTRY	57
<i>Брем В.В., Кожухар В.Я., Іванченко Л.В., Дмитренко І.В., Буга С.П.</i> Відбір проб рідкого флюсу для газового аналізу на вміст водню	57
ASTROPHYSICS	63
<i>М.Yu. Skulsky</i> On the wave structure in the spatial organization of the Solar planetary system	63

PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES	68
<i>Borkach E.I., Ivanitsky V.P., Kovtunenکو V.S., Ryaboschuk M.M.</i> Glasses and amorphous films as two kinds of non-crystalline state of substance	68
<i>Петрецький С.І, Міца В.І, Голомб Р.І, Кондрат О.І, Попович Н.І, Боркач Є., Мартон А.І, Вереш М., Чік О.</i> Синхротронні фотоелектронні спектри, склад та локальна координація атомів в плівках Ge ₂ S ₃ при введенні миш'яку	73
<i>Сагитов Ю.Х.</i> Гибридное интегральное преобразование свёртки: основная теорема, следствия из неё, некоторые приложения	77
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION	81
<i>Sadowska E.J.</i> The late baroque wooden church of Michael the Archangel in Szalowa(Poland) – the church from wooden model	81
<i>Шульга Г.М.</i> Методика моделювання планировочної організації територіальних систем рекреації в Українських Карпатах	87
TECHNICAL SCIENCES	91
<i>Дячок В.В., Гуглич С.І.</i> Математичне моделювання біологічних процесів ускладнених масопереносом	91
<i>Зав'ялов В.Л., Мисюра Т.Г., Бодров В.С., Запорожець Ю.В., Попова Н.В., Деканський В.Є.</i> Закономірності дії пульсуючих потоків в умовах протитечійного розділення фаз при віброекстрагуванні із рослинної сировини	95
<i>Ковальський Б.М., Занько Н.В., Шовгенюк М.В.</i> Визначення колірних характеристик друкарських фарб за спектральними кривими відбивання	100
<i>Небылица Ю.Н.</i> Интеграция системы экспресс-диагностики процесса электроэрозионного проволочного вырезания в технологическое оснащение	104

MEDICINE AND BIOLOGY

Komisar O.S., Boyko M.F.

Heavy metals in gametophytes of moss *Bryum caespiticium* Hedw. in parks and on Lenina Avenue in Mykolayiv city (Ukraine)

*Komisar Olena Sergiivna, lecturer of the department of ecology
Mykolayiv V. O. Sukhomlynskui National University, Mykolayiv, Ukraine*

*Boiko Michael Fedosiyovych professor department of botany
Kherson State University, Kherson, Ukraine*

Abstract. On the territory of four parks in Mykolayiv (Ukraine) researches were conducted and analyzed for content of heavy metals in gametophytes of moss *Bryum caespiticium* Hedw. Also rate of accumulation of heavy metals was analyzed on the territory of parks in Mykolayiv. The least polluted in comparison with conditionally clean zone is the territory of park "Peremogy", and the most polluted is forest-park "Dubky".

Keywords: heavy metals, bryophytes, gametophytes, *Bryum caespiticium*, Mykolayiv, Ukraine

Mykolayiv is situated in south part of Ukraine, in dry steppe zone of the country. In climate of the city significantly affects its location near the Black Sea. Mykolayiv coordinates 46° 58' 00" N, 32° 00' 00" E, Square-253km². City is situated on a peninsula, which is formed by the rivers Inhul, Yuzhny Bug and Bugsky estuary. It is situated 80 km away from the Black Sea.

A significant number of moss species refers to organisms that are able to accumulate heavy metals in significant quantities [23, 25-26, 28-29, ETC.]. In technogenic ecotopes they are one of the important components due to its high tolerance to these conditions of existence and presence of a wide range of resistant forms [3, 6, ETC.]. Some intraspecific forms of resistance to the toxic effect of heavy metals elaborated in mosses [15]. In areas contaminated with heavy metals, there are some correlations between the degree of contamination of soils and their content in gametophytes of epigeynikh moss species [3]. Bryophytes show the degree of heavy metal pollution in urban areas, particularly around industrial agglomerations and industrial enterprises [2-4; 6; 18-19; 21; 27 ETC.]. Soil contamination by heavy metals depend on the capacity, characteristics and duration of work of enterprises, the intensity of traffic, on the other - from landscape and geomorphological conditions. Heavy metals are tightly bound in the upper soil layer. The highest index of content of impurities observed at a distance of 1 to 5 km from the sources of contamination, with the removal from the enterprises the level of pollution is decreased and indexes come close to the background [5].

Through studies of pollution and the realization of environmental monitoring, to heavy metals belong more than 40 chemical elements - metals of the periodic system with atomic mass more than 50 atomic units: Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd, Sn, Hg, Pb and others. Particular attention is paid to those elements which are toxic to organisms and can accumulate in them. According to classification of N. Reimers (Reimers), heavy metals are considered those, which are characterized by a density of more than 8 g / cm³. Therefore, Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Co, Sb, Sn, Bi, Hg, we refer to heavy metals.

Moss *Bryum caespiticium* is a cosmopolitan species, which is often found in different types of natural and particularly anthropogenic ecosystems, including the ecosystems of Mykolayiv [9-14]. Species has a vital form of

dense mat, by ecomorphs it is: in relation to moisture – mesoxerophyte, to lighting-heliophyte, by trophicity of substrate – oligomezotroform, and the chemistry of substrate – incertotitum.

Species of the genus *Bryum* are characterized by broad ecological amplitude and by the Resistance to pollution areas (THONI, SCHNYDER, HERTZ, 1993). It can accumulate a large amount of heavy metals [3; 28-30], so it can be used as an indicator species, as test-species concerning the degree of pollution of any area. William Buck (EAC, 1982) proved that exactly leaves of the moss capture heavy metals from the air. D. Shaw [24] proved that for such mosses as *Ceratodon purpureus* and *Bryum argenteum*, broad ecological amplitude is common and they can digest different habitat, including polluted with heavy metals ecotopes. Also the author conducted research in laboratory conditions on *Bryum argenteum* tolerance to heavy metals, as this moss has the ability to accumulate heavy metals. It has been proved that this species accumulate Cd, Cu, Zn, Pb in urban habitats in elevated concentrations.

The **aim of our research** was to determine the content of heavy metals in the gametophyte of moss *Bryum caespiticium* Hedw. On territories of parks in Mykolayiv and carry out relevant analysis based on the materials of the results. Researches were done on the territories and outskirts of the industrial enterprises, especially:

- 1) Park named after G.I Petrovsky with territory of 10 ha, founded in 1930. Situated in the city center.
- 2) Park "Peremogy", founded in 1945, covers an area of 43 ha washed by the rivers Yuzhny Bug and Inhul.
- 3) Park-monument of the garden art "Lisky" with the territory of 34.5 ha, is situated in micro-district "Lisky" in the first terrace above the floodplain of Yuzhny Bug River, which has a gentle incline from north to south, toward the river. Southern part of the park occupies a lake, with the territory of 9.2 ha
- 4) Forest-park "Dubky" on the Kosmonavtiv Str. occupies an area of 4.95 ha.

Materials and methods of research. The basis for this work became materials about the content of heavy metals in gametophyte of moss *Bryum caespiticium*. Samples of moss were taken on sample plots on the territories of parks and their outskirts in Mykolayiv. Samples were taken in autumn. Sampling of gametophytes of mosses

were carried out on the same areas as the soil samples- in industrial areas and in recreational area (conditionally clean zone of the city- de bene esse clean area) for comparison the level of pollution. Samples were placed in plastic bags with a label which indicated the names of plants, location of selection and sampling date. For identification of moss temporary preparations were used, which were researched by using binocular microscope MBS-2 and MICMED-2 in the laboratory of environmental monitoring and biodiversity named after Y.K.Pachosky at the department of Botany of Kherson State University.

After sampling burned by common method. Content of heavy metals (Cu, Zn, Cd, Pb) at gametofitakh bryophytes conducted an atomno-absorbciynim method on the tworadial spectrophotometer of S-115-M1(m. Sumi of VO «SELMI»), flame: acetylene of the special cleanness of firm «LTD. «Linde» (GOST 5457-75), compressor of diafragmenniy of UK-40. The data were treated statistically by using programs «Statistic for Windows». Results are expressed in mg / kg and are average of parallel measurements. Error of definition does not exceed 1% for copper, 0.5% for zinc, 5% for cadmium, 3% for lead.

Results and their discussion. The results of our research made in 2009-2013 showed that on the territories and around the plants In Mykolayiv brioflora comprise 34

species of bryophytes [Komisar, Zagorodnyuk, 2012], which are common representatives of brioflora of the steppe zone of Ukraine [Boyko, 2009]. For research on the content of heavy metals Brym caespiticium Hedw was chosen, which was found in all areas of city parks selected for the study.

On the basis of studies was found that in gametophyte (burgeon with leaves and rhizoids) of the territories of all parks in Mykolayiv is the accumulation of heavy metals (the HM), but in different quantities. Thus, the highest number on the content of Cu, Cd and Pb is characterized the territory of the Forest-park “Dubky”, the content of Zn - park "Lisky" (250,41 ± 1,25205), which is not surprising as both parks are located near the plants State Enterprise “Gas Turbine Scientific Production Complex “Zorya-Mashproekt” and "Chernomorsky Shipbuilding Yard".

The lowest indexes for the content of Cu are characterized by gametophytes of the park "Lisky" (58,24±0,5824), on the content of Zn, Cd and Pb - the territory of the park "Victory" (Table 1, Fig. 1).

Lenin Avenue (the Avenue) was characterized by major indexes on the content of all heavy metals except cadmium. For Cd values rolled over only in relatively clean area, in all other investigated areas high content of heavy metals was not found.

Table 1. Accumulation of heavy metals by gametophyte of moss *Bryum caespiticium* areas of Mykolayiv City

№ No.	Assembly point	Content of heavy metals in moss gametophyte <i>Bryum caespiticium</i> , mg / kg			
		Cu	Zn	Cd	Pb
1	Forest-park “Dubky” (Sonth turbine factory)	64,33±0,6433	206,65±1,03325	1,834±0,0917	50,9±1,527
2	Park "Peremogy:	59,19±0,5919	177,73±0,08886	0,876±0,0435	38,26±1,1478
3	Park “Lisky”	58,24±0,5824	250,41±1,25205	1,51±0,0755	47,03±1,4109
4	Park named after G.I Petrovsky	61,71±0,6171	178,25±0,89125	1±0,05	30,88±0,9264
5	Lenin Avenue	129,62±0,12962	304,32±0,52	1,326±0,0663	50,17±1,5051
6	Conditionally clean zone	20,00±0,2	61±0,305	22,67±1,1335	5,33±0,1599

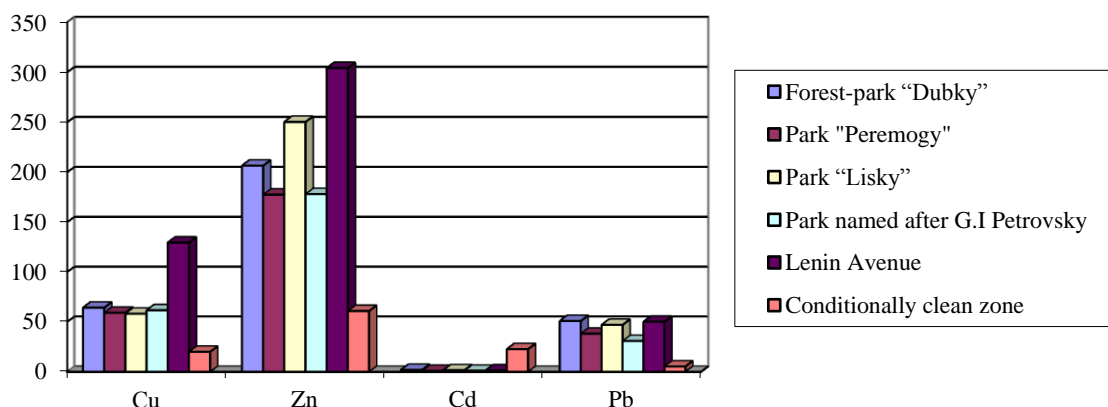


Figure 1. Content of heavy metals in gametophyte of moss *Bryum caespiticium* in the parks and Lenin Avenue in Mykolayiv City

Table 2. Excess of maximum permissible concentration (MPC) of heavy metals of parks and Lenin Avenue in Mykolayiv City

Parks of Mykolayiv City	Excess of maximum permissible concentration (MPC) of heavy metals of parks and Lenin Avenue in Mykolayiv City			
	Cu	Zn	Pb	Cd
Forest-park “Dubky”	21,44 times	8,89 times	1,6 times	3,7 times
Park "Peremogy”	19,73 times	7,73 times	1,19 times	1,75 times
Park “Lisky”	19,41 times	10,88 times	1,46 times	3 times
Lenin Avenue	41,54 times	13,23 times	1,56 times	2,65 times
Park named after G.I Petrovsky	20,57 times	7,75 times	—	2 times

Bryophytes more intensively accumulate heavy metals and can be used as sensitive indicators of pollution of ground ecotypes, particularly in the areas urboecosystem. Content of heavy metals in gametophyte of moss in 5-10 times higher than the biomass of higher plants that grow in similar conditions. So, *Bryum caespitium* Hedw is a promising target for the development system of an indication is by bryophytes of integrated pollution of urboecosystems.

Thus, the most excess of Cu content is in Lenin Avenue (41.54 times) and Forest-park "Dubky" (21.44 times), the smallest excess encountered in park Liska (19.41 times.); The most Pb is in Forest-park "Dubky" (1.6 times), the smallest park Lisky (1.46 times), and in Park named after G.I Petrovsky maximum possible concentrations exceedances was not found; Zn-the most excess is in Lenin Ave-

nue (13.23 times) and among the parks- park "Lisky, the smallest is Park "Peremogy" 97.73 times); Cd the most excess- Forest-park "Dubky" (3.7 times), the smallest is Park "Peremogy" (1.75 times).

The coefficient of accumulation of heavy metals allows us to see the accumulation of elements in conditions with different pollution. [3]

The coefficient of accumulation we determined by the formula:

$$KA = \frac{\bar{x}_{ij}}{\bar{x}_i}$$

where KA- The coefficient of accumulation, \bar{x}_{ij} - average accumulation i metal in dry matter of plant samples contaminated with j-th place, \bar{x}_i - average accumulation i metal in dry matter of plant samples for controlling background.

Table 3. Coefficients of accumulation of heavy metals in soils of the parks in Mykolayiv City

№	Places the sampling	Coefficients of Accumulation of heavy metals by gametophyte of moss <i>Bryum caespitium</i> Hedw.			
		Cu	Zn	C d	Pb
1	Forest-park "Dubky"	3,22	3,4	0,1	9,55
2	Park "Peremogy"	2,96	2,91	0,04	7,18
3	Park "Lisky"	2,91	4,1	0,1	8,82
4	Lenin Avenue	6,5	4,98	0,1	9,41
5	Park named after G.I Petrovsky	3,1	2,92	0,04	5,79

Coefficients of Accumulation of heavy metals by gametophyte of moss *Bryum caespitium* Hedw. You can make a ranked series factory because of their reduction:

Cu: Lenin Avenue > Forest-park "Dubky" > Park named after G.I Petrovsky > Park "Peremogy" > Park "Lisky".

Zn: Lenin Avenue > Park "Lisky" > Forest-park "Dubky" > Park named after G.I Petrovsky > Park "Peremogy".

Cd: Lenin Avenue = Forest-park "Dubky" = Park "Lisky" > Park "Peremogy" => Park named after G.I Petrovsky.

Pb: Forest-park "Dubky" > Lenin Avenue > Park "Lisky" > Park "Peremogy" > Park named after G.I Petrovsky.

In reference to content of Cu, Zn, Cd Lenin Avenue accumulates the biggest part of these heavy metals, and for the Pb is on the second place after Forest-park "Dubky" (3.22). Thus, according to the Cu content the biggest coefficient of accumulation besides Lenin Avenue has the territories of Park "Lisky" and Forest-park "Dubky" (0.1) and the smallest - Park "Peremogy" and the Park named after G.I Petrovsky (0.04). The least of heavy metals ac-

cumulated moss for Cu with the park "Lisky" (2.91), and the Zn - park "Peremogy" (2.91), for Pb - park named after G.I. Petrovsky (5.79).

Conclusions. Among the most polluted parks in comparison with conventionally clean area for Cu, Cd and Pb is the area of Forest-park "Dubky", the content of Zn is park "Lisky". The least polluted by Zn, Cd, Pb - park "Peremogy".

Coefficients of Accumulation of heavy metals by gametophyte of moss *Bryum caespitium* of the territories of the parks in Mykolayiv City are divided unequally.

Big Coefficients of Accumulation had the Forest park "Dubky" and park "Lisky" what is not surprising as they are near State Enterprise "Gas Turbine Scientific Production Complex "Zorya-"Mashproekt" and "Chernomorsky Shipbuilding Yard".

So, *Bryum caespitium* Hedw is a prospective target for the development of complex systems of an indication is by bryophytes of pollution urban ecosystems.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- Boiko M.F. The mossy of steppe zone Ukraine. - Kherson: Ailant, 2009. - 276 p.
- Gambarian S.K., Teplyakova S.V. Bryophytes as indicators of air pollution in industrial areas of Primorsky Krai (Russian) // Plants in monsoon climate: Materials Conf., Dedicated to the 50th anniversary of the Botanical Garden-Institute FEB RAS. - Vladivostok, 1998. P. 275-277.
- Glukhov O.Z., Mashtalyer O.V. Brioindication of technogenic pollution of southeast Ukraine. - D.: "Weber", 2007.- 153 p.
- Danylkyiv I.S. The species composition of epiphytic bryophytes in terms of pollution cement plant / I.S. Danylkyiv, O.T. Demkiv, Z.I. Mamchur // Ukrainian Botanical Journal. - 1993. - Vol. 50, № 6. - P. 67-70.
- Drugov Yu.S., Rodin A.A. (2007). Analysis of contaminated soil and hazardous waste: A Practical Guide. - M.: BI-NOM. Knowledge Laboratory. - 424 p.
- Kalda S.A. On the propagation of epiphytic mosses in the industrial areas of Northern Estonia // Silvicultural research. - 1983. - Vol. 18, № 1. - P. 67-76.
- Kyyak N.Ya. Features accumulation of lead and their impact on the prooxidant-antioxidant system in shoots of aquatic moss *Fontinalis antipyretica* Hedw // Black Sea Botanical Magazine. - 2007. - v. 3, № 1. - P. 56-64.
- Kyyak N.Ya. Morphological adaptation moss *Bryum argenteum* Hedw. to oil pollution // IV Open Congress of Fitobiologist of Black Sea region (Kherson, January 19, 2012) Abstracts book (ed. E.E. Khodosovtsev). - Kherson.: Ailant, 2012 - p. 16.
- Komisar O.S. The mossy forest park "Oaks" in city of Nikolayev // Proceedings of Ukrainian National Conference "Problems of restoration and protection of biodiversity Ukraine." Poltava National Pedagogical University V.H. Korolenko, (19-20 April 2012). - 2012.- Poltava. - P. 69-70.
- Komisar O.S. Materials to bryoflora park "Liska" // Proceedings of the VI International Conference of Young

- Scientists "Biology: from molecules to the biosphere" (22-25 November 2011., M. Kharkiv). - H.: FLP Shapovalova TN, 2011. - P. 416-417.
11. Komisar O.S. Materials to bryofloras park "Victory" in Mykolaiv. // Scientific Papers. X International Biological Christmas reading. Vol. 10. - M.: 2010. - P. 208-210.
 12. Komisar O.S. Materials to bryoflora park H.I. Petrovskoho // IV Open Congress of Fitobiologist of Black Sea region (Kherson, January 19, 2012) Abstracts book (ed. E.E. Khodosovtsev). - Kherson.: Ailant, 2012. - P. 15.
 13. Komisar O.S., Boiko M.F., Troitsky M.A., Makarova G.A. Moss *Bryum argenteum* Hedw. as an indicator of radioactive contamination urboecosystem (Mykolayiv, Ukraine) // Questions bioindicators and Ecology: periodicals. - 2012, Vol. 17, № 1. - P. 81-92.
 14. Komisar O.S., Zagorodniuk N.V. Bryophytes neighborhoods industrial city of Nikolaev (Ukraine) // Black Sea Botanical Journal, 2012, Vol. 8, № 1. - P. 87-97.
 15. Lobachevska O.V., Demkiv L.O., Kit N.A. Intraspecific differences in mosses in the resistance to the toxic effects of heavy metals // Cytology. - 1991. - № 5. - P. 112-113.
 16. Mashtaler O.V. Display pollution using moss *Bryum argenteum* Hedw. and *Bryum caespiticium* Hedw. (Bryophyta) in the Donetsk region // Proceedings of the Second International Conference "Ontogeny of plants in natural and transformed environment" (Lviv, 18-21 August 2004): "Lviv SPOLON", 2004. - P. 325.
 17. Mashtaler A.V. Biomonitoring by species Bryophyta of technogenic transformation environment of southeastern Ukraine. Abstract of cand. dis.: 03.00.16 - ecology. Dnipropetrovsk, 2007. - 20 p.
 18. Prudnykov L.Yu. Bioindication: urban mosses and their use for diagnostiki environment // Technology of the quality of life. - 2001. - № 1. - P. 55-57.
 19. Prudnikova L.Yu. Features of formation of urban Bryoflora (for example, the city of Ekaterinburg): Abstract of dis. cand. biol. sc.: 03.00.16 / Institute of Plant and Animal Ecology of Ural Branch of RAS. - Ekaterinburg, 2004. - 23 p.
 20. Havezov.A.V., Tsalev D.L. Atomic absorption spectroscopy. - M., MSU, 1989. -143 p.
 21. Tamm K.E. Epiphytic bryophytes as indicators of air pollution in Tallinn // Flora and groups inferior races-teny in natural and anthropogenic extreme environmental conditions. - Tallinn, 1984. - P. 203-220.
 22. Grodzinska K. Mosses as bioindicators of heavy metal pollution in Polish national parks // Water, Air and Soil Pollution. - 1978. -9. -P. 83-97.
 23. Groet S. S. Regional and local variations in heavy metal concentrations of bryophytes in northeastern United States // Oikos. - 1976. - №27. -P.445-456
 24. Shaw. J. Evolution of heavy metal tolerance in bryophytes II. An ecological and experimental investigation of the «copper moss», *Scopelophila cataractae* (Pottiaceae) // Amer. Journ. Of Bot. -1987. - Vol. 74, № 6. -P. 813-821.
 25. Grgic P., Nedezdin M. Bioaccumulation of heavy metals in mosses // Dev. Ecol. Perspect.21st Cent 5 th Int Congr. Ecol. Yokohama, Aug. 23-30, 1990.- P. 428-431.
 26. Onianwa P.S. Monitoring atmospheric metal pollution: a review of the use of mosses as indicators // Environ. Monit. Asses. - 2001. - Vol. 71, № 1. - P. 13-50.
 27. Andersen A., Hovmand M.F., Johnsen I. Atmospheric heavy metal deposition in the Copengagen area // Environ. Pollut. - 1978. - Vol. 17, № 1. - P. 133-152.
 28. Shaw J., Albright D. Potential for the Evolution of Heavy Metal Tolerance in *Bryum argenteum*, a Moss. II. Generalized Tolerances among Diverce Populations // The Bryologist. - 1989. - Vol. 93, № 2. - P. 188 - 192.
 29. Shaw J., Beer S., Lutz J. Potential for the Evolution of Heavy Metal Tolerance in *Bryum argenteum*, a Moss. I. Variation Within and Among Populations // The Bryologist. - 1989. - Vol. 92, № 1. - P. 73 - 80.
 30. Shaw J., Jules E., Beer S. Effect of Metals on Growth, Morphology, and Reproduction of *Ceratodon purpureus* // The Bryologist. - 1991. - Vol. 94, № 3. - P. 270 - 277.

Комисар Е.С., Бойко М.Ф. Тяжелые металлы в гаметофитах мха *Bryum caespiticium* Hedw. в парках и на проспекте Ленина города Николаева (Украина)

Аннотация. Проведено и проанализовано содержание тяжелых металлов в гаметофитах мха *Bryum caespiticium* Hedw. на территории четырех парков города Николаева (Украина) Также была проанализирована норма накопления тяжелых металлов на территории парков г. Николаева. Малейшее загрязнение по сравнению с условно чистой зоной является территория парка "Победы" а наиболее загрязнено - лесопарк "Дубки".

Ключевые слова: тяжелые металлы, мохообразные, гаметофиты, *Bryum caespiticium*, Николаев, Украина

Boiko M.F., Khodosovtsev O.Ye., Gavrylenko L.M., Melnyk R.P., Klymenko V.M., Shaposhnikova A.O.
Phytodiversity and Lichenodiversity in the Conditions of Agricultural Landscapes
In Southern Ukraine

Mikhail F. Boiko, Sc.D., Professor¹
Olexander Ye. Khodosovtsev, Sc.D., Professor¹
Liubov M. Gavrylenko, PhD, Lecturer¹
Ruslana P. Melnyk, PhD, Lecturer¹
Vitalii M. Klymenko, Postgraduate Student¹
Anastasiia O. Shaposhnikova, Acting Senior Scientist²

¹Kherson State University, Kherson, Ukraine

²National Nature Reserve «Dzharylhatskyi», Skadovsk, Ukraine

Abstract. The article presents the results of investigations of vascular plants, mosses and lichens diversity on the agricultural landscapes of southern Ukraine. Flora species of bryophytes agrolandscapes include anthotserotrophytes, marshantrophytes and bryophytes. Bryophytes are dominant and include species of the family Pottiaceae (50,0 % of all the species composition) and Bryaceae (22,5 %). The vegetation is represented by the classes *Stellarietea mediae*, *Polygono arenastri-Poëtea annua*, *Agropyretea repentis*, *Chenopodietea*, including Red rare species – *Anacamptis picta* (Loisel.) R.M. Bateman, *Lepidium pumilum* Boiss. et Balansa and others. There are 944 species of weeds on agricultural landscapes in the south of Ukraine that grow spontaneously. The most common among them are 130–150 species, 500 species are adventive. The methods of rare diversity conservation and measures to fight weed infestation were proposed.

Keywords: phytodiversity, lichenodiversity, agricultural landscapes, southern Ukraine

Introduction. Agricultural landscapes are complex systems that were formed by the different elements of agroecosystems, with all chains of farming systems, with infrastructure and protective measures for consistent. The basis of agricultural landscapes are: agricultural land – arable land in the whole, fields of one-year crops, hays, pastures, fields of perennial grasses; artificial forest plantations – belts, artificial forests of various purposes with the tree and shrub components; transformed natural communities – the remnants of natural forests, natural meadows, natural steppe areas, marshes, wetlands, peatlands. The components of agricultural landscapes are also located in their territories erosion waterworks of different types, limits and rotation fields, country roads, hydrographic network, paved roads, various communication lines of high-power, gas distribution stations, building structures for various purposes, etc. [12; 15].

Agricultural landscapes of southern Ukraine are ecosystems that were formed as a result of agrarian transformation of steppe, ravine gully, river-valley, psamophytic, sea salt and over-firch coenoses and coenoses of rock outcrops.

Under the influence of irrigation agricultural landscapes has been degrading in southern Ukraine; southern black and brown soils as well as biota (primarily rare phytobiota and lichen biota) appeared to be very sensitive to high humidity [4]. The fundamental problem is the study of the current state of rare phytodiversity of southern Ukraine agricultural landscapes and strategies of its conservation and management, detection of rare phytodiversity state components, including vascular plants, bryophytes and lichens in order to develop strategies for their conservation and sustainable use based on autphytozoological index, index of rarity and synanthropisation index.

A brief literature review. In the scientific world there are a number of works on rare phytodiversity of agricultural landscapes (Beymer, Klopatek, 1991; Evans, Ehleringer, 1993; Eldridge, Kinnell, 1997; Belnap, Gardner, 1993; Harper, Belnap, 2001; De Falko et al., 2001; Maestre, 2003; D. Moon, 2009; M. Wingreen, 2010). Fragmented researches on rarity of phyto- lichen diversity of

certain habitats were held in Ukraine (Бойко, 1988; Бойко та ін., 1984; Ходосовцев, 1999; Дідух та ін., 2009; Кагало 2010; Мойсієнко, 2010; Остапко, 2011; Перегрим, 2011). This indicates the relevance and necessity of our studies.

The purpose of research. The aim of the research was to establish the state of phyto- and lichen diversity of the agricultural landscapes of southern Ukraine – namely, the diversity of higher vascular plant, of non-vascular plants – mosses, and lichen diversity.

Materials and methods. Results are based on materials obtained during the research expedition in 2012–2014. We used conventional methods for botanical research: route-exploratory method and establishing of trial and sampling areas. During cameral processing of materials aimed to determine the species temporary microscopic preparations were used, which had been studied on binocular microscopes MBS-2 and MICMED-2. Materials were worked out in the laboratory of biodiversity and environmental monitoring named after J.K. Pachoski placed in the Department of Botany (Kherson State University).

Results and discussion. Results of integrated study of rare phytodiversity of agricultural landscapes, which enable to develop a strategy of management, conservation and protection, are given.

Bryophytes as phytodiversity components are common components of surface soil in agricultural landscapes with varying degrees of disturbance. To some extent, they perform stabilization role in agricultural landscapes, they are very sensitive to antropopression in general, especially in the steppe zone. Therefore, they can be used as indicators of digression and demutation of colorful kuazinatural and disturbed ecosystems of the steppe zone. According to our observations aaaa bryophytes as elements of steppe zone phytodiversity, are components of the soil surface on agricultural landscapes of various degrees of disturbance.

Bryophyte flora on the south of Ukraine has 31 species of bryophytes. Division Anthocerotophyta is represented by one species – *Phaeoceros laevis* (L.) Prosk. of family Anthocerotaceae (3,2 % of species composition), Division

Marchantiophyta – by 3 species of following families: Ricciaceae (6,5 %) and Cephaloziellaceae (3,2 %), Division Bryophyta – by 27 species of 14 genera of 5 families. Among bryophytes there are dominant species: of the genus *Bryum* (7 species, 22,5 %) genera *Pleuridium*, *Acaulon*, *Microbryum*, *Phascum*, *Pterygoneurum* and *Tortula* are represented by 2 species. Among the dominant species of the family Pottiaceae (50,0 % of all the species composition) and Bryaceae (22,5 %), Funariaceae and Ditrichaceae are represented by 3 species, Ricciaceae – by two, Dicranaceae and Cephaloziellaceae – by just one. Most families are represented by 1-3 species. This is natural, since agricultural landscapes in their ecotope and general physiographic features are not species arena of shaping but of migration [2; 3]. On agricultural landscapes only upper sporogonium mosses are marked.

Best adapted to subsistence farming land are species with loose sod; there are 24 species of them. Wide areal species are dominant. They have holarctic, bipolar and cosmopolite ranges of 21 species. In relation to the prevailing humidity ecohydromorfes of mezoxerophytes and xerophytes are prevailing by reference to light of habitats – ecoheliomorpha of heliophytes, they are 27 species; by reference to the chemistry of the substrate incertophyles dominate with 18 species and Calcicole with 8 species; in relation to the substrate trophicity by mezotrophes (18 species) and mezoetrophes by 6 species. As for sex structure, the mezoetrophes and dioecious species are almost identical – 16 and 14 species, respectively, and inactive and less active species prevail – 15 and 5, which is not due to the formation of communities of farmland.

A number of key causes that prevent the increase lichen species diversity number in these areas was defined. The positive dynamics of increasing diversity of species were observed for only epiphytic species and species that grow in a dusty area. Concrete slabs of channels and arica, concrete floors of agricultural facilities of agronomy and zoo-technical character building with limestone dust of crushed stone roads create some special conditions which lead to the spread of such species. It is the concrete slabs of irrigation canals where we had found a new species to science – lichen *Caloplaca wucuricola* and lichenicolous fungus *Prouectria caloplacae*, which grew at *Caloplaca austroctrina* [16, 18]. A number of species such as *Collembopsideum augermanicum*, *Staurothele ambrosiana*, *Caloplaca soralifera* were defined for the first time in Ukraine [14, 15]. The dominant species on concreted slabs are *Candelariella aurella*, *Caloplaca flavocitrina*, *C. teicholyta*, *C. crenulatella*, *Verrucaria nigrescens*.

Lichens that grow on the bark of trees can be used as bioindicators on nitrates. Lichenobryota belts are represented by 41 species of lichens and lichenicolous fungi. There are the most common species *Amandinea punctata*, *Lecanora hagenii*, *L. saligna*, *L. carpinea*, *Lecidella elaeochroma*, *Pleurosticta acetabulum*, *Parmelia sulcata*, *Melanelixia subuarifera*, *Evernia prunastri*, *Scoliciosporum sarotamnii* and others [13].

Forest belts located in the coastal zone contain significant amounts of bushy lichens, including *Ramalina fastigiata*, *R. pollinaria*, *R. fraxinea*, *Anaptychia ciliaris*.

Ravines and gullies remained almost the only refuge steppe vegetation among the agricultural landscapes of southern Ukraine. Interestingly enough in lichenologic re-

spect is complex ravine and gully systems where natural areas were preserved as a narrow strip along the right bank of the Lower Dnieper. At the territory of investigated gullies there is an architectural monument – XVIII century bridge. On the concrete of the bridge 12 species of lichens were found, including conventional species *Lecanora albescens* (Hoffm.) Branth & Rostr., *L. dispersa* (Pers.) Sommerf., *Caloplaca saxicola* (Hoffm.) Nordin, *Candelariella aurella* (Hoffm.) Zahlbr. Also other species were found such as *Caloplaca concrecicola* Vondrak & Khodosovtsev, *C. coronata* (Köerb.) J. Steiner, *C. teicholyta* (Ach.) J. Steiner. – on the covered bridge's surface; *C. decipiens* (Arnold) Blomb. & Forssell, *C. flavocitrina* (Nyl.) H. Oliver, *Lecania inundata* (Hepp ex Körber) M. Mayrhofer, *L. turicensis* (Hepp) Müll. Arg. – on the vertical shaded surfaces; *Lecanora crenulata* Hook. – on the horizontal surfaces of the bridge, *Staurothele ambrosiana* (A. Massal.) Zsch., which has previously been found on southern Ukraine anthropogenic substrates [8]. Concrete slabs of a dam were studied and the following species of *Caloplaca* have been found there: *Caloplaca concreticola* Vondrák & Khodos., *C. crenulatella* (Nyl.), *C. decipiens* (Arnold) Blomb. & Forssell, *C. flavocitrina* (Nyl.), *C. saxicola* (Hoffm.) [9].

To study the flora of vascular plants we laid the model sites that were selected taking into account geobotanic units in the south of Ukraine – subzone desert wormwood-grass steppes. Vegetation is represented by steppe, halophytic and psamphytic: wormwood-fescue-grass vegetation of sandy steppes (dominants are *Festuca valesiaca* Gaudin, *Stipa lessingiana* Trin. & Rupr., *Stipa ucrainica* P.A. Smirn., *Artemisia austriaca* Jacq. Agrophytocenoses on their place in conjunction with halophytic groups); saline meadows and psamphytic groups (*Alopecurus pratensis* L., *Elytrigia pseudocaesia* (Pacz.) Prokudin, *Puccinellia fominii* Bilyk (fragments) and agrophytocenoses in their place). Vegetation of investigated area is characterized by high halophytization and the average percentage of the area of natural lands [9].

Ruderal vegetation is confined mostly to the roads and roadsides belts. Vegetation of roads and roadsides belts is represented by *Artemisia absinthium* L., *Euphorbia seguierana* Neck, *Polygonum novoascanicum* Klokov, *Sysimbrium loeselii* L., *Xanthium albinum* (Widd.) H. Scholz. Woody vegetation is represented by *Elaeagnus angustifolia* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Salix alba* L. and *Quercus robur* L., shrub vegetation – by *Swida alba* (L.) Opiz. A class Stellarietea mediae representatives are: *Ambrosia artemisiifolia* L., *Chenopodium album* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Erodium cicutarium* (L.) L'Her., *Polygonum aviculare* L. s.str., *P. novoascanicum* Klokov mainly grow in belts. Grouping class Polygono arenastri-Poëtea annua with the dominance of *Polygonum aviculare*, *P. novoascanicum* and *Plantago lanceolata* confined to roadsides, and are characterized by soil disturbance. Also characteristic types of the roads are representatives of class Agropyreteae repentis – *Convolvulus arvensis* L. and *Elytrigia repens* (L.) Nevski., *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Artemisia austriaca* Jacq. and *Bromus squarrosus* L. Dominants that grow along the roads and in fallow, in forest belts are: *Conyza canadensis* (L.) Cronquist, *Secale sylvestre* Host, *Sysimbrium loeselii* L., *Berteroa incana* (L.) DC. The vegetation consists mainly of Chenopodietea class groups with

dominating of *Atriplex tatarica* L., *A. sagittata* Borkh., *Chenopodium album* L. and *Bromus squarrosus* L. on abandoned pastures. *Xanthium albinum* (Widd.) H.Scholz (representative of the class *Bidentea riparii*) occurs as sporadic and forms thickets monospecies brushwood [11].

An analysis of the species composition of belts and road verges vegetation found indigenous rare species of higher vascular plants (rare for these elements of agricultural landscapes): *Agropyron pectinatum* (M.Bieb.) P. Beauv., *Dianthus guttatus* M. Bieb., *Koeleria cristata* (L.) Pers., *Linaria biebersteinii* Besser, *Salvia nemorosa* L., *Salvia aethiopsis* L. All these endangered species by Belgrade's xenomorphes are stepanties which are typical for the area where which the study was conducted [1]. Examples of measures to increase the number of indigenous species and further species diversity in forest belts and along roadsides within the band of wormwood-grass steppes are seeding the caryopsides of turf grasses such as *Agropyron pectinatum* and *Koeleria cristata*, various species of *Stipa* genus.

Another type is fallow agricultural landscapes. Depending on the age and distance to natural species diversity fallow cells can serve as an example of successful self-healing. In areas with high level of halophytization of vegetation fallows were investigated, where extensive grazing is observed during the last decade. At the investigational tract "Dolyna Kurganiv" (designed Regional Landscape Park) in 2014 more than 400 species were recorded such as *Anacamptis picta* (Loisel.) R.M. Bateman (on an area of 80 square meters), which is protected by the Red Data Book of Ukraine, Berne Convention and CITIES. Within this investigational tract wet salt marshes population *Lepidium pumilum* Boiss. et Balansa was described, which is listed in the European Red List on an area of about 1 km, the average density of individuals per 1m² was 15 [10].

So in areas with a relatively large area with decreasing anthropogenic pressure the reduction processes take place in species composition. Such elements of agricultural landscapes surrounding the natural reserve can serve as an additional buffer zone.

The high proportion of arable land causes a threat to the conservation of floristic diversity of agricultural landscapes [14]. Agricultural landscapes are the arena for the development of segetal phytobiota Agricultural landscapes in the south of Ukraine contain spontaneously growing 944 species of weeds [5], more than 500 species of them are adventive, they occupy ruderal places and plant crops. They cause great harm in new regions through intensive expansion. Adventive plants, getting into new territory, primarily colonize ruderal habitat, but then settle in plant crops. They can bring great harm because they don't have new deterrent mechanisms of spreading (such as diseases and pests which occur on their home area) and can carry out expansion.

As a result of our research (2013–2014) Agrophytocenes massively clogged the following adventitious species: a) segetal – *Amaranthus albus* L., *A. blitoides* S. Watson, *A. powellii* S. Watson, *A. retroflexus* L., *Brassica campestris* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic., *Chenopodium suecicum* J. Murr., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Descurania sophia* (L.) Webb. ex Prantl., *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv., *Galeopsis ladanum* L.,

Galinsoga parviflora Cav., *G. urticifolia* (Kunth) Benth., *Papaver rhoeas* L., *Portulaca oleracea* L., *Raphanus raphanistrum* L., *Sinapsis arvensis* L., *Sisymbrium loeselii* L., *Sonchus arvensis* L., *S. asper* (L.) Hill., *S. oleraceus* L., *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip., *Xanthium albinum* (Widd.) H. Scholz, etc.; b) pasture – *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Carduus acanthoides* L., *Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort, *Peganum harmala* L., *Xanthium albinum* etc.; c) ruderal – *Artemisia absinthium* L., *Conium maculatum* L., *Lepidium ruderales* L., *Malva neglecta* Wallr., *M. pusilla* Smith et al.

We offer one of the measures to combat the invasion of weeds, including their distribution of agrophytocenes in Southern Ukraine. This method applies to biological methods and lies in the formation of peculiar cultures-phytocenes on the edges of agrophytocenes. In natural phytocenoses which were not affected by human activities, real weed almost never happens, although soil samples of virgin land plowing their weed seeds are usually found. This is the ultimate saturation, isolation and inaccessibility of natural plant communities to settle adventive species.

The observations argue that the best anti-weeds (especially perennials root shoots) are turf grasses: *Stipa capillata* L., *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr., *Stipa ucrainica* P. Smim., *Festuca valesiaca* Gaud. – in black and brown soils. In the impurity different species of grasses can be used – *Phlomis hybrida* Zelen., *P. pungens* Willd., *Salvia nutans* L. If agrophytocenes are located on sandy soils (eg fighting *Cenchrus pauciflorus* Benth.) in this case the following seed can be used: *Stipa borysthena* Klokov ex Prokud. and *Agropyron dasyanthum* Ledeb. Crops of cultivated crops (eg. sunflower), which ripen in autumn are recommended to plant with shrubs *Caragana scytica* (Kom.) Pojrk around. It will delay the evil weed seeds such as *Ambrosia artemisiifolia* – species, whose expansion in the steppe zone led to its mass participation in segetal, ruderal and natural vegetation communities.

Conclusions. Agricultural landscapes are characterized by specific phyto and lihenodiversity. Lihenodiversity is best represented in agricultural landscapes on such elements as concrete slabs channels and Arica, concrete floors of agricultural facilities, zootechnical building with limestone dust of crushed stone roads. Flora of vascular plants found to be indigenous rare (rare for these elements of agricultural landscapes): *Agropyron pectinatum*, *Dianthus guttatus*, *Koeleria cristata*, *Linaria biebersteinii*, *Salvia nemorosa*, *Salvia aethiopsis*. Non-vascular plant flora include the following species: antotserotophytes marshantsyophytes and bryophytes. Dominated bryophytes include species of the family Pottiaceae (50,0 % of all the species composition) and Bryaceae (22,5 %). Vegetation species of agricultural landscapes are represented by classes *Stellarietea mediae*, *Polygono arenastri-Poëtea annua*, *Agropyretea repentis*, *Chenopodietea*, including Red rare species – *Anacamptis picta* (Loisel.) R.M. Bateman, *Lepidium pumilum* Boiss. et Balansa and others. There are 944 species of weeds on agricultural landscapes in the south of Ukraine that grow spontaneously, more than 500 species are adventive. The methods of rare diversity conservation and measures to fight weed infestation were proposed.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Bellegarde A.L. Forest vegetation of southeast UVSSR. – K. : Publishing House of Kazan University, 1950. – 264 p.
2. Boiko M.F. New records of rare and endangered plants in Kherson and Mykolaiv region // Ukrainian Botanical Journal, 1988 – 45, № 3.– P. 84-87.
3. Boiko M.F., Voytyuk Yu.O., Kondratuk S.Yu., Kostikov I.Yu. Participation of non-vascular plants in the Dnieper sands demutation // Problems of General and Molecular Biology. – 1984, Issue 2. – P. 78-82.
4. Boiko M.F., Black S.G. Ecology of Kherson region. – Kherson: Terra, 2001. – 156 p.
5. Burda R.I. Phytoinvasions in agricultural ecosystems // synanthropisation vegetation Ukraine: abstracts of scientific papers (Pereyaslav-Khmelnytsky, 27-28 April 2006). – Pereyaslav-Khmelnytsky, 2006. – P. 31-34.
6. Weeds Ukraine (qualifier reference book) / [ed. O.D. Vysulina]. – K. : Naukova Dumka, 1970. – 508 p.
7. Gavrylenko L.M. Lichenobiota of Osokorivska beams // IV Botanical reading in memory of I.K. Pachosky (Kherson, January 19, 2012). – Kherson: Ailant, 2012. – 106 p.
8. Gavrylenko L.M. Khodosovtsev O.E. Lichens and lichenicolous fungi of Burhunska beam (Kherson region, Beryslav district) // Black Sea Botanical Magazine. №1, Volume 5. – Kherson: Pub. KSU, 2009.– P.28-36.
9. National Atlas of Ukraine. – K. : State Research and Production Enterprise "Cartography", 2008. – 440 p.
10. Moysiyenko I.I., Shaposhnikov A.A. Annotated list of vascular plants projected regional park "Valley of hills" (Kherson region, Ukraine) // Black Sea Botanical Magazine. – 2013. – Vol. 9, N 2. – P. 292-299.
11. Solomaha V.A. Syntaxonomy of vegetation of Ukraine. The third approach. – K: Fitosotsiotsentr, 2008. – 296 p.
12. Tarariko Yu.O., Nesmashna O.Yu., Lychuk G.I. Assessment and regulation of the energy intensity of soil Ukraine // Ukrainian phytosociological collection. – 2007. – Vol. 25. – P. 41-47.
13. Khodosovtsev O.Ye. Lichens Black Sea steppes of Ukraine. – K. : Fitosotsiotsentr, 1999. – 39 p.
14. Hoogereen, Y.R., Petersen, J.E., and Gabrielsen, P. Agriculture and biodiversity in Europe. Council of Europe, Strasbourg. Huber, J., Ariely, D., and Fischer, G. – 2002. – с 37-41.
15. Agrolandscape. – <http://uk.wikipedia.org/wiki> (23.12.2011).

Бойко М.Ф., Ходосовцев О.С., Гавриленко Л. М., Мельник Р.П., Клименко В.М., Шапошникова А.О. Фиторазнообразии и лишенообразии в условиях агроландшафтов юга Украины

Аннотация. В статье подаются результаты исследований разнообразия сосудистых растений, мохообразных и лишайников агроландшафтов юга Украины. Флору мохообразных агроландшафтов составляют виды антоцеротофитов, маршанциофитов и бриофитов. Доминируют бриофиты, среди которых виды семейства Pottiaceae (50,0 % всего видового состава) и Bryaceae (22,5 %). Растительность представлена видами классов *Stellarietea mediae*, *Polygono arenastri-Poëtea annua*, *Agropyretea repentis*, *Chenopodietea*, в т.ч. редкими краснокнижными видами – *Anacamptis picta* (Loisel.) R.M. Bateman, *Lepidium pumilum* Boiss. et Balansa и др. В агроландшафтах юга Украины спонтанно произрастают 944 виды сорняков. Наиболее распространенными среди них считаются 130–150 видов, свыше 500 видов являются адвентивными. Предложены методы охраны раритетного биоразнообразия и мероприятия борьбы с инвазией сорняков.

Ключевые слова: фиторазнообразие, лишенообразии, агроландшафты, юг Украины

Дуло О.А., Фурман Ю.М.

Вивчення рівня фізичного здоров'я дівчат гірських районів Закарпаття за метаболічним рівнем анаеробного енергозабезпечення

Дуло Олена Анатоліївна, кандидат медичних наук, доцент, завідувач кафедри фізичної реабілітації, декан факультету здоров'я людини ДВНЗ "Ужгородський національний університет", м. Ужгород, Україна

Фурман Юрій Миколайович, доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри медико-біологічних основ фізичного виховання і фізичної реабілітації Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, м. Вінниця, Україна

Анотація. Досліджувалася потужність і ємність анаеробних процесів енергозабезпечення організму дівчат, які проживають у гірських районах Закарпаття. Встановлено, що фізична працездатність та анаеробна продуктивність дівчат гірських районів Закарпаття залежить від соматотипу. Найвищий рівень анаеробної продуктивності за показниками потужності анаеробних алактатних і лактатних процесів енергозабезпечення виявлено у представниць ендомезоморфного соматотипу, а найнижчий – у екторморфного. Найнижчий рівень анаеробної продуктивності за відносним показником ємності анаеробних лактатних процесів енергозабезпечення виявлено у представниць збалансованого соматотипу.

Ключові слова: анаеробна продуктивність, фізичне здоров'я, соматотип

Вступ. Суттєву роль у формуванні фізичного здоров'я відіграють не лише аеробні, але й анаеробні процеси енергозабезпечення життєдіяльності організму [2, 4, 5, 6]. Результати досліджень свідчать про існування тісного кореляційного взаємозв'язку між аеробною та анаеробною продуктивністю організму, де факторним показником виступає анаеробна (лактатна) продуктивність організму [3, 9, 10, 12, 13].

Через 29 років після Чорнобильської катастрофи в Україні залишаються окремі території з природними екологічними особливостями, де існує йодний дефіцит, який істотно впливає на гормональний статус мешканців цих територій. Одним з таких регіонів є Закарпаття. Молодь з різних біогеохімічних зон, яка навчається у вищих навчальних закладах, вважається практично здоровою, однак, за результатами досліджень провідних учених Закарпаття [1, 3, 7, 8] багато з молодих людей мають певні відхилення у фізичному стані. Ці відхилення стосуються окремих антропометричних (зросту, маси, пропорцій будови тіла) та біохімічних показників (наприклад, низький рівень тиреоїдних гормонів у крові). Тенденція зниження показників функціонального стану має взаємозв'язок із вмістом тиреоїдних гормонів в організмі юнаків, які мешкають у гірській місцевості Закарпаття, що може свідчити про негативний вплив біогеохімічної зони регіону як еволюційно неадекватного чинника зовнішнього середовища [1, 3, 7, 8].

На даний час дослідження показників анаеробної продуктивності організму проводилися у осіб різного віку і статі без урахування територіальної належності обстежуваних осіб. Дослідження анаеробної продуктивності організму у осіб постпубертатного періоду онтогенезу з різним соматотипом, які проживають в Закарпатському регіоні, дозволить отримати нормативи фізичного здоров'я дівчат.

З огляду на вищевикладене **метою даної роботи** є встановити здатність дівчат різного соматотипу гірських районів Закарпатської області адаптуватися до фізичної роботи в анаеробному режимі енергозабезпечення.

Матеріали і методи. Проведено порівняльний аналіз рівня фізичного здоров'я у дівчат постпубертатного періоду онтогенезу віком від 16 до 20 років. Кіль-

кість обстежених дівчат гірських районів Закарпатської області становила 102 особи (46,4%). Рівень фізичного здоров'я оцінювали за показниками анаеробної продуктивності організму. Для цього визначали потужність анаеробних алактатних процесів енергозабезпечення організму за максимальною кількістю роботи, виконаної за 10 с ($ВАНТ_{10}$), а також потужність анаеробних лактатних процесів енергозабезпечення організму за максимальною кількістю роботи, виконаної за 30 с ($ВАНТ_{30}$) використовуючи метод Вінгатського анаеробного тесту, описаного Ю.М. Фурманом зі співавторами [9]. Для оцінки ємності анаеробних лактатних процесів енергозабезпечення організму, тобто максимальної кількості зовнішньої роботи за 1 хв (МКЗР), використовували методу Shogy A., Cherebetin G [17]. Соматотип визначали за методом Хіт-Картера, який вважається універсальним, тому рекомендується для обстежень людей різної расової приналежності, різної статі, широкого вікового діапазону (від 14 до 70 років), а також забезпечує трьохкомпонентну (жирового, м'язового та кісткового компоненту) антропометричну оцінку. За допомогою даного методу можна кількісно оцінити перевагу: ендоморфії, або відносного ожиріння; мезоморфії, або відносного розвитку скелетно-м'язової системи; екторморфії, або відносної лінійності (витягнутість тіла). Кожен компонент визначався в незмінній послідовності: ендоморфія – мезоморфія – екторморфія, які виражаються числовими значеннями (антропометричними похідними) з точністю до однієї десятої. За методом Хіт-Картера соматотип визначали графічним способом, або ж алгоритмом, оскільки за алгоритмом вираховувати соматотип зручніше.

Результати дослідження та їх обговорення. У досліджуваних дівчат за методом Хіт-Картера визначили соматотип і умовно розподілили їх на п'ять груп: з екторморфним соматотипом, ендоморфним соматотипом, ендомезоморфним соматотипом, мезоекторморфним соматотипом, зі збалансованим соматотипом. Розподіл дівчат гірських районів за соматотипами у відсотковому відношенні поданий на рис. 1. Найбільшу кількість дівчат виявлено зі збалансованим соматотипом (41,2%), найменша із ендоморфним соматотипом (5,9%).

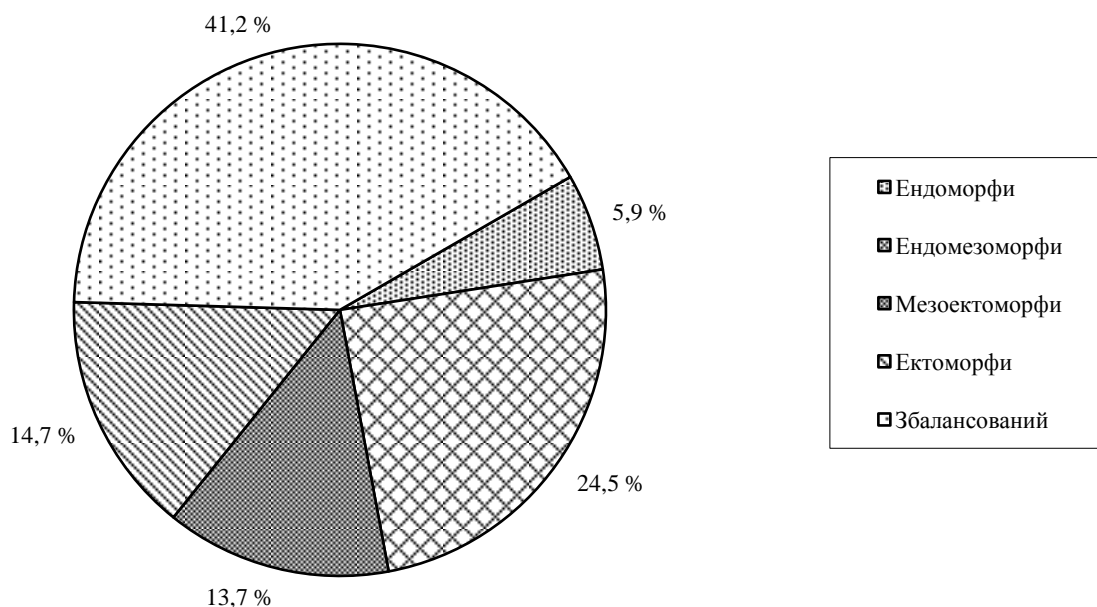


Рис. 1. Співвідношення чисельності представниць різних соматотипів гірських районів у %

Результати досліджень потужності анаеробних алактатних процесів енергозабезпечення організму за абсолютною величиною $ВАНТ_{10 \text{ абс.}}$ у дівчат гірських районів виявили суттєву перевагу цього показника у представниць ендомезоморфного соматотипу, порівняно з особами інших соматотипів. Так, значення абсолютного показника $ВАНТ_{10 \text{ абс.}}$ у представниць ендомезоморфного соматотипу у середньому становить $2374,6 \pm 68,2 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1}$, що на 33,2% перевищує значення представниць з мезоекторморфним соматотипом, яке становить $1783,0 \pm 46,7 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1}$ ($p < 0,05$). Середня величина $ВАНТ_{10 \text{ абс.}}$ представниць ендомезоморфного соматотипу на 44% перевищує середнє значення представниць екторморфного соматотипу, яке становить $1648,6 \pm 44,7 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1}$ ($p < 0,01$). Середні значення $ВАНТ_{10 \text{ абс.}}$ представниць ендомезоморфного, ендоморфного та збалансованого соматотипів між собою вірогідно не відрізняються. Так само середні значення $ВАНТ_{10 \text{ абс.}}$ представниць мезоекторморфного та екторморфного соматотипів вірогідно не відрізняються.

Дослідження потужності анаеробних алактатних процесів енергозабезпечення організму за відносною величиною $ВАНТ_{10}$ у представниць гірських районів засвідчило вірогідно нижчий рівень даного показника у дівчат екторморфного соматотипу порівняно зі значеннями представниць інших соматотипних груп. У осіб ендомезоморфного соматотипу середнє значення $ВАНТ_{10 \text{ відн.}}$ ($42,3 \pm 1,36 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$) вірогідно не перевищує середню величину дівчат ендоморфного ($39,4 \pm 1,1 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$) та збалансованого ($39,5 \pm 1,17 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$) соматотипів ($p > 0,05$), перевищуючи разом з тим, значення дівчат мезоекторморфного соматотипу ($37,8 \pm 0,84 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$) на 12% та екторморфного соматотипу ($36,9 \pm 1,08 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$) на 13,1%. У представниць ендоморфного, ендомезоморфного та збалансованого соматотипів середні значення $ВАНТ_{10 \text{ відн.}}$ не мають між собою вірогідної відмінності ($p > 0,05$).

Аналіз результатів досліджень анаеробної продуктивності за абсолютною величиною показника потужності анаеробних лактатних процесів енергозабезпечення організму (ВАНТ₃₀) у дівчат гірських районів показав, що середнє значення абсолютного показника ВАНТ₃₀ представниць ендомезоморфного соматотипу гірських районів становить $2299,9 \pm 61,6 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1}$, що на 8,6% більше, ніж у представниць збалансованого соматотипу ($p < 0,05$), у яких величина даного показника становить $2118,3 \pm 56,94 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1}$; на 36,7% більше, ніж у дівчат мезоекторморфного соматотипу ($p < 0,01$), середнє значення яких становить $1682,6 \pm 39,3 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1}$; та на 44% переважає значення представниць екторморфного соматотипу ($p < 0,01$), яке становить $1598,7 \pm 32,6 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1}$. Середні величини показника $ВАНТ_{30 \text{ абс.}}$ дівчат гірських районів з мезоекторморфним соматотипом та перевагою екторморфії між собою вірогідно не відрізняються ($p > 0,05$).

Результати досліджень фізичної працездатності за показниками анаеробної продуктивності організму відображені у таблиці 1.

Особливості прояву анаеробної продуктивності у представниць гірських районів різних соматотипів виявлено також при визначенні відносної величини потужності анаеробних лактатних процесів енергозабезпечення організму. Звертає на себе увагу те, що найнижчі середні значення $ВАНТ_{30 \text{ відн.}}$ спостерігаються у представниць гірських районів мезоекторморфного ($35,6 \pm 0,78 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$) та екторморфного ($35,8 \pm 0,73 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$) соматотипів, які між собою не відрізняються ($p > 0,05$). Найвище середнє значення $ВАНТ_{30 \text{ відн.}}$ мають представниць гірських районів ендомезоморфного соматотипу $40,83 \pm 1,04 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$. Разом з тим, середні величини показника $ВАНТ_{30 \text{ відн.}}$ дівчат гірських районів з ендоморфним, ендомезоморфним та збалансованим соматотипом між собою вірогідно не відрізняються ($p > 0,05$).

Результати досліджень ємності анаеробних лактатних процесів енергозабезпечення організму за абсолютною величиною МКЗР виявили суттєву перевагу цього показника у дівчат гірських районів ендомезоморфного соматотипу, порівняно з представницями інших соматотипів.

Результати досліджень ємності анаеробних лактатних процесів енергозабезпечення організму за абсолютною величиною МКЗР виявили суттєву перевагу цього показника у дівчат гірських районів ендомезоморфного соматотипу, порівняно з представницями інших соматотипів.

Таблиця 1. Анаеробна продуктивність організму дівчат гірських районів Закарпаття залежно від соматотипу (n=102)

Показники	Середнє значення, М±m				
	ендоморфи (n=6)	ендомезоморфи (n=25)	мезоекторморфи (n=14)	ектоморфи (n=15)	збалансований соматотип (n=42)
ВАНГ ₁₀ , кгм·хв ⁻¹	2296,7±72,3	2374,6±68,2	•*∇ 1783,0±46,7	•*∇ 1648,6±44,7	2219,8±50,34
ВАНГ ₁₀ , кгм·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹	39,4±1,1	42,3±1,36	• 37,8±0,84	• 36,9±1,08	39,5±1,17
ВАНГ ₃₀ , кгм·хв ⁻¹	2227,4±40,8	2299,9±61,6	•*∇ 1682,6±39,3	•*∇ 1598,7±32,6	• 2118,3±56,94
ВАНГ ₃₀ , кгм·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹	38,3±0,91	40,83±1,04	•* 35,6±0,78	•* 35,8±0,73	37,7±0,84
МКЗР, кгм·хв ⁻¹	• 1364,5±37,8	1488,6±47,4	•* 1187,6±23,3	•* 1127,4±22,6	•* 1208,6±33,9
МКЗР, кгм·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹	• 23,4±0,7	26,5±1,3	25,2±0,98	25,2±0,87	•♦□ 21,6±0,61
Маса тіла, кг	58,3±1,86	56,2±1,74	•*∇ 47,2±1,82	•*∇ 44,7±1,68	56,2±1,76

Примітки. Вірогідність відмінності середніх значень (p<0,05):

* - відносно ендоморфного соматотипу; • - відносно ендоморфномезоморфного соматотипу; ♦ - відносно мезоморфноекторморфного соматотипу; □ - відносно екторморфного соматотипу; ∇ - відносно збалансованого соматотипу;

Так, значення абсолютного показника МКЗР у представниць ендомезоморфного соматотипу становить 1488,6±47,4 кгм·хв⁻¹, що в середньому на 24,3% перевищує значення представниць з мезоекторморфним соматотипом, яке становить 1187,6±23,3 кгм·хв⁻¹ та на 18,8% зі збалансованим соматотипом, яке становить 1208,6±33,9 кгм·хв⁻¹ (p<0,05). Середня величина МКЗР_{абс.} представниць ендомезоморфного соматотипу на 32% перевищує середнє значення представниць екторморфного соматотипу, яке становить 1127,4±22,6 кгм·хв⁻¹ та на 9,1% перевищує середнє значення представниць ендоморфного соматотипу, яке становить 1364,5±37,8 кгм·хв⁻¹ (p<0,05). Середні значення МКЗР_{абс.} представниць мезоекторморфного, екторморфного та збалансованого соматотипів між собою вірогідно не відрізняються.

Дослідження ємності анаеробних лактатних процесів енергозабезпечення організму за відносною величиною МКЗР засвідчило вірогідно нижчий рівень даного показника у представниць гірських районів збалансованого соматотипу порівняно зі значеннями представниць інших соматотипних груп. У представниць ендомезоморфного соматотипу середнє значення МКЗР_{відн.} (26,5±1,3 кгм·хв⁻¹·кг⁻¹) вірогідно не перевищує середню величину дівчат екторморфного (25,2±0,87 кгм·хв⁻¹·кг⁻¹) та мезоекторморфного (25,2±0,98 кгм·хв⁻¹·кг⁻¹) соматотипу (p>0,05). Разом з тим, середнє значення осіб екто-

морфного соматотипу перевищує значення дівчат ендоморфного соматотипу (23,4±0,7 кгм·хв⁻¹·кг⁻¹) на 13% та збалансованого соматотипу (21,6±0,61 кгм·хв⁻¹·кг⁻¹) на 22,7%.

Висновки. Рівень анаеробної продуктивності дівчат гірських районів Закарпаття залежить від соматотипу. Потужність анаеробних алактатних і лактатних процесів енергозабезпечення у дівчат з ендомезоморфним соматотипом вищий, ніж у представниць інших соматотипів. Найменшими ці показники виявились у дівчат з перевагою екторморфії.

Величина відносного показника потужності анаеробних алактатних і лактатних процесів енергозабезпечення організму у представниць ендомезоморфного, ендоморфного та збалансованого соматотипів більша, ніж у представниць екторморфного та мезоекторморфного соматотипів.

Результати досліджень свідчать про те, що значення абсолютних та відносних показників максимальної кількості зовнішньої механічної роботи за 1 хв у дівчат гірських районів виявились вірогідно вищими у представниць ендомезоморфного соматотипу, найнижчими є значення абсолютних показників у представниць екторморфного та мезоморфного соматотипу, а значення відносних показників виявились найнижчими у представниць зі збалансованим соматотипом.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бондарчук Н.Я. Ефективність застосування диференційованого підходу у процесі фізичного виховання студентів з різних біогеохімічних зон Закарпаття / Н.Я. Бондарчук, В.Д. Чернов // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету, серія: „Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт”. – 2009. – Вип.64. – С. 433-436.
2. Гунас І.В. Взаємозв'язки сонографічних параметрів нирок із анропосоматометричними показниками здорових міських юнаків та дівчат Поділля з екторморфним соматотипом / І.В. Гунас, Ю.Г. Шевчук, Д.Б. Болух // Вісник морфології. – 2010. – №2. – С. 437-441.
3. Дуло О.А. Порівняльна характеристика аеробної продуктивності дівчат з різним соматотипом, які проживають у гірських та низинних районах Закарпаття / О.А. Дуло, Ю.М. Фурман // Biomedical and Biosocial Anthropology. – 2013. – № 20. – С. 23-27.
4. Купер К. Аэробика для хорошего самочувствия / К. Купер; [пер. с английского]. – Москва: Физкультура и спорт, 1989. – 224 с.
5. Макарова Г.А. Спортивная медицина: учебник / Г.А. Макарова. – М.: Советский спорт, 2003. – 480 с.
6. Меерсон Ф.З. Общий механизм адаптации и профилактики / Ф.З. Меерсон. – Москва: Медицина, 1993. – 360 с.
7. Пірогова В.Г. Роль багатоконпонентних факторів у поширенні захворювань щитоподібної залози в Закарпатті та розробка заходів їх раннього виявлення / В.Г. Пірогова, З.Й. Фабрі, О. В. Фера // Міжнародний ендокринологічний журнал. – 2008. – №3 (15). – С. 42-47.
8. Сарафинюк П.В. Особливості ультразвукових розмірів серця у здорових міських підлітків різних соматотипів / П.В. Сарафинюк, І.Д. Кухар // Вісник морфології. – 2004. – №1. – С. 193-197.
9. Фурман Ю.М. Перспективні моделі фізкультурно-оздоровчих технологій у фізичному вихованні студентів вищих навчальних закладів: монографія / Ю.М. Фурман, В.М. Мірошніченко, С.П. Драчук. - Київ: НУФВСУ: Олімп. л-ра, 2013. – 174 с.

10. Фурман Ю.М. Кореляційні взаємозв'язки аеробної та анаеробної (лактатної) продуктивності організму з якісними параметрами рухової діяльності студентів чоловічої статі (17 – 19 років) / Ю.М. Фурман, С.П. Драчук // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту: Зб. наук. пр./ За ред. Єрмакова С.С. – Харків: ХДАДМ (ХХІІІ), 2005. – №15. – С. 51-55.
11. Шапаренко П.Ф. Динамика развития общих размеров тела / П.Ф. Шапаренко // Принцип пропорциональности в соматогенезе. – Винница, 1994. – С. 29-36.
12. Anaerobic capacity determined by maximal accumulated O₂ deficit / J.I. Medbo, A.C. Mohn, J. Tabata [and others] // J. Appl. Physiol. – 1988. – P. 50-60.
13. Gaul C.A. Differences in anaerobic performance between boys and men / C.A. Gaul, D. Docherty, R. Cicchini // Int. J. Obes Relat. Metab. Disord. – 2000. – Vol. 24. – P. 7841-7848.
14. Green S. Measurement of anaerobic work capacities in humans / S. Green // Sports Med. – 1995. – Vol. 19. – P. 132-142.
15. Habitual physical activity and peak anaerobic power and in elderly women / T. Kostka, M. Bonnefoy, L. Arsac [and others] // Eur. J. Appl. Physiol. – 1997. – Vol. 76. – P. 181-187.
16. Kárpátalja sík vidékein lakó fiatalok fizikai egészségének tanulmányozása az aerob anyagcsere energiaszintje alapján / O. Dulo, Z. Fabry, X. Melega, O. Huzak // Magyar sporttudományi szemle. – 15. – Évfolyam 58. – Szám. – 2014/2. – O. 28-29.
17. Shogy A. Minutentest auf dem fanradergometer zur bestimmung der anaeroben capacitar Eur / A. Shogy, G. Cherebetin // J. Appl. Physiol. – 1974. – Vol. 33. – P. 171-176.
18. Testing Anaerobic Power and Capacity / C. Bouchard, A.W. Taylor, G. – A. Simon [and others] // Physiological Testing of the High-Performance Athlete. – Human Kinetics. – 1992. – P. 185-222.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Bondarchuk N.Ya. Efficacy of a differentiated approach to physical education students from various biogeochemical zones of Transcarpathia / N.Ya. Bondarchuk, V.D. Chernov // Bulletin of Chernihiv State Pedagogical University, Series: "Teaching science. Physical education and sport". – 2009. – Vol. 64. – P. 433-436.
2. Hunas I.V. Relationship of sonographic parameters of renal and antroposomatometrical parameters of healthy city boys and girls with skirts ektomorfny somatotype / I.V. Hunas, Yu.G. Shevchuk, D.B. Bolyuh // Bulletin morphology. – 2010. – № 2. – P. 437-441.
3. Dulo O.A. Comparative characteristics of aerobic performance with different somatotype girls living in mountain and lowland areas of Transcarpathia / O.A. Dulo, Yu.M. Furman // Biomedical and Biosocial Anthropology. – 2013. – № 20. – P. 23-27.
4. Cooper K. Aerobics for good health / K. Cooper; [Translate from English]. – Moscow: Physical Culture and Sports, 1989. – 224 p.
5. Makarova G.A. Sports medicine: a textbook / G.A. Makarova. – M.: Soviet Sport, 2003. – 480 p.
6. Meyerson F.Z. The general mechanism of adaptation and prevention / F.Z. Meyerson. – Moscow: Medicine, 1993. – 360 p.
7. Pirogov V.G. The role of multi-factors in the spread of thyroid disease in Transcarpathia and development of measures of early detection / V.G. Pirogov, Z.J. Fabri, AV. Fehra // International Journal of Endocrinology. – 2008. – № 3(15). – P. 42-47.
8. Sarafynyuk P.V. Features ultrasound heart size in healthy urban adolescents of different Somatotypes / P.V. Sarafynyuk, I.D. Kukhar // Bulletin of morphology. – 2004. – № 1. – P. 193-197.
9. Furman Yu.M. Future models of fitness technology in physical education students in higher educational institutions: monograph / Yu.M. Furman, V.N. Miroschnichenko, S.P. Drachuk. – Kyiv: NUPESU: Publishing House "Olympic literature", 2013. – 174 p.
10. Furman Yu.M. Correlation relationships of aerobic and anaerobic (lactate) productivity with qualitative parameters body parameters of motor activity of male students (17-19 years old) / Yu.M. Furman, S.P. Drachuk // Pedagogy, psychology and medical-biological problems of physical education and sport: Scientific Papers / ed. Ermakov S.S. – Kharkov: KSADA (HHPI), 2005. – № 15. – P. 51-55.
11. Shaparenko P.F. The dynamics of the overall body size / P.F. Shaparenko // The principle of proportionality in somatogenesis. – Athens, 1994. – P. 29-36.

Dulo O.A., Furman Yu.M.

Study the level of physical health of girls, which are living in mountain area of Transcarpathia by the metabolic level of anaerobic energy ensuring

Abstract. The work is devoted to study the level of physical health of girls of the age of 16-20 which are living in the mountainous area of Transcarpathia. Level of physical health was assessed by indicators of aerobic productivity. Namely we determined power of alactate 10-WAT and lactate 30-WAT of anaerobic energy ensuring processes by maximal count of completed work for 10 sec and 30 sec, capacitance of lactate anaerobic processes by indicators of maximal count of external work for 1 min (MCEW), using the method of veloergometry. Using the Heath-Carter method we determined girls' somatotype and allocated them into five groups: with ectomorphic somatotype, endomorphic somatotype, endomezomorfic somatotype, mezoektomorfic somatotype and balanced somatotype. The greatest number of girls identified with balanced somatotype (41,2 %). The least number of girls identified with endomorphic somatotype (5,9%).

We established that the level of anaerobic productivity which shows the physical health of girls which are living in mountain areas is addicted to somatotype. When we determined the anaerobic productivity of girls' organism by the relative value 10-WAT and 30-WAT showed us probably low level of this value at girls with ectomorphic somatotype as compared with other girls with other somatotypes. Average values of 10-WAT, 30-WAT and MCEW at girls with endomezomorfic somatotype values exceed the values of girls with mezoektomorfic somatotype by 33,2% ($p < 0,05$) and girls with ectomorphic somatotype by 44% ($p < 0,05$). High average values of $MCEW_{rel}$ have girls with endomezomorfic somatotype – $26,5 \pm 1,3 \text{ kgm} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$. The lowest values of $MCEW_{abs}$ have girls which are living in mountain areas with mezoektomorfic somatotype and ectomorphic somatotype and probably don't differ among them ($p > 0,05$). The lowest values of $MCEW_{rel}$ we can observe at girls which are living in mountain areas with balanced somatotype ($p < 0,05$). Average values of 10-WAT_{rel} and 30-WAT_{rel} at girls which are living in mountain areas with endomorphic, endomezomorfic and balanced somatotypes probably don't differ among them ($p > 0,05$).

Keywords: anaerobic productivity, physical health, somatotype

Дуло Е.А., Фурман Ю.Н.

Изучение уровня физического здоровья у девушек горных районов Закарпатья за метаболическим уровнем анаэробного энергообеспечения

Аннотация. Работа посвящена изучению уровня физического здоровья девушек 16-20 лет, которые проживают в горных районах Закарпатья. Уровень физического здоровья оценивали за показателями анаэробной продуктивности. А именно: определяли мощность алактатных $ВАНТ_{10}$ и лактатных $ВАНТ_{30}$ анаэробных процессов энергообеспечения за максимальным количеством выполненной работы за 10 с и 30 с, емкость лактатных анаэробных процессов за показателями максимального количества внешней работы за 1 мин (МКВР), используя метод велоэргометрии. У обследованных девушек используя метод Хит-Картера определяли соматотип и условно распределили их на пять групп: с эктоморфным соматотипом, эндоморфным соматотипом, эндомезоморфным соматотипом, мезоэкторморфным соматотипом, и со сбалансированным соматотипом. Наибольшее количество девушек выявлено со сбалансированным соматотипом (41,2%), меньшее с эндоморфным соматотипом (5,9%).

Установлено, что уровень анаэробной продуктивности, который отображает физическое здоровье девушек горных районов зависит от соматотипа. Определение анаэробной продуктивности организма за относительной величиной $ВАНТ_{10}$ и $ВАНТ_{30}$ показало вероятно низкий уровень данного значения у представительниц эктоморфного соматотипа по сравнению со значениями представительниц других соматотипных групп. Средние показатели $ВАНТ_{10}$, $ВАНТ_{30}$ и МКВР у представительниц эндомезоморфного соматотипа превышают значения представительниц мезоэкторморфного соматотипа на 33,2% ($p < 0,05$), а представительниц эктоморфного соматотипа на 44% ($p < 0,05$). Высокие средние значения МКВР_{отн.} имеют представительницы эндомезоморфного соматотипа - $26,5 \pm 1,3 \text{ кгм} \cdot \text{мин}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$. Самые низкие значения МКВР_{абс.} наблюдаются у представительниц горных районов мезоэкторморфного и эктоморфного соматотипов, и между собой вероятно не отличаются ($p > 0,05$), самые низкие значения МКВР_{отн.} достоверно наблюдаются у представительниц горных районов со сбалансированным соматотипом ($p < 0,05$). Средние величины показателей $ВАНТ_{10 \text{ отн.}}$ и $ВАНТ_{30 \text{ отн.}}$ девушек горных районов с эндоморфным, эндомезоморфным и сбалансированным соматотипом между собой вероятно не отличаются ($p > 0,05$).

Ключевые слова: физическое здоровье, анаэробная продуктивность, соматотип

Лизогуб В.С., *Макаренко М.В., Юхименко Л.І., Хоменко С.М., Коваль Ю.В., Кожемяко Т.В.
Вікова динаміка сенсомоторних функцій людей із слуховою депривацією

*Лизогуб Владимир Сергеевич, доктор біологічних наук, професор, директор
Науково-дослідного інституту фізіології імені М. Босого
E-mail: v_lizogub@ukr.net*

**Макаренко Николай Васильевич, доктор біологічних наук, професор
Юхименко Лилия Ивановна, доцент
Хоменко Сергей Николаевич, доцент
Коваль Юлия Виталиевна, аспірант*

*Кожемяко Татьяна Владимировна, преподаватель
кафедра анатомии, физиологии и физической реабилитации
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, м. Черкаси, Україна*

**Науково-дослідний центр гуманітарних проблем Збройних сил України, м. Київ, Україна*

Анотація. За результатами досліджень простих (ПЗМР) і складних зорово-моторних реакцій вибору одного (РВ1-3) та диференціювання двох з трьох (РВ2-3) подразників, здійснено оцінку сенсомоторних функцій дітей, підлітків та юнаків із слуховою депривацією. Встановлені загальні для глухих і осіб з нормальним слухом закономірності вікової динаміки різних за складністю сенсомоторних функцій свідчать на користь генетично детермінованої програми їх розвитку. У глухих дітей, підлітків та юнаків латентні періоди простих і складних зорово-моторних реакцій були достовірно більшими, ніж у групах з нормальним слухом та поступово зменшувались і досягали максимального розвитку у 18-19 років. Більш інтенсивно зміни сенсомоторних функцій відбувались на складні реакції, ніж на прості і, особливо, у групі глухих у порівнянні з обстежуваними з нормальним слухом.

Ключові слова: онтогенез, сенсомоторні функції, слухова дисфункція

Вступ. Система слуху є одною з провідних серед існуючих у людини сенсорних систем. Еволюційно її роль зросла з появою мови як засобу соціалізації суспільства. Відсутність слуху викликає зміни у слуховій системі від периферичних структур до кори, спричиняє негативні соціальні наслідки, унеможливує оволодіння мовою [19].

Раніше на моделі зорової депривації у тварин було показано високу чутливість незрілого мозку до змінених сенсорних умов існування на ранніх етапах онтогенезу [2, 22]. З того часу накопичено багато даних щодо структурної і функціональної реорганізації деаферентованої сенсорної системи у тварин, сліпих та глухих людей [20, 23, 24, 26, 27, 28, 30]. Наведені результати досліджень свідчать про високу пластичність сенсорних систем глухих людей, але механізми нейроонтогенезу на сьогодні повністю не розкриті.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивчення особливостей становлення різних за складністю сенсомоторних функцій в онтогенезі у людини має важливе значення для розуміння фізіологічних механізмів інтегративної діяльності мозку [9, 10, 12, 18]. Однак, на сьогодні ще не з'ясовані зміни у віковій динаміці сенсомоторних функцій, що викликані слуховою депривацією.

Вивчення феномену слухової депривації у людини пов'язано, головним чином, з обстеженнями дорослих людей. Методами нейроанатомії та нейрофізіології, транскраніальної магнітної стимуляції та сучасної нейровізуалізації встановлено, що структурні та функціональні наслідки вродженої і набутої глухоти часто включають зміни у рецепторних волоскових клітинах кортієвого органу, підкіркових і коркових структурах головного мозку [19]. Існують дані, що довгострокові зміни в кіркових структурах пов'язані з наявністю або відсутністю крос-модальної пластичності та мультисенсорної обробки інформації. Показано різномірність структурних змін головного мозку при дисфункціях слуху [21]. Деякі з дослідників виявили зменшення

обсягу або мікроструктури білої із збереженням сірої речовини слухового центру глухих [21]. Декілька структурних змін у глухих були знайдені і за межами слухової області [21]. Коли мозок позбавляється слухового входу у ранньому віці є ознаки незворотних морфологічних змін та асиметрії у різних відділах мозку, але є й ознаки реорганізації кортексу [25].

У той же час залишається незрозумілим як відбувається структурно-функціональна реорганізація слухової системи на різних етапах онтогенезу за умов обмеженої звукової аферентації. У цьому випадку сенсомоторні реакції зорової модальності на розумові навантаження різного ступеня складності є чи не єдиним неінвазивним методом, що безпосередньо реєструє функціональний стан сенсомоторних функцій у глухих.

Мета статті – виявити закономірності та особливості вікової динаміки сенсомоторних функцій у дітей, підлітків та юнаків зі слуховими дисфункціями.

Матеріали та методи. Обстежували 76 дітей, підлітків та юнаків 12-19 років з вродженими двобічними слуховими дисфункціями та 120 однолітків з нормальним слухом. Розподіл їх на вікові групи здійснювали у відповідності до рекомендацій Симпозіуму по віковій фізіології [14]. Загальними критеріями для участі у дослідженні була відсутність органічної патології ЦНС та черепно-мозкової травми в анамнезі, неврологічних чи психічних розладів, фармакологічної терапії на момент обстеження. Дослідження проводили з дотриманням норм біоетики та положень Хельсинської декларації 1975 р. (у редакції 2000 р.) за попередньою згодою самих обстежуваних та їх батьків.

Дослідження параметрів сенсомоторних функцій включало визначення характеристик латентних періодів простих зорово-моторних реакцій (ПЗМР), реакцій вибору одного (РВ1-3) та диференціювання двох (РВ2-3) з трьох подразників. Для дослідження простих і складних сенсомоторних реакцій була використана методика та комп'ютерний діагностичний комплекс «Діагност-1М» [9].

Для визначення ПЗМР обстежуваному пропонували при появі на екрані монітора кожної геометричної фігури якнайшвидше правою (лівою) рукою натискати та відпускати кнопку. За умови дослідження РВ1-3 обстеженому пропонували при появі на екрані монітора фігури «квадрат» якнайшвидше натискати та відпускати праву кнопку. На інші сигнали кнопку не натискати. При визначенні РВ2-3 двох (позитивних) із трьох (одного гальмівного) подразників, що виконувалась двома руками обстежуваному рекомендувалось при появі на екрані монітора сигналу фігури «квадрат» якнайшвидше правою рукою натискати і відпускати праву кнопку. При появі фігури «коло» — лівою рукою ліву кнопку. На фігуру «трикутник» ні ліву, ні праву кнопку не натискати. Індивідуальним

показником сенсомоторних реакцій ми вважали те значення латентного періоду, яке було найменшим у трьох замірах кожного тесту.

Отримані результати обробляли комп'ютерною програмою Microsoft Excel-2010.

Результати та їх обговорення. У віковому діапазоні від 12 до 19 років нами були досліджені та проаналізовані особливості формування різних за складністю сенсомоторних реакцій у обстежуваних із слуховою дисфункцією. Для виявлення особливостей формування сенсомоторних властивостей у глухих проводили співставлення з обстежуваними з нормальною функцією слуху. Результати сенсомоторних реакцій ПЗМР, РВ1-3 та РВ2-3 у різні вікові періоди осіб з нормальним слухом та глухих представлені у таблиці 1.

Таблиця 1. Вікова динаміка простих і складних сенсомоторних реакцій у обстежуваних з дисфункцією слуху

Показники	Групи обстежуваних	Вікові групи, роки			
		12-13	14-15	16-17	18-19
ПЗМР, мс	Нормальний слух	265,6±6,3	260,6±8,1	248,7±7,1	244,3±4,4
	Глухі	298,8±8,7*	291,4±10,9*	282,4±9,9*	276,1±8,9*
РВ1-3, мс	Нормальний слух	398,4±8,9	359,1±5,7	357,1±4,8	350,3±4,5
	Глухі	428,5±9,4	381,3±7,8*	366,7±7,2	363,3±7,6*
РВ2-3, мс	Нормальний слух	469,1±10,3	461,5±5,9	449,5±6,4	421,4±7,1
	Глухі	529,7±10,3*	509,9±7,4*	461,1±8,8	454,4±10,6

Примітка: * – достовірність різниць $p < 0,05$ між обстежуваними з нормальним слухом та глухими, в межах відповідного вікового періоду

У обстежуваних обох груп ПЗМР поступово зменшувалась з віком ($p < 0,05$). Найбільший час ПЗМР був встановлений у дітей 12–13 років, а мінімальних значень цей показник досягав у осіб 18–19 років, що вказувало на максимальний її розвиток у цьому віці. Крім того, у всіх вікових групах обстежуваних зі слуховими дисфункціями виявлені більші латентні періоди часу ПЗМР, ніж у обстежуваних з нормальним слухом. Значимі різниці були характерні для осіб всіх вікових груп ($p < 0,05$).

Вікова динаміка РВ1-3 у групах дітей, підлітків та юнаків з нормальним слухом та глухих характеризувалась поступовим зменшенням латентних періодів. Аналіз змін РВ1-3 у обстежуваних обох досліджуваних груп виявив поступове зменшення цього показника з віком ($p < 0,05$). Найбільший час РВ1-3 був встановлений у дітей 12–13 років, а мінімальних значень цей показник досягав у осіб 18–19 років, що вказує на досягнення максимального розвитку цієї властивості у юнаків. Крім того, у всіх вікових групах обстежуваних зі слуховими дисфункціями виявлені більші латентні періоди часу РВ1-3, ніж у осіб з нормальним слухом ($p < 0,05$). Відсутні значимі різниці тільки у вікових групах 12–13 та 16–17 років ($p > 0,05$).

Дослідження часу РВ2-3 у обстежуваних з різним станом слухової функції показало, що як у групі глухих обстежуваних, так і з нормальним слухом найбільший час для виконання сенсомоторного завдання був виявлений у дітей 12–13 років. У подальшому у всіх вікових групах, як у глухих, так і осіб з нормальним слухом спостерігалось поступове підвищення швидкості сенсомоторного реагування на РВ2-3 аж до максимальних величин у 18–19 річному віці. Зміни показника РВ2-3 з віком мали достовірні відмінності ($p < 0,05$). Крім того, у всіх вікових групах обстежуваних зі слуховими дис-

функціями виявлені більші значення латентних періодів РВ2-3, ніж у осіб з нормальним слухом. Статистично значимі різниці між середніми значеннями РВ2-3 у осіб з нормальними слухом і глухими були виявлені тільки у вікових групах 12–13 та 14–15 років ($p < 0,05$).

За наслідками проведеної роботи у віковій динаміці глухих та осіб з нормальним слухом різних за складністю зорово-моторних реакцій встановлений паралелізм розвитку і чітко виділяється загальна тенденція, яка описана в літературі – зменшення латентних періодів під час дозрівання організму [1, 3, 8]. Щорічні зміни тривалості простих і складних зорово-моторних реакцій відрізняються у чуючих та глухих осіб. Відмітимо, що з віком зменшення латентних періодів відбувається швидше у глухих обстежуваних, ніж у осіб з нормальним слухом. На рис. 1 показані зміни простих та реакцій вибору РВ1-3 і диференціювання РВ2-3.

Характеристика вікових змін ПЗМР, РВ1-3 та РВ2-3, яку ми провели шляхом співставлення відносних величин, обрахованих у відсотках в різних вікових періодах з періодом максимуму їх проявів у віці 18–19 років. За таких умов у групі 12–13-річних обстежуваних з нормальним слухом показник ПЗМР становив 91%. Кожні наступні 2 роки цей показник підвищувався і у 18–19 років наближався до максимуму (100%). За цей віковий період у групі з нормальним слухом латентні періоди ПЗМР скоротились на 9%, а у групі глухих на 8% ($p < 0,05$).

У групі 12–13-річних обстежуваних з нормальним слухом показник РВ1-3 становив 87%. Кожні наступні 2 роки він підвищувався і у 18–19 років наближався до максимального рівня (100%). За цей віковий період латентні періоди РВ2-3 скоротились, а сенсомоторна реактивність підвищилась у осіб з нормальним слухом на 13%, а у глухих на 18% ($p < 0,05$).

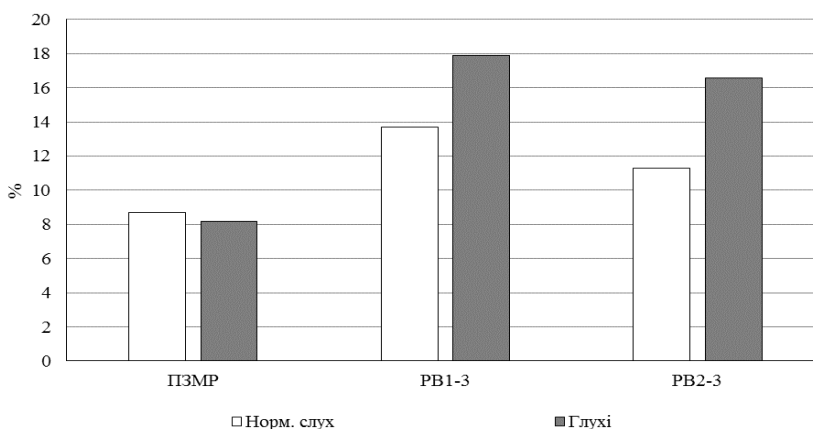


Рис. 1. Динаміка змін (%) відносно максимального значення 18–19 років показників простих і складних сенсомоторних реакцій у глухих та з нормальним слухом

Динаміка змін реакції диференціювання РВ2-3 виявила, що в групі 12–13-річних обстежуваних з нормальним слухом цей показник був всього 88%. Кожні наступні 2 роки він підвищувався і у 18–19 років наближався до максимального рівня (100%). За цей віковий період у групі чуючих латентні періоди РВ2-3 скоротились на 12%, а у глухих – на 17% ($p < 0,05$).

Отже, наведені результати вікової динаміки та аналіз латентних періодів простих і складних сенсомоторних реакцій показав, що за період онтогенезу з 12 і до 19 років у дітей, підлітків та юнаків відбувається поступове їх скорочення, але більш інтенсивно – на реакції вибору та диференціювання, ніж на прості зорово-моторні акти і, особливо, у групі глухих, ніж у осіб з нормальним слухом.

Виявлені загальні для обох груп обстежуваних закономірності вікової динаміки формування складних сенсомоторних реакцій свідчать на користь генетично детермінованої програми їх розвитку. Вочевидь, наведені дані в табл.1 свідчать про поступове дозрівання сенсорних систем, нервової системи та різних структур мозку, що забезпечують переробку простої і складної сенсомоторної інформації. Відомо, що у дітей, підлітків та юнаків відбувається поступові зміни у розвитку прецентральної ділянки кори головного мозку [15]. В 7–12 років удосконалюється міжцентральна взаємодія і в цілому завершується функціональне дозрівання асоціативних зон кори головного мозку, що регулюють складну рухову активність [13, 14]. Підвищення швидкості переробки інформації у дітей, підлітків та юнаків, ймовірно, пов'язано з подальшими спряженими морфологічними і функціональними перебудовами у нейронних мережах кори головного мозку і нервово-м'язового апарату [15].

Привертає увагу той факт, що показники ПЗМР у всіх вікових групах, як у глухих, так і у чуючих, були менші в порівнянні з часом, який був необхідний для переробки складної інформації РВ1-3 та РВ2-3 ($p < 0,01–0,001$). Як бачимо, швидше за все відбувалась реакція на прості подразники і вона збільшувалась на складні сигнали. Ймовірно, прихований час реакції є пряминою функцією тієї кількості інформації, яку несе в собі сигнал, залежить від складності і ступеня невизначеності його на час пред'явлення. В нашому експерименті були вибрані три способи організації зорово-моторних актів обстежуваних: ПЗМР, РВ1-3 та РВ2-3. Статистична достовірність вказаних способів організа-

ції сенсомоторних реакцій доведена методом дисперсійного аналізу ($p < 0,05$). Не виключено, що у обстежуваних, при виконанні різних за складністю сенсомоторних реакцій вибірково були задіяні різні механізми зорово-моторних реакцій [2]. Ми виділили два основних механізми, які пов'язані зі складністю зорово-моторних реакцій. Перший механізм стосується латентних періодів ПЗМР, який пояснює, що цей зорово-моторний акт здійснюється без активної участі вищих відділів центральної нервової системи. Нейрофізіологічні механізми простих зорово-моторних реакцій, очевидно, пов'язані з супраспінальними впливами на збудливість сегментарних структур і ці параметри можна розглядати як такі, що характеризують реактивність систем активації стовбурового рівня [16].

Другий – стосується РВ1-3 і, особливо, реакцій диференціювання РВ2-3. Для здійснення таких зорово-моторних реакцій необхідно було залучати безліч нервових структур і центрів, у тому числі вищі центри кори головного мозку, що відповідають за аналітико-синтетичну діяльність [8].

Отже, з аналіз результатів нашого дослідження та літературні дані показали, що виявлені нами різниці між показниками простих і складних зорово-моторних реакцій, які були отримані на одних і тих же обстежуваних у групі глухих та чуючих осіб пов'язані не тільки з віковими особливостями, які відбуваються в нервовій системі на різних етапах онтогенезу, а і обумовлені різною структурою зорово-моторної діяльності та свідчать про участь в цій діяльності різних структур і рівнів нервової системи [4, 5]. У відповідності з літературними даними [16] можна вважати, що складні і прості сенсомоторні реакції несуть різний фізіологічний зміст і відбивають функціональні механізми різних систем і підсистем. У випадку з ПЗМР така діяльність була спрямована, в основному, на забезпечення максимального темпу рухів і тому, треба думати, вищим відділам центральної нервової системи відводиться значно менша роль, а основне навантаження покладене на периферичну нервову систему.

Механізми, які забезпечують складні реакції вибору та диференціювання, на наш погляд, відбивають реактивність, активацію та регуляцію більш високого рівня, насамперед, участь фронтально-лімбічного комплексу [6, 7]. У випадку з складними зорово-моторними реакціями така рухова діяльність була результатом швидкості сприйняття, аналізу, перероб-

ки інформації і прийняття правильного рішення, що вимагало більш складної аналітико-синтетичної діяльності. Основна роль у цьому відводиться вищим відділам центральної нервової системи – корі головного мозку і підкорковим структурам, а не тільки швидкості розповсюдження збудження по нейронним комплексам, що було характерно у випадку з ПЗМР.

Отже, результати проведених досліджень дозволяють зробити висновок, що вікова динаміка сенсомоторних функцій глухих і осіб з нормальним слухом має загальну тенденцію, як для простих так і складних зорово-моторних актів. Разом з тим можна вважати, що у формуванні простих і складних реакцій вибору та диференціювання віковим характеристикам, складності переробки інформації та дисфункції слухового аналізатора належить вирішальна роль. Очевидним є те, що у глухих швидкість зорово-моторних реакцій нижча, а латентні періоди довші, ніж у осіб з нормальним слухом. Раніше було показано роль зору та слуху у формуванні зорової та слухо-моторної координації при вродженій сліпоті [29]. Також відомо, що слухова система спеціалізується на часових параметрах стимуляції, а зорова – просторових [11]. Безумовно, переконані, що всі сенсомоторні акти мають просторово-часові координати, але відповідь на зорові подразники скоріше адресована до часових характеристик сигналу, ніж до просторових. Тому можливо отримані нами кращі результати зорових сенсомоторних функцій у чуючих є результатом узгодженої крос-модальної діяльності слухової і зорової систем. Навпаки, у глухих така взаємодія втрачається і зсувається у бік дисфункції слухової системи і тому реєструвались довші латентні періоди як простих так складних реакцій. Така закономірність в нашому експерименті мала місце у всіх вікових групах.

Таким чином, особливості розвитку виявлених нами сенсомоторних функцій, вказують на те, що проста і складна сенсомоторна діяльність забезпечується різними структурами і механізмами, які змінюються в онтогенезі. На нашу думку розвиток сенсомоторних функцій в онтогенезі представляє собою добре узгоджену генетично детерміновану програму удосконалення елементів, структур та механізмів що їх забезпечують. Слухова дисфункція вносить корекцію у вікову динаміку розвитку сенсомоторних функцій.

Висновки:

1. Встановлені для глухих і осіб з нормальним слухом закономірності вікової динаміки різних за складністю сенсомоторних функцій свідчать на користь генетично детермінованої програми їх розвитку.

2. У глухих дітей, підлітків та юнаків латентні періоди простих і складних реакцій вибору та диференціювання сенсомоторних реакцій були достовірно більшими, ніж у групах з нормальним слухом та поступово зменшувались і досягали максимального розвитку у 18–19 років. Більш інтенсивно такі зміни відбувались на складні реакції вибору та реакції диференціювання, ніж на прості і, особливо, у групі глухих у порівнянні з обстежуваними з нормальним слухом.

3. Виявлені особливості вікової динаміки простих і складних зорово-моторних реакцій у глухих відносно дітей, підлітків та юнаків з нормальним слухом слід вважати як недостатність розгортання спадкової програми їх розвитку.

4. Швидкість простих і складних сенсомоторних реакцій у дітей, підлітків та юнаків зі слуховою дефіцитом характеризує індивідуальні особливості переробки інформації і можуть бути використані як інформативний критерій оцінки ряду психофізіологічних функцій та поведінкових реакцій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бойко Е.И. Время реакции человека. – М.: Медицина, 1964. – 440 с.
2. Глезер В.Д. Зрение и мышление. – СПб.: Наука, 1993. – 284 с.
3. Зайцев А.В., Лупандин В.И., Сурнина О.Е. Возрастная динамика времени реакции на зрительные стимулы // Физиология человека, 1999. – Т. 25. – № 6. – С. 34.
4. Иваницкий А.М. Принципы и механизмы деятельности мозга человека. – Ленинград: «Наука», 1985. – С. 22-24.
5. Коган А.Б. Функциональная организация нейронных механизмов мозга. – Л.: Медицина, 1979. – 224 с.
6. Крик Ф., Кох К. Проблема сознания // В мире науки, 1992. – №11-12. – С. 113.
7. Лебедев А.Н. Константа М.Н. Ливанова в количественном описании психологических явлений // Психологический журнал, 1997. – Т. 18. – № 6. – С. 96.
8. Макаренко М.В., Лизогуб В.С. Онтогенез психофізіологічних функцій людини. – Черкаси: «Вертикаль», 2011. – 256 с.
9. Макаренко М.В., Лизогуб В.С., Безкопильний О.П. Методичні вказівки до практикуму з диференціальної психофізіології та фізіології вищої нервової діяльності людини. – Черкаси: «Вертикаль», 2014. – 102 с.
10. Макачук М.Ю., Куценко Т.В., Кравченко В.І., Данилов С.А. Психофізіологія: навч. пос. / К.: ООО «Інтерсервіз», 2011. – 329 с.
11. Сергиенко Е.А., Лебедева Е.И., Прусакова О.А. Модель психического как основа становления понимания себя и другого в онтогенезе человека. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2009. – 415 с.
12. Симонов П.В. На стратегических направлениях изучения высшей нервной деятельности // Журн. высш. нервн. деят., 1986. – Т.36. – № 2. – С. 285-297.
13. Сологуб, Е.Б. Кортикальная регуляция движений человека. – Л.: Медгиз, 1981. – 183 с.
14. Фарбер Д.А., Дубровинская Н.В. // Физиол. человека, 1991. – Т.17. – № 5. – С. 17-27.
15. Фарбер Д.А., Дубровинская Н.В. Функциональная организация развивающегося мозга (возрастные особенности и некоторые закономерности) // Физиология человека, 1991. – Т. 17. – № 5. – С. 17-24.
16. Фейгенберг И.М. Быстрота моторной реакции и вероятностное прогнозирование // Физиология человека, 2008. – Т. 34. – № 5. – С. 51-62.
17. Хризман, Т.П. Развитие функций мозга ребенка: электроэнцефалографические исследования / Т.П. Хризман. – Ленинград: Наука, 1978. – 128 с.
18. Чайченко Г.М. Физиология вищої нервової діяльності. – К.: Либідь, 1993. – 218 с.
19. Butler BE, Lomber SG. Functional and structural changes throughout the auditory system following congenital and early-onset deafness: implications for hearing restoration // Front. Syst. Neurosci. 2013 Nov 26. 7:92. doi: 10.3389/fnsys.2013.00092.
20. Gougoux F. A Functional Neuroimaging Study of Sound Localization: Visual Cortex Activity Predicts Performance in Early-Blind Individuals / F. Gougoux, R.J. Zatorre, M. Lassonde,

- P. Voss, F. Lepore // PLoS Biology. – 2005. – Vol. 3 (2), e 27. – P. 0324–0333.
21. Hribar M, Suput D, Carvalho AA, Battelino S, Vovk A. Structural alterations of brain grey and white matter in early deaf adults. // *Hear Res.* 2014 Dec; 318:1-10. doi: 10.1016/j.heares.2014.09.008. Epub 2014 Sep 28.
 22. Hubel D.H. The period of susceptibility to the physiological effects of unilateral eye closure in kittens / Hubel D.H., Wiesel T.N. // *J. Physiol.* – 1970. – Vol. 206 (2). – P. 419–436.
 23. Jiang J. Thick Visual Cortex in the Early Blind / J. Jiang, W. Zhu, F. Shi, Y. Liu, J. Li, W. Qin, K. Li, Ch. Yu, T. Jiang // *J. Neurosci.* – 2009. – Vol. 29 (7). – P. 2205–2211.
 24. Klinge C. Increased amygdala activation to emotional auditory stimuli in the blind / C. Klinge, B. Röder, Ch. Büchel // *Brain.* – 2010. – Vol. 133 (Pt 6). – P. 1729–1736.
 25. Li W, Li J, Xian J, Lv B, Li M, Wang C, Li Y, Liu Z, Liu S, Wang Z, He H, Sabel BA. Alterations of grey matter asymmetries in adolescents with prelingual deafness: a combined VBM and cortical thickness analysis. // *Restor Neurol Neurosci.* 2013; 31(1):1-17. doi: 10.3233/RNN-2012-120269.
 26. Ptito M. Alterations of the visual pathways in congenital blindness / Ptito M., Schneider F., Paulson O. B., and Kupers R. // *Exp. Brain Res.* – 2008. – Vol. 187 (1). – P. 41–49.
 27. Renier L.A. et al. Preserved functional specialization for spatial processing in the middle occipital gyrus of the early blind / Renier L.A., Anurova I., De Volder A.G., Carlson S., VanMeter J., Rauschecker J.P. // *Neuron.* – 2010. – Vol. 68 (1). – P. 138–148.
 28. Shimony J. S. Diffusion tensor imaging processing in the middle occipital gyrus of the early blind / Shimony J. S., Burton H., Epstein A. A., McLaren D. G., Sun S. W., and Snyder A. Z. // *Neuron.* – 2006. – Vol. 68. – P. 138–148.
 29. Troster, H. & Brambling, M. (1993). Early Motor Development in Blind Infants. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 14, 83-106.
 30. Voss P. Occipital Cortical Thickness Predicts Performance on Pitch and Musical Tasks in Blind Individuals / Patrice Voss, Robert J. Zatorre // *Cerebral Cortex.* – 2012. – Vol. 22. – P. 2455– 2465.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Boyko E.I. Human reaction time. – M.: Medicine, 1964. – 440 p.
2. Glezer V.D. Vision and thinking. – SPb.: Nauka, 1993. – 284 p.
3. Zaytsev A.V., Lupandin V.I., Surnina O.E. Age dynamics of the reaction time to visual stimuli // *Human Physiology*, 1999. – V. 25. – № 6. – P. 34.
4. Ivanitskiy A.M. Principles and mechanisms of activity of the human brain. – Leningrad, "Nauka", 1985. – P. 22-24.
5. Kogan A.B. Functional organization of the neural mechanisms of the brain. – L.: Medicine, 1979. – 224 p.
6. Krik F., Koh K. The problem of consciousness // *In the world of science*, 1992. – №11-12. – P. 113.
7. Lebedev A.N. Constant of M.N. Livanov in the quantitative description of psychological phenomena // *Psychological Journal*, 1997. – Vol. 18. – № 6. – P. 96.
8. Makarenko M.V., Lizogub V.S. Ontogeny of physiological functions of man. – Cherkasy: "Vertical", 2011. – 256 p.
9. Makarenko M.V., Lizogub V.S., Bezkopilnyy O.P. Guidance for the workshop on differential psychophysiology and physiology of higher nervous activity. – Cherkasy: "Vertical", 2014. – 102 p.
10. Makarchuk M.Yu., Kutsenko T.V., Kravchenko V.I., Danilov S.A. Psychophysiology: Textbook / K.: LLC "Interserviz", 2011. – 329 p.
11. Sergienko E.A., Lebedeva E.I., Prusakova O.A. Mental model as a basis for understanding the formation of self and other in human ontogenesis. – M.: Publishing House of the "Institute of Psychology, Russian Academy of Sciences", 2009. – 415 p.
12. Simonov P.V. On the strategic directions of studying higher nervous activity // *Journal of Higher Nervous Activity*, 1986. – Vol. 36. – № 2. – P. 285-297.
13. Sologub, E.B. Cortical regulation of human motion. – L.: Medgiz, 1981. – 183 p.
14. Farber D.A., Dubrovinskaya N.V. // *Human Physiology*, 1991. – Vol. 17. – № 5. – P. 17-27.
15. Farber D.A., Dubrovinskaya N.V. Functional organization of the developing brain (age features and some patterns) // *Human Physiology*, 1991. – Vol. 17. – № 5. – P. 17-24.
16. Feygenberg I.M. Speed of motor reaction and probabilistic forecasting // *Human Physiology*, 2008. – Vol. 34. – № 5. – P. 51-62.
17. Hrizman, T.P. The development of a child's brain functions: electroencephalographic studies / T.P. Hrizman. – Leningrad: Nauka, 1978. – 128 p.
18. Chaychenko G.M. *Physiology of Higher Nervous Activity.* – K.: Libydy, 1993. – 218 p.

Lizogub V.S., Makarenko M.V., Yukhimenko L.I., Khomenko S.M., Koval J.V., Kozhemyako T.V.

The age dynamic of sensorimotor function of people with heart deprivation

Abstract. Sensorimotor functions: simple and complex visual-motor responses, select one and two of the three differentiation stimuli for children, adolescents and young people with auditory deprivation was studied. The general laws for the deaf and those with normal hearing age dynamics of different complexity sensorimotor functions indicate genetically determined program of development. In deaf children, adolescents and young latent periods of simple and complex visual-motor responses were significantly higher than in the group with normal hearing and gradually decreased and were full development in 18-19 years. Features age dynamics of simple and complex visual-motor reactions in relatively deaf children, adolescents and young people with normal hearing was found. More intense changes in sensorimotor functions to the complex reactions of Deaf children was registered.

Keywords: *ontogenesis, sensorimotor function, heart dysfunction.*

Лизогуб В.С., Макаренко Н.В., Юхименко Л.И., Хоменко С.Н., Коваль Ю.В., Кожемяко Т.В.

Возрастная динамика сенсомоторных функций людей со слуховой депривацией

Аннотация. По результатам исследований простых (ПЗМР) и сложных зрительно-моторных реакций выбора одного (РВ1-3) и дифференциации двух из трёх (РВ2-3) раздражителей, проведена оценка сенсомоторных функций детей, подростков и юношей со слуховой депривацией. Выявленные общие для глухих и людей с нормальным слухом закономерности возрастной динамики различных по сложности сенсомоторных функций, что свидетельствует о генетически детерминированной программе их развития. У глухих детей, подростков и юношей латентные периоды простых и сложных зрительно-моторных реакций были достоверно больше, чем в группах с нормальным слухом и постепенно уменьшались, достигая максимального развития в 18-19 лет. Более интенсивно изменения сенсомоторных функций происходили на сложные, чем на простые реакции, и особенно, в группе глухих по сравнению с исследуемыми с нормальным слухом.

Ключевые слова: *онтогенез, сенсомоторные функции, слуховая дисфункция.*

Макарчук М.Ю., Глазирін І.Д., Смоляр С.І.
Особливості біологічного дозрівання учнівської молоді жіночої статі
визначеного за темпами статевого розвитку

Макарчук Микола Юхимович, доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри фізіології людини і тварин
Київський національний університет ім. Т.Г.Шевченка, м. Київ, Україна

**Глазирін І.Д. кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології*
**Смоляр С.І. аспірант*

Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького, м. Черкаси, Україна

Анотація. Досліджувалися особливості біологічного дозрівання сучасної учнівської молоді жіночої статі визначеного за вторинними статевими ознаками. Встановлено, що активні процеси статевого дозрівання більшості дівчат розпочиналися в 11 років, а у 12-26% дівчат у 8-10 років. До 15 років за більшістю вторинних статевих ознак цей рівень сягав 95-98% від завершення процесів статевого дозрівання, за виключенням menage – 58% або 6.98 ± 0.50 балів. Від 15 до 16 років статево дозрівання 100% дівчат завершилося, з особливо активними процесами становлення місячного циклу. Даний показник може бути інформативним для диференціації фізичних навантажень дівчат 11 - 16 років.

Ключові слова: біологічне та статево дозрівання, учнівська молодь жіночої статі, вторинні статеві ознаки

Вступ. Відомо, що за будовою і деякими функціями жіночий організм істотно відрізняється від чоловічого, такі відмінності стосуються і їх пубертатних процесів. Статево дозрівання дівчат відбувається, як і у хлопців, упродовж кількох фаз:

- перша фаза, перепубертатний період [11, 14, 16];
- друга фаза, фаза безпосереднього статевого дозрівання [11].

Процеси статевого дозрівання яскраво виражені й істотно впливають на формування організму в цілому і, як наслідок, можуть бути інформативними для диференціювання розумових та фізичних навантажень учнівської молоді, що дуже важливо для практики навчальної діяльності та фізичного виховання і спортивної підготовки [4]

Але впродовж кількох років проведені дослідження процесів біологічного дозрівання учнівської молоді різних регіонів України за виключенням центрального [2]. Даний факт був мотивом вибору обраного нами напрямку досліджень.

Короткий огляд літератури. Відомо, що темпи біологічного дозрівання організму кожної дитини генетично детерміновані і, як наслідок, поетапно в процесі онтогенезу визначають індивідуальний рівень морфофункціональних показників та психічних можливостей її організму. Крім того, на генетичний код темпів становлення дитячого організму, впливають соціально-економічні та екологічні фактори. В результаті проявляються феномени акселерації та ретардації, або значного прискорення чи уповільнення темпів фізичного розвитку сучасних дітей.

Внутрішньогрупова акселерація, розходження “паспортного” і біологічного віку, на думку С.В. Хрущева [15], ставить ряд серйозних питань про необхідність врахування індивідуальних особливостей кожної дитини при: регламентації фізичних навантажень, визначенні нормативів фізичної підготовленості, оцінці функціонального стану та рухових здібностей [15].

Факт індивідуально-типологічних особливостей біологічного дозрівання організму учнів свідчить не тільки про різні рівні морфофункціональних можливостей дітей, а й відповідні здібності до навчання та тренування. Виходячи з цього В.К. Бальсевич, В.А. Запорожанов [2], Б.А. Никитюк [14], С.С. Дарская [8], І.Д. Глазирін [7], Я. Жерновникова [9] вказують на необхід-

ність широких досліджень індивідуальних темпів становлення дитячого організму, вікових особливостей розвитку рухової функції і розробці, на цій основі, методик педагогічних дій, тобто диференційованого навчання та виховання, в тому числі й фізичного [2, 7, 8, 9, 14].

Дослідження морфо-функціонального і біологічного дозрівання організму різних регіонів України були проведені у 2000 році під керівництвом І.Р. Бариляк [2] за виключенням центрального регіону. Цікавим є факт значного прискорення темпів фізичного розвитку сучасних дітей. Тому було вирішено встановити особливості біологічного дозрівання учнівської молоді центрального регіону України.

Мета роботи: з'ясувати особливості біологічного дозрівання сучасної учнівської молоді жіночої статі за вторинними статевими ознаками центрального регіону України.

Організація та методи дослідження. Обстеження пройшли 1673 учениць ЗОШ I-III ступеня № 7 та 19 міста Черкаси. У кожній віковій групі було від 78 до 115 обстежуваних. Дослідження темпів статевого дозрівання відбувалося за визначенням стадій формування вторинних статевих ознак і загальною формулою статевого дозрівання [4].

Визначення біологічного віку дітей проводилось за вторинними статевими ознаками [4].

Стадії розвитку вторинних статевих ознак для дівчат визначали за такою схемою:

Волосся на лобку: P_0 – відсутність волосся; P_1 – поодинокі короткі волосини на невеликій центральній ділянці лобка; P_2 – виражене кучеряве волоссяне покриття на середній ділянці лобка; P_3 – густе кучеряве волосся, що покриває всю поверхню лобка.

Волосся під пахвами: Ax_0 – відсутність волосся; Ax_1 – перші тонкі волосини; Ax_2 – виражене волоссяне покриття; Ax_3 – повне волоссяне покриття.

Формування молочних залоз: Ma_0 – сосок припіднятий над навколососковою ореолою; Ma_1 – навколососкова ореола піднята і разом з соском утворюють великий конус; Ma_2 – ореола з соском утворюють виражений конус, появляются ознаки молочної залози; Ma_3 – сформована молочна залоза.

Формування менструального циклу: Me_0 – відсутність менструацій; Me_1 – починаються перші менст-

руації; Me₂ – не регулярні менструації; Me₃ – повне встановлення менструального циклу.

Індивідуальний показник біологічної зрілості організму кожної дівчини оцінювали у залежності від розвитку всіх вторинних статевих ознак за загальним балом. Кожній стадії розвитку тієї чи іншої ознаки відповідає певна кількість балів:

P ₀ =0	P ₁ =4	P ₂ =8	P ₃ =12
Ax ₀ =0	Ax ₁ =4	Ax ₂ =8	Ax ₃ =12
Ma ₀ =0	Ma ₁ =4	Ma ₂ =8	Ma ₃ =12
Me ₀ =0	Me ₁ =4	Me ₂ =8	Me ₃ =12

Загальна сума отриманих балів є показником індивідуального статевого розвитку. Для визначення темпів статевого або біологічного розвитку нами розроблена оцінкова таблиця (табл. 1).

Таблиця 1. Оцінка темпів біологічного дозрівання дівчат за сукупним балом вторинних статевих ознак

Вік (років)	Темпи біологічного розвитку (кількість балів)		
	Прискорені	Нормальні, узгоджуються з паспортним віком	Уповільнені
10	18 і >	8-16	< 8
11	26 і >	12-24	< 12
12	30 і >	16-28	< 16
13	34 і >	18-32	< 18
14	42 і >	26-40	< 24
15	48	42-46	< 42
16	-	48	< 48
17	-	-	-

Результати дослідження та їх обговорення. Статеве дозрівання окремих дівчат розпочалося у 8-9 років появою окремих волосин під пахвами і набряканням соска грудної залози. У 10-річних досліджуваних нами зафіксована поява трьох із чотирьох вторинних статевих ознак, за виключенням менархе. На 4.42 та 10.00% сформований волосяний покрив на лобку та під пахвами і на 22.25% – молочна залоза. Сукупний бал статевого дозрівання дівчат знаходився на рівні 4.27 бала, що становило 8.90% від рівня завершення пубертатного періоду.

Розгляд результатів статевого дозрівання дівчат за формуванням окремих вторинних статевих ознак показав, що оволосіння лобка у них відбувалося активно від 10 до 11 років (на 21.83%), від 11 до 12 років (на 17.83%), від 12 до 13 років (на 25.84%), від 13 до 14 років (на 10.08%), від 14 до 15 років (на 18.42%). Від

15 до 16 років ці процеси істотно уповільнилися на рівні всього 1.58% за рік і завершилися у всіх 16-річних дівчат і досягли рівня 12 балів, що свідчило про повне та сформоване волосяне покриття на лобку досліджуваних жіночої статі.

Приблизно така тенденція спостерігалася і у подальших процесах оволосіння під пахвами дівчаток – в 10-11 років (17.25%) у 12-13 років (30.17%) у 13-14 років (16.41%) і в 14-15 років (22.84%). Але в період від 11 до 12 років, коли у них оволосіння під пахвами фактично завершилось – річний приріст становив 1.75%. Такі ж темпи оволосіння під пахвами спостерігалися в 15-16 років – 1.58% за рік і завершилися у всіх 16-річних дівчат, досягли рівня 12 балів, що свідчило про сформованість волосяного покриття під пахвами обстежуваних жіночої статі (табл. 2).

Таблиця 2. Характеристика вікових змін показників статевого дозрівання досліджуваних жіночої статі центрального регіону України (M±m, %)

Вік	Показники статевого дозрівання									
	P	% сформованості	Ax	% сформованості	Ma	% сформованості	Me	% сформованості	Бал статевого дозрівання	% сформованості
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0.15±0.27	1.25	1.04±0.60	8.67	0	0	1.19±0.73	2.48
9	0	0	0.50±0.44	4.17	1.17±0.60	9.75	0	0	1.67±0.93	3.48
10	0.53±0.27	4.42	1.20±0.50	10.00	2.67±0.60	22.25	0	0	4.27±0.90*	8.90
11	3.15±0.94	26.25	3.27±0.86	27.25	4.12±0.60	34.33	1.33±0.90	11.08	11.88±2.87	15.60
12	5.29±0.71	44.08	3.48±0.94	29.00	4.90±0.63	40.83	1.42±0.77	11.83	15.10±2.59*	31.46
13	8.39±0.69	69.92	7.10±0.84	59.17	6.71±0.66	55.92	5.16±1.12*	43.00	27.35±2.96*	56.98
14	9.60±0.65	80.00	9.07±0.75	75.58	8.67±0.71	72.25	6.93±1.13	57.75	34.27±3.05	71.40
15	11.81±0.43	98.42	11.81±0.43	98.42	11.40±0.68	95.00	6.98±0.50	58.17	46.67±1.74	97.23
16	12.00	100	12.00	100	12.00	100	12.00	100	48.00	100

* – достовірність різниці загального балу статевої формули у порівнянні з попередньою віковою категорією на рівні p<0.05

Слід відмітити, що у процесах оволосіння прослідковувалася нерівномірність – більш активне в 10-11, 12-13 і 14-15 років та менш виражене у 11-12 і 13-14 років. Також можна відмітити, що оволосіння під пахвами і на лобку фактично завершилося у більшості обстежуваних до 15-річного віку і становило 98.42% від рівня кінцевої їх сформованості, а до 16 років повністю завершилося у всіх 100% дівчат.

Формування молочної залози у деяких дівчаток розпочалося у 8 років та завершилося в 15 років і досягло рівня 95.00% (11.40±0.68 балів), але рівень кінцевої сформованості молочних залоз в 16 років був виявлений у 5% обстежуваних.

При дослідженні місячного циклу ми отримали такі результати. Дані процеси у дівчаток розпочалися – в 11 років (1.33±0.90 балів і 11.08%) і були на цьому рівні стабільними до 12-річного віку – приріст мінімальний,

усього 0.90 балів. Від 12 до 13 розпочався інтенсивний розвиток цієї вторинної статевої ознаки, одразу приріст 3.74 балів, або 31.17% ($p < 0.05$). Від 13 до 14 років розвиток даної функції продовжувався, але не так інтенсивно – 14.75%. Від 15 до 16 років у всіх обстежуваних дівчат був встановлений місячний цикл. У цей віковий період відмічені найбільш активні процеси формування місячного циклу дівчат – 5.02 бали, а це 41.83%. Тобто, у формування даної вторинної статевої ознаки відмічено найбільш пізній та інтенсивний початок (з 11 років). Аналіз показників сукупного балу статевого дозрівання дівчат дозволив встановити особливості їх статевого дозрівання. Розпочиналося статеве дозрівання дівчаток у 8 років, появою оволодіння під пахвами і першими ознаками формування молочних залоз, загальний бал статевої формули у них на той час складав 1.19 ± 0.73 балів. Від 8 до 9 років стабілізація цих процесів і активне їх становлення від 9 до 10 років – приріст сукупного балу склав 2.60 балів ($p < 0.05$). Менш

активні процеси від 10 до 11 років – збільшення показників загального балу не значні ($p > 0.05$). Від 11 років і до кінця процесів статевого дозрівання формування статевої функції обстежуваних жіночої статі, до 16 років, відбувалося з вираженими змінами загального балу статевої формули у межах від 3.22 до 12.40 балів за рік у залежності від віку ($p < 0.05-0.01$).

Нами складено таблиці для оцінки темпів біологічного дозрівання обстежуваних жіночої статі центрального регіону України за сукупним балом статевого дозрівання, визначеного за вторинними статевими ознаками. Виходячи з отриманих даних щодо кількості балів вони диференціювалися на три типологічні групи “уповільнені темпи біологічного дозрівання”, “нормальні темпи біологічного дозрівання”, “прискорені темпи біологічного дозрівання”. За межі категорій прийнята доля 1.34, тобто $M \pm 0.67\sigma$ згідно до теорії норми (табл. 3).

Таблиця 3. Оцінка темпів біологічного дозрівання дівчат за сукупним балом вторинних статевих ознак

Вік (років)	Темпи біологічного розвитку (кількість балів)		
	Прискорені	Нормальні, узгоджуються з паспортним віком	Уповільнені
8	3 i >	0-2	–
9	5 i >	0-4	–
10	7 i >	0-6	–
11	20 i >	4-19	0
12	23 i >	8-22	7 i <
13	37 i >	18-36	17 i <
14	44 i >	25-43	24 i <
15	–	45-48	44 i <
16	–	–	< 48

Ймовірно, що 8-10-річних дівчаток не можна було вважати ретардантками, якщо у них ще не розпочалися процеси статевого дозрівання, бо їх поява у цей віковий період свідчила про прискорені темпи біологічного дозрівання.

У 16-річних дівчат процеси статевого дозрівання вже завершилися і не досягли дефінітивних значень сукупного балу статевої формули, а це 48 балів, може свідчити про ретардацію.

У результаті проведеної оцінки темпів статевого дозрівання дівчат 8-16 років, визначеного за сукупним

балом статевої формули нами встановлено, що тільки у деяких 8-10-річних дівчаток розпочинаються процеси статевого дозрівання й таких обстежуваних можна вважати акселерантами (табл. 4). Серед 8-річних дівчаток прискорені темпи статевого дозрівання мали 25.93% обстежуваних, серед 9-річних, відповідно 12.50%, а в 10 років таких дівчаток було 26.67%. У 11 років дівчат з прискореними темпами статевого дозрівання було 18.18%, нормостеніків, відповідно 72.73%, а ретардантів тільки 9.09%.

Таблиця 4. Розподіл обстежуваних жіночої статі центрального регіону України на групи за темпами біологічного та статевого дозрівання (%)

Вік (років)	Темпи біологічного розвитку (кількість балів)		
	Прискорені	Нормальні, узгоджуються з паспортним віком	Уповільнені
8	25.93	74.07	–
9	12.50	87.50	–
10	26.67	73.33	–
11	18.18	72.73	9.09
12	22.58	70.97	6.45
13	25.81	41.94	32.26
14	50.00	20.00	30.00
15	–	85.71	14.29
16	–	100	–

Отже, у більшості досліджуваних жіночої статі активні процеси статевого дозрівання розпочиналися з 11 років. Серед 12-річних нами виділено 70.97% дівчат з нормальними, 22.58% з прискореними і 6.45% з уповільненими темпами статевого дозрівання. У 13 років серед дівчаток істотно зменшилася група нормостені-

ків (41.94%), але значно виросла кількість ретардантів (32.26%). Група обстежуваних жіночої статі цього віку, що мали прискорені темпи статевого дозрівання залишилася фактично без змін (25.81%). У 14 років дівчата розподілені між типологічними групами за темпами біологічного дозрівання наступним чином: 50.00 (аксе-

леранти); 20.00 (нормостеніки); 30.00% (ретарданти).

У 15 років більшість дівчат вже знаходилися на завершальних стадіях статевого дозрівання й серед них було виділено тільки 14.29% обстежуваних з уповільненими темпами статевого дозрівання усі інші (85.71%) виявилися нормостеніками. Для більшості дівчат статева зрілість у 15 років може бути фізіологічною нормою їх фізичного стану. У 16 років усі 100% обстежуваних жіночої статі сукупно мали 48 балів, що вказувало на досягнення статевої зрілості.

Висновки:

1. Встановлені особливості біологічного дозрівання сучасної учнівської молоді жіночої статі за вторинними статевими ознаками центрального регіону України.

2. У 12-26% дівчат в 8-10 років розпочалося статеве

дозрівання, але ці процеси більшості обстежуваних жіночої статі активувалися лише у 11 років. Від 10 до 15 років у дівчат відбувається оволодіння під пахвами та на лобку, формується грудна залоза, а становлення місячного циклу – від 11 до 15 років.

3. Формування усіх статевих ознак відбувалося менш активно на початку процесів статевого дозрівання дівчат і більш активно при їх завершенні, особливо від 12 до 13 та від 13 до 14 років. До 15 років за більшістю вторинних статевих ознак досягався рівень 95-98% від завершення процесів статевого дозрівання, за виключенням менархе – 58% або 6.98 ± 0.50 балів. Від 15 до 16 років статеве дозрівання 100% дівчат завершилося, з особливо активними процесами становлення місячного циклу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бальсевич В.К., Запорожанов В.А. Физическая активность человека. – Киев: Здоровье, 1987. – 224 с.
2. Бариліак І.Р., Полька Н.С. Фізичний розвиток дітей різних регіонів України. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. – 208 с.
3. Бобрицька В.І. Анатомія, вікова фізіологія і шкільна гігієна. Навч. метод. посібн. — К.: Професіонал, 2004. – 80 с.
4. Бунак В.В. Антропометрия. – Москва: Учпедгиз., 1941. – 367 с.
5. Глазирін І.Д. Основи диференційованого фізичного виховання. – Черкаси: Відлуння-Плюс, 2003. – 352 с.
6. Глазирін І.Д. Особливості морфофункціонального розвитку та адаптації до фізичних навантажень юнаків 15-17 років.: Дис. ... канд. біол. наук. – Черкаси, 2000. – 161 с.
7. Дарская С.С. Техника определения типов конституции у детей и подростков // Оценка типов конституции у детей и подростков (сборник научных трудов). – Москва: АПН СССР, 1975. – С. 45-54.
8. Жерновникова Я. Оценка биологического возраста и обеспечение наблюдаемого в нем индивидуального развития / Я. Жерновникова // Материали ІХ міжнародна научна конференція, том. 39. Физическая культура и спорт. Со-
9. Калюжний Е.А., Кузмичев Ю.Г., Михайлова С.В., Болтачева Е.А., Жулин Н.В. Динамика и характеристика биологического созревания сельских школьников Нижегородской области // Вестник Московского государственного областного университета. - №4. - 2012. – С.37-42
10. Мартиросов Э.Г. Методы исследования в спортивной антропологии. – Москва: Физкультура и спорт, 1982. – 199 с.
11. Миклашевская Н.Н. Рост и развитие ребенка. – Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1973. – 218 с.
12. Минский И.Я. Практикум з валеології: Методичні вказівки до лабораторних занять з валеології для студентів університетів та педагогічних ВУЗів. Частина І. – Черкаси, 1998. – 118 с.
13. Никитюк Б.А. Некоторые общие вопросы соотношения генетического и средового в морфологии развития человека // Биологическое и социальное в развитии человека. – Москва: Наука, 1977. – С. 205-207.
14. Ткаченко С.К. Педіатрія. – Київ: Здоров'я, 2000. – 518 с.
15. Хрущев С.В. Врачебный контроль за физическим воспитанием школьников. – Москва: Медицина 1980. – 223 с.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Balsevich V.K., Zaporozhanov V.A. Physical activity. - Kiev: Health, 1987. - 224 p.
2. Barylyak I.R., Pol'ka N.S. Physical development of children in different regions of Ukraine. - Ternopil: Ukrmedknyha, 2000. - 208 p.
3. Bobrytska V.I. Anatomy, Physiology and School School Hygiene. Instructor's Manual. - K.: Professional, 2004. - 80 p.
4. Bunak V.V. Anthropometry. - Moscow: Uchpedgiz., 1941. - 367 p.
5. Glazyrin I.D. Basics differentiated physical education. – Cherkasy: Echo Plus, 2003. - 352 p.
6. Glazyrin I.D. Features morphofunctional development and adaptation to physical stress youths 15-17 years.: Dis. ... Candidate Biol. Science. - Cherkasy, 2000. - 161 p.
7. Darski S.S. Technics of definition of types of constitution in children and adolescents // Evaluation of constitutional types in children and adolescents (collection of scientific papers). - Moscow: Academy of Pedagogical Sciences of the USSR, 1975. - P. 45-54.
8. Zhernovnikova Ya. Evaluation of biological age and ensure it is observed in individual development / Ya. Zhernovnikova // Material IX International Scientific Conference, Vol. 39. Physical Culture and Sports. Sofia. "Byal GRAD-BG", 2013. - P. 32-39.
9. Kalyuzhnyi E.A., Kuzmichev Yu.G., Mikhailov S.V., Boltacheva E.A., Zhulin N.V. Dynamics and characteristics of biological maturation of rural students of Nizhny Novgorod Region // Bulletin of Moscow State Regional university. - № 4. - 2012. - P. 37-42.
10. Martirosov E.G. Research methods in sports anthropology. - Moscow: Physical Culture and Sports, 1982. - 199 p.
11. Miklashevsky N.N. Child growth and development. - Moscow: Moscow Izdatelstvoo universitetata, 1973. - 218 p.
12. Minsk I.Ya. Workshop on the valeology: Guidance for laboratory classes in valeology for students of universities and pedagogical universities. Part II - Cherkasy, 1998. - 118 p.
13. Nikitiuk B.A. .Some common questions about the relation of genetic and environmental morphology of human development // Biological and social in human development. - Moscow: Nauka, 1977. - P. 205-207.
14. Tkachenko S.K. Pediatrics. - Kyiv: Health, 2000. - 518 p.
15. Khrushchev S.V. Medical control over physical education of students. - Moscow: Medicine, 1980. - 223 p.
16. Gyrmicki B., Dzbiez B., Baszczycki J. Pediaatria. – T.I. – Warszawa: PZWL, 1995. – 730 с.

Makarchuk M.Y., Glazyrin I.D., Smolyar S.I. The article is titled female pupils features of biological maturation defined in terms of sexual development

Abstract. The article deals with the features of biological maturation of modern female youth according to the secondary sexual characteristic. The author comments on the female processes of puberty which in most cases starts at the age of 11 and only 12-26% of girls reach sexual maturity at the age of 8-10. Further the author states that until the age of 15 according to most secondary sexual characteristic girls reach level of 95,00-98,48% of sexual maturity with the exception of menarce – 58,17%. At the end of the article the author draws the conclusion that 100% of girls reach sexual maturity at the age of 15-16 with especially processes of menstrual cycle formation. At the end of the article the author concludes by saying that this indicator can be informative for differentiation of physical activity for girls at the age of 11 till 16 years old.

Keywords: *biological maturation, sexual maturity, female pupils, secondary sexual characteristics*

Макарчук М.Ю., Глазырин И.Д., Смоляр С.И. Особенности биологического созревания учащейся молодёжи женского пола определённого по темпам полового созревания

Аннотация. Исследовались особенности биологического созревания современной учащейся молодёжи женского пола по вторичным половым признакам. Установлено, что активные процессы полового созревания большинства девочек начинаются в 11 лет, а у 12-26% – в 8-10 лет. До 15 лет за большинством второстепенных половых признаков достигался уровень 95,00-98,42% от завершения процессов полового созревания, за исключением менархе – 58,17% или 6,98±0,50 баллов. От 15 до 16 лет половое созревание 100% девушек закончилось, с особенно активными процессами становления месячного цикла. Данный показатель может быть информативным для дифференциации физических нагрузок для девушек от 11 до 16 лет.

Ключевые слова: *биологическое и половое созревание, учащаяся молодёжь женского пола, вторичные половые признаки*

Рудишин С.Д.

Еволюція екосистем в контексті сучасної природничо-наукової картини світу

Рудишин Сергій Дмитрович, доктор педагогічних наук, кандидат біологічних наук
завідувач кафедри теорії і методики викладання природничих дисциплін
Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка, м. Глухів, Україна

Анотація. Єдиної загально визнаної моделі еволюції екосистем немає; кожна її наукова версія носить тимчасовий характер. Утворення різних форм організації екосистем, їх еволюція обумовлені кооперативною дією трьох складових: 1) живої матерії, яка еволюціонує; 2) абіотичних компонентів екосистем, що самоорганізуються; 3) вільної енергії екосистем. Ієрархічна структура екосистем Землі: біосфера → біоми → ландшафтні екосистеми → біогеоценози; базовою таксономічною одиницею ієрархії є біогеоценоз (біоценоз+біотоп). В екосистемі індивідуальні характеристики складових узгоджуються поміж собою; випадіння одного з ланцюгів системи змінює структуру і функції інших.

Ключові слова: наукова картина світу; моделі; геохронологія еволюції Землі; організація, функціонування та еволюція екосистем

Постановка проблеми. Праці В. Беклемешева [1], В. Вернадського [2], Ю. Одума [12], М. Реймерса [18] та публікації останніх десятиліть (К. Вьозе [26], М. Голубець [3-5], В. Жеріхин [6], М. Камшилов [8], В. Красілов [9], Є. Кунін [10], С. Мороз [11], Х. Пайтген [13], А. Потіш [7], Т. Работнов [14;15], С. Разумовський [16;17], С. Рудишин [19-22; 25], О. Савінов [23; 24] та ін.) засвідчили, що: 1) природничо-наукова картина світу, як й класифікація, організація, функціонування та еволюція екосистем, є продуктом відкритих дебатів і тимчасового консенсусу (добровільної згоди) вчених щодо об'єктивно-істинного за змістом систематизованого знання; єдиної загально визнаної моделі еволюції екосистем поки не існує; 2) під еволюцією екосистем розуміють зміни їхньої просторової та функціональної організації у часі; 3) принципи синергетики, досягнення біогеохімії й молекулярної філогеноміки, евристика симбіогенетичної парадигми в біології створюють новий погляд на екосистемологію.

Складність пояснення механізмів еволюції екосистем обумовлена тим, що:

1) Утворення та еволюція екосистем пов'язані з геохронологією еволюції планети (таблиця 1), появою феномену життя, виникненням фотосинтезу. Ці питання залишаються на рівні гіпотез. Наприклад, одна з них передбачає, що в основі філогенетичного Древа життя (*Tree of life*) знаходиться т.з. «останній універсальний спільний предок» (*last universal common ancestor, LUCA*) – гіпотетичний загальний предок сучасного біорізноманіття Землі (існував близько 3,6-4,0 млрд. років тому) [10; 22; 26].

2) Екосистема – це комплекс живих організмів, і водночас абіотичне середовище їхнього існування з усіма взаємозв'язками і взаємодією між ними. Отже, в еволюції екосистем одночасно існують дві узгодженні форми розвитку: а) еволюція живих організмів; б) самоорганізація неживої матерії. Доцільно враховувати й те, що екосистеми не розмножуються як живі організми; між екосистемами немає боротьба за існування.

3) Процеси в біосфері породжуються й підтримуються як космічними факторами (сонячним світлом, променями від інших астрофізичних джерел), так й земними (гравітацією, енергією обертання Землі та її супутника Місяця, магнітним полем планети, тепловим випромінюванням надр тощо). Зміна екосистем відбувається внаслідок довготривалої перебудови їхньої структурно-функціональної організації під впливом різних чинників, а саме: змін кліматичних або ґрунтово-гідрологічних умов, землетрусів, гороутво-

рення, міграції материків, напряму філогенезу фіто-, зоо-, міко- та мікроценозів; накопичення в екосистемах запасів вільної енергії для забезпечення дії механізмів захисних чи еволюційних перебудов (зокрема, парникового ефекту та озонового шару атмосфери). Доцільно враховувати й антропогенний фактор щодо змін екосистем.

4) еволюція екосистем – стохастичний процес (переплетіння ймовірнісного і детермінованого); результати еволюції важко передбачувати. Іншими словами, якщо в уявному експерименті «поставити еволюційну платівку наново», то результат буде різнитися від того, що спостерігаємо у реальності (С. Гулд) [10, с. 57]. Доречно також навести слова Х. Пайтгена з його книжки «Краса фракталів»: «Закони природи допускають для подій безліч різних варіантів, але наш світ має одну єдину історію» [13, с. 17].

5) слід розрізняти еволюцію ценозу і сукцесію; остання є повторюваним, запрограмованим процесом зміни угруповання [6].

Методологічні орієнтири щодо дослідження організації, функціонування та еволюції екосистем:

1) Ієрархічна структура екосистем Землі: біосфера → біоми → ландшафтні екосистеми → біогеоценози. Базовою таксономічною одиницею ієрархії є біогеоценоз (біоценоз+біотоп). Мозаїчність біоценозів обумовлюють мікроекосистеми (парцели, синузії, консорції); їх використовують для картування об'єктів природоохоронного, рекреаційного, санітарно-гігієнічного значення [21];

2) будь-яка екосистема – фрактальна структура (*fractal structure*) – має властивості самоподібності, тобто складається з фрагментів, структурний мотив яких (продуценти, консументи, редуценти) повторюється при зміні масштабу;

3) утворення різних форм організації екосистем, їх еволюція обумовлені кооперативною дією трьох складових: живої матерії, яка еволюціонує; абіотичних компонентів екосистем, що самоорганізуються; вільної енергії екосистем.

4) в екосистемі (як саморегулюючої єдності) індивідуальні характеристики складових узгоджуються (синхронізуються) поміж собою; випадіння одного з ланцюгів системи змінює структуру і функції інших;

5) еволюція екосистем можна розглядати як процес створення і заповнення екологічних ніш; еволюція видів переходить в еволюцію екосистем;

6) біосфера – єдина глобальна екосистема, тому змінюється, еволюціонує загалом.

Результати та їх обговорення. В контексті нашого дослідження доцільно розуміти, що механізми функціонування природних екосистем підкоряються *синергетичним постулатам*: 1) системам не можна нав'язувати шлях розвитку; 2) для них існує декілька альтернативних шляхів розвитку; 3) різноманітність виступає в якості початку створення нового; 4) в особливих станах нестійкого середовища (точках біфуркації) малі впливи (наприклад, антропогенні дії) впливають на природні екосистеми. Усе це є аргументами на користь збереження біотичного і ландшафтного різноманіття як гаранта стабільності біосфери.

В таблиці 1 показано розвиток планети у вигляді *п'яти послідовних еволюцій після «Великого вибуху»*: 1) еволюції елементарних частинок; 2) еволюції хімічних елементів; 3) еволюції мінералів; 4) біологічної еволюції (від появи життя); 5) соціальної еволюції (поява і діяльність людини) [19; 20; 25].

Еволюція елементарних частинок починається «Великим вибухом» 15-10 млрд. років тому – прискореним розширенням (упродовж 10^{-43} с) надгустої (10^{80} г/см³) і надгарячої (10^{27} К) точки Всесвіту розміром 10^{-33} см. Результатом вибуху було утворення елементарних частинок, яких відомо майже 300 (кварків,

фотонів, нейтрино, електронів, позитронів, протонів, нейтронів та ін.). Увесь видимий Всесвіт утворився єдиним актом і поширюється до тепер, що супроводжується охолодженням речовини і випромінюваннями. Про таке поширення свідчить зміщення спектральних ліній віддалених галактик у червону частину спектру (т.з. «червоне зміщення») – галактики віддаляються від Землі.

Еволюція хімічних елементів. Після зниження температури починається з'єднання протонів з нейтронами з утворенням ядер важких ізотопів Н, He. Термоядерні реакції утворення хімічних елементів з елементарних частин (протонів) відбуваються за надвисоких температур і тиску, які забезпечують зіткнення однойменно (позитивно) заряджених частинок, що відштовхуються. Таке «водневе згоряння» постійно відбувається на Сонці і забезпечує енергією біосферу для термодинамічної підтримки гомеостазу життя.

Сонце утворилося близько 5 млрд. років тому; народження Землі знаходиться у межах 4,6 млрд. років. Дослідження хімічного складу Сонця методами спектрального аналізу встановило, що майже 75% маси займає Н, близько 24% He, решта 1-2% припадає на інші елементи. Процес перетворення Гелію на більш важкі ядра відбувався в надрах Сонця за умов надвисоких температур (у межах 10^8 °С) та густини 10^3 г/см³: $3^4_2\text{He} = ^{12}_6\text{C}$; $^{12}_6\text{C} + ^4_2\text{He} = ^{16}_8\text{O}$; $^{16}_8\text{O} + ^4_2\text{He} = ^{20}_{10}\text{Ne}$; $^{20}_{10}\text{Ne} + ^4_2\text{He} = ^{24}_{12}\text{Mg}$

Отже, вихідним матеріалом для побудови усіх елементів був Гідроген.

Далі закономірно продовжувалася *еволюція мінералів* – утворення і перетворення оксидів, солей та найрізноманітніших речовин (у тому числі органічних) ще неживої планети, що є предметом вивчення геохімії та геології. Згідно принципу Ле Шательє гаряча планета могла синтезувати кисень задовго до появи фотосинтезу за схемою: $2\text{H}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{CH}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$

Біологічної еволюція і первісні екосистеми. Приримуємося наукової точки зору, що життя не виникло з неживого, а з'явилося у вигляді *первісної екосистеми* з анаеробних гетеротрофів та хемосинтетиків у сприятливих для цього умовах на Землі в архей. Така первинна екосистема була спроможна створити первинні біогеохімічні цикли завдяки трофічному ланцюгу, на кшталт «неорганічні сполуки → хемотроф першого порядку → хемотроф другого порядку → хемотроф-редуцент». Вільного кисню в атмосфері архею не було (або його вміст був мізерний).

Ідея вічності життя наукова, оскільки в ній існує фундаментальне положення біології – живе походить від живого (Франческо Реді), що закріплено положенням клітинної теорії – клітина походить від клітини (Рудольф Вірхов). Такий підхід підтверджує матричний принцип «ДНК – мітоз», який працює універсально і його важко спростувати [19; 20; 25].

Виникнення живого з неживого (за О. Опарінім – Д. Холдейном) потребує критичного перегляду, оскільки існують такі *аргументи проти гіпотези абіогенезу* [20]:

1. Гіпотеза абіогенезу не пояснює механізм появи інформаційної матриці – генетичного коду ДНК (або РНК) з позицій самоорганізації матерії. Це потрібно сприймати тільки на віру. Ген майбутнього покоління буде створено виключно на матриці гена попереднього покоління.

2. Гіпотеза О. Опаріна – Д. Холдейна залишає відкритим питання переходу коацерватних крапель до справжніх живих клітин. Якщо припустити, що «пробіонт» виник з неживого коацервату, то як він вижив у подальшому? Чи міг діяти природний добір при виникненні живого з неживого у «поживному бульйоні», де не було життя у вигляді сформованої екосистеми з її трофічним ланцюгом і боротьбою за існування? Прокаріоти з причин швидкого розмноження за короткий геологічний період вичерпали б біогени з цього бульйону.

3. Жива матерія за Л. Пастером обов'язково складається тільки з хіральних чистих структур (оптичних ізомерів тільки одного класу: «+» або «-»). Усі білки в природі побудовані виключно з лівообертаючих (-) L-амінокислот; ДНК складається тільки з правообертаючих (+) D-рибози. Речовини небіогенного походження хіральні симетричні – «лівих» і «правих» молекул в них порівну. Хіральна чистота є необхідною умовою існування принципу «ДНК-мітоз» у вигляді реплікації нуклеїнових кислот, що обумовлює специфіку живого, свідчить про неможливість одержання живого з неживого, існування якісної межі між живим і неживим. Отже, *коректно говорити не про виникнення життя на Землі, а про створення умов на планеті для появи на ньому життя*, що відбулося майже чотири млрд. років тому.

Ідея вічності життя наукова, оскільки в ній існує фундаментальне положення біології – живе походить від живого (Франческо Реді), що закріплено положенням клітинної теорії – клітина походить від клітини (Рудольф Вірхов). Такий підхід підтверджує матричний принцип «ДНК – мітоз», який працює універсально і його важко спростувати [19; 20; 25].

Таблиця 1. Геохронологія еволюції Землі [19; 25]

<p>Ера нового життя КАЙНАЗОЙ 67 млн. років – до сьогодні</p>	<p>Глобальна екологічна криза. Техносфера. Розвиток науки, культури. Розвиток ремесел, будівництво, селищ, міст. Постійний розвиток нейронних об'єднань головного мозку для запам'ятовування і переробки інформації. Розселення людини по всій планеті. Збирання, полювання, риба-льство, землеробство, скотарство <i>200-150 тис. років</i> – революційна поява людини розумної сучасної – кроманьйонця. Соціальна еволюція людини розумної (<i>Homo sapiens L.</i>) <i>700-50 тис. років тому</i> – на планеті існував неандерталець (поряд із кроманьйонцем); неандерталець – ту-пикова гілка роду Homo. <i>1,5 млн. років тому</i> – популяційний вибух роду Homo у вигляді архантропів – найдавніших людей: пітекант-ропа, синантропа, гейдельберзької людини та ін. Панування покритонасінних рослин, птахів, ссавців</p>
<p>Ера середнього життя МЕЗОЗОЙ 230 – 67 млн.</p>	<p><i>100 млн. років тому</i> – остаточне формування біосфери як єдиної системи обміну речовини, енергії та інфор-мації Перші квіткові рослини <i>200 млн. років</i> – популяційний вибух наземних теплокровних тварин на суходолі</p>
<p>Ера давнього життя ПАЛЕОЗОЙ 570 – 230 млн.</p>	<p>Поширення рептилій <i>300 млн. років тому</i> Перші наземні судинні рослини; наземні амфібії <i>400 млн. років тому</i> – вміст кисню відповідає його рівню в сучасній атмосфері <i>500 млн. років тому</i> – вихід рослин на суходіл Поява перших хордових.</p>
<p>Ера раннього життя ПРОТЕРОЗОЙ 2,6 млрд. – 570 млн. років</p>	<p>Починає формуватися озоновий шар у стратосфері; виникає Розквіт мікроорганізмів, водоростей, безхребетних і безчерепних. Початок ґрунтоутворюючого процесу на суходолі. <i>1 млрд. років</i> тому – створюється окислювальна атмосфера (із низьким вмістом кисню у межах 3-4 %). Поява аеробних бактерій. Виникнення еукаріотичних (ядерних) організмів.</p>
<p>Ера найпершого життя АРХЕЙ 3,6- 2,6 млрд. років</p>	<p>Посилюється вплив парникового ефекту атмосфери, як регулятора клімату <i>2 млрд. років</i> <i>поспіл</i> фотосинтезуючі прокариоти поступово збільшують кількість кисню в атмосфері Землі; утворюються відклади органічного походження (вапняки, графіт та ін.) Домінують одноклітинні прокариоти у відновлювальній атмосфері <i>3 млрд.</i> – поява перших фотосинтезуючих прокариот. Початок формування біорізноманіття біосфери Жива речовина стає творцем і носієм біогеохімічної енергії на планеті Поява перших анаеробних гетеротрофних мікроорганізмів Біологічна еволюція бере свій початок 3,8-3,6 млрд. років тому</p>
<p>ПОЧАТОК</p>	<p><i>4 млрд. років</i> <i>тому</i> – створення умов для появи життя на Землі Еволюція мінералів Утворення планети Земля близько <i>4,6 млрд. років</i> <i>тому</i> Еволюція хімічних елементів: термоядерні реакції синтезу усіх елементів з Гідрогену і Гелію. Утворення Сонця близько <i>5 млрд. років</i> <i>тому</i>. Утворення Сонячної системи з протопланетної речовини-туманності, яка оберталася і стискалася Еволюція елементарних частинок <i>15-10 млрд.</i> «Великий вибух»</p>

Жива речовина з'явилася у вигляді анаеробних ге-теротрофних прокариотів-хемосинтетиків, які упро-довж одного мільярду років синтезували органічну речовину за рахунок енергії хімічних реакцій (кисень при хемосинтезі не виділяється). Близько трьох млрд. років тому з'являються перші фотосинтезуючі мікро-організми, що дозволяє живій речовині ще активніше виконувати місію творця і носія біогеохімічної енергії Сонця. Упродовж майже двох мільярдів років археою жива речовина шляхом фотосинтезу поступово збі-льшує в атмосфері концентрацію кисню (у протерозої вона становить вже 3-4%). Атмосфера стає окислюва-льною, що є прикладом екологічної катастрофи.

З появою різних газів в атмосфері починає діяти парниковий ефект, що підтримує життя на поверхні планети.

Виникнення багатоклітинних організмів забезпе-чило більшу стабільність екосистем і поглибило еволю-цію екосистем по автотрофному шляху. Починається

розквіт аеробних мікроорганізмів, водоростей, безх-ребетних і безчерепних; нагромаджуються донні відк-лади в морях і океанах; з'являється озоновий екран, який захищає усе живе від згубного ультрафіолетово-го випромінювання і дає змогу здійснити вихід живих організмів на суходіл (близько 500 млн. років тому). Залишається відкритим наукове запитання: чому усі головні таксоны тварин – їх типи, виникли одночасно в кембрійському періоді (570 млн. років тому, період тривав 70 млн. років), а від їх еволюційних поперед-ників немає слідів? Чому всупереч передбаченням Ч. Дарвіна, так і не знайдено мільярдів викопних решток перехідних форм?

Світовий океан – найдавніша природна екосисте-ма, в якій постійно здійснюється процес обміну та трансформації енергії, речовини та інформації на пла-неті. Унікальність океану є синергетичним проявом об'єднання різних фізичних, хімічних та біологічних процесів в єдину екосистему. Упродовж еволюції Зе-

млі природа Світового океану неодноразово змінювалась під дією різних процесів: сонячного випромінювання, геологічних та геохімічних факторів і, що особливо важливо, під впливом геохімічної роботи живої речовини.

Без уявлення про еволюцію біосфери з геологічної точки зору не можна зрозуміти вплив живих організмів на літосферу, на формування геологічних відкладів. В. Вернадський писав, що граніти – це минулі біосфери, оскільки дослідження розповсюдження Карбону у первинно-осадових породах показали, насамперед, його біогенний характер. Таким чином, еволюційний процес живої речовини безперервно охоплює біосферу упродовж усієї геохронології Землі і відображається в її неживих тілах. Причому, чим більше організми впливають на середовище біосфери, тим інтенсивніше відбувається їх еволюція. На основі цього явища можна говорити, що змінюється, еволюціонує біосфера загалом, а не тільки її окремі частини; еволюція видів переходить в еволюцію біосфери.

400 млн. років тому у палеозої вміст кисню вже відповідає його рівню в сучасній атмосфері. Відбувається розквіт наземних судинних рослин, амфібій. Живі організми разом із косною речовиною поступово формують біокосну речовину – ґрунт. Остаточне формування сучасних параметрів біосфери, як єдиної глобальної екосистеми, відбулося 100 млн. років тому. Починається панування покритонасінних рослин, птахів і ссавців.

Сучасна концепція ієрархічної структури біосфери передбачає її умовний поділ на біоми, ландшафтні екосистеми та біогеоценози. Біоми – великі регіональні або субконтинентальні екосистеми, що характеризуються певним типом рослинності чи специфічною рисою ландшафту. На теперішній час класифікація біомних екосистем містить такі категорії: тундра (арктична і альпійська), лісові екосистеми помірного поясу (тайга, мішані ліси, листяні ліси), тропічні ліси (джунгли), степи, пустелі, болота, водні екосистеми (прісноводні, світовий океан). Горизонтальні межі біомних екосистем найдоречніше визначати за межами фізико-географічних зон; верхню їх межу слід «підняти» до рівня верхньої межі тропосфери, у якій відбувається формування гідротермічного режиму екосистем, а нижньою межею охопити найглибші горизонти залягання підземних вод [3-5; 7; 12; 21].

Відповідно до цього, рівнинна частина України належить до трьох біомних екосистем: мішаних лісів, лісостепової та степової.

Поділ на ландшафти обумовлений переважно геоморфологічним фактором (рельєфом місцевості). Ландшафтні екосистеми – сукупність біогеоценозів на однорідній за геологічними, геоморфологічними, ґрунтово-гідрологічними, кліматичними показниками ділянці земної поверхні. Така сукупність біогеоценозів поєднана між собою генетичними (за походженням), історичними (історія розвитку та освоєння), геохімічними (геохімічне сполучення, стік води, перенесення органічних і мінеральних речовин) та біотичними (міграція тварин, перенесення діаспор і живого рослинного матеріалу) зв'язками й охоплені певним типом господарського використання. Найменшою ландшафтною екосистемою слід рахувати таку тери-

торіальну одиницю, в складі якої виділяється не менше двох споріднених між собою біогеоценозів, найбільшою – природний територіальний комплекс, який за розмірами не перевищує фізико-географічного округу. Прикладами ландшафтних екосистем є невеликі річкові басейни або частини басейнів великих рік, гірських хребтів або гірських схилів, фізико-географічних або геоботанічних районів тощо.

Біогеоценози – конкретні екосистеми, просторові розміри яких збігаються з межами ділянки земної поверхні з однаковими ґрунтовими, гідрологічними та кліматичними умовами, вкритої спорідненим рослинним покривом, що характеризується однотипними взаємовідношеннями між усіма живими організмами та зовнішнім середовищем. Тобто, біогеоценоз = біоценоз + біотоп; де, біоценоз – це фітоценоз, зооценоз, мікоценоз і мікроценоз разом; біотоп – природний однорідний життєвий простір, котрий заселений біоценозом. Базовим блоком (підсистемою) біогеоценозу є фітоценоз.

Соціальна еволюція пов'язана з появою і діяльністю людини (антропогенезом) на нашій планеті. Еволюція людини незвичайна і не вкладається в біологічні межі, окреслені теорією Ч. Дарвіна. На відміну від тварин людина: 1) не пристосовується до природи, а відокремлюється від неї. Знаряддя праці, різні види зброї, вогонь, одяг, синтез нових речовин, що не існують в природі, добування корисних копалин та ін. – це ті прийоми, за допомогою яких вона виокремлюється із навколишнього природного середовища, створює власне штучне; 2) людина вбиває людину, тобто заперечує еволюційний закон біологічного виживання виду – внутрішньовидове знищення у природі недоцільне, це, фактично, самознищення; 3) з усіх живих істот Землі тільки людина залишає після себе хімічне, фізичне «сміття», що забруднює довкілля (у природі все поглинається і трансформується в трофічних ланцюгах), знищує власне середовище існування, власну екологічну нішу. Отже, залишається відкритим запитання: «Якщо людина є частиною природи, то чому частина знищує ціле?».

Соціальна еволюція продовжується у вигляді глобальної екологічної кризи, створення техносфери. Антропогенний вплив на біосферу приводить до незворотних процесів, – знижується її біомаса, змінюється характер акумуляції сонячної енергії в поверхневих оболонках планети, зменшується біологічне і ландшафтне різноманіття та ін. Але екологічні проблеми – це проблеми людини, а не природи. Це окрема тема щодо побудови моделі коеволюційного існування системи «суспільство-біосфера», коли людство навчиться задовольняти свої соціально-економічні забаганки в межах буферної ємності біосфери.

Висновки. Утворення різних форм організації екосистем, їх еволюція обумовлені кооперативною дією трьох складових: 1) живої матерії, яка еволюціонує; 2) абіотичних компонентів екосистем, що самоорганізуються; 3) вільної енергії екосистем. Ієрархічна структура екосистем Землі: біосфера → біоми → ландшафтні екосистеми → біогеоценози; базовою таксономічною одиницею ієрархії є біогеоценоз (біоценоз+біотоп). Мозаїчність біоценозів обумовлюють мікроекосистеми (парцели, синузії, консорції); їх використовують для картування об'єктів природоохоронного,

рекреаційного, санітарно-гігієнічного значення. Екосистема – фрактальна структура – має властивості самоподібності, тобто складається з фрагментів, структурний мотив яких (продуценти, консументи, редуценти) повторюється при зміні масштабу. В екосистемі інди-

видуальні характеристики складових узгоджуються поміж собою; випадіння одного з ланцюгів системи змінює структуру і функції інших; при втраті своїх елементів екосистема формує інші зв'язки, стає екологічно новим природним утворенням.

ЛІТЕРАТУРА

1. Беклемишев В.Н. О классификации биогеоценологических (симфизиологических) связей / В.Н. Беклемешев // Биол. МОИП, отд. Биол. – 1951. Т. 65. – Вып. 2. – С. 3-30.
2. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера / В.И. Вернадский. – М.: Айрис-пресс, 2004. – 576 с.
3. Голубець М.А. Екосистемологія / М.А. Голубець. – Львів : «Поллі», 2000. – 316 с.
4. Голубець М.А. Вступ до геосоціосистемології / М.А. Голубець. – Львів : «Поллі», 2005. – 199 с.
5. Голубець М.А. Середовищезнавство (інвайронментологія). / М.А. Голубець. – Львів: Компанія «Манускрипти», 2010. – 176 с.
6. Жерихин В. В. Эволюционная биоценология: Проблема выбора моделей / В.В. Жерихин // Экосистемные перестройки и эволюция биосферы. – М.: Недра, 1994. – С. 13-20.
7. Екологія : теретичні основи і практикум : навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / [А.Ф. Потіш, В.Г. Медвідь, О.Г. Гвоздьцький, З.Я. Козак]. – Львів : «Магнолія плюс», 2006. – 324 с.
8. Камшилов М.М. Эволюция биосферы / М.М. Камшилов. – М. : Наука, 1979. – 254 с.
9. Красилов В. А. Нерешенные проблемы теории эволюции / В.А. Красилов. – Владивосток : Изд-во ДВНЦ АН СССР, 1986. – 140 с.
10. Кунин Е.В. Логика случая. О природе и происхождении биологической эволюции / Кунин Е.В.; пер. с англ. – М. : ЗАО Издательство Центрполиграф, 2014. – 527 с.
11. Мороз С.А. История биосферы Земли: у 2 кн. Кн. 1: Теоретико – методологічні засади пізнання / С.А. Мороз. – К.: Заповіт, 1996. – 440 с.
12. Одум Ю. Экология: в 2-х т.; пер. с англ. / Ю. Одум. – М.: Мир, 1986. – Т. 1. – 328 с.: – Т.2. – 372 с.
13. Пайтген Х.О. Красота фракталов / Х.О.Пайтген, П.Х. Рихтер. – М.: Мир, 1993. – 176 с.
14. Работнов Т.А. Консорция как структурная единица биогеоценоза / Т.А. Работнов // Природа. – 1974. – № 2. – С. 26-35.
15. Работнов Т.А. История фитоценологии: учебн. пособие / Т.А. Работнов. – М.: Аргус, 1995. – 158 с.
16. Разумовский С.М. Закономерности динамики биоценозов / С.М. Разумовский. – М.: Наука, 1981. – 232 с.
17. Разумовский С. М. Избранные труды: Сборник научных статей / С.М. Разумовский. – М.: КМК Scientific Press, 1999. – 293 с.
18. Реймерс Н.Ф. Экология: Теория, законы, правила, принципы и гипотезы / Н.Ф. Реймерс. – М.: Россия молодая, 1994. – 366 с.
19. Рудишин С.Д. Основы биогеохимии : навч. посібник [для студ. вищ. навч. закл.] / С.Д. Рудишин. – К. : ВЦ «Академія», 2013. – 248 с.
20. Рудишин Сергій. Модель наукової картини світу / Сергій Рудишин, Інна Коренева // Біологія і хімія в сучасній школі. – 2013. – № 3. – С. 2-6.
21. Рудишин Сергій. Класифікація екосистем : проблеми і перспективи / Сергій Рудишин, Валентина Самілик // Біологія і хімія в сучасній школі. – 2014. – № 5. – С. 3-6.
22. Рудишин Сергій. Систематика живих організмів як наукова і педагогічна проблема / Сергій Рудишин, Валентина Самілик // Біологія і хімія в сучасній школі. – 2014. – № 6. – С. 3-6.
23. Савинов А.Б. Биосистемология (системные основы эволюции и экологии) : учеб. пособие / А.Б. Савинов. – Н.Новгород : Изд-во ННГУ, 2006. – 205 с.
24. Савинов А.Б. Симбиогенез как фактор организации и развития экосистем / А.Б. Савинов // XXVIII Люблинские чтения. Современные проблемы эволюции. – Ульяновск: УлГПУ, 2014. С. 65–75.
25. Rudyshyn S. Development of University Students' Ability to Understand the World Scientific Pattern / Rudyshyn S., Koreneva I. // The Advanced Science Journal. United States. ISSN 22219-74X. – 2014. – ISSUE 5. – P.7-12.
26. Woese C.R. Towards a Natural System of Organisms : Proposal for the Domains Archaea, Bacteria, and Eucarya / Woese C. R., Kander O., Wheelis M.L. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1990. – Vol. 87. – P. 4576-4579.

Rudyshyn S.D. The evolution of ecosystems in the context of modern naturalistic world view

Abstract. There is no single, generally accepted and scientifically backed model for the evolution of ecosystems. Each of the existing models bears temporary character. The formation of various forms of ecosystems and their evolution are caused by three main factors, which are: 1) the living matter which evolves; 2) abiotic – self-organizing components – of ecosystems; 3) free energy of the ecosystems. The hierarchical structure of Earth's ecosystems is: Biosphere, biomes, landscape ecosystems, biogeocoenoses. The basic taxonomic unit of this hierarchy is the biogeocoenosis (biocenosis + biotope). In the ecosystem the features of the different components exist in mutual connection and balance. If one of the chain components is lost, it changes the function and structure of all the others.

Keywords: scientific world model; geochronology and evolution of the Earth; organization, functioning and evolution of ecosystems

Рудишин С.Д. Эволюция экосистем в контексте современной естественнонаучной картины мира

Аннотация. На существует единой общепризнанной модели эволюции экосистем; каждая ее научная версия носит временный характер. Образование различных форм организации экосистем, их эволюция обусловлены кооперативной действием трех составляющих: 1) живой материи, которая эволюционирует; 2) самоорганизующихся абиотических компонентов экосистем; 3) свободной энергии экосистем. Иерархическая структура экосистем Земли: биосфера → биомы → ландшафтные экосистемы → биогеоценозы; базовой таксономической единицей иерархии является биогеоценоз (биоценоз + биотоп). В экосистеме индивидуальные характеристики составляющих согласуются между собой; выпадение одной из цепей системы изменяет структуру и функции других.

Ключевые слова: научная картина мира; модели; геохронология эволюции Земли; организация, функционирование и эволюция экосистем

Тимофійчук І.Р., Анохіна С.І., Кузнєцова О.В., Боштан С.В., Семененко С.Б., Слободян К.В.
Зміни гормональної активності та біохімічні перебудови кори наднирникових залоз на тлі розвитку експериментального цукрового діабету у щурів різних вікових груп

Тимофійчук Інга Романовна, кандидат медичних наук, доцент кафедри фізіології
Анохіна Світлана Іванівна, кандидат медичних наук, доцент кафедри фізіології
Кузнєцова Олександра Володимирівна, кандидат медичних наук, доцент кафедри фізіології
Боштан Софія Володимирівна, асистент кафедри фізіології
Семененко Світлана Богданівна, кандидат біологічних наук, асистент кафедри фізіології
Слободян Ксенія Валеріївна, кандидат медичних наук, асистент кафедри патофізіології
Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

Анотація: Стаття присвячена вивченню особливостей стану прооксидантно-антиоксидантної системи в корі наднирникових залоз та дослідженню вмісту кортизолу в плазмі крові щурів різних вікових груп та на тлі розвитку експериментального цукрового діабету. Виявлені вікові особливості довели, що із віком відбувається наростання процесів пероксидації при одночасному зниженні активності антиоксидантних ферментів у тварин найстаршого віку, а також встановлено достовірне зростання вмісту кортизолу. Цукровий діабет посилює процеси пероксидації при одночасному зниженні активності ферментів антиоксидантного захисту. Зростання вільнорадикальних процесів і збільшення рівня кортизолу у щурів старшої вікової групи, особливо на тлі розвитку цукрового діабету, вказують на можливі причини пришвидшеного старіння та дегенерації з віком.

Ключові слова: *перекисне окиснення ліпідів, антиоксидантний захист, кортизол*

Вступ. Постійність рівня глюкози в крові – важлива умова підтримання нормальної життєдіяльності організму. Нормоглікемія є результатом узгодженої роботи нервової системи, гормонів і печінки [1].

Короткий огляд публікацій по темі. Цукровий діабет зазвичай розглядається як важке метаболічне захворювання, яке пов'язано із порушенням усіх видів обміну. Провідна роль в цьому належить насамперед клітинам печінки, які відтворюють великий надлишок глюкози і бета-клітинам підшлункової залози, які продукують інсулін і пошкодження яких, в кінцевому результаті, приводить до поступових змін у всіх метаболічних і транспортних процесах, які приймають участь в обміні глюкози в організмі [3,7]. При діабеті розвивається окислювальний стрес, який викликається вільними кисневими радикалами. У хворих ЦД різко погіршуються антиокислювальні властивості крові, при експериментальному діабеті знижується активність антиокислювального захисту в тканинах щурів і мишей, активується перекисне окиснення ліпідів в мозку, печінці, нирках і крові [2]. В умовах порушення вуглеводного обміну виникає «метаболічний стрес», який активує гіпоталамо-гіпофізарно-наднирникову систему організму з метою адаптації. Кортикостероїди мають надзвичайно широкий спектр дії, контролюючи процеси розвитку і диференціювання клітин, регулюють клітинну проліферацію, зміни метаболізму та розвиток нейроендокринних модифікацій, що дозволяє організму відповідати на стрес адекватним чином та адаптуватись до умов існування [5,6]. Наслідком такої адаптації є зростання рівня кортизолу, який стає причиною ще більшої гіперглікемії, атеросклерозу судин. Підвищена продукція кортизолу приводить до розвитку аутоімунних процесів в ендотелії судин, збільшує вміст в крові ліпопротеїнів низької щільності, токсичних продуктів ПОЛ. Пошкодження ендотелію судин їх дисфункція сприяє розвитку гіперреактивності судин і вазоконстрикції [3,7,8].

З віком змінюється характер вільнорадикальних процесів, стан судин, що, безумовно, впливає на зрос-

тання процесів перекисного окиснення та зниження активності ферментів антиоксидантного захисту [7,8,9]. **Метою** даного дослідження було – встановити особливості вікової реакції надниркової системи при старінні та на тлі розвитку цукрового діабету.

Матеріали та методи: Дослідження проведено на нелінійних лабораторних щурах-самцях одно (молоді тварини), п'ятимісячного (дорослі тварини) та вісімнадцятимісячного (старі тварини) віку та у тварин із експериментальним цукровим діабетом. Для відтворення цукрового діабету (ЦД) 2 типу за методом А.М. Ульянова і Ю.А. Тарасова використовували протамін сульфат, який вводили внутрішньом'язево (в/м) дозою 1 мм/кг 2 рази на день протягом 14 діб. Наднирникові залози швидко виймали на холоді, фіксували в рідкому азоті. Для дослідження забирали лише кору наднирників. Наважки гомогенізували в охолодженому Трис-НСІ буфері (рН – 7,4). В отриманих гомогенатах визначали досліджувані показники. Вивчення процесів оксидації проводили по визначенню вмісту продуктів перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ): дієнових кон'югатів (ДК) та малонового альдегіду (МА). Активність ферментів антиоксидантного захисту (АОЗ) оцінювали по активності ферментів: супероксиддисмутази (СОД), каталази (КТ), глутатіонпероксидази (ГПО) [4]. Для визначення активності глюкокортикоїдів визначали вміст кортизолу в плазмі крові піддослідних тварин наборами фірми «Хьюмен». Тварин декапітували з дотриманням правил евтаназії. Кров збирали в центрифужні пробірки. Проводили центрифугування протягом 20 хвилин. Концентрацію кортизолу виражали в нмоль/л плазми. Експериментальні втручання та евтаназія тварин проводилася з дотриманням міжнародних принципів Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей (Страсбург, 1985), ухвали Першого національного конгресу з біоетики (Київ, 2000). Статистичне опрацювання отриманих результатів проводили за допомогою прикладних програм "Statistica 6.0" та "SPSS 13". Проводили розрахунок

наступних статистичних показників: середню арифметичну, середньоквадратичне відхилення, стандартну похибку середньої арифметичної. Для оцінки відмінностей середніх величин при нормальному характері розподілу вибірових сукупностей використовували параметричний t-критерій Стьюдента. Статистично вірогідними вважали зміни при $p \leq 0,05$.

Результати та їх обговорення: Аналіз стану інтенсивності ліпопероксидації та антиоксидантного захисту в корі наднирникових залоз та вміст кортизолу в плазмі крові щурів з цукровим діабетом і без у тварин різних вікових груп виглядає наступним чином.

Наші дослідження встановили достовірне зростання рівня кортизолу із віком та значне його наростання при розвитку експериментального цукрового діабету. Так, у молодих тварин без діабету рівень кортизолу в плазмі крові складав $5,67 \pm 0,23$ мкмоль/л, у дорослих і старих тварин рівень кортизолу мав тенденцію до наростання до $7,28 \pm 0,41$ мкмоль/л і $7,96 \pm 0,14$ мкмоль/л, відповідно. В плазмі крові щурів із діабетом рівень кортизолу значно зростає: у молодих тварин він підвищувався в 3,1 рази, у дорослих в 2,9 рази, у старих тварин рівень кортизолу залишався вищим норми в 1,9 рази. Зростання рівня кортизолу ймовірно стало причиною ще більшої гіперглікемії і наростання процесів перекисного окиснення ліпідів при одночасному зниженні активності ферментів антиоксидантного захисту.

Рівень продуктів перекисного окиснення ліпідів зростає у старих тварин без діабету. У одномісячних та п'ятимісячних тварин рівень ДК склав відповідно $10,43 \pm 0,15$ нмоль/мг білка та $11,02 \pm 0,05$ нмоль/мг білка. У старих тварин відмічено наростання продуктів ліпопероксидації ДК в 2,1 рази, а МА зростає до $9,23 \pm 0,15$ нмоль/мг білка при $4,5 \pm 0,25$ нмоль/мг білка та $5,2 \pm 0,17$ нмоль/мг білка у молодих і старих тварин відповідно. У старих тварин по зрівнянню із дорослими відмічені нижчі показники активності ферментів антиоксидантного захисту. Рівень супероксиддисмута-

зи у молодих тварин був $8,01 \pm 0,21$ од/хв-мг білка. У дорослих рівень СОД зростає в 1,5 рази, а у старих знижувався до $7,06 \pm 0,21$ од/хв-мг білка. Рівень каталази у молодих і дорослих тварин був практично однаковий $3,06 \pm 0,01$ мкмоль/хв-мг білка та $2,92 \pm 0,04$ мкмоль/хв-мг білка. У старих тварин рівень каталази знижувався в 1,2 рази.

Цукровий діабет викликає різке наростання рівня продуктів перекисного окиснення ліпідів у всіх вікових групах. У молодих тварин з експериментальним цукровим діабетом (ЕЦД) рівень ДК та МА зростає в 2,6 та 2,8 разів відповідно. У старих тварин з (ЕЦД) рівень ДК зростає в 3 рази, а МА досягає рівня $12,2 \pm 0,17$ нмоль/мг білка. Підвищення рівня продуктів ПОЛ відбувалось на тлі зниження активності ферментів антиоксидантного захисту у тварин з ЕЦД, так у молодих тварин з активність СОД та каталази знижувалась в 2,3 та 1,5 разів відповідно, у дорослих та старих тварин ця тенденція зберігалась і рівень СОД та каталази у старих тварин знижувався в 3 та 2,3 рази відповідно.

Отримані дані дозволяють зробити певні висновки: з віком наростають процеси пероксидації при одночасному зниженні активності ферментів антиоксидантного захисту, у тварин найстаршої вікової групи втрачається рівновага між цими процесами в бік переважання процесів пероксидації, а експериментальний цукровий діабет лише посилював процеси ліпопероксидації; старіння модифікує біохімічні процеси в сторону наростання продуктів перекисного окиснення ліпідів і зниження активності ферментів антиоксидантного захисту; суттєве зростання рівня кортизолу у тварин з експериментальним цукровим діабетом було причиною гіперглікемії та поглиблення процесів пероксидації.

Отримані закономірності спрямовують нашу увагу на роль наднирникових залоз у регуляції рівня глюкози за умов розвитку експериментального цукрового діабету у тварин різних вікових груп і диктують необхідність подальших досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Возрастная инволюция органов и тканей / В.Х. Хавинсон, И.М. Кветной, И.Е. Ингел [и др.] // Успехи физиологических наук. – 2003. – Т. 34, № 1. – С. 79-91.
2. Зак К.П. Цитокины и сахарный диабет 1-го типа у человека (обзор с включением собственных данных) / К.П. Зак // Український медичний часопис – № 1 (51) – І/ІІ 2006. – С. 78-89
3. Резніков О.Г. Вікові та статеві особливості норадренергічної реактивності гіпоталамо-гіпофізарно-адренкортикальної системи у пренатально стресованих щурів / О.Г. Резніков, П.В. Сініцин, Л.В. Тарасенко // Доп. НАН України. – 2001. – № 1. – С. 177-180.
4. Сучасні методики експериментальних та клінічних досліджень центральної науково-дослідної лабораторії Буковинської державної медичної академії / В.М. Магальяс, А.О. Міхеев, Ю.С. Роговий та ін. – Чернівці, 2001. – 42 с.
5. Ткачук С.С. Вікова залежність нейрогормональних показників стрес-реактивності при неповній глобальній ішемії мозку щурів / С.С. Ткачук, В.П. Пішак, І.Р. Тимофійчук, Т.І. Бойчук // "Високогірна гіпоксія і геном": тези доповідей наукової конференції з міжнародною участю, Терскол, Кабардино-Балкарія, Росія, 14-17 серпня 2008 р. : Фізіологічний журнал. – 2008. – Т. 54, № 4. – С. 93.
6. Ткачук С.С. Стан перекисного окиснення ліпідів та антиоксидантного захисту в окремих структурах головного мозку старих щурів при неповній глобальній ішемії / С.С. Ткачук, Т.І. Бойчук // Клінічна та експериментальна патологія. – 2010. – Т. IX, № 3. – С. 109-112.
7. Чазова И.Е. Цереброваскулярные осложнения при метаболическом синдроме и возможные подходы к снижению риска / И.Е. Чазова, В.Б. Мычка, К.М. Мамырбаева // Терапевтический архив. – 2004. – Т. 76, №6 – С. 74-81.
8. Robinson L.E. Inflammation, obesity, and fatty acid metabolism: influence of n-3 polyunsaturated fatty acids on factors contributing to metabolic syndrome / L.E. Robinson, A.C. Buchholz, V.C. Mazurak // Appl. Physiol. Nutr. Metab. – 2007. – Vol. 32(6). – P. 1008-1024.
9. Rodríguez-Mañas L. Endothelial dysfunction in aged humans is related with oxidative stress and vascular inflammation / L. Rodríguez-Mañas, M. El-Assar, S. Vallejo // Aging Cell. – 2009. – Vol. 8(3) – P. 226-38.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Age involution of organs and tissues / W.H. Havinson, I.M. Kvetnoy, I.E. Ingela [et al.] // Advances of Physiological Sciences. – 2003. – V. 34, № 1. – P. 79-91.
2. Zak K.P. Cytokines and Type 1 diabetes in humans (with the inclusion of a review of its own data) / K.P. Zak // Ukrainian Medical Journal – № 1 (51) – I / II 2006. – P. 78-89
3. Reznikov A.G. Age and gender-noradrenergic responsiveness of the hypothalamic-pituitary-adrenocortical system in prenatally stressed rats / O.H. Reznikov, P.V. Sinitsyn, L.V. Tarasenko // Reports of NAS of Ukraine. – 2001. – № 1. – P. 177-180.
4. Modern methods of experimental and clinical studies of the central research laboratory Bukovinskoy State Medical Academy / V.M. Mahalyas, A.O. Mikheev, Yu.Ye. Rohoviy et al. – Chernivtsi, 2001. – 42 p.
5. Tkachuk S.S. Age dependency neurohormonal parameters of stress reactivity with incomplete global cerebral ischemia rats / S.S. Tkachuk, V.P. Pishak, I.R. Tymofiychuk, T.I. Boychuk // "alpine hypoxia and gene": Abstracts of Conference with international participation, Terskol, Kabardino-Balkaria, Russia, 14-17 August 2008: Physiological magazine. – 2008 – Vol 54, № 4. – P. 93.
6. Tkachuk S.S. State of lipid peroxidation and antioxidant defense in certain brain structures of old rats with incomplete global ischemia / S.S. Tkachuk, T.I. Boychuk // Clinical and Experimental Pathology. – 2010 – Vol. IX, № 3. – P. 109-112.
7. Chazova I.E. Cerebrovascular complications of metabolic syndrome and possible approaches to risk reduction / I.E. Chazova, V.B. Mychka, K.M. Mamyrbayeva // Therapeutic archive. – 2004. – Vol. 76, № 6 – P. 74-81.

Тимофійчук І.Р., Анохіна С.В., Кузніжстова О.В., Боштан С.В., Семененко С.Б., Слободіян Х.В.

Changes of hormonal activity and biochemical reorganizations of a cortex of adrenal glands on a background of development of an experimental diabetes at rats of different age groups

Abstract. The work is dedicated to researching of features of a condition peroxidation - antioxidant systems in the adrenal gland of rats and the level of hydrocortisone in plasma of blood of different age groups. Are established age and the region features have proved, that with the age the products of lipid peroxidation are increased and the antioxidant enzymes protection are decreased at simultaneous at animals of the senior age group and the level of hydrocortisone at animals of the senior age group tended to increase. The diabetes strengthens processes of lipid peroxidation at simultaneous decrease in activity of antioxidant enzymes protection. Increase of a level of peroxidation processes and increase in a level of hydrocortisone at rats of the senior age group specify the possible reasons of the degeneration of cells with years.

Keywords: *the products of lipid peroxidation, the antioxidant enzymes protection, hydrocortisone*

Тимофійчук І.Р., Анохіна С.І., Кузнецова О.В., Боштан С.В., Семененко С.Б., Слободян К.В.

Изменения гормональной активности и биохимические перестройки коры надпочечников на фоне развития экспериментального сахарного диабета у крыс разных возрастных групп

Аннотация: Статья посвящена изучению особенностей состояния проокисно-антиоксидантной системы в коре надпочечников и исследованию содержания кортизола в плазме крови крыс разных возрастных групп на фоне развития экспериментального сахарного диабета. Выявлено, что с возрастом происходит нарастание процессов перекисидации при одновременном снижении активности антиоксидантных ферментов у животных старой возрастной группы, а также выявлено достоверное возрастание уровня кортизола. Сахарный диабет усиливает процессы перекисидации при одновременном снижении активности ферментов антиоксидантной защиты. Возрастание свободнорадикальных процессов и увеличение уровня кортизола у крыс старой возрастной группы, особенно на фоне развития экспериментального сахарного диабета указывают на возможные причины ускоренного старения и дегенерации с возрастом.

Ключевые слова: *перекисное окисление липидов, антиоксидантная защита, кортизол*

Черненко-Курагіна Н.П.

Індивідуальні реакції гемодинаміки головного мозку та регуляції серцевого ритму при розумовій діяльності з низькою швидкістю пред'явлення інформації

Черненко-Курагіна Наталія Павлівна, кандидат біологічних наук, старший викладач науково-дослідний інститут фізіології імені М. Босого Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького, м. Черкаси, Україна

Анотація. У групах обстежуваних з високою, середньою та низькою функціональною рухливістю нервових процесів (ФРНП) при розумовій діяльності на низькій швидкості пред'явлення для диференціювання і переробки інформації досліджували реакції гемодинаміки головного мозку (ГГМ), варіабельності (ВСР) і хвильової структури (ХССР) серцевого ритму. Виявили три типи індивідуальних реакцій, які знаходилися у залежності від ФРНП. Для більшості осіб з низькою ФРНП був характерний "гіперреактивний" тип забезпечення розумової діяльності, що супроводжувався вираженою активацією ВСР та ХССР і незначною реакцією ГГМ. Другий тип - "гіпореактивний" вирізнявся незначними змінами ГГМ і відсутністю компенсаторних змін ВСР та ХССР, що був зареєстрований у більшості осіб з високою ФРНП. Третій - "нормореактивний" характеризувався оптимальною та узгодженою взаємодією змін ГГМ і ВСР та ХССР і був виявлений у 31% обстежуваних з низькою, 53% - середньою та 34% високою ФРНП. Результати дозволяють прогнозувати індивідуальні гемодинамічні реакції головного мозку та регуляції серцевого ритму в умовах інформаційних навантажень з урахуванням індивідуально-типологічних властивостей вищих відділів центральної нервової системи.

Ключові слова: розумова діяльність, переробка інформації, функціональна рухливість нервових процесів, варіабельність та хвильова структура серцевого ритму, церебральна гемодинаміка

Вступ. В останній час у зв'язку з інтенсифікацією освіти та розумової праці, збільшилась зацікавленість вчених до проблеми оцінки, корекції і управління розумовою працездатністю людей [7, 9, 10, 15, 18, 20, 23]. Накопичено багато даних щодо функціональної реорганізації різних систем організму, у тому числі і головного мозку, у людей під час розумової діяльності [4, 12, 19, 21]. Результати цих досліджень свідчать про високу функціональну пластичність ГГМ та регуляторних систем, але індивідуальні механізми під час розумової діяльності повністю не розкриті. Необхідність вивчення індивідуальних особливостей людини диктується як самою логікою розвитку, так і потребами суспільства.

Короткий огляд публікацій по темі. Нещодавніми дослідженнями доведено, що характерною рисою взаємодії "людина-середовище" є те, що людина виступає її активною стороною, моделюючи різноманітні стратегії адаптації, використовуючи як генетично закріплені, так і набуті механізми. Доведено, що будь-яке психоемоційне навантаження здатне за певних обставин призводити до порушення кровообігу, обміну речовин, імунореактивності тощо [16]. Висока інформаційна цінність даних, одержаних за допомогою реоенцефалографії, підтверджена всією практикою використання цього методу в клініці в умовах цереброваскулярних патологій. Церебральна гемодинаміка реагує на незначні зміни активності головного мозку, забезпечуючи збереження ієрархії рівнів управління фізіологічними функціями в організмі [6, 19]. Широковідомі встановлені типи гемодинаміки [1]; [17]. Волненко Н.Г., Савченко В.А., Пахомовою Л.Є. [5] були встановлені типи гемодинаміки на стандартне навантаження (ортостаз). Відомі і типи вегетатики [3, 11]. Та чи існує зв'язок між типами гемодинаміки і вегетатики з індивідуально-типологічними властивостями вищої нервової діяльності? Адже індивідуально-типологічні властивості мають генетичну природу. Коефіцієнт Хольцингера для них становить 0.53-0.86 [9]. Необхідність таких досліджень обумовлена тим, що вивчення індивідуально-типологічних особливостей вищих відділів головного мозку у вегетативних та гемодинамічних реакціях і значення їх в ціленаправленій поведінці в умовах різ-

ного ступеня інформаційних навантажень відкриває шлях до розуміння біологічних основ індивідуальних відмінностей між людьми, розшифровки нейрофізіологічних механізмів складних психічних явищ та необхідне для розробки профілактичних засобів розвитку розумової втоми і захворювань нервової та серцево-судинної системи.

Мета дослідження – з'ясувати роль індивідуально-типологічних властивостей вищих відділів центральної нервової системи у реакціях ГГМ та регуляції СР при розумовій діяльності на низькій швидкості переробки інформації.

Матеріали та методи. У 158 чоловіків, віком 18-21 рік за показником ФРНП визначали індивідуально-типологічні властивості нервової системи та у стані спокою до і під час переробки інформації на низькій швидкості її пред'явлення оцінювали реакції ГГМ, ВСР, ХССР, а також реєстрували кількісні і якісні показники розумової працездатності.

Розумову працездатність діагностували впродовж 30 хвилин диференціювання та переробки інформації на однаковій для всіх обстежуваних низькій швидкості (70 подразників за хвилину). Обстежуваний повинен був швидко і правильно диференціювати інформацію, яка слідувала у випадковому порядку, у вигляді геометричних фігур. ФРНП досліджували за методикою М.В. Макаренка [9] на комп'ютерному комплексі «Діагност-1» в режимі "нав'язаного ритму" (постійно зростаюче навантаження). Кількісним показником ФРНП була максимальна швидкість пред'явлення подразників, на якій обстежуваний робив не більше 5-5,5% помилок.

ВСР та ХССР досліджували з використанням комп'ютерної програми „Caspico” [8]. При аналізі ВСР враховували і реактивність автономної нервової системи (ІРАНС) як відношення значень LF/HF та IN під час роботи до фонових значень. Останній характеризував реакцію системних механізмів регуляції [2]. Для дослідження ГГМ використовували комп'ютеризований діагностичний комплекс (ReoCom XAI) та фронтотодальне (FM) розташування електродів. Визначали індекс реактивності церебральних судин (ІРІС), який

розраховували відношенням значень ДКІ під час виконання роботи до стану спокою [22]. Останній характеризував реакцію інтракраніальних судин опору і регіонарного вазомоторного регуляторного механізму [13].

Статистичну обробку даних проводили в електронних таблицях "Excel-2003", Statistica for Windows. Використовували параметричні та непараметричні методи статистики.

Результати та обговорення. За показниками ФРНП всіх обстежуваних поділили на 3 групи: з низьким, середнім та високим її рівнем. Всі досліджувані за 30 хв. переробляли однакову кількість інформації – 2100 фігур і допускали в середньому $56,8 \pm 5,03$ помилок, що

дорівнювало 2,7% від загального об'єму роботи. Отже, результативність розумової діяльності на низькій швидкості переробки інформації не залежала від індивідуально-типологічних властивостей ВНД. Встановлено, що активація гемодинамічних реакцій головного мозку та механізмів регуляції СР під час розумової діяльності по переробці інформації знаходиться в залежності від індивідуально-типологічних властивостей ВНД обстежуваних. Аналіз комплексу показників ГТМ та ВСР дозволив оцінити ступінь напруження і виділити основні варіанти участі вегетативних механізмів регуляції у забезпеченні розумової діяльності на низькій швидкості переробки інформації (рис.1).

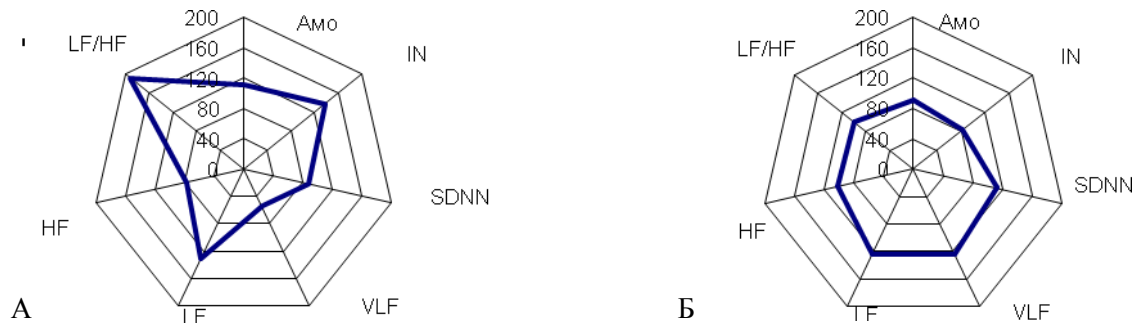


Рис. 1. Зміни (%) показників ВСР та ХССР під час переробки інформації відносно фону у осіб з низькою – А та високою – Б ФРНП.

Видно, що зміни показників ВСР та ХССР обстежуваних, що відрізнялися рівнем ФРНП, мають наступні особливості. По-перше, порівняння результатів для групи з низькою і високою ФРНП свідчить на користь того, що зміни значень IN, АМО, SDNN, VLF, HF, HF/LF не збігаються. При розумовій діяльності з низькою швидкістю пред'явлення інформації за характеристиками СР істотних відмінностей відносно фону в групах з різним рівнем ФРНП не виявлено. Проте в середині та наприкінці роботи у осіб з низькою ФРНП виявлені вищі значення АМО та IN і нижчі SDNN у порівнянні з обстежуваними з високою ($p < 0,05$). Так, в середині 30-хвилинної розумової діяльності АМО становила 51,01 (47,5;58,6)%, 43,7 (36,9;46,9)% відповідно для обстежуваних з низьким та високим ФРНП ($p < 0,05$). Індекс напруження дорівнював в цих же умовах – 190,9 (126,7;239,8)у.о., 104,3 (83,9;145,8)у.о. відповідно для обстежуваних з низькими та високими індивідуально-типологічними властивостями ВНД ($p < 0,05$). SDNN становило 35,1 (32,2;40,8)мс., 47,1 (41;50,4)мс. відповідно для осіб з низькою та високою ФРНП ($p < 0,05$). Можна констатувати, що механізми вегетативного забезпечення серцевої діяльності при переробці інформації на низькій швидкості є неоднаковими для обстежуваних з різною ФРНП. У осіб з низькою ФРНП виявлено істотне підвищення LF, LF/HF і одночасне зниження HF, HF-pogn ($p < 0,05$), що вказувало на зростання активності симпатичного відділу автономної нервової системи у механізмах регуляції СР [2,14]. Обстежувані з високою, у порівнянні з низькою ФРНП характеризуються вищими значеннями HF, VLF та TP і нижчими LF-pogn на початку, в середині та наприкінці розумової діяльності ($p < 0,05$). Так, в се-

редині 30-хвилинної розумової діяльності потужність хвиль дуже низької частоти (VLF) становила $430 (307,1;557,7) \text{ мс}^2$, $826,8 (558,07;1134,2) \text{ мс}^2$ відповідно для осіб з низькою та високою ФРНП ($p < 0,05$). Потужність хвиль високої частоти (HF) становила $181,6 (99,3;273,1) \text{ мс}^2$, $332 (189,8;445,5) \text{ мс}^2$ відповідно для обстежуваних з низькою та високою ФРНП ($p < 0,05$). Загальна потужність хвиль різної частоти (TP) в цих же умовах обстежень становила $1129,9 (992,2;1582,9) \text{ мс}^2$, $2007,7 (1501,9;2314,4) \text{ мс}^2$ відповідно для обстежуваних з низькою та високою ФРНП ($p < 0,05$). Отримані дані про вищі показники VLF у осіб з високою ФРНП свідчать про перевагу надсегментарних впливів, що відображають підвищену активність центрального і метаболічного рівнів регуляції. Ось чому більш високі значення TP разом з високими значеннями VLF під час розумової діяльності у осіб з високою ФРНП слід вважати як один із специфічних способів управління гемодинамікою і СР [14].

Отже, отримані результати аналізу статистичних, варіаційних та спектральних характеристик вказують на залежність регуляторних механізмів СР від рівня ФРНП. Виявлені зв'язки між властивостями основних нервових процесів та регуляцією роботи серця є свідченням їх узгодженої взаємодії у формуванні індивідуальних реакцій пристосування серцево-судинної системи до розумової діяльності. Переробка інформації у людей з високою ФРНП здійснювалась за рахунок більш виражених системних, вагосимпатичних, а у осіб з низьким – симпато-адреналових механізмів регуляції СР. З'ясовано, що ГТМ, яку аналізували за РЕГ при низькій швидкості переробки інформації, залежності від ФРНП не проявила (рис.2).

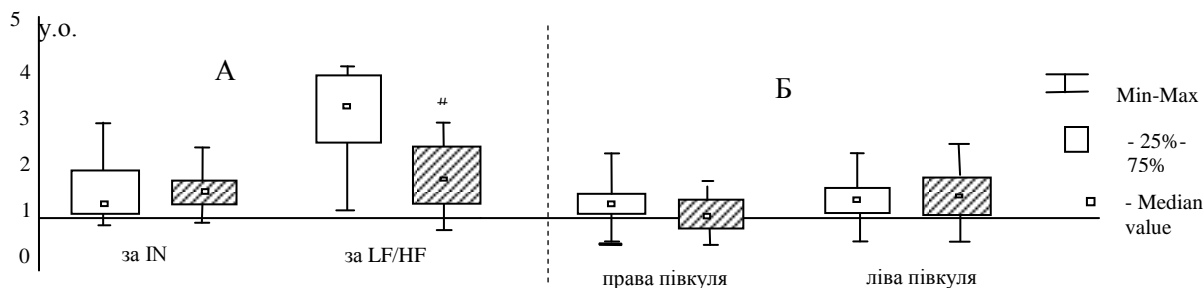


Рис. 2. Індекси реактивності церебральних судин – Б (в правій та в лівій півкулі головного мозку) та автономної нервової системи – А (за ІН та за LF/HF) при низькій швидкості переробки інформації у осіб з низьким – □ та високим – ▨ рівнем ФРНП: # – $p < 0,05$ – значущі різниці між показниками у обстежуваних з низькою та високою ФРНП.

Так, реографічний систолічний індекс, який вказує на пульсове кровонаповнення головного мозку, та ДКІ, що вказує на тонус інтракраніальних судин опору, не відрізнялись у обстежуваних з низькою та високою ФРНП як в стані спокою так і при низькій швидкості переробки інформації.

З рис.2 видно, що у осіб з низькою, ніж з високою, ФРНП ІРАНС (за LF/HF) був вищий, що вказувало на більшу активацію вегетативних механізмів регуляції СР. На основі змін ІРЦС та ІРАНС при розумовій діяльності нами виділені типи її вегетативного забезпечення для обстежуваних з різним рівнем ФРНП. Видно, що при низькій швидкості переробки інформації у осіб з різним рівнем ФРНП залучались різні регуляторні механізми. Для більшості обстежуваних (56%) з низькою ФРНП характерною була гіперреакція LF/HF на фоні незначної участі регіонарних, судинних реакцій (незначні зміни ІРЦС для обох півкуль головного мозку). Такий тип вегетативного забезпечення розумової діяльності нами розцінювався як "гіперреактивний". Імовірно, у обстежуваних з низькою ФРНП поріг вегетативної реактивності гіпоталамо-лімбіко-ретикулярної системи нижчий тому має місце генералізована реакція кіркових зон, що і обумовлює відповідну активацію вегетативних механізмів забезпечення розумової діяльності. У 57% осіб з високою ФРНП переробка інформації на низькій швидкості супроводжується відсутністю значимих змін тону інтракраніальних судин головного мозку ($p > 0,05$) та вегетативних механізмів регуляції СР ($p > 0,05$). Подібні зміни реактивності судин пов'язують з порушенням функцій відповідних інтегративних структур мозку і інтерпретують як прояви вегетативної дисфункції у формі внутрішньо системної дезінтеграції [22]. Припускаємо, що така вегетативна реакція обумовлена монотонією даного виду розумового навантаження для обстежуваних з високою ФРНП. Нами також був виділений "нормореактивний" тип вегетативного забезпе-

чення розумової діяльності, який характеризувався оптимальною та узгодженою реакцією тону інтракраніальних судин і системних, симпато-адреналових механізмів регуляції СР. Він був характерний для 31% обстежуваних з низькою, 43% середньою та 34% - з високою ФРНП.

Отже, розумова діяльність з низькою швидкістю переробки інформації у обстежуваних з низькою ФРНП характеризувалась більш вираженою активацією системного, симпато-адреналового і меншою участю регіонарного, судинного механізмів регуляції. Для групи обстежуваних з високою ФРНП переробка інформації здійснювалась за відсутності значних змін тону інтракраніальних судин та системних механізмів регуляції СР. Таким чином, вже при низькій швидкості пред'явлення для переробки інформації спостерігалась різна активація регіонарного і системного механізмів регуляції СР, що знаходилося в залежності від індивідуально-типологічних властивостей вищих відділів центральної нервової системи обстежуваних.

Висновки

1. Розумова працездатність обстежуваних при низькій швидкості пред'явлення і переробки інформації не залежить від індивідуально-типологічних властивостей основних нервових процесів.

2. Типологічні властивості основних нервових процесів за умови переробки інформації на низькій швидкості її пред'явлення обумовлюють різну участь механізмів регуляції гемодинаміки головного мозку та серцевого ритму.

3. Для обстежуваних з низькою ФРНП був характерний гіперреактивний тип вегетативного забезпечення, що характеризувався вираженою активацією ВСР та ХССР і незначною – ГГМ. Для осіб з високим рівнем досліджуваних типологічних властивостей – гіпореактивний, який вирізнявся незначними змінами ГГМ і відсутністю компенсаторних механізмів регуляції ВСР.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аринчин Н.И. Периферические «сердца» человека. 2-е изд. - М.: Наука и техника, 1988. - 64 с.
2. Баевский Р.М. Оценка уровня здоровья практически здоровых людей (методическое руководство) / Баевский Р.М., Берсенева А.П., Берсенев Е.Ю. - М.: Слово, 2009. - 100 с.
3. Вейн А.М. Вегетативные расстройства. - М.: Наука, 2003. - 480 с.
4. Вікові особливості швидкості центральної обробки інформації у осіб з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів / М.В. Макаренко, В.С. Лизогуб, Т.В. Кожемяко [та ін.] // Фізіологічний журнал. - 2011. - Т. 57, № 1. - С. 88-93.
5. Волненко Н.Г. Изучение типологических особенностей гемодинамики организма студенток нефизкультурного ВУЗа / Волненко Н.Г., Савченко В.А., Пахомова Л.Э. // Научные ведомости БелГУ. Серия: Медицина. Фармация. - 2011. - № 13. - С. 75-79.
6. Головченко І.В. Церебральна гемодинаміка дітей від 8 до 12 років з порушенням рухової активності центрального по-

- ходження / І.В. Головченко, М.І. Гайдай // Фізіологічний журнал. – 2013. – Т. 59, №5. – С. 25–30.
7. Кальниш В.В. Зміни розумової працездатності операторів за умов добової трудової діяльності/ Кальниш В.В., Швець А.В., Єщенко О.І. // Фізіологічний журнал. – 2011.- Т. 57, № 2. – С. 49–57.
 8. Коваленко С.О. Аналіз варіабельності серцевого ритму за допомогою методу медіанної спектрограми / С.О. Коваленко // Фізіологічний журнал. – 2005. – Т. 51, №3. – С.92–95.
 9. Макаренко М.В. Онтогенез психофізіологічних функцій людини / М.В. Макаренко, В.С. Лизогуб. – Черкаси: Вертикаль, 2011. – 255 с.
 10. Макарчук М.Ю. Адаптація осіб різної статі до діяльності з високим рівнем відповідальності за результат / Макарчук М.Ю., Чікіна Л.В., [та ін.] // Вісн. Черкаськ. ун-ту (серія Біологічні науки). – 2010. – №180. – С.50–58.
 11. Ноздрачев А.Д. Современные способы оценки функционального состояния автономной (вегетативной) нервной системы / А.Д. Ноздрачев // Физиология человека. 2001. - Т. 27. – № 6. – С. 95-101.
 12. Панченко О.А. Психофізіологічний аналіз ефективності церебральної гемодинаміки за допомогою доплерографічної та реоенцефалографічної візуалізації. / О.А. Панченко, С.М. Радченко // Фізіологічний журнал. – 2012. – Т. 58, № 1. – С. 76–80.
 13. Ронкин М.А. Особенности состояния сосудов мозга при мозговых // Биомед. технол. и радиоэлектрон. – 2004. – № 8–9. – С. 11–16.
 14. Хаспекова Н.Б., Мамий В.И. О природе низкочастотной составляющей вариабельности ритма сердца и роли симпатико-парасимпатического взаимодействия / Н.Б. Хаспекова, В.И. Мамий // Российский физиологический журнал. – 2002. – № 2. – С.2 37–247.
 15. Хренкова В.В. Оценка адаптационных возможностей студентов различных факультетов Южного федерального университета методом вариационной кардиоинтервало-
 - трии / Хренкова В.В., Абакумова Л.В., Карсакова А.А., Журавлева М.В. // Образование, спорт, здоровье в современных условиях экологической среды: II Междун. н-пр. конференция – Ростов н/Д.: Южный федеральный университет, 2013. – С. 326–332.
 16. Чікіна Л.В. Вплив уявної ротації об'єктів на стан психофізіологічних функцій жінок / Л.В. Чікіна, С.В. Федорчук [та ін.] // Фізіологічний журнал. – 2012. – Т. 58, № 5. – С. 36–43.
 17. Швацабая И.К. Артериальные гипертонии и гипотонии. Руководство по кардиологии / И.К. Швацабая - М.: Медицина, 1982. - Т. 4. – С. 5-20.
 18. Chennoufi L. Stress and burnout among / L. Chennoufi, F. Ellouze, W. Cherif, et al.// Tunisian teachers. Encephale. – 2012. – V. 38(6). – P. 480–487.
 19. Gender characteristics of cerebral hemodynamics during complex cognitive functioning / M. Misteli, S. Dushek, A. Richter [et al.] // Brain and cognition. – 2011. – V. 76, № 1. – P. 123–130.
 20. Lambiasi M.J. Systolic Blood Pressure Reactivity During Submaximal Exercise and Acute Psychological Stress in Youth / M.J. Lambiasi, J. Dom, J.M. Roemmich // Am J Hyper-tens. - 2013. - V. 26, № 3. - P. 409–415.
 21. Lyzogub V.S. Individual reactions of cerebral hemodynamics and heart rate during mental activity with high rate of information presentation / Lyzogub V.S., Chernenko N.P., Kozhemyako T.V., Dziuban I.O. // Physiol. Meas. – 2014. – V. 21, № II (3). – P. 7–11.
 22. Perez J.J. Spatiotemporal pattern of the extracranial component of the rheoencephalographic signal / J.J. Perez, E. Guijarro, J. Sancho // Science and Education a New Dimension. – 2005. – Is. 26, № 6. – P. 925–938.
 23. Zhang L. Mental health and burnout in primary and secondary school teachers in the remote mountain areas of Guangdong Province in the People's Republic of China / L. Zhang, J. Zhao, H. Xiao et al. // Neuropsychiatr. Dis. Treat. – 2014. – V. 10. – P. 123–130.

REFERENCES TRANSLATED AND TRANSLITERATED

1. Arinchin N.I. Peripheral "heart" of man. 2nd ed. – M.: Science and Technology, 1988 – 64 p.
2. Baevsky R.M. Assessment of the level of health in healthy people (methodological guidance) / Baevsky R.M., Berseneva A.P. Bersenev E.Y. – M.: Word, 2009. – 100 p.
3. Wayne A. Vehetatyvnye disorder. – M.: Nauka, 2003. – 480 p.
4. Age features speed central processing information in individuals with different levels of functional mobility of nervous processes / M.V. Makarenko, V.S. Lyzogub, T.V. Tanner [et al.] // Physiological magazine. – 2011. – Vol. 57, № 1. – P. 88-93.
5. Volnenko N.G. Study of typological features of hemodynamics of the body of the university students not sports / Volnenko N.G., Savchenko V.A., Pakhomova L.E. // Scientific statements BelSU. Series: Medicine. Pharmacy. – 2011. – №13. – P. 75-79.
7. Kalnysh V.V. Changes in mental capacity of operators under conditions of daily work / Kalnysh V.V., Shvets A.V., Eschenko A.I. // Physiological magazine. – 2011.– Vol. 57, № 2. – P. 49-57.
8. Kovalenko S.O. Analysis of heart rate variability using the method of median spectrogram / S.O. Kovalenko // Physiological magazine. – 2005 – Vol 51, № 3. – P. 92-95.
9. Makarenko M.V. Ontogeny of physiological functions of human / M.V. Makarenko, V.S. Lyzogub. – Cherkasy: Vertical, 2011. – 255 p.
10. Makarchuk M.Yu. Adaptation of the two sexes in activities with a high level of responsibility for the outcome / Makarchuk M.Yu, Chikin L.V., [et al.] // Bulletin of Cherkassy University (Biological Sciences Series). – 2010. – № 180. – P. 50-58.
11. Nozdrachyov A.D. Modern methods for evaluating the functional state of the autonomous (vegetative) nervous system / A.D. Nozdrachyov // Human Physiology. 2001. – Vol. 27.– № 6. – P. 95-101.
12. Panchenko O.A. Psychophysiological effectiveness analysis of cerebral hemodynamics using dopplerohrafichnoyi reoentsefalohrafichnoyi and visualization. / O.A. Panchenko, L.V. Radchenko // Physiological magazine. – 2012. – Vol. 58, № 1. – P. 76-80.
13. Ronkin M.A. Features state of the brain in the cerebral vessels // Biomed. tehnol. and radioelektron. – 2004. – № 8-9. – P. 11-16.
14. Haspekova N.B., Mamii V.I. On the nature of the low-frequency component of heart rate variability and the role of the sympathetic-parasympathetic interaction / N.B. Haspekova, V.I. Mamii // Russian Journal of saline. – 2002. – № 2. – P. 237-247.
15. Khrenkova V.V. Evaluation of adaptive capacities of students from different faculties of the Southern Federal University variational method cardiointervalometry / Khrenkova V.V., Abakumova L.V., Karsakova A.A., Zhuravleva M.V. // Education, Sport and Health in the present conditions of environmental protection: II International Scientific and Practica. Conference – Rostov n/D.: Southern Federal University, 2013. – P. 326-332.
16. Chikina L.V. The impact of mental rotation of objects on the state of physiological functions of women / L.V. Chikina, S.V. Fedorchuk [et al.] // Physiological magazine. – 2012 – Vol. 58, № 5.– P. 36-43.

Chernenko-Kuragina N.P Individual reactions of cerebral hemodynamics and heart rate during mental activity with low rate of information presentation

Abstract. Analysis of parameters of heart rate variability (HRV), wave structure of heart rate (WSHR) and cerebral hemodynamics (CH) during differentiation and information processing at low rate of its presentation in groups of subjects with high, medium and low functional mobility of nervous processes (FLNP). Found three types of individual reactions, which were depending on FLNP. Hyperreactive type of reaction was determined for most people with low FLNP. This type of vegetative support control of mental activity was characterized by marked activation of WSHR and minor activation of CH. The second type of reactions, hyporeactive, was characterized by minor changes of CH and the absence of compensatory changes HRV and was detected in most people with high FLNP. Third - "normoreactive" type of reaction was characterized by optimal and coordinated reaction of CH and HRV and was detected in 31% of subjects with low, 53% - medium and 34% - high FLNP. This study allows to predict individual hemodynamic reaction of the brain and the regulation of heart rhythm in the information load with taking into account individual-typological properties of the higher parts of the Central nervous system.

Keywords: *mental activity, information processing, functional mobility of nervous processes, heart rate variability, cerebral hemodynamics*

Черненко-Курагина Н.П. Индивидуальные реакции гемодинамики головного мозга и регуляции сердечного ритма при умственной деятельности с низкой скоростью предъявления информации

Аннотация. В группах обследуемых с высокой, средней и низкой функциональной подвижностью нервных процессов (ФПНП) при умственной деятельности с низкой скоростью предъявления для дифференцирования и переработки информации определяли реакции гемодинамики головного мозга (ГГМ), вариабельности (ВСР) и волновой структуры (ВССР) сердечного ритма. Определили три группы индивидуальных реакций, которые находились в зависимости от ФПНП. Для большинства особей с низкой ФПНП был характерный "гиперреактивный" тип обеспечения умственной деятельности, который характеризовался выраженной активацией ВСР и ВССР и незначительной реакцией ГГМ. Второй тип - "гипореактивный" отличался незначительными изменениями ГГМ и отсутствием компенсаторных изменений ВСР и ВССР, который был зарегистрирован у большинства особей с высокой ФПНП. Третий - "нормореактивный" характеризовался оптимальным взаимодействием изменений ГГМ и ВСР та ВССР и был выявленный у 31% обследуемых с низкой, 53% - средней и 34% высокой ФПНП. Результаты позволяют прогнозировать индивидуальные гемодинамические реакции головного мозга и регуляции сердечного ритма в условиях информационных нагрузок с учетом индивидуально-типологических свойств высших отделов центральной нервной системы.

Ключевые слова: *умственная деятельность, переработка информации, функциональная подвижность нервных процессов, вариабельность и волновая структура сердечного ритма, церебральная гемодинамика*

Malyarenko O., Samoilenko V.

Regional ecological networks: developed geoinformation modeling approaches

Malyarenko Oleksandr, Postgraduate
Samoilenko Viktor, Doctor of Science in Geography, Professor
Taras Shevchenko Kyiv National University, Kyiv, Ukraine

Abstract. The conceptual bases for geoinformation modeling of regional ecological networks were developed with substantiation of new algorithm by which such networks are consistently modeled from a set of (quasi)geosystems of actual natural-anthropogenic and/or (quasi)natural bio-landscape territorial structure with new artificial environmental elements addition. The modeling result has to be network ecological cores and corridors with their buffer zones, which are divided into prior and perspective for creation and must support an optimally formed frame of region's bio-landscape diversity.

Keywords: bio-landscape territorial structure, (quasi)geosystem, regional ecological network, ecological core and corridor, geoinformation modeling

Introduction. Substantiation of ecological networks creation at regional level is now the actual problem of natural geography because such networks essentially expand national and international ecological network structures and are used as "guide" for implementation of local ecological networks supporting principles of sustainable environment development.

Review of publications. In [3-5], considering existing experience summarized in [1-2]), there were proposed theoretic-applied bases for geoinformation modeling of regional ecological networks, particularly for mean by area river basins with close to ordinary degree of their economic infrastructure. So, *the principal goal of this research* is to improve methods of regional ecological network modeling towards increasing of their applicability in diverse economic-environmental conditions, including complicated.

Methods. The following **conceptual bases for regional ecological network geoinformation modeling** were formulated. Initially, ecological network modeling region (ENMR) should be considered as a combination of (quasi)natural (QNS), natural-anthropogenic (NAS) and anthropogenic (AS) structures. From here, in accordance with ([3-5]), dynamic of ENMR and its structures can be represented as

$$D\{ENMR\} = \{QNS(\omega_{QNS}, R_{QNS}, t) \cap (NAS(\omega_{NAS}, R_{NAS}, t) \cup AS(R_{AS}, t))\} \quad (1)$$

where $QNS(\omega_{QNS}, R_{QNS}, t)$ and $NAS(\omega_{NAS}, R_{NAS}, t)$ is a totality of QNS and NAS random fields; $AS(R_{AS}, t)$ – a totality of AS determined fields (see [3]); ω in general – a totality of elementary experimental results, i.e. ω_{QNS} and ω_{NAS} – number of mentioned random fields' registering (by fields' values and/or coordinates); R altogether – total spatial area of all fields in model (1), i.e. total boundaries of researched region under $R \in (x, y)$ in Cartesian coordinates of chosen for modeling GIS tools, wherefrom $R \in \{R_{QNS} \cap (R_{NAS} \cup R_{AS})\}$; t – continuous time parameter.

ENMR (quasi)natural structure (QNS) is divided into **singular substructures (SNS)** (second order subsystems) – *plane substructures (SNSP)* and *network biocentric substructure (SNSN_{QN})*, and also into **integrated network bio-landscape substructure (ISN_{QN})** in accordance with notation

$$D\{QNS\} = \{QNS(\omega_{QNS}, R_{QNS}, t) = \{SNS(\omega_{SNS}, R_{SNS}, t) \cap ISN_{QN}(\omega_{ISN_{QN}}, R_{ISN_{QN}}, t)\} = \{(SNSP(\omega_{SNSP}, R_{SNSP}, t) \cap SNSN_{QN}(\omega_{SNSN_{QN}}, R_{SNSN_{QN}}, t)) \cap ISN_{QN}(\omega_{ISN_{QN}}, R_{ISN_{QN}}, t)\} \quad (2)$$

where ω_{SNS} , ω_{SNSP} , $\omega_{SNSN_{QN}}$ and $\omega_{ISN_{QN}}$ – registering number for random subfields of appropriate substructures in (2); R_{SNS} , R_{SNSP} , $R_{SNSN_{QN}}$ and $R_{ISN_{QN}}$ – spatial subfields' subareas of these substructures provided that $R_{QNS} \equiv R \in \{(R_{SNSP} \cap R_{SNSN_{QN}}) \cap R_{ISN_{QN}}\}$; $R_{SNSP} = R$; $R_{SNSN_{QN}} \neq R$; $R_{ISN_{QN}} \neq R$.

In turn, firstly, **(quasi)natural singular plane substructures** in (2) correspond to model

$$\{SNSP\} \in \{LS \cap PGS \cap BS \cap PDS \cap OSPS\} \quad (3)$$

namely they combine such substructures of ecological network modeling region (ENMR), as:

1) **Landscape substructures (LS)** – taxonomic units of genetic-morphological landscape territorial structure of the regional level, such as stows (ST) and sub-stows (SST), wherefrom

$$D\{LS\} = \{LS(\omega_{LS}, R_{LS}, t) = \{ST(\omega_{ST}, R_{ST}, t) \cap SST(\omega_{SST}, R_{SST}, t)\} \quad (4)$$

where ω_{LS} , ω_{ST} and ω_{SST} – registering number for random subfields of appropriate substructures in (4); R_{LS} , R_{ST} and R_{SST} – spatial subfields' subareas of these substructures considering that total spatial area of landscape substructures is $R_{LS} \equiv R \in \{R_{ST} \cap R_{SST}\}$ and $R_{ST} \in \{R_{SST}\}$;

2) **Physical-geographic substructures (PGS)** – certain level units of physical-geographic zoning ([1]), especially physical-geographic areas (PGA) and districts (PGD) considering that they belong to zones (PGZ), sub-zones (PGSZ) and lands (PGL) with correspondence to formalized notation

$$D\{PGS\} = \{PGS(\omega_{PGS}, R_{PGS}, t) = \{PGZ(\omega_{PGZ}, R_{PGZ}, t) \cap PGSZ(\omega_{PGSZ}, R_{PGSZ}, t) \cap PGL(\omega_{PGL}, R_{PGL}, t)\} \cap PGA(\omega_{PGA}, R_{PGA}, t) \cap PGD(\omega_{PGD}, R_{PGD}, t)\} \quad (5)$$

where ω_{PGS} , ω_{PGZ} , ω_{PGSZ} , ω_{PGL} , ω_{PGA} and ω_{PGD} – registering number for random subfields of appropriate substructures in (5); R_{PGS} , R_{PGZ} , R_{PGSZ} , R_{PGL} , R_{PGA} and R_{PGD} – spatial subfields' subareas provided that total spatial area of PGS is $R_{PGS} \equiv R \in \{R_{PGZ} \cap R_{PGSZ} \cap R_{PGL} \cap R_{PGA} \cap R_{PGD}\}$;

3) **Basin substructures (BS)** – on the one hand, a totality of *basin territorial substructures (BTS)*, from the

higher rank basins (BTS_1) up to the lower rank basins (BTS_n); on the other hand, *basin morphological-positional substructures (BMPS)*, i.e. identified within selected rank BTS watershed-plain (WPG), slope (SLG), terrace (TRG), floodplain (FPG) and riverbed (RBG) geosystems, and, very often, their combinations ($CMPS$). Following the logic of previous formalization, it's possible to note that

$$D\{BS\} = \{BS(\omega_{BS}, R_{BS}, t)\} = \{BTS(\omega_{BTS}, R_{BTS}, t) \cap \cap BMPS(\omega_{BMPS}, R_{BMPS}, t)\}, \quad (6)$$

$$D\{BTS\} = \{BTS(\omega_{BTS}, R_{BTS}, t)\} = \{BTS_1(\omega_{BTS_1}, R_{BTS_1}, t) \cap \dots \cap BTS_n(\omega_{BTS_n}, R_{BTS_n}, t)\} \quad (7)$$

$$D\{BMPS\} = \{BMPS(\omega_{BMPS}, R_{BMPS}, t)\} = \{WPG(\omega_{WPG}, R_{WPG}, t) \cup SLG(\omega_{SLG}, R_{SLG}, t) \cup TRG(\omega_{TRG}, R_{TRG}, t) \cup FPG(\omega_{FPG}, R_{FPG}, t) \cup RBG(\omega_{RBG}, R_{RBG}, t) \cup (\cap) \cup (\cap) CMPS(\omega_{CMPS}, R_{CMPS}, t)\} \quad (8)$$

where $\omega_{BS} \dots \omega_{CMPS}$ – registering number for random subfields of appropriate substructures in (6)-(8); $R_{BS} \dots R_{CMPS}$ – spatial subareas of these subfields considering that total spatial area of BTS subfields is $R_{BTS} \equiv R \in \{R_{BTS_1} \cap \dots \cap R_{BTS_n}\}$ and of $BMPS$ subfields $R_{BMPS} \equiv R \in \{R_{WPG} \cup \dots \cup (\cap) R_{CMPS}\}$;

4) **Positional-dynamic substructures (PDS)** – the units of positional-dynamic zoning ([1, 2]), i.e. paradyamic areas (PDA) and subareas ($PDSA$), landscape tiers (LTI), basin and para-genetic sectors ($BPGS$) and landscape strips ($LSTR$), which permits to make formalized notation

$$D\{PDS\} = \{PDS(\omega_{PDS}, R_{PDS}, t)\} = \{PDA(\omega_{PDA}, R_{PDA}, t) \cap \cap PDSA(\omega_{PDSA}, R_{PDSA}, t) \cap LTI(\omega_{LTI}, R_{LTI}, t) \cap \cap BPGS(\omega_{BPGS}, R_{BPGS}, t) \cap LSTR(\omega_{LSTR}, R_{LSTR}, t)\} \quad (9)$$

where $\omega_{PDS} \dots \omega_{LSTR}$ – registering number for random subfields of appropriate substructures in (9); $R_{PDS}, R_{PDA}, R_{PDSA}, R_{LTI}, R_{BPGS}$ and R_{LSTR} – spatial subareas of these subfields provided that total spatial area of positional-dynamical substructures is $R_{PDS} \equiv R \in \{R_{PDA} \cap R_{PDSA} \cap R_{LTI} \cap R_{BPGS} \cap R_{LSTR}\}$ etc.;

5) **Other (quasi)natural singular plane substructures (OSPS)** – accessory under modeling substructures, which characterize geographic-botanic, zoological-geographic, geologic, hydrogeological, relief-forming, soil and other regional peculiarities, including combined by attributes.

Secondly, **(quasi)natural singular network biocentric substructure ($SNSN_{QN}$)** in (2) is identical to reconstructed (retrospectively reproduced) elements of regional **(quasi)natural biocentric-network landscape territorial structure ($BNLTS_{QN}$)** (see [1, 2]), such as **bio-centers (BC_{QN})**, **bio-corridors (BCR_{QN})** and **interactive elements (IEL_{QN})**, herefrom

$$D\{SNSN_{QN}\} \equiv D\{BNLTS_{QN}\} = \{BNLTS_{QN}(\omega_{BNLTS_{QN}}, R_{BNLTS_{QN}}, t)\} = \{BC(\omega_{BC_{QN}}, R_{BC_{QN}}, t) \cup \cup BCR(\omega_{BCR_{QN}}, R_{BCR_{QN}}, t) \cup IEL(\omega_{IEL_{QN}}, R_{IEL_{QN}}, t)\} \quad (10)$$

where $\omega_{BNLTS_{QN}} \dots \omega_{IEL_{QN}}$ – registering number for random subfields of appropriate substructures in (10); $R_{BNLTS_{QN}} \dots R_{IEL_{QN}}$ – spatial subareas of these subfields given that $R_{BNLTS_{QN}} \neq R$.

Thirdly, **(quasi)natural integrated network bio-landscape substructure (ISN_{QN})** in (2) can be identified with a totality of network connected elements forming **(quasi)natural bio-landscape territorial structure ($BLTS_{QN}$)**, namely, from the one hand, reconstructed patches of LS (stow and sub-stow geosystems), $BMPS$ (terrace-floodplain geosystems etc.) and $BNLTS_{QN}$ considering general background of (quasi)natural singular plane substructures. On the other hand, properly $BLTS_{QN}$ (quasi)geosystems are **regional (quasi)natural cores (QNC) and corridors ($QNCR$) of bio-landscape diversity** which serves as region's **quasi-natural (reconstructed) frame of bio-landscape diversity ($RFBLD_{ENMR}$)**. Herefrom

$$D\{ISN_{QN}\} \equiv D\{BLTS_{QN}\} \equiv D\{RFBLD_{ENMR}\} = \{BLTS_{QN}(\omega_{BLTS_{QN}}, R_{BLTS_{QN}}, t)\} = \{RFBLD_{ENMR}(\omega_{RFBLD_{ENMR}}, R_{RFBLD_{ENMR}}, t)\} = \{QNC(\omega_{QNC}, R_{QNC}, t) \cup QNCR(\omega_{QNCR}, R_{QNCR}, t)\} \forall \{SNSP(\omega_{SNSP}, R_{SNSP}, t)\} \quad (11)$$

where $\omega_{BLTS_{QN}} \dots \omega_{SNSP}$ – registering number for random subfields of appropriate substructures in (11); $R_{BLTS_{QN}} \dots R_{SNSP}$ – spatial subareas of these subfields provided that $R_{BLTS_{QN}} \neq R$.

NAS and AS in (1) should be considered as **regional functional structure of nature management ($RFSNM$)** with the further division on natural-anthropogenic and anthropogenic **regional functional and nature management substructures ($RFNMS$)**, such as agro-industrial (AIS), industrial (IS), settlement (SS), transport (TRS), nature-protective (NPS) and multi-recreational (MRS) substructures, therefore

$$D\{NAS \cup AS\} \equiv D\{RFSNM\} \equiv D\{RFNMS\} = \{RFNMS(\omega_{RFNMS}, R_{RFNMS}, t)\} = \{AIS(\omega_{AIS}, R_{AIS}, t) \cup IS(\omega_{IS}, R_{IS}, t) \cup SS(\omega_{SS}, t) \cup TRS(\omega_{TRS}, t) \cup NPS(\omega_{NPS}, R_{NPS}, t) \cap MRS(\omega_{MRS}, R_{MRS}, t)\} \quad (11)$$

where $\omega_{RFNMS} \dots \omega_{MRS}$ – registering number for random subfields of appropriate substructures in (12); $R_{RFNMS} \dots R_{MRS}$ – spatial subareas of subfields in (12) considering that $R_{RFNMS} \equiv R$.

In particular, NPS in (12) includes objects of nature conservation fund (NCF) and biotic-protective (BPS), other special protective ($OSPS$) and ecological network (ENS) substructures, that's why

$$D\{NPS\} = \{NPS(\omega_{NPS}, R_{NPS}, t)\} = \{NCF(\omega_{NCF}, R_{NCF}, t) \cap (\cup) BPS(\omega_{BPS}, R_{BPS}, t) \cup (\cap) \cup (\cap) OSPS(\omega_{OSPS}, R_{OSPS}, t) \cap (\cup) ENS(\omega_{ENS}, R_{ENS}, t)\} \quad (13)$$

where $\omega_{NPS} \dots \omega_{ENS}$ – registering number for random subfields of appropriate substructures in (13); $R_{NPS} \dots R_{ENS}$ – spatial subareas of these subfields given that $R_{NPS} \neq R$ and BPS substructures are both point and polygonal spatial features and groups of these features (see [4]).

In turn, ecological network substructures in (13) will agree with general notation $\{ENS\} \in \{NLEN \cap (\cup) IS-NANA \cap (\cup) MEN\}$ and therefore they include at regional scale:

1) **Substructures of national (inter-regional) and local ecological networks' elements ($NLEN$)**, considering a level of their conservation status implementation;

2) **Actual natural-anthropogenic integrated network bio-landscape substructure (ISN_{ANA})**, which is identical to **actual natural-anthropogenic bio-landscape territori-**

al structure ($BLTS_{ANA}$) (see for comparison (11)). Therefore the last one represents connected and/or, more often, disconnected patches of synergistically integrated certain QNS components, which are preserved (first of all "with human assistance") in close to natural state under conditions of anthropogenic pressure and impact of structure-destroying natural factors and/or are already restored. Such patches include actual elements of landscape and basin substructures (SST_{ANA} , ST_{ANA} and $CMPS_{ANA}$) and (quasi)natural biocentric-network landscape territorial structure ($BNLTS_{APA}$) and also proper components of nature-protective substructures (NCF , BPS and $OSPS$) considering general composition of other $RFSNM$ elements (see (12)). In this case (quasi)geosystems of $BLTS_{ANA}$ are **regional actual natural-anthropogenic cores (ANAC) and corridors (ANACR) of bio-landscape diversity** which form region's **actual frame of bio-landscape diversity (AF-BLD_{ENMR})**, preserved in close to natural state. Wherefrom

$$\begin{aligned} D \{ISN_{ANA}\} &\equiv D \{BLTS_{ANA}\} \equiv D \{AFBLD_{ENMR}\} = \\ &= \{BLTS_{ANA}(b_{etsANA}, R_{BLTS_{ANA}}, t)\} = \\ &= \{AFBLD_{ENMR}(\omega_{AFBLD_{ENMR}}, R_{AFBLD_{ENMR}}, t)\} = \\ &= \{ANAC(\omega_{ANAC}, R_{ANAC}, t) \cup \\ &= \{ANACR(\omega_{ANACR}, R_{ANACR}, t)\} \cup \\ &= \{RFNMS((\omega_{RFNMS}), R_{RFNMS}, t) - NPS(\omega_{NPS}, R_{NPS}, t)\} \end{aligned} \quad (14)$$

where $\omega_{BLTS_{ANA}} \dots \omega_{NPS}$ – registering number for random subfields of substructures in (14); $R_{BLTS_{ANA}} \dots R_{NPS}$ – spatial subareas of subfields in (14) given that $R_{BLTS_{ANA}} \neq R$ etc.;

3) **Modeling regional ecological network (MEN)** regarded, firstly, as a set of $BLTS_{ANA}$ and/or $BLTS_{QN}$ (quasi)geosystems, initially identified and finally selected according to specified system of bio-landscape diversity analysis' criteria for the purpose of current or perspective conservation and/or restoration and protection of such (quasi)geosystems as future ecological network's components. Secondly, MEN structure can be extended by proper additional artificial elements of nature-protective substructures (NPS_{ADD}) that may provide optimal composition and formation of future ecological network. All mentioned MEN components are earmarked to support implementation and sustainable functioning of region's **optimally formed frame of bio-landscape diversity (OFFBLD_{ENMR})**, which is the most close to such (quasi)natural frame (see (11)). Properly structural elements ((quasi)geosystems) of MEN are **regional ecological network cores (EC) and corridors (ECR) and their buffer zones (BZ)**, herefrom

$$\begin{aligned} D \{MEN\} &= \{MEN(\omega_{MEN}, R_{MEN}, t)\} = \{EC(\omega_{EC}, R_{EC}, t) \cup \\ &= \{ECR(\omega_{ECR}, R_{ECR}, t) \cup BZ(\omega_{BZ}, R_{BZ}, t)\} = \\ &= \{OFFBLD_{ENMR}(\omega_{OFFBLD_{ENMR}}, R_{OFFBLD_{ENMR}}, t)\} \cup \\ &= \{lim(OFFBLD_{ENMR}(\omega_{OFFBLD_{ENMR}}, R_{OFFBLD_{ENMR}}, t)) = \\ &= \{RFBLD_{ENMR}(\omega_{RFBLD_{ENMR}}, R_{RFBLD_{ENMR}}, t) \cup \\ &= \{NPS_{ADD}(\omega_{NPS_{ADD}}, R_{NPS_{ADD}}, t)\} \end{aligned} \quad (15)$$

where $\omega_{MEN} \dots \omega_{NPS_{ADD}}$ – registering number for random subfields of substructures and elements in (15); $R_{MEN} \dots R_{NPS_{ADD}}$ – spatial subareas of subfields in (15).

It should be remembered during modeling that ecological network cores and corridors in (15) have to be selected and analyzed as possible and then as final with their further division into prior and perspective for creation, including their relevant buffer zones.

Results and discussion. Considering the above preconditions, new algorithm of regional ecological network modeling contains the number of specified by criteria operations aimed at consistent creation, coordination and transformation of defined model structures with simultaneous forming and information saturation corresponding blocks of GIS database "Regional Ecological Network". Such structures are:

1) **Model structure MS-1** – the result of investigating region boundaries determination, wherefrom

$$\{MS-1\} \equiv \{R\} \in \{R_{ONS} \cap (R_{NAS} \cup R_{AS})\} \quad (16)$$

2) **Model structure MS-2** – ordered set of definite (quasi)natural singular substructures under model

$$\{MS-2\} \in \{QNS(\omega_{QNS}, R_{QNS}, t) - (BLTS_{QN}(\omega_{BLTS_{QN}}, R_{BLTS_{QN}}, t))\} \quad (17)$$

3) **Model structure MS-3** – the structure of bio-landscape diversity "frame" reconstruction and initial selection of possible MEN elements in accordance with notation

$$\begin{aligned} \{MS-3\} &\in \{BLTS_{QN}(\omega_{BLTS_{QN}}, R_{BLTS_{QN}}, t) = \\ &= \{RFBLD_{ENMR}(\omega_{RFBLD_{ENMR}}, R_{RFBLD_{ENMR}}, t) = \\ &= \{QNC(\omega_{QNC}, R_{QNC}, t) \cup QNCR(\omega_{QNCR}, R_{QNCR}, t)\} \equiv \\ &= \{EC_{PQN}(\omega_{EC_{PQN}}, R_{EC_{PQN}}, t) \cup EC- \\ &= \{R_{PQN}(\omega_{ECR_{PQN}}, R_{ECR_{PQN}}, t)\} \end{aligned} \quad (18)$$

where $EC_{PQN}(\omega_{EC_{PQN}}, R_{EC_{PQN}}, t)$

and $ECR_{PQN}(\omega_{ECR_{PQN}}, R_{ECR_{PQN}}, t)$ – the first set of possible MEN cores and corridors as reconstructed by modeling cores and corridors of $BLTS_{QN}$;

4) **Model structure MS-4** – the structure of region's anthropogenic transformation degree, presented as

$$\begin{aligned} \{MS-4\} &\in \{RFNMS((\omega_{RFNMS}), R_{RFNMS}, t) - \\ &= \{BLTS_{ANA}(\omega_{BLTS_{ANA}}, R_{BLTS_{ANA}}, t) - \\ &= \{MEN(\omega_{MEN}, R_{MEN}, t)\} \end{aligned} \quad (19)$$

5) **Model structure MS-5** – the structure of bio-landscape diversity frame (quasi)geosystems' actualization according to equation

$$\begin{aligned} \{MS-5\} &\in \{BLTS_{ANA}(\omega_{BLTS_{ANA}}, R_{BLTS_{ANA}}, t) = \{AF- \\ &= \{BLD_{ENMR}(\omega_{AFBLD_{ENMR}}, R_{AFBLD_{ENMR}}, t) = \\ &= \{ANAC(\omega_{ANAC}, R_{ANAC}, t) \cup ANACR(\omega_{ANACR}, R_{ANACR}, t)\} \equiv \\ &= \{EC_{PANA}(\omega_{EC_{PANA}}, R_{EC_{PANA}}, t) \cup EC- \\ &= \{R_{PANA}(\omega_{ECR_{PANA}}, R_{ECR_{PANA}}, t)\} \cup \{MS-3\} \end{aligned} \quad (20)$$

where $EC_{PANA}(\omega_{EC_{PANA}}, R_{EC_{PANA}}, t)$ and

$ECR_{PANA}(\omega_{ECR_{PANA}}, R_{ECR_{PANA}}, t)$ – the second set of possible MEN cores and corridors as differentiated by modeling cores and corridors of $BLTS_{ANA}$;

6) **Model structure MS-6** – the structure for analysis of natural-frame significance and state level concerning both sets of possible MEN cores and corridors by (19) and (20) and selection of the first set with final (principal) MEN cores and corridors ($EC_{FIN,P,I}$ and $ECR_{FIN,P,I}$) in accordance with notation

$$\begin{aligned} \{MS-6\} &\in \{(EC_{PQN}(\omega_{EC_{PQN}}, R_{EC_{PQN}}, t) \cup ECR_{PQN}(\omega_{ECR_{PQN}}, R_{ECR_{PQN}}, t)) \cap \\ &= \{(EC_{PANA}(\omega_{EC_{PANA}}, R_{EC_{PANA}}, t) \cup \\ &= \{ECR_{PANA}(\omega_{ECR_{PANA}}, R_{ECR_{PANA}}, t)\} \cap (RFNMS((\omega_{RFNMS}), R_{RFNMS}, t) - \\ &= \{NPS(\omega_{NPS}, R_{NPS}, t))\} = \\ &= \{(MS-3) \cap (\cup) (MS-5) \cap \\ &= \{(MS-4)\} \equiv \{EC_{FIN,P,I}(\omega_{EC_{FIN,P,I}}, R_{EC_{FIN,P,I}}, t) \cup \\ &= \{ECR_{FIN,P,I}(\omega_{ECR_{FIN,P,I}}, R_{ECR_{FIN,P,I}}, t)\} \end{aligned} \quad (21)$$

7) **Model structure MS-7** – the structure for *OFF-BLD_{ENMR}* first variant creation (see (15)) by addition and coordination with *MS-6* of required *NPS_{ADD}* elements and approximate *BZ* computation by notation

$$\begin{aligned} \{MS-7\} &\in \{(MS-6) \cup NPS_{ADD}(\omega_{NPS_{ADD}} R_{NPS_{ADD}} t)\} \cup \\ &\cup BZ(\omega_{BZ} R_{BZ} t)\} \equiv \\ &\equiv \{OFFBLD_{ENMR}(\omega_{OFFBLD_{ENMR}} R_{OFFBLD_{ENMR}} t)\}_{VAR1} \end{aligned} \quad (22)$$

8) **Model structure MS-8** – the structure for *OFF-BLD_{ENMR}* second variant creation by division of *MEN* cores and corridors and their buffer zones from (22) into prior (subscript "PR") and perspective (subscript "PP") according to equation

$$\begin{aligned} \{MS-8\} &\equiv \\ &\equiv \{OFFBLD_{ENMR}(\omega_{OFFBLD_{ENMR}} R_{OFFBLD_{ENMR}} t)\}_{VAR2} \in \\ &\in \{(EC_{PR}(\omega_{EC_{PR}} R_{EC_{PR}} t) \cup \\ &\cup ECR_{PR}(\omega_{ECR_{PR}} R_{ECR_{PR}} t) \cup BZ_{PR}(\omega_{BZ_{PR}} R_{BZ_{PR}} t)) \cup \\ &\cup (EC_{PP}(\omega_{EC_{PP}} R_{EC_{PP}} t) \cup \\ &\cup ECR_{PP}(\omega_{ECR_{PP}} R_{ECR_{PP}} t) \cup BZ_{PP}(\omega_{BZ_{PP}} R_{BZ_{PP}} t))\} \end{aligned} \quad (23)$$

Prospects for further research are to improve the systematization of bio-landscape diversity analysis criteria

regarding peculiarities of their application to model structures (16)-(23) adequate to proposed algorithm, to modify geoinformation-technologic approaches to implementation of mentioned algorithm and to verify developed model solutions on example of representative region's ecological network.

Conclusions. The conceptual bases for geoinformation modeling of regional ecological networks were developed by formalized structuring of the region into (quasi)natural, anthropogenic-natural and anthropogenic structures, their further differentiation into substructures and modeling of these substructures' dynamics, which allows to generate an optimally formed frame of region's bio-landscape diversity.

New algorithm of ecological network modeling contains number of specified by criteria operations aimed at consistent creation, coordination and transformation of defined model structures with simultaneous forming and information saturation corresponding blocks of GIS database "Regional Ecological Network".

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Grodzynskyi M.D. Landscape identification: place and space. – Kyiv: Kyiv University, 2005. – 936 p.
2. Grodzynskyi M.D. Landscape ecology. – Kyiv: Znannya, 2014. – 550 p.
3. Samoilenko V.M., Korogoda N.P. Geoinformation modeling of ecological network. – Kyiv: Nika-Center, 2006. – 224 p.
4. Samoilenko V.M. Geographic information systems and technologies. – Kyiv: Nika-Center, 2010. – 448 p.
5. Samoilenko V.M., Korogoda N.P. Regional and local ecological networks. – Kyiv: 'LOGOS', 2013. – 192 p.

Маляренко А., Самойленко В. Региональные экологические сети: развитые подходы к геоинформационному моделированию

Аннотация. Получили развитие концептуальные основы геоинформационного моделирования региональных экологических сетей с обоснованием нового алгоритма, по которому такие сети последовательно моделируются из совокупности (квази)геосистем актуальной природно-антропогенной или (квази)природной биоландшафтной территориальной структуры с добавлением новых искусственных природоохранных элементов. Результатом моделирования должны стать сетевые экологические ядра и коридоры с их буферными зонами, которые разделяются на первоочередные и перспективные для создания и должны поддерживать оптимально сформированный каркас биоландшафтного разнообразия региона.

Ключевые слова: биоландшафтная территориальная структура, (квази)геосистема, региональная экологическая сеть, экологическое ядро и коридор, геоинформационное моделирование

VETERINARY SCIENCE

Maksymovych I., Slivinska L., Winiarczyk S., Buczek K., Staniec M. **Hematological and serum biochemical reference values in healthy working horses Hutsul breed**

**Igor Maksymovych, Candidate of Veterinary Science, Associate Professor*

**Lubov Slivinska, Doctor of Veterinary Science, Professor*

***Stanislaw Winiarczyk, Ph.D.*

***Krzysztof Buczek DVM, Ph.D.*

***Marta Staniec DVM*

**Department of internal diseases and clinical diagnostics, Faculty of Veterinary Medicine
Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after Gzhytskyj, Lviv, Ukraine*

***Department of Epizootology and Clinic of Infectious Diseases, Faculty of Veterinary Medicine
University of Life Sciences, Lublin, Poland*

Abstract. The purpose of this study was to investigate and establish the differences in blood parameters in horses Hutsul breed in the Transcarpathian region. In accordance with established haematological and serum biochemical values, they can be used to assess the metabolic state of the animal, monitoring treatment of animals.

It was found that the performance of PCV, MCV, MCH, MCHC Hutsul breed horses were within physiological fluctuations were similar with the literature data. The highest values were total bilirubin, glucose, AST and potassium.

Investigated hematological and biochemical blood parameters in horses Hutsul breed that will use data from a study of healthy and sick animals.

Keywords: horse Hutsul breed, morphology, biochemistry, blood parameters

Introduction. Hutsul horse – aboriginal rock domesticated horses that spread in the Carpathians and in many Eastern European countries, is one of the world's gene pool. Its breeding in Ukraine is concentrated in the mountainous and foothill areas of Zakarpattia, Lviv, Ivano-Frankivsk, Chernivtsi regions [1]. In Europe Hutsul breed horses bred in Poland, the Czech Republic, Hungary, Slovakia, Austria, Romania, Germany [2].

Horses Hutsul breed formed under the influence of mountain climate, in a depleted feed, as characterized by good health, high labor productivity, efficient use of food, fitness and endurance. In the current population of horses Hutsul breed characterized by typical mountain horses grounds. Unique and biological quality of the horses to ensure their effective use in diverse economy [3]. In particular, Hutsul breed of horses used in breeding, sport, hippotherapy, agrotourism, agricultural work. They are well suited for use in the mountains. For mountain biking trails horses of this breed with packs on their backs weighing 100 pounds or more are up to 100 km per day [4].

Population Hutsul horses evolved over the centuries and came from people in ancient times (beginning of 5- to 9 th century) and so the researchers of this breed differently interpret it and have common views on the origin and formation of its features. The first information about mountain horses were still in the early XVII century. Species bred by crossing local mountain horses Galicia and Bukovina noritskogo type stallions and horses eastern type, including Arabian breed. However, it is believed that Hutsul horses – are the direct descendants of the tarpan, who moved to the Carpathians yore [5].

The main type of Hutsul horses – harness-onerary. Body type its massive, rounded body shape, strong constitution. The trunk is wide, deep, long, medium size head with a wide forehead, straight profile, thick neck is short, low withers long, steep shoulder, short limbs, well put. Hutsul horses of small stature (height at the withers for

horses is 135–145 cm for mares – 132–143 cm). They are hardy, undemanding, are highly resistant to diseases, fertility, longevity. The color usually bay, gray and red, rarely crow, dun, cream-colored with dark shades [6].

Our study aimed to establish reference values for blood parameters Hutsul breed horses and their comparison with accepted values for this species. Horses that do the hard work, especially in mountainous areas, the physiological limits of blood parameters may differ from other horses [7]. Although it is not clear whether these differences result physiological adaptation of animals or the result of work in difficult conditions. Such research will improve the welfare of horses [8].

Hematological and biochemical blood parameters in horses used for early diagnosis of non-contagious, infectious and parasitic diseases. They are also used to monitor disease, recovery and treatment of animals. This is important in postoperative patients. Such studies are used to assess the metabolic state of the animal in sport horses for planning specific physical activities, as well as with the scientific purpose [9].

Hematological and biochemical parameters of blood horses of various breeds and productivity trends are well known and are described by many scientists and can be covered in various articles and books [10, 11]. Research concerning the Hutsul breed horses limited to specific publications and describe only some blood parameters [12–15].

The aim of this study was research the haematological and biochemical blood parameters in horses Hutsul breed that will allow to use the data in the study as clinically healthy and sick animals.

Materials and methods. In total, 24 clinically healthy horses Hutsul breed aged 3 to 7 years from two farms in the Transcarpathian region were used in this research.

All horses were healthy and did not show any signs of abnormality during the study period. The mares were not pregnant and were not lactating during the trial.

The blood samples were collected from 24 animals in October 2014, and they were handled with care to minimize stress-induced effects. To reduce circadian variations, all samples were collected before the morning feeding. The diet included horse hay, oats, bran, and did not receive supplements and minerals. The water was used ad libitum.

Blood samples were taken from the jugular vein using a 16-gauge needle into the vacuum blood tubes, 10 ml (Vacutest, Italy). Tubes of etilendiaminotetraacetic acid (EDTA) were used to study the blood haematology and the tubes without EDTA were used for blood biochemical examination. The haematological and biochemical studies of the horses Hutsul breed blood were carried out at the Laboratory Department of Internal Diseases and Clinical Diagnostics of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

The blood haematology was analysed using an automated hematology analyzer Mythic 18 (Orphee S.A., Switzerland) by using the PZ Cormay S.A. (Poland) reagents. The red blood cell count (RBC), white blood cell count (WBC), platelet count (PLT), differential leukocyte count, haemoglobin concentration (Hb) and mean cell volume (MCV) were measured directly; packet cell volume (PCV), mean cell haemoglobin (MCH) and mean cell haemoglobin concentrations (MCHC) were calculated automatically.

After collection of blood samples into the vacutainer tube without EDTA they were centrifuged at 3000 U/min for 10 min. to fractionated blood separated serum was evaluated. Concentrations of serum total protein (TP), albumin (Alb), total bilirubin (TBIL), glucose (Glu), urea (Urea), creatinine (Crea), calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (Mg), potassium (K), sodium (Na), alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), alkaline phosphatase (ALP) and the gamaglutam-

iltransferase (GGT) activities were measured using an automated blood chemistry analyzer BS-120 (Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd., P.R. China) by using the PZ Cormay S.A. (Poland) reagents.

The results of hematological and biochemical studies compared the results established for horses [16, 17]. All data were analyzed using Microsoft Excel (2010) software.

Results and discussion. When interpreting diagnostic blood parameters in horses is necessary to consider the breed, age, sex, physical activity, as some physiological limits blood may differ [18, 19].

The mean values of blood haematological and biochemical parameters in healthy working horses Hutsul breed are shown in tables 1–2.

Number of red blood cells healthy animals fairly constant, so setting change their number has diagnostic value. However, keep in mind that their number can vary depending on time of day study, age, sex, performance, exercise animals. Analysis of RBC and HGB in sport horses used to establish the degree of fitness and ability of exercise training. Exercise horses requires an increase in blood oxygenation, and specific response to this stress is to increase the number of red blood cells and hemoglobin [18]. The average values of RBC and HGB horses Hutsul breed (Table 1) were within the physiological oscillations identified for this species [3, 16, 17].

In a number of diseases in animals can be modified erythrocyte hemoglobin saturation that is adjusted with the analysis of red blood indices. Indicators PCV, MCV, MCH, MCHC used for differential diagnosis of anemia in animals [20]. Horses Hutsul breed PCV is within physiological fluctuations, but it was the lower limit of abstract rules [16, 17]. The mean MCV, MCH, MCHC horses were similar with the literature data.

Table 1. Mean values with standard deviation (M±m) of blood morphological parameters for healthy working horses Hutsul breed

Parameter	Blood morphological parameters for horses Hutsul breed		Reference indices from the literature	
	M±m	lim	Winnicka A., 2008 [16]	Влізло В.В., 2014 [17]
RBC, 10 ¹² /l	7,5±0,12	6,7–7,9	5,5–10,0	6,0–9,0
HGB, g/l	116,6±2,38	102,0–126,0	80,0–180,0	90,0–140,0
PCV, %	31,1±0,63	27,0–34,3	24,0–52,0	35,0–45,0
MCV, fl	41,6±0,60	37,0–44,4	35,0–58,0	37,0–58,0
MCH, pg	15,6±0,21	14,1–16,7	10,0–20,0	16,0–20,0
MCHC, g/dl	37,5±0,12	36,9–38,2	31,0–37,0	31,0–36,0
WBC, 10 ⁹ /l	8,5±0,50	5,1–13,1	5,5–12,0	6,0–11,0
LYM, 10 ⁹ /l	4,4±0,36	2,1–7,1	1,5–7,7*	–
MON, 10 ⁹ /l	0,20±0,023	0,10–0,30	0–1,5*	–
GRA, 10 ⁹ /l	4,4±0,21	2,9–5,6	2,3–9,5*	–
PLT, 10 ⁹ /l	106,0±8,27	62,0–151,0	150,0–400,0	200,0–600,0

* – Andriichuk A., 2012

White blood cells in the body do primarily protective. Depending on the type they are involved in phagocytosis, making interferon, lysozyme, histamine and other biologically active substances. Lymphocytes play a major role in specific defense reactions – the formation of cellular and humoral immunity. The average values of WBC horses Hutsul breed physiologically experienced considerable fluctuations. The increase in the number of leukocytes was saline, which was due to exercise. In the analysis of leukocyte subpopulations stipulated difference compared with prescribed standards for horses [16–18].

The main role of platelets in the body - participated in the initial homeostasis. Mean blood PLT Hutsul breed

horses was lower than that given in the literature data [16, 17]. However, in the literature, we found a message show limits fluctuations platelets in sport horses, which is consistent with the results of our research [18].

To assess the status of the organism, the establishment of functional and morphological state of individual organs or systems, as well as identifying pathological condition, it is recommended to perform basic laboratory tests. In their activity is common veterinary specialist with situations where deviations in laboratory tests are fundamental in diagnosis [17, 20].

Reduction of total protein in serum develops when the body is insufficient protein, liver and kidneys. Less com-

mon increase in its concentration [21]. The mean of total protein and albumin in horses hutsul breed is within the limits set for this type of animal (Table 2).

The concentration of total bilirubin though not extend beyond physiological fluctuations, but was close to the maximum value [16]. The variations in the reports of different researchers are considered that have been arisen from species, geographical and nutritional factors, timing of blood sampling, and the methodology and equipment used by laboratories [22].

In the study of glucose found that the level of Hutsul breed horses also had higher mean values for this species, which we believe was due to stress during the selection of animal blood [17].

In modern laboratory diagnostics monitoring urea and creatinine are used to diagnose kidney disease. In our study, the serum urea levels in horses Hutsul breed were within the reference range for the species of animal [16, 17]. Contents creatinine may depend on body composition, nutrient intake, muscle development [22]. In the studied animals is at the lower limit of the physiological limits.

Enzymes are used in equine medicine to assess muscle, liver and heart function [17, 22]. As a result of studies found that serum AST activity Hutsul horse breed was slightly higher compared with the average animal of this species [3, 22]. However, there are reports that these values may be acceptable. ALT and GGT performance horses Hutsul breed did not differ from those established by other authors [16, 17].

Table 2. Mean values with standard deviation (M±m) of blood biochemical parameters for healthy working horses Hutsul breed

Parameter	Blood biochemical parameters for horses Hutsul breed		Reference indices from the literature	
	M±m	lim	Winnicka A., 2008 [16]	Влізло B.B., 2014 [17]
TP, g/l	67,2±0,75	62,5–72,5	60,0–78,0	65,0–80,0
Alb, g/l	36,5±0,32	34,8–38,2	29,0–59,0	–
TBIL, µmol/l	17,8±0,75	12,1–23,1	13,7–25,6	7,0–17,0
Glu, mmol/l	4,9±0,10	4,3–5,3	3,1–6,2	3,0–5,0
Urea, mmol/l	5,2±0,15	4,3–6,0	4,1–7,4	3,5–6,0
Crea, µmol/l	101,0±1,74	90,3–108,8	106,1–167,9	100,0–160,0
AST, U/l	451,2±14,04	358,0–574,0	205,0–555,0	50,0–200,0
ALT, U/l	8,5±0,73	6,0–13,0	3,0–25,0	5,0–15,0
ALP, U/l	176,5±12,58	44,0–304,0	109,0–315,0	100,0–250,0
GGT, U/l	13,7±0,70	10,0–17,0	12,0–45,0	20,0–40,0
Ca, mmol/l	2,90±0,024	2,74–2,98	2,25–3,12	2,5–3,5
P, mmol/l	1,36±0,047	1,16–1,61	1,13–1,90	1,2–1,8
Mg, mmol/l	0,80±0,015	0,70–0,86	0,70–1,15	0,7–1,0
Na, mmol/l	144,2±1,76	134,0–150,8	139,1–156,5	135,0–145,0
K, mmol/l	5,2±0,17	4,5–5,9	3,5–4,7	2,8–4,8

ALP activity depends on age and physiological state of the organism. Research ALP used primarily to diagnose diseases of the skeletal system [17]. In our study, ALP varies widely, but did not exceed specified limits [16, 22].

Throughout the study, the differences in calcium, phosphorus, magnesium and sodium concentrations in horses Hutsul breed did not exceed the ones for horses and were similar to the literature searches. The difference found in the contents of potassium, since the figure was 23 % higher than to the commonly cited values for horses [16, 17]. This increase may be due to both climatic factors feeding conditions and breed features [17, 22].

The haematological and serum biochemical values determined in the present study serve as reference values

for horses Hutsul breed and could be used in diagnosing diseases and determining their prognosis, as well as in preventive measures.

Conclusions

1. It was found that the performance of PCV, MCV, MCH, MCHC Hutsul breed horses were within physiological fluctuations were similar with the literature data. The highest values were total bilirubin, glucose, AST, and potassium.

2. Investigated hematological and biochemical blood parameters in horses Hutsul breed that will use data from a study of healthy and sick animals.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Atamanyuk Yu. Hutsul horse – the glory and pride of the land / Yu. Atamanyuk // Time and events. – 2009. – № 43.
2. Training materials „Main objectives, methods and principles of breeding horses of Hutsul breed”. Rudawka Rymanowska, , Poland, 2013.
3. Shcherbatyy A.R. Diagnostic criteria and treatment and preventive measures for hipokobaltozu and hipokuprozu Hutsul breed mares in biogeochemical province Zakarpattia: Abstract dis. ... cand. vet. sc: 16.00.01 / A.R. Shcherbatyy. – Cherkasy, 2012. – 20 p.
4. www.agro-business.com.ua
5. Learning Materials for Workshop "Origin, type, direction selection and use of horses of Hutsul breed" Solochyn, Ukraine, 2014.
6. Holovatch M. Origin of lines and types of horses Hutsul breed / M. Holovatch, M. Holovatch // www.huculy-polska-ukraina.eu/uk/hucul_pochodzenie_uk.html
7. Popadyuk S.S. Age-related changes in the morphological structure of blood Hutsul breed horses / S.S. Popadyuk // Actual problems of medicine, biology, veterinary medicine and agriculture. – Lviv. – 1997 – Vol. 3. – P. 146-147.
8. Pritchard J.C. Haematological and serum biochemical reference values for apparently healthy working horses in Pakistan / J.C. Pritchard, C.C. Burn, A.R. Barr, H.R. Whay // Res. Vet. Sci. – 2009. Vol. 87 (3). – P. 389–395.
9. Gurgoze S.Y. The influence of age on clinical biochemical parameters in pure-bred Arabian mares / S.Y. Gurgoze, H. Icen // Journal of equine veterinary science. – 2010. – Vol. 30 (10). – P. 569–574.

10. Altinsaat C. The Effects of Age and Gender on Blood Parameters in Arabian Horses / C. Altinsaat // Kafkas Universitesi veteriner fakultesi dergiside. – 2008. – Vol. 14 (2). – P. 173–178.
11. Čebuli-Kaudune N. The influence of age and gender on haematological parameters in Lipizzan horses / N. Čebuli-Kaudune, M. Božic, M. Kosec, V. Cestnik // Journal of veterinary medicine. – 2002. – Vol. 49. – P. 217–221.
12. Golovakha V.I. The functional state of the liver and its pathology in horses (etiology, pathogenesis and diagnosis): Abstract dis. dr. vet. sc: 16.00.01 / V.I. Golovakha. – Cherkasy, 2004. – 43 p.
13. Shcherbaty A.R. The results of clinical examination Hutsul breed mares / A.R. Shcherbaty, L.G. Slivinska, A.O. Drachuk // Scien. Bulletin of Lviv. Nat. Univ Vet. Medicine and Biotechnology named after S.Z. Gzhytskyi. – Lviv, 2010. – Vol 12. – № 3 (45), p. 1. – P. 313-318.
14. Andreychuk A.V. Metabolic changes in blood trybornyh horses in the dynamics of the training / A.V. Andreychuk, G.M. Tkachenko, N.M. Kurhalyuk [et al.] // Animal biology. – 2014 – Vol 16, № 1. – P. 9-20.
15. Kovalchuk N.A. The metabolic profile of blood and the immune system in sport horses under the conditions of exercise: Abstract dis. cand. vet. sc.: 03.00.04 / N.A. Kovalchuk. – Lviv, 2013. – 20 p.
16. Winnicka A. Wartosci referencyjne podstawowych badan laboratoryjnych w weterynarii. – Warszawa: Wydawnictwo SGGW, 2008. – 122 s.
17. Laboratory diagnosis in veterinary medicine (owner) – 2nd edition, revised and enlarged / V.V. Vlizlo, L.G. Slivinska, I.A. Maksimovic [et al] – Lviv: Poster, 2014. – 152 p.
18. Andriichuk A. Selected hematological indices of mares from different breeds / A. Andriichuk, H. Tkachenko, N. Kurhaluk [et all.] // Słupskie Prace Biologiczne. – 2012. – №. 9. – P. 21–34.
19. Borodkina E.Yu. Blood counts and breeding sport horses in connection with the functional state: Author. dis. ... Cand. biol. Sciences: 03.00.13 / E.Yu. Borodkina. – Ryazan, 2008. – 18 p.
20. Meyer D. Veterinary laboratory medicine. Interpretation and diagnosis / D. Meyer, D. Harvey. – M.: Sofion, 2007. – 321 p.
21. Clinical diagnosis of internal diseases / V.I. Levchenko, V.V. Vlizlo, I.P. Kondrakhin etc.; Ed. V.I. Levchenko. – Cherkasy, 2004. – 608 p.
22. Miknienė Z. The effect of age and gender on blood haematological and serum biochemical parameters in Žemaitukai horses / Z. Miknienė, K. Maslauskas, S. Kerzienė [et all.] // Vet. Med. Zoot. – 2014. – T. 65 (87). – P. 37–43.

Максимович И., Сливинская Л., Вынярчик С., Бучек К., Станец М. Гематологические и биохимические показатели крови здоровых рабочих лошадей гуцульской породы

Аннотация. Целью данного исследования было провести исследования, анализ и установить референтные значения крови лошадей гуцульской породы. Установленные гематологические и биохимические показатели крови могут быть использованы для оценки метаболического состояния лошадей, диагностики заболеваний, мониторинга эффективности лечения больного животного.

Было установлено, что показатели гематокрита, MCV, MCH, MCHC в лошадей гуцульской породы находились в пределах физиологических колебаний и соглашались с литературными данными. Самые высокие значения были установлены по общему билирубину, глюкозе, АсАТ и калии.

Исследование гематологических и биохимических показателей крови у лошадей гуцульской породы будут использоваться при исследования здоровых и больных животных.

Ключевые слова: лошади, гуцульская порода, морфология, биохимия, нормы

Hudyma T.M., Slivinska L.G.

Therapeutic efficacy of Hepatiale®Forte in treatment of the dogs with hepatodystrophy

Hudyma Taras Mykhailovich, postgraduate student

Slivinska Lubov Grygorivna, doctor of veterinary sciences, professor

Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S.Z. Gzhytskyj, Lviv, Ukraine

Abstract. The article shows the results of treating the dogs suffering from hepatodystrophy and proven therapeutic efficacy of the hepatoprotector Hepatiale®Forte. In dogs suffering from hepatodystrophy there was found increased serum activity of alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), glutamate dehydrogenase (GLDH), alkaline phosphatase (ALP), gamaglutamiltransferase (GGT), an increase in total bilirubin level, concentration of bile acids, hypo- and hypercholesterolemia. Use of the hepatoprotector in a complex treatment scheme for dogs with hepatodystrophy gradually restores functional status of hepatocytes due to combination of L-ornithine and soybean phospholipids.

Keywords: *dogs, hepatodystrophy, enzymes, bilirubin, cholesterol, bile acids, treatment*

Introduction. The liver is a central organ of homeostasis performing more than 500 metabolic functions, particularly carbonaceous, lipidic, protein, macro- and microelemental, vitamin as well as biligenic and bile-excreting ones. Often its damages are only partial reflection of general pathology [1].

Hepatodystrophy is one of the most spread liver diseases, characterized by dystrophy, necrosis and lysis of hepatocytes, liver failure and toxicity [1]. The etiological factors of hepatosis are the use of poor quality forages, deficiency of vitamins and essential amino acids in the diet and use of drugs having hepatotoxic effects. Unfortunately Ukrainian veterinary pharmacy does not provide the veterinary professionals with the medicines having hepatoprotective properties, that were tested specially for small domestic animals [1, 2]. Practicing doctors often apply the medicines, that the human medicine uses (Gepabene, Glutargin, Antral, Liv 52 Symepar, Essenciale, Erbisol, etc.). The practitioners assort the dose of such medicines empirically, that, of course, hinders the achievement of positive clinical effect, sometimes it is irrational, and in turn could be even detrimental. In connection with the above it is appropriate to develop and apply effective complex scheme for treatment of the dogs with hepatodystrophy.

Brief summary of relevant publications. Liver diseases are widespread in all kinds of domestic animals, particularly, hepatodystrophy is diagnosed in 30–40 % of dogs [2]. Ukrainian and foreign scientists pay much attention to studying clinical status of the functional and morphological condition of the dog's liver with hepatodystrophy and to development of treatment schemes [3–6]. However, most proposed hepatodystrophy treatment schemes are not used in modern veterinary medicine. Thus, it is important to find methods requiring minimum material expences and providing rapid recovery.

Research objective of our research work was to elaborate the efficient treatment scheme for dogs with hepatodystrophy.

Materials and methods. The object of the research was the German shepherd (n=8), spaniel (n=5), Yorkshire terrier (n=3) and mix-breeds (n=4); all the dogs were kept in domestic conditions.

The dogs treatment was complex and covered application of the diet (Royal Canin Hepatic); hepatoprotector Hepatiale®Forte, produced by Vet Planet (Poland), at the rate of 1 tablet per 15 kg of live weight once a day and complex of B-vitamins (Hepavi Kel) 1 ml per 10 kg of live weight subcutaneously.

Blood for the study was obtained from the jugular vein: firstly before the morning feeding and secondly 2 hours after it to determine the postprandial level of bile acids. The repeated of blood serum tests was performed on the 30th day after the treatment begins.

Serum samples were tested for total bilirubin (TB), cholesterol; activity of aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), alkaline phosphatase (ALP), gamaglutamiltransferase (GGT), glutamate dehydrogenase (GLDH); concentration of bile acids (BA) by enzymatic method using test-systems of company "Audit Diagnostic". Biochemical blood tests were performed at the laboratory of internal diseases and clinical diagnostics at Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S.Z. Gzhytskyj using biochemical analyzer BS-120 (Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd., China) with PZ Cormay S.A. (Poland) reagents.

The statistical processing of the obtained findings was performed by the software StatWin and Microsoft Excel using Student's t-test and statistical programme.

Results and discussion. Use of complex therapy for 30 days had a positive effect on the body and blood parameters of the dogs.

70 % of the dogs were found to be suffering from hyperbilirubinemia, that, in our opinion, in this case indicates not only on a violation of pigment function of the liver, but also on cholestasis. After treatment, the content of bilirubin in serum was significantly ($p<0,01$) lower at 28.6 % compared to the one before treatment.

In the blood serum of all ill dogs there was found hyperenzymemia (ALT and AST) (Table 1).

Treatment of dogs suffering from hepatodystrophy contributed to normalization of the indexes of functional liver condition, that was manifested by decreased activity of ALT and AST compared to before treatment for 55.2% ($p<0,001$) and 49.3% ($p<0,001$) respectively (Table 1).

Performed researches have shown that the activity of GLDH in serum of the dogs with hepatodystrophy increased in case of all examined animals, that indicates on the violation of the hepatocytes structure [7–9]. After applied treatment there was revealed decreased activity of GLDH for 54.9 % ($p<0,001$) compared to dogs before treatment that indicates of hepatocytes recovery. The activity of ALP and GGT in serum was high in all examined dogs (Table 1), that indicates on the development of intrahepatic cholestasis. After the applied therapy the ALP and GGT activity decreased by 60.6 % ($p<0,001$) and 49.3 % ($p<0,001$), compared with the dogs before treatment.

Table 1. Serum biochemical parameters in dogs (n=20)

Parameter	Biometric indicator	Before treatment	After treatment
TB, mkmol/l	lim	1,03 - 7,5	1,5-4,1
	M±m	4,2±0,29	3,03±0,17
	p<	0,01	
ALT, U/l	lim	65,7- 95,3	24,1-49,4
	M±m	82,0±1,57	36,7±1,67
	p<	0,001	
AST, U/l	lim	45,7 - 74,5	20,3-41,1
	M±m	55,6±2,00	28,2±1,37
	p<	0,001	
GLDH, U/l	lim	6,7- 7,6	1,4-5,2
	M±m	7,1±0,06	3,2±0,22
	p<	0,001	
ALP, U/l	lim	155,5 - 215,0	54,3-98,6
	M±m	180,8±3,59	71,2±3,17
	p<	0,001	
GGT, U/l	lim	6,6 - 8,7	2,8-5,1
	M±m	7,5±0,13	3,8±0,16
	p<	0,001	
Cholesterol, mmol/l	lim	2,7 - 9,7	4,0-5,8
	M±m	5,0±0,53	4,7±0,12
	p<	0,5	
BA, mkmol/l before feeding	lim	11,1 - 32,3	3,1-8,3
	M±m	16,2±1,12	4,9±0,40
	p<	0,001	
BA, mkmol/l 2 hours after feeding	lim	25,3 - 59,9	12,0-18,1
	M±m	36,6±2,55	15,3±1,31
	p<	0,001	

–p < probable difference compared to dogs before treatment

In 40% of ill dogs were diagnosed with hypercholesterolemia, that indicates on liver disease associated with violation of the processes of bile acids formation and bile-extraction [7], in 45% – hypercholesterolemia – reduction of synthetic function of hepatocytes [7–9]. After the complex of therapeutic means has been applied, the average content of cholesterol in dog’s blood serum was lower for 6 % (p<0,5) than in case before treatment.

Determination of the concentration of bile acids in serum is a specific and sensitive test for the detection of hepatobiliary diseases. The sensitivity of the test increases provided that the cholates are determined before feeding and 2 hours after it [9–13].

Our research has shown that the concentration of BA in serum before feeding as well as after it increased in ill dogs (Table 1). After applied treatment the concentration of bile acids in serum before feeding and 2 hours after it went down by 69.8 % (p<0,001) and 58.2 % (p<0,001) respectively. These positive changes, in our opinion, are

related to the restoration of bile-extracting function of the liver and enterohepatic circulation of bile acids.

Thus, the combination of L-ornithine and soybean phospholipids for dogs regulates liver functions and has protective properties in the treatment of liver failure. L-ornithine regulates the urea cycle in dogs and plays a role in transformation of ammonia, as well as reduces its toxicity level. Phospholipids together with bile acids play a vital role in the digestion and absorption of fat-soluble vitamins.

Conclusions

1. In dogs suffering from hepatodystrophy there was found increased activity of ALT, AST, GLDH, ALP, GGT, an increase in total bilirubin level, concentration of bile acids, hypo- and hypercholesterolemia.

2. Use of the hepatoprotector in a complex treatment scheme for dogs with hepatodystrophy gradually restores functional status of hepatocytes due to combination of L-ornithine and soybean phospholipids.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Animal Internal Medicine [text]: textbook / V.I. Levchenko, I.P. Kondrakhin, V.V. Vlizlo etc.; ed. V.I. Levchenko. – Cherkasy, 2012. – Part 1. – 528 p.
2. Anokhin B.M. Therapy dog at gepatoze / B.M. Anokhin, V.A. Kornushina, A.B. Anokhin // Veterinary Medicine, 1999. – № 2. – P. 55-57.
3. Dykyi O.A. Hepatodystrophy in service dogs breeds (etiology, pathogenesis, diagnosis, treatment and prevention): Abstract of dis. for obtaining sc. degree of candidate of vet. sciences: specialty 16.00.01 "Diagnosis and treatment of animals" / Dykyi O.A. – Cherkasy, 2000. – 17 p.
4. Fasolya V.P. Diagnosis and treatment hepatorenalnoho syndrome in dogs breeds office / V.P. Fasolya // Bulletin of the

- National Agricultural University in Bila Tserkva: Scientific Papers. – Vol. 51. – Cherkasy, 2008. – P. 102-107.
5. Denisenko V.N. Diagnosis and treatment of liver diseases in dogs / V.N. Denisenko, E.A. Kesareva. – M.: Kolos, 2006. – 63 p.
 6. Solovyova L.M. Comparative evaluation of methods of diagnosis and therapy dogs hepatodystrophy: Abstract of dis. for obtaining sc. degree candidate of vet. sciences: specialty 16.00.01 "Diagnosis and treatment of animals" / L.M. Solovyova. – Bila Tserkva, 2004. – 20 p.
 7. Laboratory methods of research in biology, veterinary medicine [text]: Directory / V.V. Vlizlo, R.S. Fedorchuk, I.B. Ratych etc.; ed. V.V. Vlizlo. – Lviv, SPOLOM, 2012. – 764 p.
 8. The clinical diagnosis of internal diseases [text]: textbook / V.I. Levchenko, V.V. Vlizlo, I.P. Kondrakhin etc.; Ed. V.I. Levchenko. – Bila Tserkva, 2004. – 608 p.
 9. Veterinary Clinical Biochemistry [text]: textbook / V.I. Levchenko, V.V. Vlizlo, I.P. Kondrakhin etc.; Ed. V.I. Levchenko and V.L. Halyasa. – Bila Tserkva, 2002. – 400 p.
 10. Melnychuk D.O. Veterinary Clinical Biochemistry: Tutorial / D.O. Melnychuk, S.D. Melnychuk, V.A. Gryshchenko and others. – K.: NUBiP Ukraine, 2010. – 464 p.
 11. Daniel P. Schlesinger. Serum bile acids and the assessment of hepatic function in dogs and cats / Daniel P. Schlesinger, Stanley I. Rubin // Can Vet J. 1993 April; 34 (4): – P. 215–220.
 12. Bunch S.E. Diagnostic tests for the hepatobiliary system. In: Nelson R.W., Couto C.G., eds. Essentials of Small Animal Medicine. Toronto: Moseby Year Book, 1992: – P. 379–397.
 13. Jensen At. Evaluation of fasting and postprandial total serum bile acid concentration in dogs with hepatobiliary disorders. J. VetMed 1991. – A38. – P. 247–254.

Гудыма Т.М., Сливинская Л.Г.

Терапевтическая эффективность Гепатиале Форте при лечении собак за гепатодистрофии

Аннотация. В статье приведены результаты лечения собак за гепатодистрофии и доказана терапевтическая эффективность гепатопротектора Гепатиале Форте (Hepatiiale®Forte). В сыворотке крови больных собак выявлены нарушения функционального состояния печени, в частности рост активности АлАТ, АсАТ, ГЛДГ, содержимое общего билирубина, активности ЛФ, ГГТП, гипо- и гиперхолестеролемиа, повышение концентрации желчных кислот. Установлено, что использование гепатопротектора в комплексной схеме лечения собак за гепатодистрофии постепенно восстанавливает функциональное состояние гепатоцитов благодаря комбинации L-орнитина с эссенциальными фосфолипидами сои.

Ключевые слова: собаки, гепатодистрофия, ферменты, билирубин, холестерин, желчные кислоты, лечение

Lukashchuk B.O., Slivinska L.G.

Prophylactic effectiveness of phytobiotic feed additive for non-contagious diseases of the gastrointestinal tract in suckling piglets

Lukashchuk Bogdan Oleksandrovysh, postgraduate student

Slivinska Lubov Grygorivna, doctor of veterinary sciences, professor

Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S.Z. Gzhytskyj, Lviv, Ukraine

Abstract. The article presents the results of prophylactic effectiveness feed additive XTRACT™ 6930 for non-contagious diseases of the gastrointestinal tract in the composition of the basic diet of suckling pigs on modern pig farm. It was established that the use XTRACT™ 6930 has positive effect on biochemical blood parameters of piglets, decreases their morbidity and mortality before weaning and increases growth parameters.

Keywords: pigs, prophylactic, phytobiotic feed additive, diseases, gastrointestinal tract

Introduction. It is hard for Ukrainian producers of pork to compete with European, using outdated technology and animals with low genetic potential. Therefore, the development of swine breeding in Ukraine is through the introduction of technological innovations that define efficiency and should be adapted to the conditions of the farm property [1].

Brief summary of relevant publications. As a result of the intensification and transition pig industry on an industrial scale significantly increased morbidity and mortality of young pigs from non-contagious diseases. In particular, this applies to diseases of the gastrointestinal tract, which make up from 40 to 60% of internal pathology [2]. Gastrointestinal diseases of non-contagious etiology in piglets during suckling period, lead to low weight at weaning, which negatively affects their further development and survival [3]. Their effective prevention can decrease mortality of animals and improve quality of their products.

Known methods of preventing diseases of the digestive system, involve use of antibiotics, sulfonamides and nitrofurans, which violate microbial ecosystem of the digestive tract and have a number of other negative consequences [4, 5]. Following the adoption of the ban for use of feed antibiotics in the European Union, the interest has been growing to natural and safe drugs [6, 7].

Among them are phytobiotics – drugs or feed additives containing incorporates essential oils, plant extracts, natural alkaloids or alcohols. They have antibacterial properties, create favorable conditions for the growth of *Lactobacillus* gut and inhibit the growth of pathogenic organisms, stimulate appetite, improve digestion and feed [8–11]. Several authors [6, 9], which studied the use of phytobiotics for piglets, also point out increasing growth parameters and preservation.

Research objective – determine prophylactic effectiveness of phytobiotic feed additive XTRACT™ 6930 as part of the basic diet for non-contagious diseases of the gastrointestinal tract in suckling piglets on modern pig farm.

Materials and methods. The studies were performed on pig farm (9000 main sows). The object of the research were clinically healthy piglets (Landrace; n = 40) aged 10 days, selected on the basis of analogues (age, sex, weight).

Experimental group of piglets from the age of 10 to 28 days received additionally to feed made fodder additive XTRACT™ 6930 (Pancosma S.A., Switzerland) provided by "UkrFeed" Ltd. (Ukraine) at dose of 150 g/t in accordance with the recommendations in the guideline to use.

The material for the study was blood, obtained from the vena cava cranialis on the 10th (before feeding XTRACT™ 6930), 20th and 28 days of age (before weaning from the sow). Serum samples were tested for total protein (TP), albumin (Alb), urea (Urea), creatinine (Crea), glucose (Glu), total bilirubin (TB); activity of aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), alkaline phosphatase (ALP), gamaglutamiltransferase (GGT); content of calcium (Ca) and phosphorus (P). Biochemical blood tests were performed at the laboratory of animal internal diseases and clinical diagnostic at Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S.Z. Gzhytskyj using biochemical analyzer BS-120 (Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd., China) with PZ Cormay S.A. (Poland) reagents.

To determine the effect of XTRACT™ 6930 on the growth parameters of piglets, 2 groups were formed: control (n = 20) and experimental group (n = 20). The weight of piglets was determined in both groups on 10th, 20th and 28 (before weaning from the sow) days of age [12].

To control the preservation we formed control (n = 134) and experimental group (n = 137) of clinically healthy piglets selected on the basis counterparts, who were in the same housing. The piglets were followed up from 10th to 28-day of age (before weaning from the sow), with detection of morbidity and mortality due to non-contagious diseases of gastrointestinal tract.

Clinical status was controlled 24 hour per day, throughout the research period by standard methods of veterinary medicine [13, 14].

All experimental data were processed by standard methods of mathematical statistics using statistical package of Microsoft Excel.

Results and discussion. As a result of XTRACT™ 6930 use in suckling piglets we observed marked decrease (Table 1) of total serum protein on 20th day, but on 28 day of life this parameter was significantly ($p < 0,01$; $0,05$) higher compared to 20th and 10th day 5.7 % and 3.8 % respectively. Albumin level was significantly ($p < 0,01$; $0,05$) higher on day 28th day compared to 10th and 20th day 12.5 % and 10.0 % respectively. The increase of these indicators was within the physiological normal levels [13–15], which indicates the intensification of many endogenous and exogenous substances transport [16].

The intensity of protein metabolism in piglets was evaluated by the content of serum urea.

Serum urea levels in suckling pigs was significantly ($p < 0,001$) decreased on the 20th and 28th days compared to levels the beginning of the experiment, 24.0 % and

30.6 % respectively. Reduction of urea in the blood serum of experimental piglets is apparently caused by increased protein metabolism during suckling period [17].

Regardless serum creatinine of piglets on 20th day, it was increased ($p < 0,001$) comparing to 10th day to 20.7 %, and on 28th – to 23.6 %. This metabolite positively correlates with the intensity muscle tissue growth, thus suggesting a higher intensity of synthetic processes in muscles during suckling period [18].

Serum glucose was significantly ($p < 0,05$) higher on the 28th day of age comparing to the beginning of the experiment, which indicates increased use of fatty acids in energy metabolism [19].

Level of total bilirubin in serum of suckling piglets was significantly ($p < 0,05$; 0,001) decreased on 20th and 28th day to 7.9 % and 14.3 % respectively compared to 10th day. Reduction of this indicator was not pathological as levels were within physiological norms [13–15].

Table 1. Serum biochemical parameters in experimental group of piglets (M ± m; n = 20)

Parameter	Age, day		
	10	20	28
TP, g/l	65,9±0,79	64,7±0,87	°^68,4±0,69
Alb, g/l	35,1±0,92	35,9±0,44	°^39,5±0,97
Urea, mmol/l	4,9±0,15	***3,7±0,13	°°3,4±0,12
Crea, mkmol/l	96,7±1,59	***116,7±3,04	°°119,5±1,92
Glu, mmol/l	5,4±0,14	5,7±0,16	°5,9±0,13
TB, mkmol/l	6,3±0,12	*5,8±0,15	°°^5,4±0,12
ALT, U/l	39,9±0,84	***30,7±0,88	°°29,7±0,71
AST, U/l	53,6±0,81	***33,2±1,06	°°31,6±0,5
ALP, U/l	163,4±2,67	***146,9±1,77	°°145,2±1,35
GGT, U/l	48,7±0,85	***25,6±0,99	°°24,1±0,87
Ca, mmol/l	2,8±0,05	2,7±0,03	2,7±0,06
P, mmol/l	2,6±0,09	**2,2±0,06	°°2,2±0,04

*– $p < 0,05$; **– $p < 0,01$; ***– $p < 0,001$, 20th day compared to 10th
 °– $p < 0,05$; °°– $p < 0,01$; °°°– $p < 0,001$, 28th day compared to 10th
 ^– $p < 0,05$; ^^– $p < 0,01$; ^^°– $p < 0,001$, 28th day compared to 20th

The use of XTRACT™ 6930 in feeding of piglets decreased serum aminotransferases activity comparing to the beginning of experiment. Thus, the activity of ALT decreased on 20th day to 23.1% and on 28th day to 25.6 % ($p < 0,001$). The activity of AST also decreased on 20th and 28th day to 38.1% and 41.1 % respectively ($p < 0,001$). This indicates a positive impact of feed additive on functional condition of the liver.

High activity of alkaline phosphatase in piglets at the beginning of the experiment is caused by intense synthesis of osteoblasts in bone tissue due to active process of growth [13–15]. The activity of alkaline phosphatase in the serum of piglets significantly ($p < 0,001$) decreased on 20th and 28th day comparing to 10th day 10.1 % and 11.1 % respectively.

At the beginning of the experiment serum GGT activity in piglets was high (Table 1) due to the first portion of colostrum intake, which has a high degree of activity of this enzyme [20]. After feeding XTRACT™ 6930 activity of GGT in serum to decreased to 50.5 % ($p < 0,001$) on 28th day comparing to 10th day, and to 47.4 % on 20th day comparing to 10th day.

Evaluation of serum calcium levels in piglets, fed by phyto-biotic feed additive, did not reveal significant changes. However, the content of inorganic phosphorus was significantly ($p < 0,001$) decreased to 15.4% within physiological norms on 20th day and remained at constant level. The high content of inorganic phosphorus on 10th day confirms its increased content in newborns when fed colostrum and milk [20].

During weighing of the piglets on 28th day of life we found (Figure 1) that the introduction of XTRACT™ 6930 at a dose of 150 g/t of feed into the diet of the experimental group (EG) piglets contributed to significant ($p < 0,01$) increase of weight to 9.2 % and average daily growth ($p < 0,001$) to 12.9 %, compared to control group (CG) animals.

The use of feed additive XTRACT™ 6930 in experimental group (EG) of piglets reduced their morbidity and mortality from non-contagious diseases of the gastrointestinal tract and thus increased their preservation in suckling period to 6.8 % compared to control group (CG) animals (Table 2).

Figure 1. Body weight of suckling piglets (n=40)

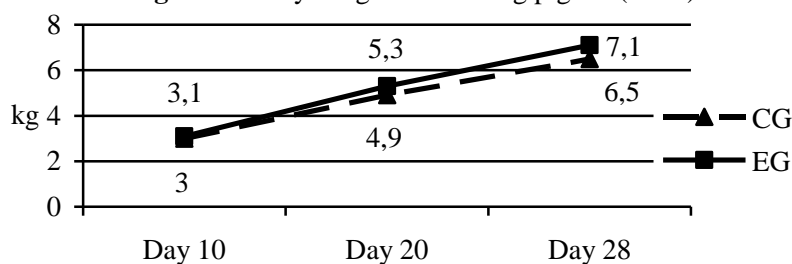


Table 2. Prophylactic effectiveness of XTRACT™ 6930 for non-contagious diseases of the gastrointestinal tract of piglets during the period of experiment

Group	Morbidity		Mortality	
	quantity	%	quantity	%
CG (n=134)	38	28,3	11	8,2
EG (n=137)	26	18,9	2	1,4

Conclusions

1. Application of suckling piglets feed additive XTRACT™ 6930 for 18 days resulted in a positive impact on metabolism: increased levels of total protein, albumin, glucose serum; reduced levels of urea, phosphorus; reduced the activity of ALT, AST, ALP and GGT.

2. The inclusion of XTRACT™ 6930 in the diet of suckling pigs contributed to the increase of body weight

and average daily growth of experimental group piglets compared to control group of animals.

3. Using of feed additive XTRACT™ 6930 for piglets of experimental group increased their preservation in suckling period due to lower morbidity and mortality from non-contagious diseases of the gastrointestinal tract.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. <http://www.inenbiol.com/ntb/ntb5/pdf/6/4.pdf>
2. Levchenko V.I., Kondrakhin I.P., Vlizlo V.V. and others. Internal diseases of domestic animal // Bila TSerkva, 2012. – Part 1 – 528 p.
3. <http://profisvine.pigua.info/indexukr.php?id=102>
4. Sen'ko A.V., Voronov D.V. Recommendations for the use of alternative methods of prevention of gastrointestinal diseases of pigs without antibiotics // Grodno: GGAU, 2010. – 47 p.
5. Shahov A.G., Sashnina L.Yu., Fedosov D.V., Strebkov A.S. and others. Tool for the diagnosis, prevention and treatment of gastrointestinal diseases of pigs // Voronezh, 2010. – 59 p.
6. Seed S.O., Trotsenko Z.G., Pospelov S.V. Water-soluble concentrate-fitohenyk to stimulate reproductive sows and piglets technological adaptation // Pig breeding. – 2013. – Vol. 63. – P. 63-69.
7. Kommera S. K., Mateo R. D., Neher F. J. and Kim S. W. Phytochemicals and Organic Acids As Potential Alternatives to the Use of Antibiotics in Nursery Pig Diets // Asian-Aust. J. Anim. Sci. – 2006. – Vol. 19. – N 12. – P. 1784-1789.
8. Kucheruk M.D., Zasyekin D.A., Zasyekin M.D. Nutraceutical to correct microflora of the alimentary canal and prevention of gastrointestinal diseases // Modern poultry. – 2011. – №4. – P. 10-13.
9. Podobed L.I., Carpenter A.T., Arkhipov A.A. Natural herbal feed supplement "Extract" in feeding livestock and poultry // Odessa: Printing House, 2007. – 48 p.
10. Costa L.B., Luciano F.B., Miyada V.S., Gois F.D. Herbal extracts and organic acids as natural feed additives in pig diets // South African Journal of Animal Science. – 2013. – Vol. 43. – N 2. – P. 181-193.
11. Vidanarachchi J.K., Mikkelsen L.L., Sims I., Iji P.A. and Choc M. Phytochemicals: alternatives to antibiotic growth promoters in monogastric animal feeds // Recent Advances in Animal Nutrition in Australia. – 2005. – Vol. 15. – P. 131-144.
12. Busenko O.T., Stolyuk V.D., Mohylnyi O.J. and others. Technology of production of livestock products // K.: Higher Education, 2005. – 496 p.
13. Vlizlo V.V., Fedoruk R.S., Ratych I.B. and others. Laboratory methods of research in biology, veterinary medicine // Lviv, SPOLOM, 2012. – 764 p.
14. Levchenko V.I., Vlizlo V.V., Kondrakhin I.P. and others. Clinical diagnosis of internal diseases of animal // White Church, 2004. – 608 p.
15. Vlizlo V.V., Slivinska L.G., Masymovych I.A. and others. Laboratory diagnosis in veterinary medicine // Lviv: Poster, 2014. – 152 p.
16. Shapovalov S.O. The level of metabolic processes pigs under conditions of administration of complex organic compounds esentsinyh trace elements // Bulletin of Dnipropetrovsk University. Biology. Medicine. – 2010 – ISSUE. 1, Vol 2. – P. 96-100.
17. Goat L.S., Sukach V.L., Milosta O.V. Biochemical and haematological parameters in piglets using complex preparation, synbiotics // Agriculture – problems and prospects: collection of scientific papers. Educational Establishment "Grodno State Agrarian University" // Grodno, 2013. – Vol. 20 Veterinary Medicine. – P. 109-115.
18. Efimov V.G., Kostyushkevych K.L., Rakytyanskyy V.M. Effect of TorVetu on biochemical parameters of blood during weaning of piglets // Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Biology and the State Research Institute of veterinary control and feed additives. – 2012 – Vol. 13. – № 1-2. – P. 209-212.
19. Efimov V.G. Biochemical parameters of blood of piglets during weaning after feeding L-carnitine // Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Biology and the State Research Institute of veterinary control and feed additives. – 2012 – Vol. 13. – №3-4. – P. 13-17.
20. Goralska L.P., Panikar I.I. Enzymatic activity of blood serum of piglets in the first month of life // Bulletin of Zhytomyr National Agroecological University. – 2014. – № 1 (1). – P. 111-118.

Лукашук Б.А., Сливинская Л.Г. Профилактическая эффективность фитобиотической кормовой добавки при незаразных болезнях желудочно-кишечного тракта в подсосных поросят

Аннотация. В статье представлены данные профилактической эффективности кормовой добавки ЭКСТРАКТ™ 6930 при болезнях желудочно-кишечного тракта незаразной патологии в основе основного рациона подсосных поросят в условиях современного свиного комплекса. Установлено, что применение ЭКСТРАКТ™ 6930 положительно влияет на биохимические показатели крови поросят, уменьшает заболеваемость и гибель поросят до отъема, а также способствует увеличению показателей их производительности.

Ключевые слова: поросята, профилактика, фитобиотическая кормовая добавка, болезни, желудочно-кишечный тракт

CHEMISTRY

Брем В.В., Кожухар В.Я., Іванченко Л.В., Дмитренко І.В., Буга С.П. Відбір проб рідкого флюсу для газового аналізу на вміст водню

*Брем Володимир Вікторович, кандидат хімічних наук, доцент, декан хіміко-технологічного факультету
Кожухар Володимир Якович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри
Іванченко Лілія Василівна, кандидат технічних наук, доцент
Дмитренко Інна Вікторівна, кандидат технічних наук, старший викладач
Буга Світлана Петрівна, старший викладач
Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса, Україна*

Анотація. Розробка технологічних параметрів переплаву, які б дозволили отримувати метал з найменшим вмістом водню є актуальною задачею. Проблема зниження вмісту водню в шлаковій фазі в процесах електрошлакового переплаву сталей і інших металів дотепер залишається невирішеною через недостатнє освоєння методів газового аналізу в даній області. Крім того з'ясувалося, що найбільші труднощі при аналізі на водень пов'язані з питаннями відбору проб рідких флюсів в процесі плавки й питаннями зберігання проб до аналізу.

З урахуванням накопиченого досвіду роботи по відборі проб рідких флюсів в лабораторних і промислових плавках розроблено гартівний механічний пробовідбірник, який забезпечує високі стандартні умови відбору таких проб. Випробування цього пробовідбірника показало високу ефективність його роботи. Так одержані з його допомогою заскловані проби флюсів мають повну інертність і стійкість до волого повітря, а також не вимагають спеціальних заходів обережності при зберіганні їх до аналізу. Показано, що гартівний механічний пробовідбірник є технологічно оперативним і універсальним пристроєм, який в практиці газового аналізу придатний не тільки для відбору проб із розплавів флюсів та шлаків але і для відбору проб рідкого металу.

Ключові слова: водень, електрошлаковий переплав, флюс, гідратація, пробовідбір

Вступ. Відомо, що отримання високоякісних сталей методом електрошлакового переплаву (ЕШП) зі знизеним вмістом водню є складною задачею через його шкідливий вплив на якісні властивості сталей і сплавів. Через це вимогою сталеплавильників є розроблення таких технологічних параметрів переплаву, які б дали змогу отримувати метал з найменшим вмістом водню. Внаслідок того, що переплав сталі здійснюється в системі газ-флюс-метал, необхідно вивчати взаємодію вище вказаних фаз в умовах високих температур.

Проблема зниження вмісту водню в шлаковій фазі в процесах електрошлакового переплаву сталей і інших металів дотепер залишається невирішеною через недостатнє освоєння методів газового аналізу в даній області. Крім того з'ясувалося, що найбільші труднощі при аналізі на водень пов'язані з питаннями відбору проб рідких флюсів в процесі плавки й питаннями зберігання проб до аналізу.

Огляд публікацій. Особливості роботи із фторидно-оксидними й із фторидно-хлоридно-оксидними флюсами обумовлені їхньою інтенсивною гідратацією при зберіганні на повітрі за звичайних температур [1]. Гідратація флюсів не тільки вносить більшу невизначеність у результати визначення вмісту водню у флюсах, але в ряді випадків повністю виключає можливість проведення об'єктивного газового аналізу їх. Спроби застосування для цієї мети традиційних способів загартування оксидних металургійних шлаків [2] – у воді, у рідкому азоті, у металевих ізложницях – не дали позитивних результатів. Усе це стримує експериментальні пошуки шляхів розв'язання різних технологічних завдань, що пов'язані з розглянутою проблемою.

Встановлено також (див., наприклад, розробку [2]), що для пробовідбору флюсів з багатьох здійснених способів слід звернути увагу на ті, які забезпечують одержання проб з найбільшим ступенем засклованості при максимальній їхній технологічній оперативності й конструкційної надійності відповідного обладнання.

Із цього погляду ефективними виявляються ті способи склування проб флюсів, які забезпечують більші швидкості й більшу глибину охолодження розплаву (охолодження до температур, близьких до кімнатної).

Через недостатню швидкість охолодження виявилися неефективними методи пробовідбору: саме склування флюсів як "прокатка" їх розплавів між мідними валками й слив струменя розплаву на швидко обертовий (зі швидкістю до 20000 об/хв) мідний плоский диск. Моделювання пробовідбору на розплаві PbF_2 , який володіє високої кристалізаційною здатністю, у випадку застосування мідних валків (діаметр близько 150 мм, швидкість обертання 1470 об/хв) показало, що при цьому способі через малий час контакту розплаву з охолодними поверхнями не вдається одержати повністю заскловані проби. При зливанні розплаву PbF_2 з печі (від температур 900...1300 °С) на обертовий у горизонтальній площині мідний диск (діаметром 160 мм) також не було отримано стабільних результатів (100 % скло). Відзначене є наслідком того, що в останньому випадку тепловідвід від півки розплаву (відносно мало теплопровідний) здійснюється односторонньо й нетривалий час. Крім того, конструктивне оформлення цих способів не відповідає вимогам простоти й надійності, технологічної гнучкості й універсальності в застосуванні. Подальший експериментальний пошук показав, що задовільних результатів по пробовідбору рідких флюсів можна досягти таким порівняно простим способом, як зчлужування невеликої (близько 0,5 см³) порції розплаву між двома масивними мідними брусками [2]. На основі цього способу розроблена конструкція плющильного пробовідбірника, яка наведена на рис. 1.

Пробовідбірник складається із чотирьох основних функціональних вузлів: нерухливої холодильної мідної плити (4), рухливої холодильної мідної плити (2) із трубчастою рукояткою (1) і захисного металевого кожуха від бризів (3), виконаного з тонкого листа не-

ржавіночі сталі. При роботі із плуцильним пробовідбірником на плавках ЕШП потрібно 2 оператора. Один з них спеціальною пробною ложкою або кварцовою засмоктуючою трубкою дістає через зазор між кристалізатором і електродом, що переплавляється невелику порцію рідкого шлаку і зливає її в центр нижньої гартівної плити (4) пробовідбірника. Після цього другий оператор ударом зверху рухливою гартівною плитою (2) розплющує краплю рідкого флюсу й прохолоджує плівку флюсу між плитами ще протягом приблизно 10 с. Одержана при цьому способі склування проба флюсу являє собою тендітну плівку товщиною 0,3...1,0 мм. При роботі із флюсами марки АН-291, що містять велику кількість оксидів і володіють тому зниженою кристалізаційною здатністю, після нетривалого відпрацювання навичку пробовідбору вдається одержати тонкі повністю заскловані півки флюсу, які не гідратують при зберіганні на повітрі.

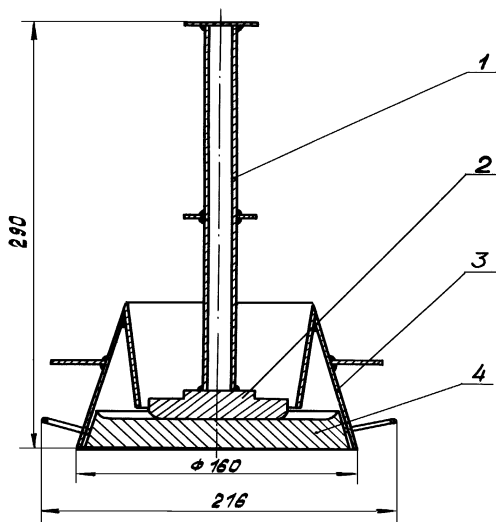


Рис. 1. Конструкція плуцильного пробовідбірника рідких флюсів

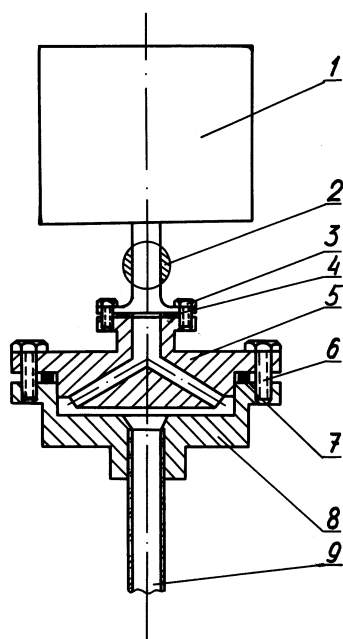


Рис. 2. Принципова схема пробовідбірника рідкого флюсу

При роботі із флюсами марок АНФ-1 і АНФ-6, багатих за вмістом CaF_2 , також можна добитися цілком задовільних результатів у відборі проб з добре засклованими поверхнями.

Принципова схема конструкції пробовідбірника рідкого флюсу [3] наведена на рис. 2. Пробовідбірник складається із чотирьох функціональних вузлів: попередньо вакуумованого об'єму (1), вакуумного одноходового крана (2), розніжного мідного гартівного холодильника деталі (5)...(8) і усмоктувальної кварцової або металевої трубки (9). За допомогою гвинтів (3) і гумової прокладки (4) вакуумований об'єм (1) щільно з'єднаний з верхньою частиною (5) холодильника. Герметичне зчленування розніжних частин холодильника здійснюється за допомогою болтів (6) і гумового ущільнення (7). Після занурення трубки (9) у рідкий флюс і відкриття крана (2) розплав всмоктується в пробовідбірник. Доходячи до плоского зазору між верхньою (5) і нижньою (8) частинами холодильника, що задається ступенем деформування гумового ущільнення (7), розплав вганяється (суть способу [3]) у зазор холодильника й гартується.

Як показано в роботі [3], виконання формуючого зазору, що й гартує, у цьому пробовідбірнику у вигляді двох паралельних площин, розташованих перпендикулярно до осі усмоктувальної трубки, робить пробовідбірник недостатньо компактним. А наявність у пробовідбірнику попередньо вакуумованої системи (балона), що з'єднується з холодильником спеціальним вакуумним краном, ускладнює його конструкцію. Усе це обумовлює недостатньо високу оперативність роботи з таким пробовідбірником. Крім того, такий пробовідбірник не забезпечує строгу стандартність умов пробовідбору, тому що останні залежать у цьому випадку від швидкості відкриття вакуумного крана перед усмоктанням флюсу в холодильник, від ступеня збереження вакууму у вакуумованій системі за період часу від її попередньої відкачки до моменту узяття проби й т.п. Невисока стандартність умов пробовідбору знижує аналітичну якість проб рідкого флюсу, що відбираються описаним обладнанням.

Мета. Принципове спрощення розробленої конструкції пробовідбірника й підвищення надійності в його роботі, підвищення стандартності умов пробовідбору й поліпшення якості проб, що відбираються.

Методи. Розроблена нова конструкція механічного гартівного пробовідбірника, яка докладно описана в повідомленнях [4]. Поліпшення технології пробовідбору й значне вдосконалення конструкції пробовідбірника в цьому випадку досягається тим, що металевий (мідний) холодильник пробовідбірника виконується із двома співвісно розташованими кінцевими поверхнями (з регульованим у межах 0,2...2,0 мм зазором між ними), а в якості засмоктуючої системи застосовується спеціальний пружинний поршневиий механізм. Принципова схема розробленого пробовідбірника рідкого флюсу наведена на рис. 3.

Пробовідбірник працює в такий спосіб. Звільнення (за допомогою рукоятки спускового механізму) попередньо стислої пружини (5) практично миттєво створює в засмоктуючому поршневиий механізмі розрідження із залишковим тиском менш 0,05 атм. Внаслідок цього створюється глибоке розрідження в холодильнику й у

пробою забірної трубки (1). Рідкий флюс засмоктується в трубку (1), розганяється в ній, а потім розсікається лобовою частиною внутрішнього конуса (8) і вганяється в гартівний конічний зазор холодильника.

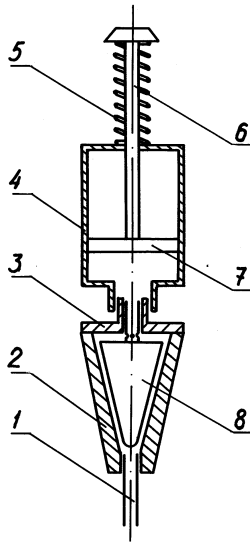


Рис. 3. Принципова схема пробовідбірника рідкого флюсу

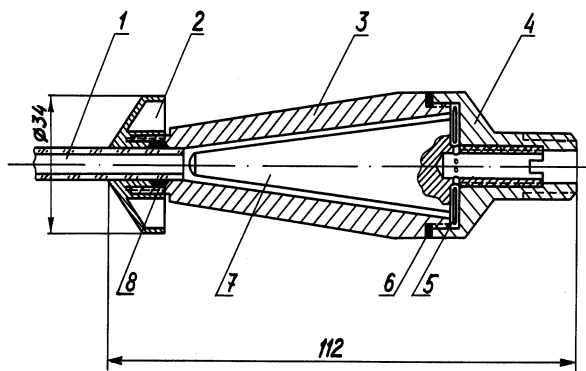


Рис. 4. Конструктивні особливості гартівного холодильника пробовідбірника

Виконання формуючого зазору в холодильнику у вигляді двох співвісних конічних поверхонь різко зменшує діаметр холодильника, що значно полегшує пробовідбір з важкодоступних ділянок поверхні флюсу. Застосування конічного зазору полегшує регулювання його величини (за рахунок різьбового з'єднання частин холодильника). Застосування ж поршневого засмоктуючого механізму, що безпосередньо з'єднується з холодильником, значно спрощує конструкцію пробовідбірника, полегшує й прискорює операції по підготовці його до роботи й операцію відбору проби рідкого флюсу. Застосування поршневого засмоктуючого механізму виключає необхідність застосування вакуумного крана між холодильником і вакуумною системою й виключає застосування вакуумного насоса для попереднього створення розрідження у вакуумованій балоні, як це передбачається (див. рис. 2) при роботі із пробовідбірником [3].

Засмоктування рідкого флюсу в гартівний холодильник у пробовідбірник відбувається при спрацюванні поршневого механізму за рахунок попереднього стисливої циліндричної пружини, утримуваної до моменту узяття проби звичайним стопорним (спуско-

вим) механізмом. Спрацювання пружинного поршневого механізму не залежить від дій оператора, що й забезпечує високу стандартність умов пробовідбору при застосуванні поршневого пробовідбірника. Усі операції по підготовці пробовідбірника до роботи, по відбору проби й витягу її з холодильника виконує один оператор. Швидка зміна заздалегідь підготовлених холодильників дає змогу при необхідності відбирати проби рідкого флюсу навіть із промислових агрегатів з інтервалом 1... 2 хв.

Останній формується внутрішньою поверхнею корпусу (3) і зовнішньою поверхнею деталі (7), що мають однакову конусність (12°). Величина гартівного зазору завдяки нарізному сполученню між голівкою холодильника (4) і рухливим конусом (7) легко регулюється в межах 0,2...2,0 мм і з достатньою точністю задається постійної для конкретних умов пробовідбору. Для цього після складання холодильника мідний конус (7) спочатку за допомогою викрутки вгвинчується в холодильник до повного (зазор 0,0 мм) контакту його з корпусом (3), а потім вигвинчується на задане число обертів, що відповідає установлюваному зазору. Особливості конструкції холодильника в розробленому пробовідбірнику показані на рис. 4.

Пробозабірні кварцова (внутрішній діаметр 7 мм, зовнішній – 9 мм) трубка (1) уводиться у вхідну частину корпусу холодильника (3), виготовлену з міді. З'єднання кварцової трубки (1) і корпусу (3) ущільнюється набиванням (8) з азбестового шнура за допомогою спеціальної гайки (2), що виконує також роль радіаційного екрана, який захищає корпус холодильника від теплового випромінювання флюсового розплаву. Голівка холодильника (4) служить для вакуум щільного приєднання холодильника до засмоктуючого поршневого обладнання (див. рис. 4) і для фіксування в холодильнику внутрішнього рухливого мідного конуса (7). Хвостовик внутрішнього конуса (7) розсвердлено таким чином, що він служить вакуум проходом між засмоктуючим поршневим механізмом і гартівним конічним зазором холодильника вигвинчується на задане число обертів, відповідних до встановлюваного зазору. З'єднання голівки (4) і корпусу (3) холодильника ущільнюється фторопластової або паронітовою кільцевою прокладкою (8). Для запобігання виходу рідкого флюсу з холодильника в засмоктуючому обладнанні передбачена плоска спіраль (5) з мідного дроту.

У комплект кожного пробовідбірника входить 7...10 холодильників і одне засмоктуюче поршневе обладнання. Зібрані заздалегідь холодильники (складання, установка усмоктувальної кварцової трубки й установка заданої величини гартівного зазору) дозволяють провести досить більшу серію відбору проб з мінімальними витратами часу на перезарядження пробовідбірника (зміну холодильника й стиск пружини в поршневому засмоктуючому механізмі). Оптимальна товщина одержуваних проб флюсу для визначення водно становить 0,3...0,6 мм. Після засмоктування рідкого флюсу в пробовідбірник, холодильник разом із кварцовою трубкою й флюсовою пробкою усередині нього відділяється від поршневого механізму й залишається на повітрі до повного його розбирання й витягу проби. Додаткове охолодження холодильника у воді не припустиме.

Витягнута з холодильника засклована проба флюсу виявляється дуже тендітною й легко подрібнюється. Отримані в такий спосіб проби зберігаються до аналізу в закритих пробірках, або на відкритому повітрі за кімнатної температури. Абсолютно обов'язковим запобіжним заходом при всіх операціях, пов'язаних з витягом проби з холодильника, зберіганням її й підготовкою до аналізу, є повне виключення контакту (робота тільки за допомогою металевого пінцета) з пальцями рук оператора по пробовідбору й лабораторно-аналітика. Недотримання цієї вимоги вносить більшу частку випадкових помилок у результати визначень вмісту водню у флюсах (значне їхнє завищення).

На рис. 5 зображена принципова схема конструкції поршневого пружинного засмоктуючого обладнання пробовідбірника. Це обладнання складається з 3-х основних функціональних вузлів: робочого циліндра

(2) з поршнем (3) і штоком (14); пружинного механізму, що полягає з деталей (5), (13), (15)...(24); стопорного (спускового) механізму, до складу якого входять деталі (6)...(12). Параметри робочого циліндра (2) і ходу поршня (3) обрані такими, що засмоктуюче обладнання після спрацьовування забезпечує залишковий тиск у пробозабірній трубці й холодильнику пробовідбірника порядку 0,05...0,10 атм залежно від довжини застосовуваної трубки (у межах 150...500 мм).

Спрацьовування пружинного механізму відбувається за рахунок енергії попередньо стисливої вручну циліндричної спіральної пружини (20). У зведеному стані пружина втримується стопорним (спусковим) обладнанням. Пружина звільняється при притисканні спускового важеля (8) до корпусу (13) пружинного механізму.

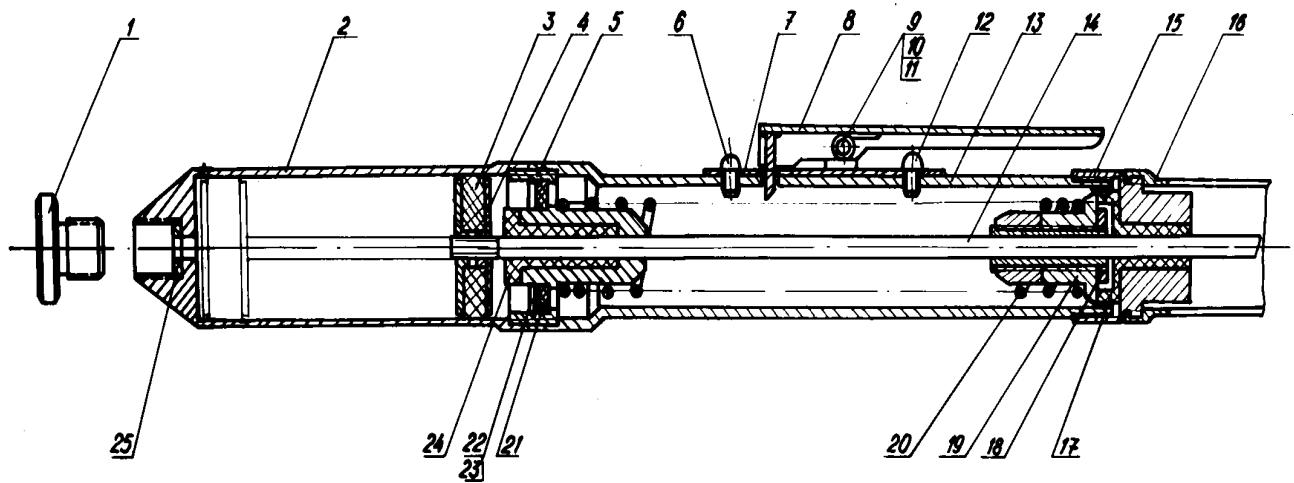


Рис. 5. Конструкція пружинного поршневого засмоктуючого обладнання пробовідбірника

1 – заглушка; 2 – робітник циліндр; 3, 4 – поршень; 5 – корпус фільтра; 6...12 – деталі стопорного механізму; 13, 15...24 – деталі пружинного механізму; 14 – шток поршня; 25 – фторопластове ущільнення.

Час спрацьовування механізму – близько 0,05 с. Твердість пружини вибирається таким чином, щоб вона забезпечувала енергійний повний хід поршня (3) до кінця навіть при щільно закритому заглушкою (1) вході в робочий циліндр (2). Кожух (16) призначений для захисту оператора від ударів упором штока (14) при спрацьовуванні пружинного механізму. Інші деталі конструкції засмоктуючого обладнання наведені на рис. 5. Загальна довжина пробовідбірника – близько 500 мм, вага – 2,5 кг.

Проведення експерименту та обговорення результатів. Застосоване в розглянутому пробовідбірнику оригінальне засмоктуюче обладнання робить його автономним, оперативним і надійним у роботі. Крім того, така конструкція пробовідбірника обумовлює його універсальність: він може бути використаний і у звичайному сталеплавильному виробництві для відбору проб основних (які кристалізуються, розсипаються й гідратуються на повітрі) шлаків (наприклад, карбідних або білих в електросталеплавильному перепаї), а також у всіляких видах металургійних процесів для стандартного відбору проб рідкого металу. У цьому останньому випадку конструкція холодильника спрощується й вибирається з урахуванням

особливостей контролюваного металу й методів його подальшого аналізу.

Перевірка ефективності загартовування проб з рідкого флюсу за допомогою запропонованого пробовідбірника проведена в лабораторних умовах з використанням промислового флюсу марки АНФ-6. Обраний флюс звичайного гранулометричного складу спочатку прожарювали за 1100 °С протягом 1 год. на проточній атмосфері осушеного аргону. Спеціальними дослідженнями з використанням аналізу флюсу на водень було попередньо встановлено, що зазначене прожарювання забезпечує повне видалення із флюсу воденьвмісних газів (H₂O, HF, HCl, H₂, H₂S). Охолодження флюсу проходило також у струмені осушеного аргону. Дегазована в такий спосіб навішення флюсу (40 г) розділялася приблизно нарівно на дві частини. Одна частина прожареного (дегазованого) флюсу витримувалася на відкритому повітрі із середньою вологістю 50 % з періодичним контролем її ваги на аналітичних вагах з помилкою ± 0,0001 г. Було встановлено, що збільшення ваги флюсу в цій серії випробувань відбувається за рахунок поглинання пробуючої вологи з повітря. Після 6 год. витримки гідратація флюсів стабілізується й практично не змінюється навіть при перене-

сенні флюсу в атмосферу повітря з 100 % вологістю. Описані особливості гідратації флюсу АНФ-6 на повітрі ілюструються ходом кривої 1 на рис. 6.

Друга половина навішення (~ 20 г) прожареного флюсу розплавлялась у тиглі зі склографіту в плавильній печі за температур 1600...1650 °С у проточній атмосфері аргону. Після 10 хв. витримки флюсо-

вого розплаву за заданої температури з нього відбиралися 2 проби дослідних зразків за допомогою механічного поршневого пробовідбірника. Проби відбиралися різної товщини в межах 0,3...0,6 мм. Фазова сполука отриманих проб контролювалася спектрографічним і рентгенографічними методами.

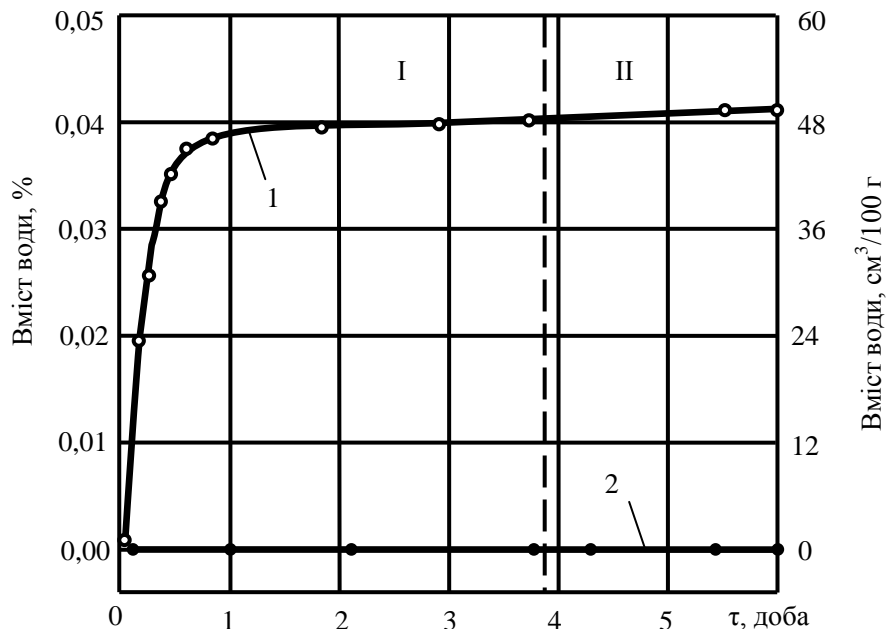


Рис. 6. Кінетичні криві гідратації (за 25 °С) попередньо дегазованого флюсу марки АНФ-6 у повітрі з вологістю 50 % (I) і 100 % (II)

1 – гранульованого, охолодженого після дегазації в струмені осушеного аргону;
2 – відібраного з розплаву за допомогою поршневого пробовідбірника у вигляді засклованих плівок товщиною (0,3...0,6 мм).

Витримка засклованих проб флюсу АНФ-6 на повітрі з 50 % і 100 % вологістю в межах чутливості застосованого вагового контролю ($\pm 0,0001$ г) і використаного паралельно газового аналізу флюсу на вміст у ньому води (з погрешністю $\pm 1,0$ см³/100г флюсу) не виявила його гідратації. Результати цієї серії випробувань представлені кривою 2 рис. 6. Якого-то помітного вологовбирання в засклованих пробах не спостерігалось й після трьох місяців зберігання їх у вологому повітрі. Отже, заскловані флюси виявляються вологостійкими – повністю інертними стосовно вологи повітря. Можливо припустити, що застосування пробовідбірника підвищить надійність аналізу металургійних флюсів і шлаків не тільки на вміст у них водню, але й азоту та інших газів (наприклад, СО, СО₂, SO₂). Подальші виробничі дослідження по вивченню особливостей відбору проб за допомогою поршневого пружинного пробовідбірника показали, що вологостійкими виявляються й щільні (без тріщин і відкритої пористості) проби флюсів із засклованими поверхнями, що містять усередині себе значну частку кристалічної фази (до 10...20 об.%).

З урахуванням лабораторних випробувань і експлуатації у виробничих умовах (при виплавці конструкційних легованих сталей методом ЕШП) встановлено, що розроблений пружинний вакуумний пробовідбірник зручний, надійний і ефективний у роботі.

Висновки. З урахуванням накопиченого досвіду роботи по відбору проб рідких флюсів в лабораторних і промислових плавках розроблено гартівний механічний пробовідбірник, який забезпечує високі стандартні умови відбору таких проб. Випробування цього пробовідбірника показало високу ефективність його роботи. Так одержані з його допомогою заскловані проби флюсів мають повну інертність і стійкість до вологи повітря, а також не вимагають спеціальних заходів обережності при зберіганні їх до аналізу. Показано, що гартівний механічний пробовідбірник є технологічно оперативним і універсальним пристроєм, який в практиці газового аналізу придатний не тільки для відбору проб із розплавів флюсів та шлаків але і для відбору проб рідкого металу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Брем В.В. Фізико-хімічні властивості наплавлених флюсів: монографія / В.В. Брем, В.Я. Кожухар, Ю.М. Спутатов. – Одеса: Екологія, 2005. – 108 с.
2. Водород в процессах электрошлакового переплава сталей: монографія / [И.А. Новохатский, В.Я. Кожухар, О.Н. Романов, В.В. Брем.] – Одесса: Астропринт, 1997. – 212 с.
3. Лямцев К.К. А.с. 583174 СССР. Пробоотборник жидкого флюса/К.К. Лямцев, Б.М. Никитин, И.А. Новохатский и др. // Бюл. – 1077. – № 45.
4. Новохатский И.А. К методике отбора проб для газового анализа из жидких флюсов ЭШП / И.А. Новохатский, О.Н. Романов, Л.Я. Глушкин и др. // Изв. Вузов. Черная металлургия. – 1992. – №1. – С. 31-35.

REFERENCES TRANSLATED AND TRANSLITERATED

1. Brem V.V. Physico-chemical properties of deposited fluxes: monograph / V.V. Brem, V.J. Kozhukhar, Y.M. Yeputatov. – Odessa: Ecology, 2005. – 108 p.
2. Novohatskiy I.A. Hydrogen in the process of electroslag remelting steels: [monograph] / I.A. Novohatskiy, V.Ya. Kozhukhar, O.N. Romanov, V.V. Brem – Odessa: Astroprint, 1997. – 212 p.
3. Lyamtsev K.K. A.s. 583174 SSSR. The sampler liquid flux / K.K. Lyamtsev, B.M. Nikitin, I.A. Novohatskiy i dr. // Bull. – 1077. – #45.
4. Novohatskiy I.A. Methods of sampling for gas analysis from a liquid fluxes / I.A. Novohatskiy, O.N. Romanov, L.Ya. Gluskin i dr. // Proceedings of the universities Ferrous Metallurgy. – 1992. – #1. – P. 31-35.

Brem V.V., Kozhukhar V.Ya, Ivanchenko L.V., Dmitrenko I.V., Buga S.P.

Sampling of liquid flux for gas analysis of the hydrogen content

Abstract. The development of technological parameters of melting, which would allow to get the metal with the lowest hydrogen content is an actual task. The problem of reducing the content of hydrogen in the slag phase in the process of electroslag remelting of steel and other metals still remains unresolved through lack of development of methods of gas analysis in this area. In addition it was found that the greatest difficulties in the analysis of the hydrogen are associated with the issues of sampling of liquid flux during melting and storage of samples before analysis.

With accumulated experience in sampling of liquid fluxes in laboratory and industrial meltings was developed hardening mechanical sampler, which provides a high standard of criteria of such samples. Test of this sampler showed the high efficiency of its work. So castelvania flux samples have full inertia and resistance to moisture of the air, and do not require special caution when storing them before the analysis. It was shown that the hardening mechanical sampler is technologically operational and universal device, which in practice of gas analysis is suitable not only for sampling from molten fluxes and slags but for sampling of liquid metal.

Keywords: *hydrogen, electroslag remelting, flux, hydration, sampling*

Брем В.В., Кожухар В.Я., Иванченко Л.В., Дмитренко И.В., Буга С.П.

Отбор проб жидкого флюса для газового анализа на содержание водорода

Аннотация. Разработка технологических параметров переплава, которые бы позволили получать металл с наименьшим содержанием водорода является актуальной задачей. Проблема снижения содержания водорода в шлаковой фазе в процессах электрошлакового переплава сталей и других металлов до сих пор остается нерешенной через недостаточное освоение методов газового анализа в данной области. Кроме того выяснилось, что самые большие трудности при анализе на водород связаны с вопросами отбора проб жидких флюсов в процессе плавки и вопросами хранения проб до анализа.

С учетом накопленного опыта работы по отбору проб жидких флюсов в лабораторных и промышленных плавках разработан закалочный механический пробоотборник, который обеспечивает высокие стандартные условия отбора таких проб. Испытание этого пробоотборника показало высокую эффективность его работы. Так полученные с его помощью застеклованные пробы флюсов имеют полную инертность и стойкость к влаге воздуха, а также не требуют специальных мер осторожности при хранении их до анализа. Показано, что закалочный механический пробоотборник является технологически оперативным и универсальным устройством, которое в практике газового анализа пригодно не только для отбора проб из расплавов флюсов и шлаков, но и для отбора проб жидкого металла.

Ключевые слова: *водород, электрошлаковый переплав, флюс, гидратация, пробоотбор*

ASTROPHYSICS

M.Yu. Skulsky

On the wave structure in the spatial organization of the Solar planetary system

M. Yu. Skulsky

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

E-mail: mysky@polynet.lviv.ua

Abstract. Taking into consideration the current knowledge about planetary structure of the Solar system it was noticed that both planets groups could be formed by one physical process similar to the phenomenon of standing waves with length $\lambda_{sw} = \lambda/2$ (here: $\lambda = cP_0$, c is the speed of light and $P_0 = 160$ min is a certain period). The principle of the ordering for outer planets and dwarf planets is represented in the wave form as $a = n\lambda/2$ or $a = (2n + 1)\lambda/4$ (where a is a semi-major axis and n is a whole number) arranged these planets at distances from the Sun proportional to a quarter and a half of the wavelength (Jupiter – $\lambda/4$, Saturn – $\lambda/2$, Uranium – $2\lambda/2$, Neptune – $3\lambda/2$, Pluto – $4\lambda/2$, Eris – $7\lambda/2$). This algorithm also satisfies the conditions of the location of the most major transneptunian objects including comet families. The principle of the orbit ordering for inner planets is expressed as $2\pi a = m\lambda'_{sw}$ with the step $\lambda'_{sw} = (1/12)\lambda_{sw}$ and $m = 3, 6, 8, 12$ for orbit lengths from Mercury to Mars that is commensurable with the length of standing wave $\lambda_{sw} = \lambda/2$ and its harmonics. The spatial organization of the Solar planetary system is described by two related kinematic algorithms of the single wave mechanism. These results are quite accurate and can be considered as empirical. It is important that the wave principles of structuring of the planets do not support the idea of the formation of the Solar planetary system in the form of power law including the law of Titius-Bode. Also it was revealed an explicit resonance of proper oscillations of the Sun and planets. Their global periods are virtually multiples of $kP_0/2$, where $k = 1, 2, 3$. This result is showing signs of a quantization of the gravitational interaction of these objects and is associated with the length of the standing wave $\lambda_{sw} = \lambda/2$ as with the ordering factor in the Solar planetary system.

In whole, these interconnected findings should be considered as essential on the background of the current knowledge about the laws of structuring the planets in the Solar and exoplanet systems.

Keywords: Solar system, exoplanets, principles of the ordering for planets, standing waves

Introduction

The list of discovered exoplanets reached one thousand. Several hundred well-studied exoplanets and tens their systems promoted a research of scenarios of their dynamical evolution. The first investigations of exoplanet systems (Lovis et al. 2010; Flores-Gutierrez and Garsia-Guerra 2011) showed that the principles of the ordering of semi-major axes of planets differ substantially. In some cases these orderings are similar to power laws or the Titius-Bode law. One important conclusion is that there are no rules for ordering of planets by a scientifically proved physical mechanism.

At the same time, for the Solar system were revealed other principles the ordering of planets on the basis the program of magnetic field registration of the Sun as a star. This program led to discovery of “enigmatic” pulsations of the Sun with a period $P_0 = 160$ min (Severny et al. 1976) and the ordering of planets in the Solar system (Kotov and Kuchmi 1985, Kotov and Khanejchuk 2011). It was shown that in the Solar system there exists a common “ L_0 -resonance” of the planets with the “scale” $L_0 = cP_0 = 19.24$ AU, where c is the velocity of light. The positions of planets in the Solar system were determined by two simple principles: $2\pi a = L_0/n$ for orbits of inner planets and $2a = nL_0$ for orbits of outer planets (where a is semi-major axis of an orbit and n is a natural number). For the inner planets (Mercury, Venus, Earth and Mars) the numbers are $n = 8, 4, 3, 2$ and for asteroids $n = 1$. For the outer planets (Saturn, Uranus, Neptune) and dwarf planets (Pluto and Eris) these numbers are respectively $n = 1, 2, 3$ and $n = 4, 7$. But for Jupiter such number is fractional $n = 1/2$.

The physical nature such ordering of planets are not explained. However, in connection with the detection of extrasolar systems it becomes necessary to study these principles more carefully. Considering the planets position in accordance with the principles of the L_0 – resonance was offered a wave algorithm for explaining of the ordering of planets in the Solar system.

Standing waves and principles of the ordering of main objects in the Solar system

Since L_0 – scale has the dimension of a wave with the length $\lambda = cP_0 = 19.24$ AU both principles of L_0 – resonance can be transformed into a wave form.

For orbits of outer planets the principle of the L_0 – resonance $2a = nL_0$ can be represented as $a = n\lambda/2$. Then the distances of the outer planets from the Sun are multiple of a quarter or half wave: Jupiter – $\lambda/2$, Saturn – $\lambda/2$, Uranus – $2\lambda/2$, Neptune – $3\lambda/2$. The distances of well-known dwarf planets are: Pluto – $4\lambda/2$ and more distant Eris – $7\lambda/2$. This corresponds to the determination of standing waves which arise by interference between direct and reflected waves in the same body.

Their standing wave is $\lambda_{sw} = \lambda/2$, the linear dimension of this body is multiple to $\lambda/4$, the wave nodes and antinodes with the zero amplitude and double amplitude respectively are distributed along the body with this multiplicity – see Fig. 1.

Numbers of $\lambda/2$ and $\lambda/4$ one can find from the Table 1 which contains certain characteristics of the Solar system: planet masses, semi-major axes of the planet orbits and periods of the planet oscillations (for more details see the text).

This algorithm satisfies also the conditions of the location of the well-known major transneptunian objects (TNO) with determined kinematic parameters of their orbits including comet families. Semi-major axes of the majority of these TNO are multiple of $\lambda_{sw} = \lambda/2$ or of even numbers of $\lambda/4$. For example, for Pluto, Orcus and Ixion they are equal to $4.1\lambda/2$ i.e. these objects are arranged in the 4-th node from the Sun; for 2002 AW semi-major axis is equal to $4.9\lambda/2$ i.e. this object is in the 5-th node; for GK147, SM331, VK305, XR190, YW134 semi-major axes are equal to $6\lambda/2$ or they are in the 6-th node. Semi-major axes of Eris and 2007 OR₁₀ are close to $7.0\lambda/2$ i.e. these objects are in the 7-th node from the Sun. Semi-major axes of the minority of these TNO are multiple of odd numbers of $\lambda/4$.

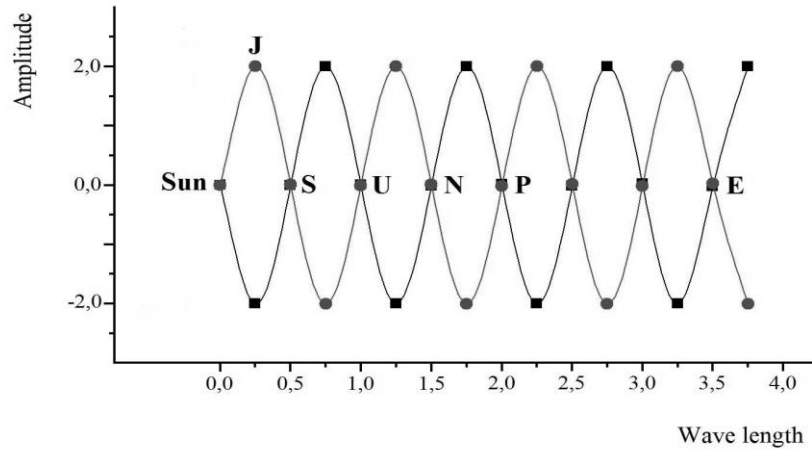


Fig. 1. The schematic ordering of outer planets in the phenomenon of standing waves

Table 1. The Solar system characteristics

Planet	M	a	$a, \lambda/2$	$2\pi a, \lambda/4$	T, min	T, P_0	$cT, \lambda/2$
Mercury	0.055	0.387	0.040	0.50 - 1/2	85	0.5	1
Venus	0.815	0.723	0.076	0.95 - 1	90	0.5	1
Earth	1.000	1.000	0.104	1.31 - 4/3	84	0.5	1
Mars	0.107	1.524	0.158	1.99 - 2	100	0.5	1
Jupiter	317.9	5.203	0.54 - 1/2	6.80	172	1	2
Saturn	95.16	9.509	0.99 - 1	12.42	236	1.5	3
Uranus	14.54	19.25	2.00 - 2	25.14	177	1	2
Neptune	17.14	30.19	3.13 - 3	39.43	158	1	2
Pluto	0.022	39.50	4.10 - 4	51.59			
Eris	0.029	67.67	7.03 - 7	88.39			
Sun					167	1	2

Distances from the Sun are equal to $4.5\lambda/2$ for Haumea, Quaoar and Varuna and respectively equal to 7.5 and $8.5 \lambda/2$ for 2007 UK126 and CP105.

Distances from the Sun of transneptunian comet families with very eccentric orbits and direct motion near the plane of the ecliptic are also commensurable to the standing wave length $\lambda_{sw} = \lambda/2$ as a parameter of their position. In the range of 15–200 AU from the Sun three families of such comets were revealed (Kozlov 2011). They are located at the average distances 56, 86 and 106 AU, which correspond to $2.91, 4.47$ and 5.51λ or in standing waves their distances are $6, 9$ and $11\lambda/2$, i. e. these comet families are concentrated at the nodes of the standing waves.

Thus, the distance from the Sun to outer planets (excepting Jupiter) and to the majority of transneptunian objects including a families of comets are represented by simple equation in the wave form $a = 2n\lambda/4$, where $n = 1, 2, 3, \dots 11$. The distances from the Sun to the minority of transneptunian objects and Jupiter are represented as $a = (2n + 1)\lambda/4$ (for Jupiter $n = 0$ and $a = \lambda/4$). From the foregoing it follows that Jupiter is located at the shortest distance from the Sun.

The inner planets cannot obey the wave algorithm for the outer planets because their distances from the Sun are smaller than $\lambda/4$. However, they are represented by their

own principle of the L_0 -resonance $2\pi a = L_0/n$. This principle transforming to the form $2\pi a = m\lambda_{sw}^1$ is the equation of standing waves for orbits of inner planets. Here, $\lambda_{sw}^1 = (1/12)\lambda_{sw}$ is a “daughter” standing wave and the numbers $m = 3, 6, 8, 12$ “quantize” the orbit lengths of the inner planets from Mercury to Mars respectively. The equation of standing waves for inner planet orbits follows from simple resonant relations of orbit lengths for the planets Mercury–Venus, Venus–Earth, Earth–Mars. They are close to $1 : 2, 3 : 4, 2 : 3$. The number 12 as the least common multiple of these resonances points to a discrete set of daughter standing waves $\lambda_{sw}^1 = \lambda_{sw}/12 = \lambda/24$ that is contained in the fundamental standing wave $\lambda_{sw} = \lambda/2$.

The structural architecture of inner planets on the basis of the relation of lengths of planet orbits from Mercury to Mars can be represented in standing waves as $(1/4)(\lambda/2) : (1/2)(\lambda/2) : (2/3)(\lambda/2) : (\lambda/2)$ or as $\lambda/8 : \lambda/4 : \lambda/3 : \lambda/2$ – see Fig. 2. The length of the Mars orbit is directly equal to the length of the standing wave $\lambda_{sw} = \lambda/2$ as to the fundamental harmonic. Its first and third harmonics are strictly contained in the length of the orbits of Venus and Mercury and its two second harmonics are contained in the orbit length of Earth (see the fifth column of Table 1).

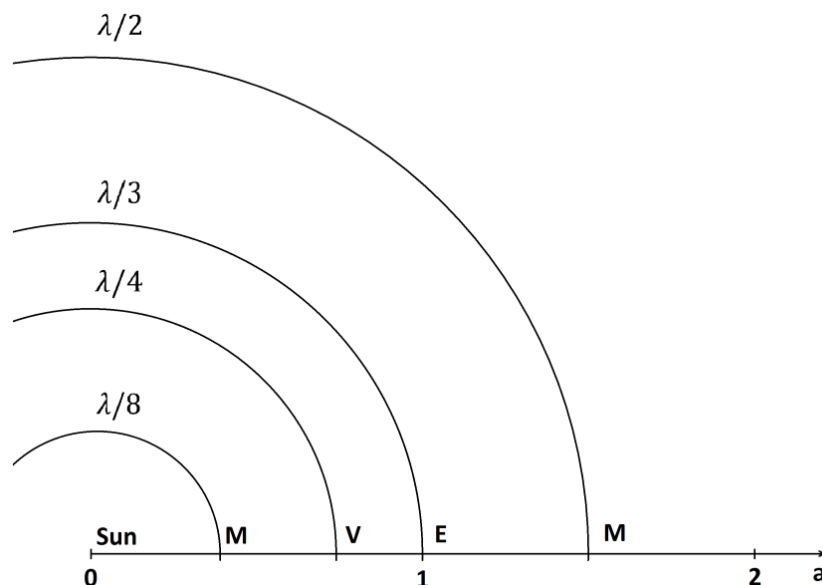


Fig. 2. Fragments of schematic orbits of the inner planets are shown in the wavelengths. Distances to the planets are normalized to the semi-major axis of Earth's orbit.

Analyzing equation $2\pi a = m\lambda_{sw}^1$ one can ascertain that there is a limited number of integers m which determine the number of standing waves with the length $\lambda_{sw}^1 = \lambda_{sw}/12$ contained in possible “stationary” orbits. In their quantity the resonance of orbit lengths for inner planets plays a key role. The extended set of resonant relations of the orbit lengths for the inner planets could be presented in the following form: $\lambda/24 : \lambda/12 : \lambda/8 : \lambda/4 : \lambda/3 : \lambda/2 : \lambda$.

It is logically to expect the existence of planet with the orbit length equal to λ . The absence of such a planet behind Mars (in place of the asteroid belt) can be explained not only by the “pumping out” of planetesimals by Jupiter but also by negative role of a powerful resonance $1 : 1$ which can arise because of the equality of the wave with the length λ and the orbit length of this hypothetical planet. The absence of the planets with the minimum length of their orbits ($m = 1, 2$) between the Sun and Mercury can be explained similarly. In particular, for $m = 1$ the distance of such hypothetical planet from the Sun would be equal to 0.127AU. Meanwhile, in the exoplanet systems as a rule there are several planets at such distances from a central star (Lovis et al. 2010). In this sense the Solar system is unique.

Thus, all main objects in the Solar system are arranged on the basis of two algorithms of the standing waves of one length $\lambda_{sw} = \lambda/2$. Their equations are identical to those of standing waves in many physical processes.

Phenomenon of standing waves and the resonance of the global oscillations of the Sun and planets

The phenomenon of standing waves initiates the calculation periods of “global” oscillations of planets because it is known about amazing proximity the “enigmatic” P_0 -pulsations of the Sun that is equal to 160 min and the global oscillation of the Sun as a star with the period 167.3 min.

The formula which is used to estimate periods of such oscillations of the Sun and the planets of mass M and ra-

dius R is known as $T = 2\pi(R^3/GM)^{1/2}$, where G is the gravitational constant. It is valid for spherical objects with the symmetric distribution of mass and the homogeneous gravitational field. Such eigenmodes can be considered as global oscillations of these objects (without considering their internal structure). The calculated global T -periods (see Table 1) for the inner planets from Mercury to Mars are equal to 85, 90, 84 and 100 min respectively, i.e. they are in a close relation $0.5 : 1$ to the P_0 -period of the Sun. For the outer planets from Jupiter to Neptune they are equal to 172, 236, 177 and 158 min, i.e. the T -periods of the Sun and outer giant planets are in relation $1 : 1$ to the P_0 -period of the Sun (only for Saturn it is $1.5 : 1$, but this result is perfectly correspond to low averaged density of Saturn in comparison with other giant planets). This can be described by simple equation $T \approx kP_0/2$. It obeys the rules of integers $k = 1, 2, 3$ and here $P_0/2$ as the first harmonic of P_0 -pulsations of the Sun is the least common multiple for these T -periods (with an average relative error in 5%). It is recognized that there is a common resonance of global oscillations of planets and Sun. It is the first unusual result: the whole “planetary orchestra” is tuned to the frequency of global pulsations of the Sun. Table 1 shows also for all of these objects that there is the second simple equation, $cT \approx k\lambda/2$ where $k = 1, 2, 3$. Consequently, global oscillations of planets are determined of the standing wave with the length $\lambda_{sw} = \lambda/2 = cT$. There is the second unusual result: periods of global oscillations of planets and the Sun are directly associated with the standing wave $\lambda_{sw} = \lambda/2$ as with the structural factor in the Solar system.

In general, these simple calculations gave unexpected results about the unusual aspects of gravitational interactions between the Sun and the planets. These findings can be also considered as to a certain extent the confirmation of the existence of global “enigmatic” P_0 -pulsations of the Sun.

Conclusions: phenomenon of standing waves and the Solar system structure

The results of the wave investigation of the Solar system structure could be explained by existence of a physical mechanism similar to the phenomenon of standing waves presented in two variants but with the same length of the standing wave. In the first of them, the lengths of "stationary" orbits of the inner planets agree with the first, second, third and fundamental harmonics of the standing wave. In case of outer planets and main transneptunian objects including the families of comets, their distances from the Sun are multiple of the length or half length of the standing wave. The ordering of all planets obeys the rules of integers according to distinct resonance relations. These results can be considered as empirical and are quite accurate. Their average deviations from the calculated positions are within 3-5% which could be explained as a result of long-term evolution of the Solar system. It is reasonable to suppose that the formation of both groups of planets in the Solar system could be realized by means of a specific wave process. And their movements in a circle on the orbits corresponded to these wave processes. These wave principles of the orbit ordering for planets do not support the idea of the formation of the Solar system structure in the form of power law including the Titius-Bode law and its modifications. Also it was revealed an explicit resonance of proper oscillations of the Sun and planets.

The analysis of the standing waves phenomenon evinced the common resonance of global oscillations of the Sun and planets. This resonance irrespective of the inner structure of these objects showed the definite connection between gravitational and waves processes.

The phenomenon of standing waves proved itself as a factor of structuring the planets in the Solar system and as a new aspect in the scientific investigations.

Brief remarks on the nature of the phenomenon of the standing waves

In the mechanism of standing waves the discrete structure of the Solar system looks as a quite nonrandom phenomenon. One can draw a conclusion that the wave algorithm of the structure of the Solar planetary system is the accomplished fact. This puts a question about the origin and nature of this phenomenon.

Empiric data offer a suggestion that global P_0 -pulsations of the Sun, regardless of reason and time of their origin, were able to synchronize and save the wave structure of the Solar system in the process of its evolution up to the present tense, although now these pulsations can be observed in relict form. Indeed, according to estimates made by Molchanov (1969) the probability of casual formation of the planetary system with properties of the Solar system is about 10^{-10} – 10^{-11} . Then, in the terms of the current knowledge, it is not difficult to represent the scenario of forming of the Solar system by the mechanism of interference of coherent waves within a protoplanetary disk but without considering the physical nature of these waves (Skulsky 2013). These waves have the velocity of light, but it is difficult to study them with the help of hypotheses of the electromagnetic or gravitational nature. The energy of electromagnetic waves with $\lambda = 19.24$ AU is very small. Nevertheless, it would be interesting to

model the formation of planets in the protoplanetary disk taking into account the influence of the Schumann-like resonances (Schuman 1952) in the cavity between the surface of the young Sun and ionized gravitational shafts. A possibility of origin and interference of coherent waves from spherical objects interacting gravitationally is problematic because this is forbidden in the general theory of relativity. However, there are other possible interpretations of gravitation. For example, the gravitational field can have not only the tensor component (as in the general relativity) but also the scalar one. The scalar component may be emitted in spherically symmetric oscillations of any source of gravitation, including the Sun (Sokolov 1992). The phenomenon of wave structurization of the Solar system can be represented as a relativistic delay of scalar part of the gravitational field or a disturbance on the Newtonian potential. In any case, the hypothesis of the possible existence of gravitational waves (including those with length $\lambda = cP_0 = 19.24$ AU) and their interaction can have the right to existence although it is not easy to interpret in terms of the accepted modern concepts.

The next aspect of the problem consists in that the wave algorithm in the structure of the Solar system confirms existence of P_0 -pulsations of the Sun, while theoretical studies of internal structure of the Sun do not confirm the existence of these pulsations (Appourchaux and Palle 2013). They note the fast damping of low-frequency g-modes at their transfer to surface of the Sun. However, it should be noted that one of possible variants in searches of an answer can consist in consideration of the interaction of gravitational and magnetodynamic processes. Indeed, the surface P_0 -pulsations of the Sun (Severny et al. 1976, Kotov and Khanejchuk 2011) were revealed by the method of registration the magnetic field of the Sun as a star. It is known that tachocline region which is responsible for the enhancement of the magnetic field of the Sun and plays a key role in nature solar cycle lies on the bottom of the convection zone. The global g-modes should reach this zone without significant damping. It allows to suppose the modulation of general magnetic field by g-modes and their transfer together with this field to surface of the Sun. Then the impact on the structure of planets will be carried out the magnetic field of the Sun which is modulated by the low-frequency oscillations of global g-modes. In this aspect, such observation method is a promising in the study of the internal structure of the Sun and solar-planetary interactions. In particular, one can expect to detect the variability of the P_0 -pulsations of the Sun within the 22-year cycle.

Henceforth, we should take into account that the gravitational interactions between the planets and the Sun as a star can be characterized without considering their detailed internal structure (the formula $T = 2\pi(R^3/GM)^{1/2}$ for the global period reflects the averaged densities for all objects). Their interactions are described by certain quantized parameters. But there are the saltatory variations in the interaction between the Sun and the terrestrial planets and between the Sun and the giant planets. For the inner planets there is relation $T \approx P_0/2$ while for the massive outer planets it grew twice $T \approx P_0$ but for the Saturn it grew three times $T \approx 3P_0/2$. It is not surprisingly because these estimations concern to very low density of Saturn in

comparison to other outer planets but there is an amazing coincidence the calculated and observed radius of Saturn. It should be considered as an accomplished fact the good coincidence of effective radii of all objects according to the equation $T = kP_0/2$ and their observed radii. It is obvious that the Sun as a star and the planets are showing signs a quantization of their gravitational interaction and this is associated with the length of the standing wave $\lambda_{sw} = \lambda/2$ as the structural factor in the Solar planetary system. These results are unusual but are interconnected on the basis of the simple physical equations.

In general, the discovered findings of this research are related to the basic foundations of our worldview and represent problem in their interpretation. The nature of

Solar P_0 -pulsations and the mechanism of generation of waves of the length $\lambda = cP_0$ including the phenomenon of standing waves in the structure of the Solar planetary system remains still inexplicable. Such studies should be continued because they raise questions about the formation of Solar and exoplanet systems. For example, the phenomenon of standing waves could explain the basic questions of the planetary cosmogony: why the planet orbits in the Solar system are nearly circular and coplanar and why there are two groups of planets which are located from the Sun according to two algorithms of one wave mechanism.

Thus, it is worth paying attention to the need for a more complete analysis of this physical problem.

REFERENCES

1. Appourchaux T. and Palle P.L., 19 Sep 2013, ar Xiv : 1309.3835 v2 [astro-ph.SR]
2. Flores-Gutierrez J.D. and Garsia-Guerra C., 2011, Rev. Mex. Astron. Astrophys., 47, 173
3. Kotov V.A. and Kuchmi C., 1985, Izv. Crimea Astrophys. Obs., 72, 199
4. Kotov V.A. and Khanejchuk V.I., 2011, Izv. Crimea Astrophys. Obs., 107, 99
5. Kozlov V.A., 2011, Izv. Crimea Astrophys. Obs., 107, 251
6. Lovis C., Segransan D., Mayor M., et al., 2010, Astron. Astrophys. Man., N HD10180
7. Molchanov A.M., 1969, Icarus, 11, 95
8. Schumann W.O., 1952, Zeitschrift und Naturforschung, 7a, 149
9. Severny A., Kotov V., Tsap T., 1976, Nature, 259, 87
10. Skulsky M. Yu., Izv. Crim. Astrophys. Obs., 2013, 109, N4, 10
11. Sokolov V.V., 1992, Astrophys. Space Sci., 191, 231

Скульский Ю.М.

О волновой структуре в пространственной организации Солнечной планетарной системы

Аннотация. Анализируя современные представления о пространственной структуре Солнечной планетной системы, было замечено, что обе группы планет могли бы быть сформированы в едином физическом процессе, уподобленному явлению стоячих волн с длиной $\lambda_{sw} = \lambda/2$ (здесь $\lambda = cP_0$, c – скорость света и период $P_0 = 160$ min). Принцип упорядочения для внешних и карликовых планет, представленный в волновой форме, имеет вид уравнений $a = n\lambda/2$ или $a = (2n + 1)\lambda/4$ (где a – большая полуось и n – целые числа), согласно которым эти планеты располагаются относительно Солнца на расстояниях, кратных четверти или половине длины волны (Юпитер – $\lambda/4$, Сатурн $\lambda/2$, Уран – $2\lambda/2$, Нептун – $3\lambda/4$, Плутон – $4\lambda/4$, Эрида – $7\lambda/4$). Этот алгоритм удовлетворяет такого рода расположениям наиболее крупных транснептуновых объектов, включая семейства комет. Принцип упорядочения орбит внутренних планет выражен в форме $2\pi a = m\lambda'_{sw}$ с шагом $\lambda'_{sw} = (1/12)\lambda_{sw}$ и $m = 3, 6, 8, 12$ для длин орбит планет от Меркурия до Марса, что соизмеримо с длиной стоячей волны $\lambda_{sw} = \lambda/2$ и ее гармоник. Пространственная организация Солнечной планетной системы четко описывается двумя родственными кинематическими алгоритмами единого волнового механизма. Эти результаты являются достаточно точными и могут рассматриваться как эмпирические. Важно, что волновые принципы структурирования планет не поддерживают идею образования Солнечной планетной системы в виде степенного закона, включая закон Тициуса-Бодде. Обнаружен также явный резонанс собственных колебаний Солнца и планет. Их глобальные периоды практически кратны $kP_0/2$, где $k = 1, 2, 3$. Этот указывает на признаки квантования гравитационного взаимодействия этих объектов в их связи с длиной стоячей волны $\lambda_{sw} = \lambda/2$ как с фактором упорядочения планет в Солнечной системе.

Результаты этого исследования взаимосвязаны и могут рассматриваться как существенные на фоне современных представлений о законах структурирования планет в Солнечной и экзопланетных системах.

Ключевые слова: Солнечная система, экзопланеты, принципы упорядочения планет, стоячие волны

PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES

Borkach E.I., Ivanitsky V.P., Kovtunenکو V.S. Ryaboschuk M.M. Glasses and amorphous films as two kinds of non-crystalline state of substance

Borkach E.I., CSc in Physics, associated professor

II. Rákóczi Ferenc Transcarpathian Hungarian Institute, Beregovo, Ukraine

Ivanitsky V.P., Dr. Science in Physics, Prof., Uzhgorod National University, Uzhgorod, Ukraine

Kovtunenکو V.S. CSc in Physics, associated professor, Cherkasy State Technological University, Cherkasy, Ukraine

Ryaboschuk M.M., associated professor, Uzhgorod National University, Uzhgorod, Ukraine

Abstract. It is shown that the glasses are a kind of the amorphous state produced due to the reverse phase transition 'liquid–solid' under the external conditions providing the suppression of the crystallization processes. The structure of the glass is determined by the structure of the initial melt and the character of the processes of its evolution during vitrification. The amorphous films are the type of the amorphous state produced as a result of irreversible processes of condensation of the vapor and plasma flows onto the substrates under the surface conditions that exclude crystallization processes. The atomic and molecular composition, the energy condition of the particles of the vapor and plasma flows and the character of their condensation onto the substrate surface appear to be decisive for the amorphous film structure. Production of glasses and amorphous films from different aggregate states of the substance stipulates substantial differences of their structure and all specific features and properties.

Keywords: *amorphous materials, glasses, amorphous films*

Presence of short range order and absence of long range order combine different types of non-crystalline state with substantial distinctions into one group. Among the class of the amorphous solids, a group of the substances produced by melt cooling is very wide and especially important in practice. The process of their formation starts from the equilibrium liquid state that exists at the certain temperature and pressure. Further temperature and time regimes of fast cooling with solidification modify, to some extent, the structure of the initial melt. Nevertheless, in the solid amorphous state these substances reproduce necessarily the specific peculiarities of the structure of corresponding initial melts. As a result, this group of substances has a good reason to be clearly distinguished of a wide class of the amorphous solids into the separate subclass of glasses [1].

Considering the glasses and the glassy state as one of the types of non-crystalline solids is traditional in modern physics of the condensed substances [2-5]. One should note here that the term 'glass' is lower in hierarchy than the term 'non-crystalline', while the terms 'vitrification' (for inorganic materials) or 'gumming' (in organic materials) are treated as the basic kind of the amorphous state formation processes. At the same time it is assumed that the terms 'non-crystalline' or 'amorphous' are more general as compared to the term 'glassy', and the class of the amorphous solids is much wider and comprehensive than the class of the glassy bodies – like the general is wider than the particular. It is also noted that the glasses are always amorphous, but not all of the amorphous substances are the glasses. Expansion of the term 'glass' to the level of the 'non-crystalline solid' or 'solid amorphous substance' is not feasible. The statement that the crystal can be transferred to the glassy state by irradiating it by high-energy particles without melting could not be considered correct as well [6].

The glassy substances have some similarity with the supercooled liquids [7]. This is due to the fact that vitrification is the continuous second-order phase transition from the supercooled liquid to the solid state at the vitrification temperature. The glass and the supercooled liquid correspond to the two close but different thermodynamical states separated by the phase transition. Both these

states are disordered, but the nature of disordering in them is different. The homogeneous liquid is the state with the equilibrium structural fluctuations, whereas in glasses these fluctuations are frozen. The above two states are similar by their atomic structure [4]. In most cases they are similar by the isotropic character of their properties. The peculiarities of the structure of the crystalline phases in this substance influence considerably formation of short range order in liquids.

When defining the term 'glass', the principal difficulties arise due to the gradual character of the change of all characteristics of the glassy substance at the transition from the liquid state to the glassy one and vice versa. The most complicated is the problem of determining the boundary between the liquid and the glass. To solve this problem one has to begin with the most general definition of the terms 'glass' and 'glassy state' and then turn to the method of finding the quantitative distinctions between the liquid and the glass. According to Ref. [8], the 'glassy substance is the amorphous solid produced by cooling the liquid (viscous melt) without crystallization'. Note that equality of the notions 'amorphous melt' and 'metal glass' indicated in Ref. [9] is due to the singleness of the notions 'melt' and 'glass'. This singleness results from the same initial liquid state, which the above substances are produced of. The following properties are considered characteristic for the glasses:

1. Their formation results from cooling (freezing) the liquid without crystallization or at the pressure increase. That is, the liquid state is the initial state for producing glasses, while the process of glass formation is the vitrification phenomenon [10, 11–14].

2. The process of the transition from the liquid state to the glassy one must be reversible, i.e. the process reverse to vitrification must be realized, i.e. softening [1-3, 15] or defrosting [16, 17].

3. The lack of the characteristic vitrification temperature T_g and the corresponding transition at this temperature are the essential features that distinguish the amorphous state from the glass. In many amorphous materials, such transition can be masked by the crystallization processes initiated by the excess of the defective states or by

the surface. Other amorphous materials, in particular, the films, can demonstrate the pseudo-transition with certain temperature close to T_g : the structural relaxation to the state identical to the liquid cooled to this temperature. After this transition or simultaneously with this transition the above material crystallizes.

4. In the isobaric-isothermal conditions in the glass, the time of relaxation of any degree of freedom to equilibrium is too large as compared with the duration of the experiment or of the glass use [10, 18]. The glass samples must have macroscopic size at least in one dimension [15], and this attribute, probably, distinguishes the glass from ultradisperse particles.

The glassy state is thermodynamically stable [19] and possesses the mechanical properties of solids [20].

The glass has the properties of undefined chemical compounds and possesses the isotropic properties in the macroscale, while fragility and conchoidal cleavage are also typical for it [2].

Which of the above properties became generally accepted and most frequently used definitions of the glass? One of them is the following definition [21]: 'The glasses are the amorphous solids produced by the melt supercooling independent of the chemical composition and temperature region of solidification, which due to the gradual increase of viscosity possess mechanical properties of the solids; the process of the transition from the liquid state to the glassy state must necessarily be reversible'. 'The glassy state is the type of the amorphous state, in which the substance has the dynamical viscosity coefficient above 10^{12} – 10^{13} P, i.e. it has mechanical properties similar to those of the crystalline solid and differs by the ability to return after being melted to the initial state in the predetermined cooling mode. The glass is a monolithic material consisting primarily of the glassy substance'. In these, quite similar, definitions, the following properties are chosen from all the above ones: a) the glass is one of the kinds of the amorphous substances; b) it is solid; c) the liquid is the initial aggregate state for glass production; d) the reversibility of the transition to the liquid state, i.e. the reversibility of vitrification and softening processes, is inherent in glasses.

In this relation, it is difficult to agree with the point of view of G.M. Bartenev and D.S. Sanditov [19], according to which it is almost impossible to give definition of the glass, which will cover all possible compounds and conditions of their formation. Definition of the glass, which is valid at least today, is given above. If it appears unacceptable for a certain state of the substance, this means that the above substance belongs to the other amorphous state. In case one finds new, more general, attributes or properties of the glassy state of the substance, the definition of the category of glass will be changed as well.

Note that, according to Ref. [6], the solid body differs from the liquid, first, by the lack of fluidity and, second, by the lack of the changes in the relative locations of atoms. This definition allows the solid state of the substance to be clearly distinguished from the liquid state at the change of the aggregate state, i.e. at the crystallization or melting. In the process of vitrification, at the continuous variation of the fluidity and relative mobility of the structural particles, it is quite difficult to find the boundary between the liquid and solid states. This could be made only on the basis of some general agreement. As a result, the author of Ref. [6]

reports the following definitions. Vitrification is the transition from the liquid state to the glassy state due to the freezing of the structural (configuration, conformation) fragments of the liquid that accompanies the temperature decrease or the pressure increase. The glassy state is the amorphous non-equilibrium state, to which the liquid transits as a result of cooling or increasing the pressure acting on the liquid. It differs by that one cannot neglect the effects related to approaching the equilibrium by the substance during the period of observation or operation.

However, speculations [6] are not completely correct for two reasons. First reason is a simplified consideration of the vitrification process as a simple structural fragments freezing in the liquid under the temperature decrease. In reality, the process of vitrification is more complicated and includes both freezing of the structural changes in the liquid and the simultaneous processes of the solid phase nucleation [22]. Second, high-temperature phase tempering indeed suppresses weak diffusion processes, however, it does not interfere the reconstruction in a wider scale. Furthermore, quick cooling is frequently used not to fix the high-temperature variety of the structures but, in contrary, to initiate new global transformations. Examples are the steel tempering into the martensite, the alloy tempering on the copper and manganese bases to provide them with the shape memory properties. The statements that the glass is a solidified liquid and that the liquid is a softened glass contain the tautology inefficient for the researcher and technologist [22]. There the glass should be considered not the frozen liquid but the result of the synergetic phenomena of the system self-organization in the course of the change of the structure in the strongly cooled medium, i.e. due to the evolution of the melt structure from 'existing to emerging' [23]. As a result, vitrification should be defined as more general notion located at the same level with the notion of crystallization. Since crystallization is the phase transition from the liquid or gaseous phase to the crystalline one, then vitrification is the transition from the liquid phase to the non-crystalline one. The decisive role in this transition belongs to the kinetic phenomena [24]. Here the structural peculiarities of the melt that force the latter to transform into the glass, not the crystal, is the unsolved problem, i.e. the glasses are produced of the liquids but are formed at the melt structure freezing in the processes, which are tendentially directed toward the crystal formation.

Both the crystalline and non-crystalline solid states are formed not only from the liquid but also from the gaseous phases. Most frequently the films or coatings with the thickness from monoatom layers to dozens of micrometers are formed at the gas-phase deposition.

The amorphous film state of the substance is terminologically unclearly determined in literature like the notion of the amorphous state. For example, according to one of the points of view, the thin films are considered the disperse form of the amorphous substance [25].

The amorphous films should be considered a kind of the amorphous solid state [1] produced by the direct condensation of the gas or plasma flows. The phase composition and the structure of the films substantially depend on the intensity of the atomic, molecular or ion plasma flows. It should be noted here that, as follows from the above definition, the difference between the glasses and the amorphous films could not be reduced to different bulk and surface states of

the substance only. The glasses could also be realized in a form of the thin (glassy) films), for instance, at the super-fast tempering of the metal melts or at the condensation according to the 'vapor-liquid-glassy film' mechanism [26]. Such glassy films must be similar by their properties to the glasses more or less modified by the influence of the surface and the peculiarities of their production.

The degree of microheterogeneity could not be the attribute of the glassy substances. Therefore the comments [9] stating that the glass is the homogeneous state of the substance and the amorphous sample is microheterogeneous state are incorrect. As an example of such incorrectness one may note the comparison of the single crystals, polycrystals, block crystals, ultradisperse particles, solid solutions, inhomogeneous glasses after liquation and so on.

It is generally assumed that if the same substance is produced in a form of the massive glass and the amorphous film, then its properties are quite close [27]. For example, the short range order characteristics in them almost coincide [28]. The only exception is the properties, which are closely related to the specific character of production of these two kinds of the amorphous substances.

Let us analyze the distinctive features of the condensed amorphous film state.

1. The methods of production of the amorphous films are related to the use of the phase transitions between the aggregate states 'gas (plasma) – solid' with condensation of the latter onto the relevant substrates.

2. A specific, close to two-dimensional, geometry of amorphous films, in which the directions parallel and perpendicular to the substrate are essentially non-equivalent.

3. Strong manifestation of the effects of the surface inter-phase interactions at the boundaries 'substrate-film' and 'film-environment' [29, 30]. In many cases the amorphous films must be considered a complex inseparable system 'substrate-film-environment'.

4. The higher degree of the thermodynamical non-equilibrium (metastability) of the amorphous films as compared to the glasses. This is revealed in the considerable differences of the transition processes in the amorphous films and glasses to more equilibrium structural states and at their crystallization [31]. The relaxation time at the glass synthesis is larger than that at the amorphous film condensation [32] and, therefore, the structure of the glass is more equilibrium.

5. A large intensity of relaxation changes of the structure and the properties in the post-condensation period.

6. The influence of different dimensional effects (including the phase and quantum effects) on the processes of structure formation and on the physical parameters [33–35].

7. Due to a larger non-equilibrium and multiple-factor character of condensation processes, the concentration regions of production of the stable amorphous films in the complex systems are, as a rule, much wider than the corresponding vitrification regions.

8. Various atomic configurations of the amorphous structural network are realized in the wider ranges [36].

9. The possibility of the multiple reverse transitions to the melted state [27], which are the specific attribute of the glass, is completely excluded in the amorphous films. Such transitions of the films to the liquid state are masked or hindered by the processes of the structural relaxation

and crystallization in the films. This peculiarity is not general and could be violated in some cases. Furthermore, a considerable difference in the crystallization of the amorphous and glassy materials reflects the fact that we deal with different states of substance. Respectively, they will demonstrate the temperature and the time dependences of the physical and chemical properties and the character of the phase transitions.

At the same time, one has also not to overemphasize the above distinctions, as is suggested, for example, in Ref. [37]. It is stated that one may compare only the glasses and single crystals, the amorphous and the polycrystalline films of the same chemical composition. Note that the chemical individuality of each particular substance is revealed differently in its different realizations. However, comparing the specific character of the glasses and amorphous films, one may note that the films in many points are similar to the glassy state, though they possess a series of specific features [38]. The main distinctions are stipulated by the character of the initial state of their formation, i.e. by the flow of the vapor or plasma particles.

It is evident that the atomic, molecular and ionic composition of the above flows will substantially stipulate the structure of the films produced. At the same time, an important role in the structure formation is also played by the energy state of the particles of the vapor and plasma flow and by the kinetics of the processes of their condensation on the substrate surface. In this case, contrary to vitrification, the character of formation of the amorphous films structure during their condensation is studied extremely insufficiently. In general, the action of all these factors must ensure the considerable difference of the structure of the amorphous films and glasses of the same substance.

In the structural relation, it is assumed [39] that the films include large concentration of the homobonds, whereas in glasses they are almost absent. One has to take into account here that the homobonds themselves may enter different structural formations in the films and glasses (e.g., separate clusters or continuous network). In this relation, the films are considered more defective by the degree of chemical binding and by the type of the chemical bonds [40]. Experimentally such distinctions are revealed in the electronic properties of the films and glasses. Consider, as example, Ref. [41], where it is shown that the specific electric conductance of the amorphous GeS₂ films is four orders larger than that in the relevant glasses of the same composition. In addition, even film annealing at the temperatures close to T_g does not lead the value of their conductance to the characteristic values for glass. This means that the glasses and the films differ not only by the concentration of the defects but also by the peculiarities of the atomic network structure, i.e. by different geometric topology of the structural units (SU) and their relation.

One more important moment is that the surface regions of the film will strongly differ from the bulk ones. In particular, large densities of free chemical bonds may occur at the surface and their considerable fraction may take part in the surface structure reconstruction. Some of the film properties will depend on the film thickness. A great role could be played in films by the surfaces related to the internal pores and cavities. Moreover, other essential differences in the amorphous film and glass structure of the same substance are possible.

REFERENCES (TRASLATED AND TRANSLITERATED)

1. Rubish V.M., Stefanovych V.O., Huranych O.H., Horina O.V., Rubish V.V.. Investigation of the structure of glasses system As-Sb-SI by Raman spectroscopy // *Nanosystems, nanomaterials, nanotechnology*, 2008. – Vol. 6, № 4. – P. 1119-1127.
2. Appen A.A. *Chemistry of glass*. – M.: Chemistry, 1974. – 352 p.
3. Šestak J. Some thermodynamic aspects of the glassy state // *Thermochim. acta*. – 1985. – Vol. 95. – № 2. – P. 459-471.
4. Shvarts K.K. *Physics of optical recording in dielectrics and semiconductors*. – Riga: Zinatne, 1986. – 322 p.
5. Popescu M. Disordered chalcogenide optoelectronics materials: Phenomena and applications // *J. optoelectronics and advanced materials*. – 2005. – Vol. 7. – №4. – P. 703-720.
6. Mazurin O.V., Borovinskiy S.V. Once again about the terminology of glass // *Chemistry and technology of silicate and refractory nonmetallic materials*. – L.: LGU, 1989. – P. 229-236.
7. Shukla Prabodh. Model of the glass transition and the glassy state. – *J. Phys.* – 1983. – Vol. B52. – №3. – P.179-184.
8. Dutchak J.I. *Radiography of liquid metals*. - Lviv.: Publisher at LSU "Vishcha School", 1977. -162 p.
9. Bondar V.V. Some questions of non-crystalline solid. - M., 1980. - 17 p. Dep. VINITI, № 3750.
10. Mazurin O.V. *Vitrification*. - L.: Nauka, 1986. - 158 p.
11. Shkolnikov E.V., Borisova Z.U. Semiconductor-based fine steklokristally arsenic and tin selenide. - Proceedings of the Academy of Sciences of the USSR, inorganic materials. – 1966. – Vol. 2. - № 4. – C. 670-678.
12. Tanaka Hajime. Two-order-parameter model of the liquid-glass transition. I. Relation between glass transition and crystallization // *J. non-crystalline solids*. – 2005. – Vol. 351. – P. 3371-3384.
13. Tanaka Hajime. Two-order-parameter model of the liquid-glass transition. II. Structural relaxation and dynamic heterogeneity // *J. non-crystalline solids*. – 2005. – Vol. 351. – P. 3385-3395.
14. Tanaka Hajime. Two-order-parameter model of the liquid-glass transition. III. Universal patterns of relaxations in glass-forming liquids // *J. non-crystalline solids*. – 2005. – Vol. 351. – P. 3396-3413.
15. Felts A. *Amorphe und Glasartige Anorganische Festkörper*. Akademie-Verlag, Berlin, 1983.
16. Erofeev R.S. Chemical bonding and thermal expansion of materials. – Proceedings of the Academy of Sciences of the USSR, inorganic materials. – 1991 – Vol. 27. – № 3. – P. 501-505.
17. Lubchenko V., Wolynes P.G. Theory of structural glasses and supercooled liquids // *Cond-mat*. 0607349. – 2006. – P. 1-17.
18. Anthony R. West. *Solid State Chemistry and its Applications*. Department of Chemistry University of Aberdeen. John Wiley & Sons. Chichester-New York-Brisbane-Toronto-Singapore. 1988.
19. Bartenev G.M., Sanditov D.S. Relaxation processes in glassy systems. – Novosibirsk: Nauka, 1986. – 181 p.
20. Kurmyshev E.V., Sisakyan I.N., Akopyan S.A., Sharambeyan M.S. To a question about the diversity of the glass structure. – Scientific notes of the Yerevan State University (Natural Sciences). – 1985. – № 3. – P. 67-71.
21. *Glassy State / III All-Union Conference Proceedings (Leningrad, 16-20 November 1959)*. – M.: Because of the Academy of Sciences of the USSR, (1960). – 465 p.
22. Lihachev V.A., Mihaylin A.I., Shudegov V.E. The structure of glasses // *Modeling in mechanics*. – Novosibirsk, 1987. – Vol. 1. – № 3. – P. 105-130.
23. MaryanM.M., HiminetsV.V. Synergetic model of a vitrification of liquid. – M., 1990. – 12 p. Dep. VINITI 30.08.90, № 4832-890.
24. Mazurin O.V. Vitrification and stabilization of inorganic glasses. – L.: Nauka, 1978. – 63 p.
25. Osipov K.A. *Ultrafine crystalline and amorphous materials*. – M.: Nauka, 1972. – 76 p.
26. Ivanitskiy V.P., Fennich P.A., Luksha O.V., Firtsak Yu.Yu. Features of glass formation of small amounts of the substance in the condensation of laser plasma // *glassy semiconductors (tzisy the All-Union Conference. Leningrad, 2-4 October 1985)*. – 1985. – P. 167-168.
27. Zaharov V.P., Gerasimenko B.C. Structural features of semiconductors in the amorphous state. – Kiev: Naukova Dumka, 1976. – 280 p.
28. Shlyuger A.L., Kotomin E.A., Zakis Yu.R. Study on properties of crystalline and glassy silica and neutral molecules interacting SiO₂ // *Physics Questions glassy state (Interuniversity collection of scientific papers)*. – Riga: Latvian State University, 1985. – P. 124-141.
29. Dove D.B. In: *Physics of Thin Films. Advances in Research and Development*, eds. G.Hass, M.H.Francombe, R.W. Hoffman, V.7, Academic Press, New York and London, (1973).
30. Tarey R.D., Rastogi R.S., Chopra K.L. Characterization of thin films by glancing incidence X-ray diffraction. – *The Rigaku Journal*. – 1987. – Vol. 4. – № 1/2. – P. 1-5.
31. Serkov L.A. Orientational ordering in amorphous films of semiconductors and dielectrics. – *Fizika and chemistry glass*. – 1988. – Vol. 14. – № 2. – P. 298-300.
32. Phillips J.C. – *Physics Today*, February 1982, P. 27.
33. Gladkih N.T. Phase size effect in condensed films: Abstract of the thesis of Dr. Sci. Science / Kharkov State University. – Kharkiv, 1978. – 34 p.
34. Luksha O.V., Turyanitsa I.D., Firtsak Yu.Yu., Fennich P.A., Ivanitskiy V.P., Bilyak V.M., Dobosh M.V. Phase size effect in highly dispersed rapidly condensed films and glasses. – Proceedings of the Academy of Sciences of the USSR. *Inorganic materials*. – 1985. – Vol. 21. – № 9. – P. 1486-1489.
35. Firtsak Yu.Yu., Luksha O.V., Fennich P.A., Ivanitskiy V.P., Erdevdi N.M. Film growth processes of semiconductor materials deposited from laser plasma // growth of semiconductor crystals and films (new methods, doping, the criteria of functional suitability of materials). – Novosibirsk: Nauka (Siberian Branch), 1984 – Part 2 – P. 69-84.
36. Ivanitskiy V.P. Mechanisms of formation stochastically inhomogeneous structure of amorphous chalcogenides of AIV-BV-CVI. Thesis for the degree of doctor of science in physics and mathematics. Kharkiv, 2008. – 28 p.
37. Baydakov L.A., Blinov L.N. Correlation between the atomic structural characteristics of the melt and its ability to vitrification. – *Glass Physics and Chemistry*. – 1987. – Vol. 13. – № 3. – P. 340-345.
38. Kononov V.P. Technology for producing thin films. – Krasnoyarsk, 1985. – 47 p. (Preprint) / Institute of Physics of the USSR Academy of Sciences, № 325.
39. Connell G.A.N. Thermally induced effects in chalcogenide films. III. Diffusion and the kinetics of annealing in GeSe₂. // *Phys. Rev.* – 1981. – Vol. 24B. – № 8. – P. 4560-4565.
40. Maslyuk V.T. Stable states and ordering in semiconductor crystalline and amorphous alloys. – Kiev, 1987. – 27 p. (Preprint) / KIYAI, № 87-23.
41. Watanabe Ichiro, Maede Tatsuhiro, Shimizu Tatsuhiro. Difference in properties of amorphous Ge₄₂S₅₈ between bulk and film forms. // *J. Non-Cryst. Solids*. – 1980. – Vol. 27. – № 3. – P. 335-342.

Боркач Е.И., Иваницкий В.П., Ковтуненко В.С. Рябошук М.М.

Стёкла и аморфные пленки как два вида некристаллического состояния вещества

Аннотация. Стекла являют собой один из видов аморфного состояния, который образуется в результате обратимого фазового перехода жидкость – твердое тело при таких внешних условиях, которые обеспечивают подавление процессов кристаллизации. Структура стекол определяется структурой исходного расплава и характером процессов его эволюции во время стеклования. Аморфные пленки – это вид аморфного состояния, который формируется в результате конденсации паро-плазменных потоков на подложках в таких условиях, которые исключают инициирование процессов кристаллизации. Определяющими факторами для структуры аморфных пленок есть атомно-молекулярный состав и энергетическое состояние частиц паро-плазменных потоков, а также характер их конденсации на поверхности подложки. Получение стекол и аморфных пленок из разных агрегатных состояний веществ обуславливает существенные различия их структуры и всех физико-химических свойств.

К основным отличительным чертам аморфного пленочного состояния можно отнести: а) получение в результате протекания фазовых переходов газ (плазма) – твердое тело с конденсацией на соответствующих подложках; б) особая, близкая к двумерной геометрии, в которой направления параллельные и перпендикулярные подложке существенно неэквивалентные; в) сильное проявление эффектов поверхностного межфазного взаимодействия на границах подложка – пленка и пленка – внешняя среда; г) более высокая степень термодинамической неравновесности (метастабильности) в сравнении со стеклами; д) интенсивное протекание релаксационных изменений структуры и свойств в послеконденсационный период; е) существенное влияние разных размерных эффектов на процессы структурообразования и физические параметры; ж) более широкие концентрационные области получения для двух- и более компонентных систем; з) более широкий диапазон реализующихся атомных конфигураций ближнего и промежуточного порядка неупорядоченной атомной сетки; и) невозможность многократных обратимых реверсивных переходов в исходное (парообразное) или жидкое состояние.

Ключевые слова: аморфные вещества, стекла, аморфные пленки

Петрецький С.¹, Міца В.¹, Голомб Р.¹, Кондрат О.¹, Попович Н.¹, Боркач Є.², Мартон А.¹,
Вереш М.³, Чік О.⁴

Синхротронні фотоелектронні спектри, склад та локальна координація атомів в плівках Ge₂S₃ при введенні миш'яку

¹Ужгородський національний університет, Україна

²Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II, м. Берегово, Україна

³Науково-дослідний центр фізики імені Вігнера Угорської академії наук, м. Будапешт, Угорщина

⁴Чік О. Інститут ядерних досліджень Угорської академії наук, м. Дебрецен, Угорщина

Анотація. Проведено пошарове дослідження складу плівки As₂₀(Ge₂S₃)₈₀ методом ВІМС при травленні зразка іонами Cs⁺ та отримано розподіл складових елементів плівки по товщині. Значення відсоткового вмісту складових елементів плівки As₅(Ge₂S₃)₉₅ і локальне оточення атомів досліджено методами SRPES і XPS, які дають сигнал з глибин ~10 та ~30 Å, відповідно. В роботі приводиться аналіз складу та локального оточення атомів свіжосконденсованих аморфних плівок As_x(Ge₂S₃)_{100-x}. Обговорюється зміна ближнього порядку атомів та стехіометрії плівок при їх лазерному опроміненні та термічному відпаді.

Ключові слова: ВІМС, SRPES, XPS, Ge₂S₃, локальне оточення атомів

I. Вступ

Проблема розширення числа нових високозаломлюючих некристалічних плівок в прикладному аспекті є актуальною при створенні інтегрально-оптичних елементів для надшвидкої передачі інформації і оптики тонкоплівкових покриттів та фундаментальною для плівкового матеріалознавства [1-6]. Некристалічний стан утворюється при переохолодженні рідких фаз, якщо конденсація здійснюється по механізму парарідина-тверда (аморфна) фаза [7]. Характер формування структури конденсату залежить, насамперед, від числа виникаючих в ньому центрів росту і в загальному випадку це визначається рівнем пересичення і переохолодження парової фази [8]. Додаткові центри росту на підкладці можуть виникати за рахунок присутніх в паровій фазі складних багатоатомних комплексів, що може служити причиною обмеженого росту кристалів навіть при достатній міграційній здатності частинок на підкладці і приводити до стабілізації некристалічного стану [7]. При конденсації пари на невідігріту підкладку при простому термічному випаровуванні склоподібного s-As₂S₃, спостерігалось загартовування компонент парової фази і найбільш стабільна компонента парової фази ставала лабільною на підкладці при термообробці і опроміненні ксеноновою лампою, що наближало структуру плівки до структури вихідного скла. Однак дія монохроматичного лазерного випромінювання на плівку a-As₂S₃ при енергії пучка лазера E > 1.96 eV спричиняла, термонапиленій, плівці поліморфні перетворення «реальгар-парареальгар» [9]. В умовах дискретного термічного напилення плівок, коли зростає в 2 рази температура випаровувача і енергія частинок [10], механізм конденсації змінюється, в порівнянні з процесом конденсації при простому термічному напиленні. Підвищена «радіація» випаровувача при дискретному напиленні сприяє більш повному злиттю кластерів на невідігрітій підкладці і протіканню процесу конденсації по механізму пара-рідина-аморфна фаза [11]. Вважають, що збільшення температури випаровувача веде до зростання степені дисоціації розплаву сірковмісного скла у випаровувачі і збільшення долі вільної сірки, зменшення долі багатоатомних кластерів в паровій фазі. Вільна сірка, як найлегша складова парової фази халькогенідного скла, може відсмоктуватися відкачуючою системою напилювальної установки, що може спричинювати зміну складу плівок.

Дійсно, структурні дані розплавів значної частини халькогенідних стекел свідчать, що ці матеріали при плавленні дисоціюють і структура розплавів при температурах, нижче температури випаровування, не відповідає структурі вихідного скла [1]. Тобто, для одержання нових складів плівок для інтегральної і силової оптики, де суттєву роль в поглинанні світла відіграє стан поверхні плівок, потребує вивчення проблема фракціонування, зміни складу і структури по профілю плівки, що веде до її оптичної неоднорідності і відмінностей складу і фізичних властивостей поверхневих і приповерхневих шарів від таких в об'ємному склі. Відомо, що при дискретному випаровуванні збільшення температури випаровувача вирівнює швидкості випаровування компонент речовини, що плавиться з розкладом і склад плівки може наближатися до складу вихідного скла. Очевидно, що для здійснення технологічних процесів одержання плівок, що забезпечують умови відтворюваності структури і складу плівок халькогенідів германію, формування конденсату із заданими властивостями, необхідно дослідити склад і структуру поверхні плівок і вплив термообробки і опромінення плівок, що можуть наближати властивості плівок до властивостей об'ємного скла.

Метою даної роботи є дослідження складу і локальної координації поверхневих і приповерхневих шарів плівок AS₅(Ge₂S₃)₉₅, одержаних дискретним термічним випаровуванням у вакуумі.

II. Матеріали та методи

Плівки для досліджень напилялись методом дискретного термічного випаровування на кремнієву підкладку з підшаром SiO₂. Подача порошку здійснювалась з вібробункера. Швидкість подачі регулювалась напругою живлення електромагніту. Концентраційний профіль елементів був знятий на приладі CAMECA IMS 4F (Франція) Пошаровий аналіз складу плівки As₂₀(Ge₂S₃)₈₀ проводився травленням зразків іонами Cs⁺.

Для більш точного визначення складу плівки та аналізу структури було використано метод фотоелектронної спектроскопії з синхротронним випромінюванням (SRPES) з енергією збудження 100 та 615 eV та метод рентгено-фотоелектронної спектроскопії (XPS) з енергією фотонів 1486.6 eV (Elettra Synchrotron light source, Materials Science Beamline, Trieste, Italy). Дослідження

проводилися для визначення наявності та відсоткового вмісту As 3d, Ge 3d, S 2p, O 1s та C 1s шляхом аналізу піків в фотоелектронному спектрі плівки, одержаного зі скла $As_5(Ge_2S_3)_{95}$. Ідентифікація піків відбувалася згідно їх енергії зв'язку, приведених в літературі [11]. В роботі приведені результати аналізу аморфної, свіжо-напиленої плівки, після її вторинної обробки при 320 °C протягом 60 хвилин та після опромінення лазером з довжиною хвилі 514 нм. Опромінення проводилося в камері, з вакуумом (10^{-3} Па). Після напилення досліджуваний зразок зберігався та транспортувався на повітрі при звичайних умовах.

III. Результати та їх обговорення

ВІМС-профіль. На рис.1 представлений ВІМС-профіль плівки $As_{20}(Ge_2S_3)_{80}$, напиленої дискретним термічним випаровуванням на підшар SiO_2 при температурі випаровувача $T=970$ К.

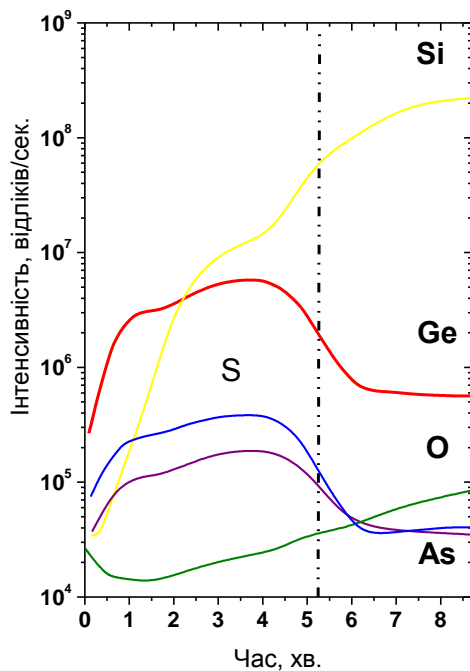


Рис. 1. ВІМС-профіль плівки $As_{20}(Ge_2S_3)_{80}$.

Аналіз ВІМС-профілю плівок на основі скла $c-Ge_2S_3$ показує, що розподіл Ge, As і S по товщині плівки, нанесеної на підкладку з кремнію з підшаром SiO_2 , носить неоднорідний характер (Рис. 1) з максимумом в центральній частині плівки. Легко бачити, що з боку підкладки в процесі конденсації плівки відбувалася дифузія кремнію і кисню. Причому на поверхні плівки спостерігається деяке зростання вмісту кисню, в порівнянні з приповерхневими шарами. Поверхневий і приповерхневий шари відрізняються крутими концентраційними фронтами (Рис.1).

Найбільш проблемною є зміна складу в поверхневій і приповерхневій області плівки, що зазнала травлення іонами цезію і розміщена на початку часової шкали ВІМС-профілю плівки (Рис.1). Зробити висновки про її протяжність важко, так як роздільна здатність приладу Самеса IMSF по глибині складає 3.0 нм.

Рентгенофотоелектронні спектри і склад плівки на поверхні і в приповерхневих шарах. З метою одержання інформації про склад і локальну координацію атомів були зняті SRPES спектри з збуджуючими енергіями $E_1=100$ і $E_2=615$ еВ. Виявлено, що при енергії синхротронного пучка $E_2=615$ еВ на поверхні свіженанопиленої аморфної плівки (~ 10 Å) містяться такі елементи: Ge - 19 %, As - 2 %, S - 21 %, C - 46 % і O - 12 %, (Табл.1). Відношення $Ge/S=0.9$, а $O/Ge=0.63$. Тобто на відміну від вихідного скла $Ge_aAs_bS_d$, склад плівки узагальнено можна представити як $Ge_aAs_bS_dC_fO_{100-a-b-c-d}$. Поверхня плівки на рівні ~ 10 Å є оксидизованою і карбонізованою. При використанні в якості джерела збудження енергії $E_3=1486.6$ еВ, корисна інформація одержується з глибини ~ 30 Å. В цьому випадку $f_2(Ge)=17$ %, $f_2(C)=31$ %. Легко бачити, що в цьому випадку приповерхневі шари менш забруднені вуглецем, зате вміст кисню тут більший (Табл. 1). Забруднення може потрапляти на поверхню у вигляді вуглецевовмістних парів масел, які можуть з'являтися в системі у вигляді парів масел з масляних насосів, а також з оточуючого середовища під час зберігання зразків.

Таблиця 1. Відсотковий атомарний склад, аморфної (а), відпаленої (в) та опроміненої (о), плівки $As_5(Ge_2S_3)_{95}$, отриманий за допомогою SRPES(615 еВ) та XPS(1486.6 еВ) аналізу

	Енергія еВ	C	O	S	Ge	As	Ge/S	O/Ge
а	615	46	12	21	19	2	0,9	0.63
в	615	12	22	36	30	-	0,83	0.73
о	615	47	11	21	18	3	0,85	0.61
а	1486.6	31	34	17	17	1	1	2
в	1486.6	11	42	25	22	-	0,9	1.9
о	1486.6	35	31	17	15	2	0,9	2.06

Опромінення лазером призводить до збільшення C та As на 1 %, зменшення O та Ge на 1 %, S свого вмісту не змінює. Відношення Ge/S та O/Ge зменшується до 0.85 та 0.61. Відпал призводить до втрат C та As, C становить 12 %, а As зникає повністю. Внаслідок втрат C та As збільшується вміст O до 12 %, S до 36 % та Ge до 30 %. Відношення Ge/S зменшується і становить 0.83, та зростає відношення $O/Ge=0.73$. Збільшення відношення O/Ge може бути зв'язане з дифузією кисню з нижчих шарів у процесі відпалу (Табл. 1). На глибині до 30 Å ($E=1486.6$ еВ) в аморфному зразку вміст C зменшується до 31 %, O зростає до 34 %, що може бути зв'язано з окислом підкладки SiO_2 . S та Ge зменшуються до 17 %, As=1 %. Відношення $Ge/S=1$, а $O/Ge=2$. Опромінення призводить до збільшення в об'ємі C до 35 % та O до 31 %. S не змінюється і рівне 17 %. Ge зменшується до 15 %, As=2 %. Відношення $Ge/S=0.9$, а $O/Ge=2.06$. Після відпалу частина C випаровується і становить 11 %. Під час відпалу As повністю зникає. Вміст O збільшується до 42 %. Вміст S та Ge росте до 25 % та 22 %. Відношення не змінюється $Ge/S=0.9$, а O/Ge зменшується і становить 1.9. Це свідчить про те, що зростання вмісту O спричинене великими втратами C, а відносно Ge його вміст зменшився. (Табл. 1).

На рис. 2 і 3 приведені C 1s та O 1s SRPES спектри аморфного зразка та після його термічного відпалу при 320 °C протягом 60 хвилин. Легко можна побачити, як інтенсивність вуглецю падає більше як у 3 рази. Натомість на фоні зменшення кількості C, приблизно у 2 рази збільшується інтенсивність O 1s піку в спектрі. Розглядаючи вплив таких забруднень на оптичні

властивості, слід відмітити, що наявні на поверхні півки забруднення часто мають високий коефіцієнт поглинання в оптичному діапазоні. Це може погіршити характеристики оптичних пристроїв. Однак ефект зменшення прозорості спостерігається тільки при наявності в забрудненні поряд з окислами також і фрагментів вуглеводневих ланцюгів.

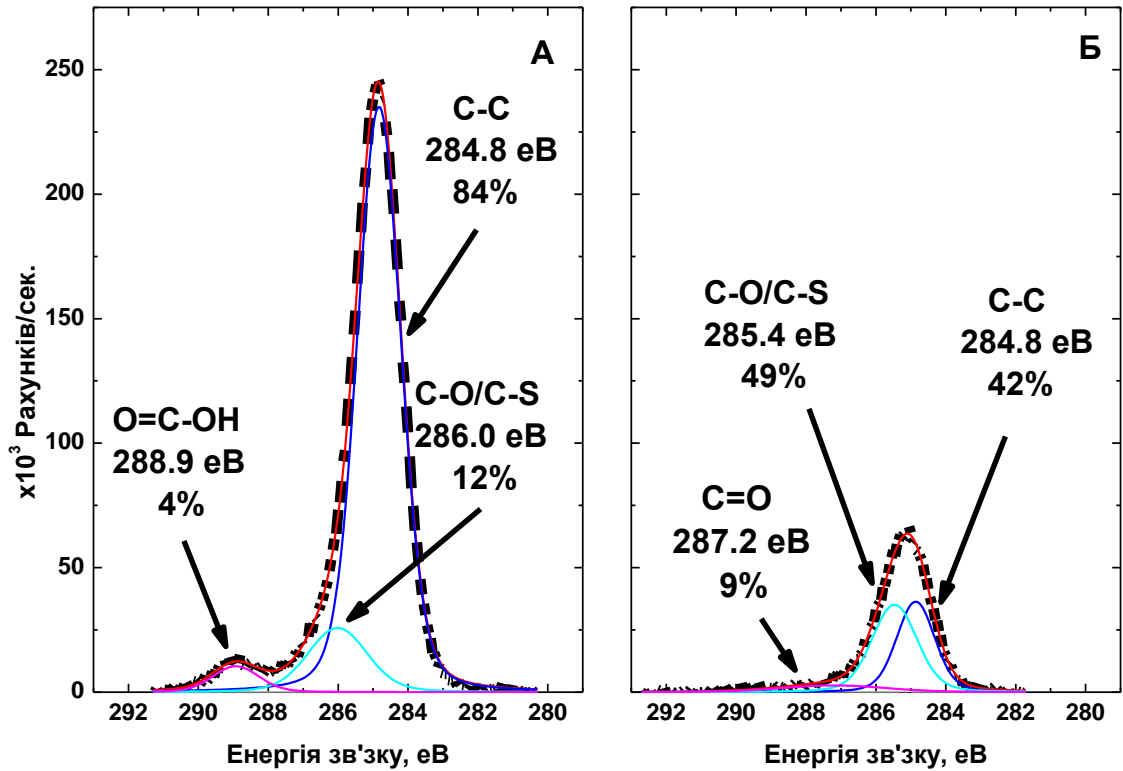


Рис 2. C 1s SRPES спектри аморфного (А) та термічно відпаленого (Б) зразків

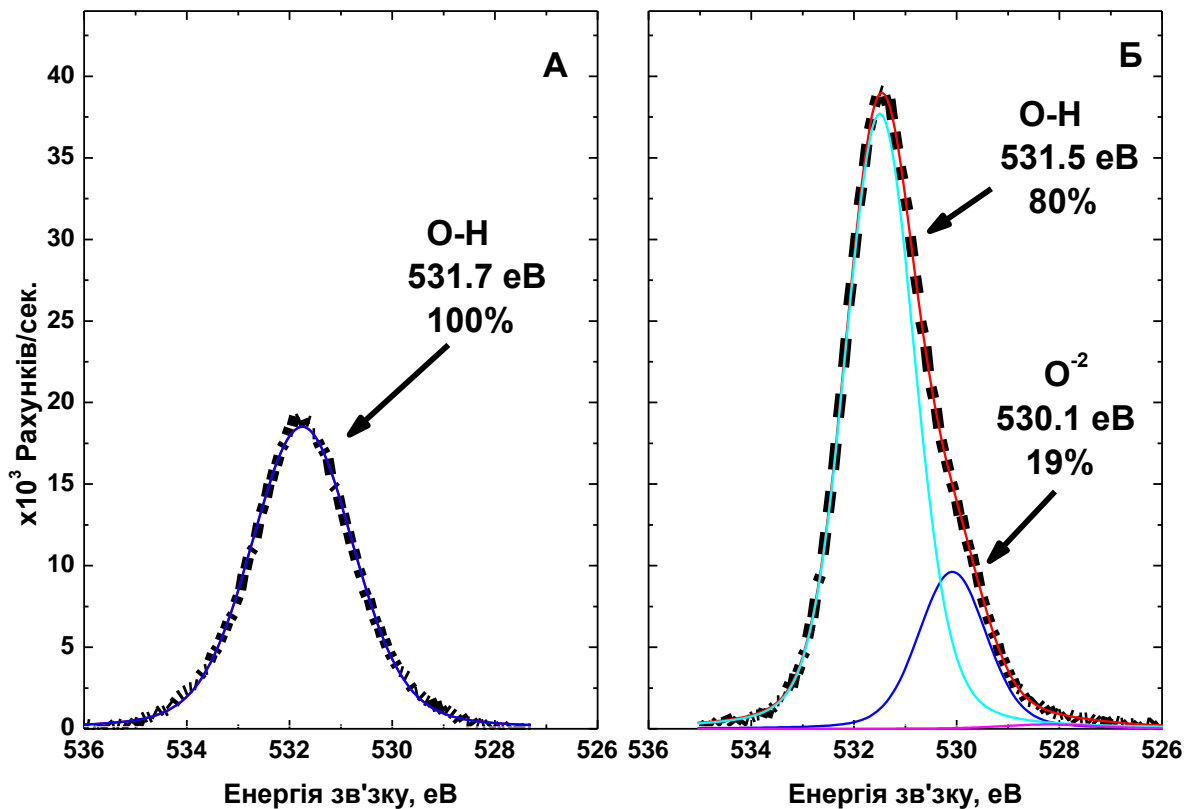


Рис 3. O 1s SRPES спектри аморфного (А) та термічно відпаленого (Б) зразків

Висновки

1. На основі досліджень плівки $As_{20}(Ge_2S_3)_{80}$ методом ВІМС виявлено наявність високопоглинаючих домішок Si та O (окрім основних елементів - As, Ge та S), Вміст основних елементів максимальний поблизу середини плівки.

2. Методами SRPES та XPS встановлено, що плівка $As_5(Ge_2S_3)_{95}$ є сильно карбонізованою та оксидизованою. Із збільшенням глибини від 10 до 30 Å відсотковий вміст C зменшується, а O збільшується.

3. Відпал плівки призводить до перерозподілу концентрації домішок. На глибині до 10 Å відсотковий вміст C зменшується в 4 рази, а O збільшується вдвічі. Відношення O/Ge збільшується, що може бути пов'язано з дифузією кисню з глибших шарів. На глибині ~30 Å концентрація вуглецю зменшується в 3 рази, а вміст кисню збільшується від 34 до 42 %. Однак відношення O/Ge зменшується в результаті дифузії O до приповерхневих шарів плівки.

Відпал плівки $As_5(Ge_2S_3)_{95}$ при 320°C призводить до випаровування і зникнення із поверхні плівки миш'яку.

4. Лазерне опромінення зразка призводить до збільшення концентрації вуглецю як на поверхні, так і викликає його дифузію в приповерхневі шари плівки. Концентрація O та Ge при опроміненні незначно зменшується, а вміст S залишається постійним.

Подяки

Автори висловлюють вдячність докторам К. Принцу (Sincrotrone Trieste, Italy), Н. Цуд (Карловий університет, Чехія), М. Вондрачеку (Чеська академія наук, Чехія) за обговорення та всебічну підтримку при проведенні експерименту.

Р. Голомб та О. Кондрат щиро вдячні за підтримку від Угорської академії наук (Domus Hungarica Scientiarum et Artium Programme (DM/135/2012, DM/144/2013 та 3427/67/2014/ НТМТ).

REFERENCES

1. V. Mitsa, R. Holomb, M. Veres, A. Marton, I. Rosola, I. Fekeshgazi, M. Koós. Non-linear optical properties and structure of wide band gap non-crystalline semiconductors. // *Phys. Stat. Sol. C*. 2011. – Vol. 8, № 9. – P. 2696-2700.
2. O. Kondrat, N. Popovich, R. Holomb, V. Mitsa, V. Lyamayev, N. Tsud, V. Cháb, V. Matolín, and K.C. Prince. Laser induced changes of $As_{50}Se_{50}$ nanolayers studied by synchrotron radiation photoelectron spectroscopy // *J. Thin Solid Films*. 2012. – Vol. 520. – P. 7224-7229.
3. O. Kondrat, N. Popovich, R. Holomb, O. Petrachenkov, V. Lyamayev, N. Tsud, V. Mitsa. X-ray-photoelectron study laser-induced structural changes in nanosha-pax $As_{50}Se_{50}$. // *Physics and Chemistry of Solids*. Vol. 13, № 1, 2012. – P. 77-82.
4. O. Kondrat, N. Popovich, R. Holomb, V. Mitsa, V. Lyamayev, N. Tsud, V. Cháb, V. Matolín, and K.C. Prince. Synchrotron radiation photoelectron spectroscopy studies of self-organization in $As_{40}Se_{60}$ nanolayers stored under ambient conditions and after laser irradiation // *J. Non-Crystalline Solids*. 2012. – Vol. 358, – P. 2910-2916.
5. V. Mitsa, E. Borkach, G. Lovas, R. Holomb, I. Rosola, G. Rudyko, E. Gule, I. Fekeshgazi. The visible photoluminescence from aged and freshly fractured surfaces of chalcogenide glasses // *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Science*, 2013. - Vol. 8. - P. 61-64.
6. Vladimir Mitsa, Roman Holomb, Oleksandr Kondrat, Nataliya Popovych, Nataliya Tsud, Vladimír Matolín, Kevin C. Prince, Gabor Lovas, Stepan Petretskiy, Sára Tóth. Synchrotron XPS studies of illuminated and annealed flash evaporated a- Ge_2S_3 films // *J. Non-Crystalline Solids*, -2014.- Vol. 401. – P. 258–262.
7. Martin T.P. Arsenic sulfide clusters // *Solid State Communication*. – 1984. –Vol. 44, № 2. – P. 111–114.
8. I. Gutzov, I. Avramov. On the mechanism of formation of amorphous condensates from the vapour phase (I). General theory. // *J. Non-Cryst. Sol.* – 1974. Vol. 16, № 1. – P. 128–142.
9. R. Holomb, V. Mitsa, O. Petrachenkov, M. Veres, A. Stronski, and M. Vlček. Comparison of structural transformations in bulk and as-evaporated optical media under action of polychromatic or photon-energy dependent monochromatic illumination. // *Phys. Stat. Sol. C*. 2011. – Vol.8, №9. – P. 2705-2708.
10. R. Holomb, V. Mitsa, O. Petrachenkov, M. Veres, A. Stronski, and M. Vlček. Comparison of structural transformations in bulk and as-evaporated optical media under action of polychromatic or photon-energy dependent monochromatic illumination. // *Phys. Stat. Sol. C*. 2011. – Vol. 8, № 9. – P. 2705-2708.
11. Vladimir Mitsa, Roman Holomb, Oleksandr Kondrat, Nataliya Popovych, Nataliya Tsud, Vladimír Matolín, Kevin C. Prince, Gabor Lovas, Stepan Petretskiy, Sára Tóth. Synchrotron XPS studies of illuminated and annealed flash evaporated a- Ge_2S_3 films // *J. Non-Crystalline Solids*, -2014.- Vol. 401. – P. 258–262.

Петрецький С., Мица В., Голомб Р., Кондрат О., Попович Н., Боркач Є., Мартон А., Вереш М., Чик О.
Синхротронные фотоелектронные спектры, состав и локальная координация атомов в пленках Ge_2S_3 при введении мышьяка

Аннотация. Проведено послойное исследование состава пленки $As_{20}(Ge_2S_3)_{80}$ методом ВІМС при травлении образца ионами Cs^+ и получено распределение составляющих элементов пленки по толщине. Значение процентного содержания составляющих элементов пленки $As_5(Ge_2S_3)_{95}$ и локальное окружение атомов исследовано методами SRPES и XPS, которые дают сигнал из глубин ~10 и ~30 Å, соответственно. В работе приводится анализ состава и локального окружения атомов свежеконденсированных аморфных пленок $As_x(Ge_2S_3)_{100-x}$. Также обсуждается изменение ближнего порядка атомов и стехиометрии пленок при их лазерном облучении и термическом отжиге.

Ключевые слова: ВІМС, SRPES, XPS, (Ge_2S_3) , локальное окружение атомов

Petretskiy S., Mitsa V., Holomb R., Kondrat O., Popovich N., Borkach E., Marton A., Veresh M., Csik A.

Synchrotron photoelectron spectra, composition and local atomic coordination in Ge_2S_3 films at introduction of arsenic

Abstract. Layerwise investigation of composition of $As_{20}(Ge_2S_3)_{80}$ film were performed by SIMS method using etching of the sample by Cs^+ ions and the depth distribution of the constituent elements of film were established. The percentage of the constituent elements of $As_5(Ge_2S_3)_{95}$ film and the local atomic coordination were investigated by SRPES and XPS methods which collect a signal from the depths of ~10 and ~30 Å, respectively. The analysis of the composition and the local atomic coordination of fresh deposited amorphous and atoms $As_x(Ge_2S_3)_{100-x}$ film are given. The changes in a short range atomic order and stoichiometry of films at laser irradiation and thermal annealing were also discussed.

Keywords: SIMS, SRPES, XPS, Ge_2S_3 , local atomic coordination

Сагитов Ю.Х.

**Гибридное интегральное преобразование свёртки:
основная теорема, следствия из неё, некоторые приложения**

Сагитов Юрий Хамитович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры алгебры и геометрии Тольяттинский государственный университета, г. Тольятти, Россия

Аннотация. Исследование посвящено гибриднему интегральному преобразованию свёртки, как результата последовательного применения синус-преобразования Фурье и одностороннего преобразования Лапласа; приводится формальный вывод формулы свёртки; даётся формулировка теоремы для определённого класса функций; предлагаются приложения свёртки в виде вычисленных определённых и несобственных интегралов от кусочно-постоянных функций.

Ключевые слова: несобственный интеграл; норма; гибридное интегральное преобразование; преобразование свёртки; равномерно сходящийся интеграл.

Введение. В настоящее время интегральные преобразования являются мощным и широко используемым математическим средством решения различных теоретических и практических задач.

С помощью интегральных преобразований можно вывести интегральные равенства, применение которых позволяет находить не табличные на данный момент определённые и несобственные интегралы и решения интегральных уравнений определённых видов.

В данной статье вначале приводится формальный вывод интегрального равенства (гибридного интегрального преобразования свёртки), затем доказывается теорема о его справедливости для определённого класса функций, изучаются его свойства и, приводятся следствия из неё. Наконец, рассматриваются приложения основной теоремы и её следствий в виде аналитических выражений не табличных интегралов от простейших кусочно-постоянных функций вида.

Формальный вывод интегрального равенства. В начале, с чисто формальной точки зрения, покажем вывод интегрального равенства, которое было получено с помощью последовательного применения синус-преобразования Фурье и преобразования Лапласа. В этом пункте будем предполагать, что подинтегральные функции таковы, что удовлетворяют условию существования интегралов. Ограничения, накладываемые на подинтегральные функции, будут указаны в последующих пунктах.

Рассмотрим интеграл вида

$$\int_0^{\tau} f(x) \cdot \varphi(\tau - t) \cdot dt, \quad (1)$$

где в качестве подинтегральных функций берутся синус-преобразования Фурье функций $F(x)$ и $\Phi(x)$, т.е.

$$f(x) = \int_0^{\infty} \sin(t \cdot x) \cdot F(x) \cdot dx,$$

$$\varphi(\tau - t) = \int_0^{\infty} \sin[(\tau - t) \cdot y] \cdot \Phi(y) \cdot dy.$$

Тогда

$$\int_0^{\tau} \left\{ \int_0^{\infty} \sin(t \cdot x) \cdot F(x) \cdot dx \right\} \cdot \left\{ \int_0^{\infty} \sin[(\tau - t) \cdot y] \cdot \Phi(y) \cdot dy \right\} \cdot dt.$$

Функции $\Phi(y)$ и $F(x)$ должны удовлетворять условию, что абсолютные их величины интегрируемы на $[0, \infty)$. В последнем выражении поменяем порядок интегрирования

$$\int_0^{\infty} \int_0^{\infty} F(x) \cdot \Phi(y) \cdot \left\{ \int_0^{\tau} \sin(t \cdot x) \cdot \sin[(\tau - t) \cdot y] \cdot dt \right\} \cdot dx \cdot dy. \quad (2)$$

Внутренний интеграл, очевидно, равен

$$\int_0^{\tau} \sin(t \cdot x) \cdot \sin[(\tau - t) \cdot y] \cdot dt = \frac{x \cdot \sin(\tau \cdot y)}{x^2 - y^2} + \frac{y \cdot \sin(\tau \cdot x)}{y^2 - x^2}.$$

В результате, формула (2) примет вид

$$\int_0^{\infty} \sin(\tau \cdot y) \cdot \Phi(y) \cdot \left\{ \int_0^{\infty} \frac{x}{x^2 - y^2} \cdot F(x) \cdot dx \right\} \cdot dy + \int_0^{\infty} \sin(\tau \cdot x) \cdot F(x) \cdot \left\{ \int_0^{\infty} \frac{y}{y^2 - x^2} \cdot \Phi(y) \cdot dy \right\} \cdot dx. \quad (3)$$

Применим одностороннее преобразование Лапласа

$$\int_0^{\infty} \exp(-z \cdot \tau) \cdot \Psi(\tau) \cdot d\tau$$

к интегралам в выражениях (1) и (3) и, полученные результаты приравняем

$$\int_0^{\infty} \frac{x \cdot F(x) \cdot dx}{x^2 + z^2} \cdot \int_0^{\infty} \frac{y \cdot \Phi(y) \cdot dy}{y^2 + z^2} = \int_0^{\infty} \frac{y \cdot \Phi(y)}{y^2 + z^2} \cdot \left[\int_0^{\infty} \frac{x \cdot F(x) \cdot dx}{x^2 - y^2} \right] \cdot dy + \int_0^{\infty} \frac{x \cdot F(x)}{x^2 + z^2} \cdot \left[\int_0^{\infty} \frac{y \cdot \Phi(y) \cdot dy}{y^2 - x^2} \right] \cdot dx$$

После переобозначения во втором двукратном интеграле, равенство примет окончательный вид

$$\int_0^{\infty} \frac{x \cdot F(x) \cdot dx}{x^2 + z^2} \cdot \int_0^{\infty} \frac{x \cdot \Phi(x) \cdot dx}{x^2 + z^2} = \int_0^{\infty} \frac{x \cdot dx}{x^2 + z^2} \times \left[\Phi(x) \cdot \int_0^{\infty} \frac{y \cdot F(y) \cdot dy}{y^2 - x^2} + F(x) \cdot \int_0^{\infty} \frac{y \cdot \Phi(y) \cdot dy}{y^2 - x^2} \right]. \quad (4)$$

Основная теорема и следствия из неё. Предварительные замечания.

Определение. Пусть V – пространство, состоящее из функций f , заданных на $[0, \infty)$, таких, что $f(x) = 0(1/\sqrt{x})$, т.е. $|f(x)| \leq C_f/\sqrt{x}$, $x \geq N_f$ (функции равны с точностью эквивалентности

$$f \sim g \Leftrightarrow \mu\{x | f(x) - g(x) \neq 0\} = 0).$$

В пространстве V определим норму (зависящую от $z > 0$),

$$\|f\|_z = \int_0^{\infty} \frac{x \cdot |f(x)| \cdot dx}{x^2 + z^2}.$$

Очевидно, что для $f \in V$, интеграл сходится, т.к.

$$\int_0^{\infty} \frac{x \cdot |f(x)| \cdot dx}{x^2 + z^2} \leq \int_0^{\infty} \frac{x \cdot (C_f / \sqrt{x}) \cdot dx}{x^2 + z^2} = \frac{C_f}{\sqrt{2} \cdot z} \cdot \int_0^{\infty} \frac{\sqrt{x} \cdot dx}{x^2 + z^2} = 0$$

Пространство V с такой нормой является банаховым (L^1 с весом $x/(x^2 + z^2)$).

Введём непрерывный линейный функционал $A: V \rightarrow R$:

$$1) A(\lambda \cdot f + \mu \cdot g) = \lambda \cdot A(f) + \mu \cdot A(g), \quad \lambda, \mu \in R, \quad f, g \in V;$$

$$2) |A(f)| \leq C_A \cdot \|f\|_z.$$

Определим функционал A на V :

$$A_z(f) = \int_0^{\infty} \frac{x \cdot f(x) \cdot dx}{x^2 + z^2}, \text{ тогда}$$

$$|A(f)| \leq C_A \cdot \|f\|_z = C_A \cdot \int_0^{\infty} \frac{x \cdot |f(x)| \cdot dx}{x^2 + z^2} \leq C_A \cdot \int_0^{\infty} \frac{x \cdot |f(x)| \cdot dx}{x^2 + z^2}$$

Следовательно, условие 2) выполняется при $C_A = 1$. Пусть $F(x), \Phi(x) \in V$ и, тогда этому же пространству принадлежат функции вида

$$f(x) = F(x) \cdot \int_0^{\infty} \frac{y \cdot \Phi(y) \cdot dy}{y^2 - x^2}, \text{ т.к.}$$

$$\|f\|_z = \int_0^{\infty} \frac{x \cdot |f(x)| \cdot dx}{x^2 + z^2} = \int_0^{\infty} \frac{x}{x^2 + z^2} \cdot \left| F(x) \cdot \int_0^{\infty} \frac{y \cdot \Phi(y) \cdot dy}{y^2 - x^2} \right| \cdot dx \leq \int_0^{\infty} \frac{x \cdot (C_F / \sqrt{x}) \cdot \left[\int_0^{\infty} \frac{y \cdot (C_{\Phi} / \sqrt{y}) \cdot dy}{y^2 - x^2} \right] \cdot dx}{x^2 + z^2} = \frac{\pi^2 \cdot C_F \cdot C_{\Phi}}{4 \cdot z} < \infty$$

Пусть $F(x), \Phi(x)$ такие, что выполняются два условия:

$$1) F(x) = 0(1/\sqrt{x}), \quad \Phi(x) = 0(1/\sqrt{x});$$

2) интегралы

$$\int_0^{\infty} \frac{x \cdot y \cdot F(x) \cdot \Phi(y) \cdot dx \cdot dy}{(x^2 + z^2) \cdot (y^2 - x^2)}, \quad \int_0^{\infty} \frac{x \cdot y \cdot \Phi(x) \cdot F(y) \cdot dx \cdot dy}{(x^2 + z^2) \cdot (y^2 - x^2)}$$

являются равномерно сходящимися.

Теорема. Пусть $F(x), \Phi(x)$ удовлетворяют условиям 1) и 2), тогда справедливо интегральное равенство (4).

Доказательство. Ввиду выполнимости условий 1) и 2) во втором слагаемом правой части (4) поменяем порядок интегрирования, т.е.

$$\int_0^{\infty} \frac{x \cdot F(x) \cdot dx}{x^2 + z^2} \cdot \left[\int_0^{\infty} \frac{y \cdot \Phi(y) \cdot dy}{y^2 - x^2} \right] = - \int_0^{\infty} y \cdot \Phi(y) \cdot dy \cdot \left[\int_0^{\infty} \frac{x \cdot F(x) \cdot dx}{(x^2 + z^2) \cdot (x^2 - y^2)} \right] = - \left\{ \int_0^{\infty} \frac{y \cdot \Phi(y) \cdot dy}{y^2 + z^2} \cdot \left[\int_0^{\infty} \frac{x \cdot F(x) \cdot dx}{x^2 - y^2} \right] - \left[\int_0^{\infty} \frac{y \cdot \Phi(y) \cdot dy}{y^2 + z^2} \cdot \int_0^{\infty} \frac{x \cdot F(x) \cdot dx}{x^2 + z^2} \right] \right\}.$$

После подстановки данного результата уравнение (4) преобразуется в тождество.

Теорема доказана.

Два следствия из теоремы выводятся в результате применения очевидных замен переменных

$$\int_0^{\infty} \frac{F(x) \cdot dx}{x^2 + z^2} \cdot \int_0^{\infty} \frac{x \cdot \Phi(x) \cdot dx}{x^2 + z^2} = \int_0^{\infty} \frac{dx}{x^2 + z^2} \cdot \left[x \cdot \Phi(x) \cdot \int_0^{\infty} \frac{F(y) \cdot dy}{y^2 - x^2} + F(x) \cdot \int_0^{\infty} \frac{y \cdot \Phi(y) \cdot dy}{y^2 - x^2} \right], \quad (5)$$

где

$$|F(x)|/\sqrt{x} \leq C_F, \quad x \geq N_F; \quad |\Phi(x)| \leq C_{\Phi}/\sqrt{x}, \quad x \geq N_{\Phi};$$

$$\int_0^{\infty} \frac{F(x) \cdot dx}{x^2 + z^2} \cdot \int_0^{\infty} \frac{\Phi(x) \cdot dx}{x^2 + z^2} = \int_0^{\infty} \frac{1}{x^2 + z^2} \cdot \left[\Phi(x) \cdot \int_0^{\infty} \frac{F(y) \cdot dy}{y^2 - x^2} + F(x) \cdot \int_0^{\infty} \frac{\Phi(y) \cdot dy}{y^2 - x^2} \right] \cdot dx, \quad (6)$$

где

$$|F(x)|/\sqrt{x} \leq C_F, \quad x \geq N_F; \quad |\Phi(x)|/\sqrt{x} \leq C_{\Phi}, \quad x \geq N_{\Phi}.$$

Если в (5) и (6) $F(x) \equiv h = const$, то

$$\int_0^{\infty} \frac{dx}{x^2 + z^2} \cdot \int_0^{\infty} \frac{x \cdot \Phi(x) \cdot dx}{x^2 + z^2} = \int_0^{\infty} \frac{1}{x^2 + z^2} \cdot \left[x \cdot \Phi(x) \cdot \int_0^{\infty} \frac{dy}{y^2 - x^2} + \int_0^{\infty} \frac{y \cdot \Phi(y) \cdot dy}{y^2 - x^2} \right] \cdot dx,$$

$$\int_0^{\infty} \frac{dx}{x^2 + z^2} \cdot \int_0^{\infty} \frac{\Phi(x) \cdot dx}{x^2 + z^2} = \int_0^{\infty} \frac{1}{x^2 + z^2} \cdot \left[\Phi(x) \cdot \int_0^{\infty} \frac{dy}{y^2 - x^2} + \int_0^{\infty} \frac{\Phi(y) \cdot dy}{y^2 - x^2} \right] \cdot dx,$$

но внутренний интеграл в 1-ом слагаемом справа – это ноль, поэтому

$$\int_0^{\infty} \frac{1}{x^2 + z^2} \cdot \left[\int_0^{\infty} \frac{y \cdot \Phi(y) \cdot dy}{y^2 - x^2} \right] \cdot dx = \frac{\pi}{2 \cdot z} \cdot \int_0^{\infty} \frac{x \cdot \Phi(x) \cdot dx}{x^2 + z^2},$$

$$\int_0^{\infty} \frac{1}{x^2 + z^2} \cdot \left[\int_0^{\infty} \frac{\Phi(y) \cdot dy}{y^2 - x^2} \right] \cdot dx = \frac{\pi}{2 \cdot z} \cdot \int_0^{\infty} \frac{\Phi(x) \cdot dx}{x^2 + z^2}.$$

Приложение 1. Кусочно-постоянные функции.

Пусть

$$F(x) = \begin{cases} 0, & 0 < x < a, \quad b < x < \infty \\ h_1, & a \leq x \leq b \end{cases}, \quad (7)$$

$$\Phi(x) = \begin{cases} 0, & 0 < x < c, \quad d < x < \infty \\ h_2, & c \leq x \leq d \end{cases}.$$

Очевидно, что данные функции удовлетворяют условиям теоремы и её следствиям.

Во всех примерах, если это особо не оговаривается $a \neq b \neq c \neq d, \quad g \neq h \neq z, \quad 0 < a, b, c, d, g, h, z < \infty$.

Функции, задаваемые соотношениями (7), последовательно подставим в интегральные равенства (4), (5), (6), тогда

$$\int_a^b \frac{x \cdot \ln\left|\frac{d^2 - x^2}{c^2 - x^2}\right|}{x^2 + z^2} \cdot dx + \int_c^d \frac{x \cdot \ln\left|\frac{b^2 - x^2}{a^2 - x^2}\right|}{x^2 + z^2} \cdot dx = \quad (8)$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \ln\left(\frac{b^2 + z^2}{a^2 + z^2}\right) \cdot \ln\left(\frac{d^2 + z^2}{c^2 + z^2}\right) + \int_a^b \frac{\ln\left|\frac{d^2 - x^2}{c^2 - x^2}\right|}{x^2 + z^2} \cdot dx + \int_c^d \ln\left|\frac{(b-x) \cdot (a+x)}{(b+x) \cdot (a-x)}\right| \cdot \frac{dx}{x^2 + z^2} = \quad (9)$$

$$= \frac{1}{z} \cdot \operatorname{arctg}\left[\frac{(b-a) \cdot z}{z^2 + a \cdot b}\right] \cdot \ln\left(\frac{d^2 + z^2}{c^2 + z^2}\right)$$

$$\int_a^b \ln\left|\frac{(d-x) \cdot (c+x)}{(d+x) \cdot (c-x)}\right| \cdot \frac{dx}{x \cdot (x^2 + z^2)} + \int_c^d \ln\left|\frac{(b-x) \cdot (a+x)}{(b+x) \cdot (a-x)}\right| \cdot \frac{dx}{x \cdot (x^2 + z^2)} = \quad (10)$$

$$= \frac{2}{z^2} \cdot \operatorname{arctg}\left[\frac{(b-a) \cdot z}{z^2 + a \cdot b}\right] \cdot \operatorname{arctg}\left[\frac{(d-c) \cdot z}{z^2 + c \cdot d}\right]$$

Пусть в (8), (9), (10), $c = a$, $d = b$

$$\int_a^b \frac{x \cdot \ln\left|\frac{b^2 - x^2}{a^2 - x^2}\right|}{x^2 + z^2} \cdot dx = \frac{1}{4} \cdot \ln^2\left(\frac{b^2 + z^2}{a^2 + z^2}\right), \quad (11)$$

$$\int_a^b \ln\left|\frac{b-x}{a-x}\right| \cdot \frac{dx}{x^2 + z^2} = \quad (12)$$

$$= \frac{1}{2 \cdot z} \cdot \operatorname{arctg}\left[\frac{(b-a) \cdot z}{z^2 + a \cdot b}\right] \cdot \ln\left(\frac{b^2 + z^2}{a^2 + z^2}\right),$$

$$\int_a^b \ln\left|\frac{(b-x) \cdot (a+x)}{(b+x) \cdot (a-x)}\right| \cdot \frac{dx}{x \cdot (x^2 + z^2)} = \quad (13)$$

$$= \frac{1}{z^2} \cdot \operatorname{arctg}^2\left[\frac{(b-a) \cdot z}{z^2 + a \cdot b}\right]$$

В (11) и (12) потребуем, чтобы $a \rightarrow 0$. При вычислении интегралов в этих выражениях, используем стандартный приём, применение которого справедливо, в силу равномерной сходимости последних,

$$\lim_{a \rightarrow 0} \int_a^b f(x, a, b, z) \cdot dx = \int_0^b \lim_{a \rightarrow 0} f(x, a, b, z) \cdot dx - \lim_{a \rightarrow 0} \int_0^a f(x, a, b, z) \cdot dx$$

Если второй интеграл справа очевидным образом стремится к нулю, то исследование этого факта будет опускаться. В дальнейшем, стремление к нулю нижнего предела будет пониматься в указанном смысле. В (13) такой переход не возможен, т.к. при $a \rightarrow 0$ нарушается равномерная сходимость интеграла, что противоречит теореме.

После вычисления пределов слева и справа, имеем

$$\int_0^b \frac{x \cdot \ln\left|\frac{b^2 - x^2}{x^2}\right|}{x^2 + z^2} \cdot dx = \frac{1}{4} \cdot \ln^2\left(\frac{b^2 + z^2}{z^2}\right), \quad (14)$$

$$\int_0^b \ln\left|\frac{b-x}{x}\right| \cdot \frac{dx}{x^2 + z^2} = \frac{1}{2 \cdot z} \cdot \operatorname{arctg}\left(\frac{b}{z}\right) \cdot \ln\left(\frac{b^2 + z^2}{z^2}\right). \quad (15)$$

Пусть в (14), (15) $z = b$,

$$\int_0^b \frac{x \cdot \ln\left|\frac{b^2 - x^2}{x^2}\right|}{x^2 + b^2} \cdot dx = \frac{1}{4} \cdot \ln^2(2), \quad (16)$$

$$\int_0^b \ln\left|\frac{b-x}{x}\right| \cdot \frac{dx}{x^2 + b^2} = \frac{\pi \cdot \ln 2}{8 \cdot b}. \quad (17)$$

В (16), (17) произведём замену переменных $x = t \cdot b$, в итоге

$$\int_0^1 \frac{t \cdot \ln|t^2 - 1|}{t^2 + 1} \cdot dt = \frac{1}{4} \cdot \left[\ln^2(2) - \frac{\pi^2}{6}\right], \quad (18)$$

$$\int_0^1 \frac{\ln|t-1| \cdot dt}{t^2 + 1} = \frac{\pi \cdot \ln 2}{8} - G. \quad (19)$$

При вычислении (18) и (19) использовался табличный результат [1, с. 488]; $G = 0,91596559$ – постоянная Каталана.

Видоизменим (11) и (12), прибавив одно и то же слагаемое, к левой и правой частям равенства, в итоге

$$\int_a^b \ln\left|\frac{b^2 - x^2}{a^2 - x^2} \cdot \frac{a^2 + z^2}{b^2 + z^2}\right| \cdot \frac{x \cdot dx}{x^2 + z^2} = -\frac{1}{4} \cdot \ln^2\left(\frac{b^2 + z^2}{a^2 + z^2}\right), \quad (20)$$

$$\int_a^b \ln\left|\frac{b-x}{a-x} \cdot \frac{a+z}{b+z}\right| \cdot \frac{dx}{x^2 + z^2} = \quad (21)$$

$$= \frac{1}{z} \cdot \operatorname{arctg}\left[\frac{(b-a) \cdot z}{z^2 + a \cdot b}\right] \cdot \ln\left(\frac{a+z}{b+z} \cdot \sqrt{\frac{b^2 + z^2}{a^2 + z^2}}\right)$$

В (20) и (21) устремим $a \rightarrow 0$

$$\int_0^b \ln\left|\frac{b^2 - x^2}{b^2 + z^2} \cdot \frac{z^2}{x^2}\right| \cdot \frac{x \cdot dx}{x^2 + z^2} = -\frac{1}{4} \cdot \ln^2\left(\frac{b^2 + z^2}{z^2}\right), \quad (22)$$

$$\int_0^b \ln\left|\frac{b-x}{b+z} \cdot \frac{z}{x}\right| \cdot \frac{dx}{x^2 + z^2} = \frac{1}{z} \cdot \operatorname{arctg}\left(\frac{b}{z}\right) \cdot \ln\left(\frac{\sqrt{b^2 + z^2}}{b+z}\right). \quad (23)$$

Пусть в (22) и (23) $z = b$

$$\int_0^b \ln\left|\frac{b^2 - x^2}{2 \cdot x^2}\right| \cdot \frac{x \cdot dx}{x^2 + b^2} = -\frac{1}{4} \cdot \ln^2(2),$$

$$\int_0^b \ln\left|\frac{b-x}{2 \cdot x}\right| \cdot \frac{dx}{x^2 + b^2} = -\frac{\pi \cdot \ln(2)}{8 \cdot b}.$$

Пусть в (13) и (21) $b \rightarrow \infty$. При вычислении интегралов в этих выражениях, используем тот же приём, что и ранее, т.е.

$$\lim_{b \rightarrow \infty} \int_a^b f(x, a, b, z) \cdot dx = \int_a^\infty \lim_{b \rightarrow \infty} f(x, a, b, z) \cdot dx - \lim_{b \rightarrow \infty} \int_b^\infty f(x, a, b, z) \cdot dx$$

Если второй интеграл справа очевидным образом стремится к нулю, то исследование этого факта будет опускаться. В дальнейшем, стремление к бесконечности верхнего предела будет пониматься в указанном смысле.

После вычисления пределов слева и справа, имеем

$$\int_a^{\infty} \ln \left| \frac{a+x}{a-x} \right| \cdot \frac{dx}{x \cdot (x^2+z^2)} = \frac{1}{z^2} \cdot \operatorname{arctg}^2 \left(\frac{z}{a} \right),$$

(24)

$$\int_a^{\infty} \ln \left| \frac{a+z}{a-x} \right| \cdot \frac{dx}{x^2+z^2} = \frac{1}{z} \cdot \operatorname{arctg} \left(\frac{z}{a} \right) \cdot \ln \left(\frac{a+z}{\sqrt{a^2+z^2}} \right).$$

Пусть в (24) $a \rightarrow 0$

$$\int_0^{\infty} \frac{\ln x \cdot dx}{x^2+z^2} = \frac{\pi \cdot \ln z}{2 \cdot z}.$$

Данная формула совпадает с известным результатом [1, с. 489].

Заключение. В приложении данной работы представлены интегралы только от простейших кусочно-непрерывных функций. В дальнейшем будут представлены результаты от более широкого класса функций, а также применение гибридной интегральной преобразованию свёртки для решения интегральных и интегро-дифференциальных уравнений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прудников А.П., Брычков Ю.А., Маричев О.И. Интегралы и ряды. Элементарные функции. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981, 800 с.
2. Сагитов Ю.Х. Формула двойной интегральной свертки // Сборник: Динамика систем и управление. – Саранск, 2003.
3. Быблев О.Я., Ленюк М.П. Гибридные интегральные преобразования Вебера для кусочно-однородной полярной оси // Известия вузов. Математика. 1987. – № 8. С. 3-11.
4. Уфлянд Я.С. Интегральные преобразования в задачах теории упругости. – 2-е изд-е. – Л.: Наука, 1967. – 402 с.
5. Уфлянд Я.С. О некоторых новых интегральных преобразованиях и их приложениях к задачам математической физики. // Вопросы математической физики. Ленинград, 1976. – С. 93-106.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Prudnikov A.P., Brychkov Yu.A., O.I. Marichev Integrals and series. Elementary functions. - M.: Nauka. Home edition of Physical and Mathematical Literature, 1981, 800 p.
2. Sagitov Yu.Kh. Formula of double integral convolution // Collection: Dynamics and control systems. - Saransk, 2003.
3. Byblev O.Ya., Lenyuk M.P. Hybrid integral Weber-transformations for piecewise-homogeneous polar axis // Proceedings of the universities. Mathematics. 1987. - № 8. P. 3-11.
4. Ufland J.S. Integral transformations in the theory of elasticity. – 2d ed. – L.: Nauka, 1967. – 402 p.
5. Ufland J.S. On some new integral transforms and their applications to problems of mathematical physics // Questions of mathematical physics. Leningrad, 1976. - P. 93-106.

Sagitov Yu. Hybrid convolution integral transformation: the main theorem corollaries from it, some applications

Abstract. The study focuses on hybrid integral transform, convolution, as a result of the consistent application of the sine of the Fourier transform and the one-sided Laplace transform; and there is a formal derivation of the formula convolution; it is the assertion of the theorem for a certain class of functions; provides application convolution in the form of calculated and certain improper integrals of piecewise constant functions.

Keywords: improper integral; norm; hybrid integral transformation; the transformation of the convolution; uniformly convergent integral

ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

Sadowska E.J.

The late baroque wooden church of Michael the Archangel in Szalowa(Poland) – the church from wooden model

Sadowska Ewa Janina, Dr., Institute of the History Architecture and Historical Monuments Preservation Cracow University of Technology, Cracow, Poland

Abstract. The church in question was built in the land of Gorlice in the times of the Counter-Reformation in a village previously owned by heretics. It was founded in 1756 by Krzysztof Jordan. It was inspired by monumental twin-towered masonry churches. It was also built based on a mobile, wooden model, which could have been built by Franciszek Placidi, which, unbelievably, was preserved and is on display at the National Museum in Cracow in the bishop Erasmus Ciołek Palace near Kanonicza Street. It was registered as a historical monument in 1931 and chosen to be put on the UNESCO World Heritage Site List in 2000.

Keywords: *Wooden twin-towered church, late baroque, baroque wooden church model, UNESCO World Heritage Site*



Pic. 1. The wooden church in Szalowa (model B. Witek)

The parish church of Michael The Archangel in Szalowa, in the Beskid Niski, on the border with Pogórze Rożnowskie, was built in the years 1736-1739 at the time of the Counter-Reformation and founded by Krzysztof Jordan, who had been the owner of the village at the time, with the co-founder of a part of its furnishings, the provost Wojciech Stefanowski. It was later finished and consecrated in 1756. In 1808 the presbytery underwent renovation at the initiative of provost Sebastian Proszowski, with further restorative work being done in 1911 and in the years 1952-1954. In 1931 the building was officially introduced into the registry of historical monuments (position A-553/31). In the year 2000 the church was selected, along with other wooden gothic churches at Binarowa, Blizne, Dębno, Haczów, Lipnica Murowana and Sękowa, to become a UNESCO World Heritage Site, along with the preparation of the appropriate documentation [1].

The church of Michael The Archangel in Szalowa, however, was not put on the list in the end, due to standing out from the rest.

The Szalowa parish was created before 1375 and the church in question is the third one to be erected on the

site, in a village which had an Arian gathering hall built near the manor by its owners, the dissident Szalowski family, which had the Stirrup as their coat of arms. The dissident Serafin Szalowski was supposedly buried beneath the floor of the wooden gothic church which existed on the site in the years 1575-1595.

The wooden church of Szalowa was built based on a wooden model, which was preserved and is now on display in the National Museum at the palace of Erasmus Ciołek, Bishop of Plock, at Kanonicza Street 19 in Cracow. [2]

The Cracow architectural models were developed and created by the founder and long term director of the Polish Academy Of Sciences Historical Monuments Measurement Workshop. The model of the church is unique among the preserved architectural models. These include: the models of the towers of the church of St. Anne in Cracow from around 1775, probably made by Sebastian Sierakowski, placed in the Jagiellonian University Museum; the models of altars from Cracow churches – of the Carmelite Sisters church at Wesola Street, the Jesuits church of St. Barbara (by Franciszek Placidi), the Franciscan Minor Brothers, as well as many other altars and tabernacles. [2]. The model of the church in Szalowa is, perhaps, the work of Franciszek Placidi, the designer of the church of the Trinitarians, the facade of the church of the Piarists, the western vestibule of St. Mary's church, the Lubomirski family chapel in the church of the Camaldolese in Bielany, the building of the shelter for the poor and sick of the parish of St. Mary at Sienna Street 16, the flèches on the roofs of the churches of St. Barbara and the church of Corpus Christi, altars such as the one in the Loretonian chapel of the St. Mary's church, the main altar in the church of St. Nicholas, the main altars in the churches of the Benedictine Abbey in Tyniec and the church of the Holy Cross in Bielany. [3]

The model of the Szalowa church is composed of three distinct parts, the body of the temple and its presbytery is capable of being slid along the line of crest of the roof, revealing the interior upon opening it. Both parts are connect by an octagonal flèche which turns into a lantern. Two symmetrical, low towers are fitted with spherical crowns. The main nave and the presbytery are of the same height, covered by a gable roof, with the lateral naves being of lower height than the main one, covered by shed roofs.

The church in question is an example of employing the principles and architectural tendencies of masonry church construction of the Baroque in the field of wooden struc-

tures, which is a phenomenon thought to be unique to Poland. The author of the unpublished monography about the Szalowa church – the arts historian Irena Konopka, [4] basing on measurements of the building and its model came to the conclusion that it bears a strong resemblance and is heavily influenced by the architecture of the churches of Cracow, especially with three-nave structures possessing three portals, such as the church of St. Peter and St. Paul (1605-1649, the facade, dome and interior was designed by Giovanni Trezano), St. Anne (1692-1703, designed by Tillmann of Gameren), of the Conversion Of St. Paul of the Missionaries on Stradom Street (1719-1728, designed by Kacper Bazanka), of the Illumination Of The Most Holy Virgin Mary of the Carmelites on the Piasek (its present form after the reconstruction in the middle of the XVII century) [5]. Of the structures that are listed above, only the church of St. Anne possesses two towers, the others have none. In the church of St. Peter and St. Paul there are, however, two recessions in the facade with sculptures of the saints, which are in turn subject to the central bas-relief depicting the Apotheosis of the Eucharist and of the Name of Jesus. When we connect the far points of the tympanums it is evident that their meeting point is the central bas-relief, precisely located at the line of the horizon and at the height equal to three quarters of the pillars and columns. The facade of the Szalowa church shares a similar composition, with roughly square proportions and a centrally located sculpture of its patron near the top.

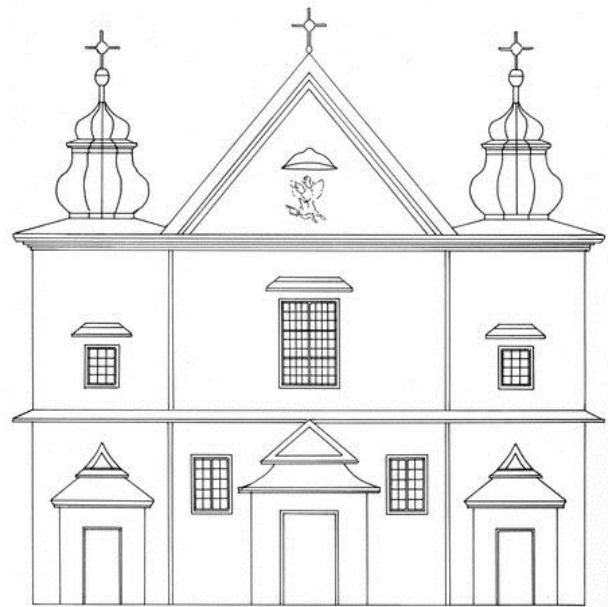
I think that the church in Szalowa is far more similar to the church of the Rapture of The Most Holy Virgin Mary, which is a part of the monastery of the Camaldolese on Srebrna Góra in Bielany, which also has three portals on its front facade and is flanked by two towers and a central projection with a triangular top (designed by Andrea Spezza, 1609-1630) [6, 7, 8, 9].

The Szalowa church is built from fir tree wood as a square cross-section log structure with dovetail corners with sawed-off butts. The lower part of the facade is boarded, the upper - covered in shakes arranged in the herring-bone pattern. It possesses very pronounced cornices.

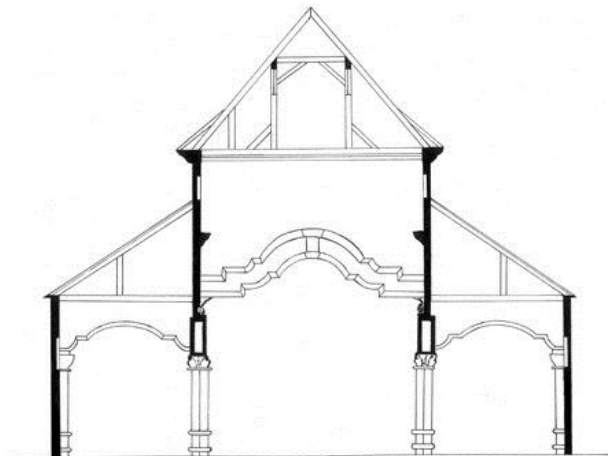
The facade of the church is wide, of a simple composition, with two towers and two stories, with the so called donkey ear style of crown. It is reminiscent of a style of building which originated in the XVII century in the Lubelszczyzna region in masonry, which then spread all over the Rzeczpospolita. Facades with twin towers were thought of as more elegant. In the era of the Counter-Reformation during the Baroque, the double tower facade reached the height of its popularity in brick and stone architecture. As Ryszard Brykowski writes: "The Baroque tendency towards the grandiose, the opulent and the formal was now paired with the Counter-Reformist teachings of the Church, which emphasized the importance of the frontal facade, which was in accordance with the theoretical treatises on architecture of the time, as well as with the preaching of the leaders of the Catholic revival." [10]

In Szalowa, the triangular top of the church, located between the towers, is accented by a realistic sculpture of St. Michael The Archangel, clad in Roman-style armor, with his winged form triumphant in the fight of good versus evil, with one leg on the back, and the other on the head of Satan, lying on his stomach, with a grimace on the latter's face, with a tongue sticking out in a gesture of

defeat. The sculpture of the patron defeating the devil is protected by a wooden cross clad in steel and a semi-circular small roof. The low towers, depicted as taller on the model, have a square shaped floor plan, with a pillar structure, with their crowns fashioned in a pear-like shape, which accent the cornice, turning into a spike with a sphere on its tip. The flèche is octagonal with a similarly octagonal top, which turns into an eight-paned lantern, above which there is cornice, with a dome fitted with a sphere and a cross.



Pic. 2. The wooden church in Szalowa frontal facade (drawing M. Kuna)



Pic. 3. The wooden church in Szalowa cross-section (drawing M. Kuna)

Within the form of the frontal facade one can observe three projections of the vestibules, the middle of which is slightly wider than the outer ones, which were constructed twenty years after the temple was opened for use. The model lacks these projections. The church is a three-nave basilica with a rectangular floor plan with a three-sided presbytery reminiscent of gothic temples. The presbytery and the central nave are covered by a common gable roof (called a "saddled roof" by the authors of a work on the

subject from 1916), with the flèche tower slightly lower than on the model, with its height not as drastically larger than the towers near the frontal façade [11]. The roof was originally clad in shakes, with steel sheets being introduced later (after 1911).



Pic. 1. The wooden church in Szalowa pulpit (photo Ewa Janina Sadowska)

The modest exterior gives no hint of the opulence to be observed in the interior. The main nave and the presbytery, the widths of which are equal to one another, are covered by apparent barrel vaults, with the adjacent naves having a flat ceiling. The main nave possesses arched openings towards the side naves, with the arches having wavy profiles, upheld by pillars with a square body and a Corinthian capital. The columns are slanted in relation to the nave, which is a unique feature, as it evokes a feeling of movement which is very characteristic of Late Baroque when observed along with the line of the archway and the balcony of the choir. The wavy profile, analogous to the opening of the main nave towards the side naves is also present on the arch between the main nave and the presbytery. The wall with its bent transom, sporting a wavy profile, connects with the rather low presbytery. The model of the church can be slid apart along its length, showing the interior. The interior of the church shows a more consequent, thought out approach than that of the model.

The interior itself is very homogenous, with its entirety made of wood with polychromatic decoration. Although

from a distance the altar may seem like it is made of stone, it is actually made of wood treated to appear as marble, as it is in the church of St. Franciszek Salezy in Cracow. The opulence of detail is evident in the polychromatic painted walls and ceilings, flourishing with shades of white, blue and gold with a floral motif, showcasing palm leaves, which must have been very exotic at the time, forming rosettes on the ceiling, with their quarters visible in the corners. The decoration itself is in the Rococo style and is dated to 1796 and authored by Johann Dunin. [12]

The decoration was renovated in 1808 during preservation works. The decoration of the presbytery is architectural - six opulently decorated settings with shield crests have evocations to Virgin Mary sculpted into them, as well as allegoric representations of the Adoration Of The Holy Sacrament, Mount Golgotha, Noah's Ark and the Ten Commandments. The decoration of the presbytery is supported by the painted motifs of the transom at the border with the main nave, where one can see the scene of the Crucifixion as it is commonly depicted in sculpture, with the figure of the mounted soldier having his hand and weapon protruding from the painting as actual sculpted elements for added realism.

The altars: the main one and the ones located at the sides of the church are richly decorated and painted, with the main altar fitted with mirror motifs.

One of the aforementioned six altars located near the sides of the church, sporting a painting of St. John of Kęty holds a special place in the minds of the faithful of Szalowa – two out of the five miracles which were accepted as genuine by the Holy See and which were needed for the canonization of the saint happened in Szalowa. The canonization was planned for the year 1768 in Cracow, a mere twenty years after the building of the church, was halted until 15 of July 1775 due to “barriers public in the Polish nation”. [13, 14].

An interesting element of the interior decoration of the church in Szalowa is the Rococo style pulpit, richly decorated and covered by a canopy, connected with the choir by a staircase and a gallery for the collators. The choir itself has a wavy shaped parapet and a lambrequin, along with stalls and benches. Three Rococo style confessionals from the XVIII century can be found in the church, with one of them decorated with the likeness of St. Jan Nepomucen, the canonic of the collegiate of St. Giles in Prague, who was the confessor of queen Zofia. This confessor lived in the period of heavy fighting with the Hussites, and upon refusing to break the secret of the confession to the king, Vaclaus IV of Luxemburg, was imprisoned tortured and drowned in the Veltava by being cast from a bridge. His veneration has been spontaneously spreading since the XV century, with the official beatification by pope Innocent XIII taking place in 1721, three hundred years after his martyrdom took place. In 1729 the pope Benedict XIII introduced him into the host of the Saints [15]. The church's baptismal font, made from black marble, is dated to the XVIII century, along with the angel's head shaped stoup.

The church in Szalowa has been discovered by the historical monuments conservators at the shift of the XIX and XX centuries, with Władisław Tomkowicz describing it in the first tome of his *Teka Grona Konserwatorów Galicji Zachodniej*. [16]

It also made an appearance, with drawings of its floor plans and decorations, in the work "Kościoły drewniane Galicji Zachodniej" by Feliks Kopera and Leonard Lepszy, which was published during the First World War in 1916. [12]

The Cracow monastery of the Camaldolese at Srebrna Góra in Bielany, behind the enclosure, in the space of the former Baroque refectory, in the working part of the monastery, one can observe on the ceiling a similar polychromatic painting as in the church of Szalowa, with field flower motifs and vines, which also possesses very similar colors. This room is currently used for drying underwear and ironing clothes, while the ceiling itself is covered in boards that are painted white, with only parts of the decoration visible where the paint has been removed, especially from the top, as seen from the attic, where the Wooden Architecture Science Circle was performing measurements of the wooden roof structure. [17, 18, 19]

Within the National Museum, the exhibition of the model of the church of Szalowa lacks any detailed information on the fact that the building was actually erected based on it. At the same time there is no mention of this fact within the building itself. We can find this information on the public webpage of the community of Szalowa. It is my opinion that this information deserves to be more widely spread. Students of architecture, especially those currently studying wooden structures or the history of Polish architecture could greatly benefit from it. The measurements and plans of historical monuments should be digitized, which can be accomplished by students during their third academic year practical studies at the Faculty of Architecture, and published. An example of this is the work done in the Sixties of the XX century on materials related to Wojślawice (the wooden buildings of the town, including those of Jewish origin, had had their arcades restored - especially the house of the shoemaker Fawka, which currently hosts the headquarters of the Panorama of Cultures Society), which were used as a part of the social and education projects called "Virtual Wojślawice", "Wooden Architecture Of The Towns of Lubelszczyzna", "The Cultural Landscape Of The Towns Of Lubelszczyzna" as well as "The Trail Of The Jews Of Lubelszczyzna" and "The Multicultural Heritage Of Local Communities" which were organized in cooperation with the Jewish Historical Institute and the Museum Of The History Of Polish Jews. Two decades later, the materials gathered by the Polish Students Association project called Chełm 80 in 1979, which catalogued wooden architecture, were used to initiate the project called "The Trail Of The Wooden Architecture Of The Land Of Chełm", which included restoring buildings that were destroyed or reconstructed to their former, historical appearance. The documentation of a motor mill, which was powered by the wind until the beginning of the XX century (the motor house was constructed in 1940 in the rarely found in Lubelszczyzna timber frame structure) located in Pobołowice near the Chełm Lubelski - Hrubieszów road in the Chełm Region Of Protected Environment near the Tywa river, was digitized and as a model is shown as a part of the architectural trail and as an entry point for course projects for the historical monuments preservation classes on the third year of the bachelor studies at the Faculty of Architecture (for members of the Wooden Architecture Science Circle). [20]



Fig. 5. Cracow at Srebrna Góra in Bielany Monastery of the Camaldolese frontal facade (drawing P. Zheromsky)



Fig. 6. Cracow at Srebrna Góra in Bielany Monastery of the Camaldolese (photo Ewa Janina Sadowska)

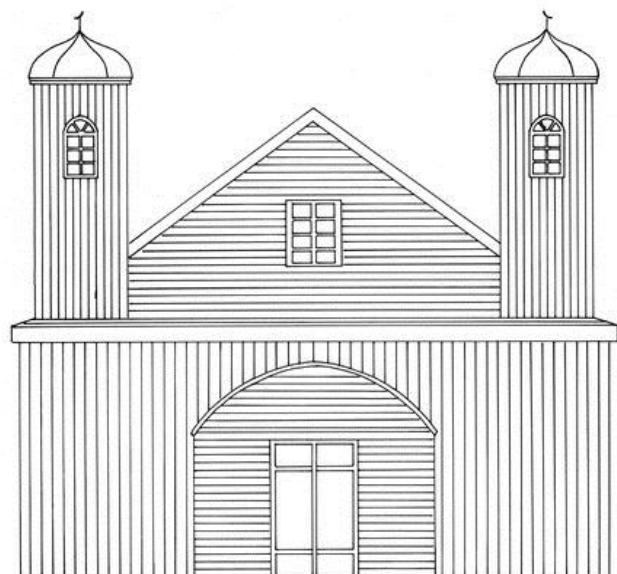


Fig. 8. The wooden mosque of the Polish Tartars in Kruszyniany frontal facade (drawing M. Kuna)



Pic. 7. The wooden synagogue in Gąbin (drawing K. Ksiezarczyk)

The church of St. Michael the Archangel in Szalowa is located in the valley of the Szalówka spring, beneath Maślana mountain, a region valued for its vistas, which has not been heavily spoiled by the advancement of civilization. It would be good to protect its cultural landscape and its identity as much as we protect its environment

[21]. The genius loci and spatial harmony of Szalowa is worth of preserving. [22].

Wooden churches with two towers were not uncommon in the Baroque period. [23, 24]

The currently filial church in Tomaszów Lubelski of the Annunciation Of The Most Holy Lady, the only two towered wooden church in the region of Zamojszczyzna, which was built between the years 1627 and 1727, designed by an unknown architect affiliated with the court of the Zamoyski family [25, 26], (the founder of the church was Zdzisław Zamoyski) may be an analogy to the Szalowa temple. It is more well-known than the church in Szalowa, which is located away from commonly used roads and paths. It has earned itself an early XX century mention in the monography of the famous architect and renowned historical monuments conservator of the Wawel Castle Adolf Szyszko Bohusz [27]. Franciszek Klein, on the other hand, wrote about this building in the "Architekt" magazine. [28]

Among other two towered Baroque period Polish temples of the once-multicultural Rzeczpospolita were the famous two towered mosque of the Polish Tartars in Kruszyniany, dated to the second half of the XVIII century, perhaps earlier [30], as well as the two towered synagogue in Gąbin [31], burned during the Second World War, the model of which was developed from preserved iconographic materials and is accessible on the Internet.

REFERENCES

1. T. Śledzikowski, Małopolskie kościoły drewniane na Liście Światowego Dziedzictwa Kulturalnego i Naturalnego UNESCO // Monument. – N. 2. –2005, p. 143-167.
2. ID no. MNK I-31, dimensions: h.66 cm, w.64,5, l.105 cm; J. Samek, Krakowskie modele architektoniczne (Do zagadnienia warsztatu artysty w sztuce polskiej czasów nowożytnych), "Tekna Komisji Urbanistyki i Architektury PAN. – Vol. XVI. – 1982, p. 255-265.
3. J. Lepiarczyk, Architekt Franciszek Placidi, // Rocznik Krakowski. – Vol. XXXVII. – 1965. – p. 127-144.
4. I. Konopka, Kościół parafialny pod wezwaniem Archanioła Michała w Szalowej masters degree thesis present at the Faculty of Philosophy and History of the Jagiellonian University, manuscript-1972-Archive of the Institute of Arts History of the Jagiellonian University.
5. A. Piotrowski, Kaplica Karmelitańska Matki Boskiej Piaskowej. Nieznane dzieło architekta królewskiego Jana Trevano // Biuletyn Historii Sztuki. –Vol. XXXVI. –1984. – p. 345-354.
6. A. Małkiewicz, Wenanty da Subbico-Andrea Spezza-Walenty von Sabisch. Z problematyki historycznej kościoła na Bielanych pod Krakowem // Biuletyn Historii Sztuki. – Vol. XXIII. – 1971. – p. 202-205;
7. E.J. Sadowska, Praktyka inwentaryzacyjna na Bielanych // Nasza Politechnika. – N.4(52) July/August 2005. p. 28-30.
8. E.J. Sadowska, Kościół i klasztor Kamedułów na Bielanych pod Krakowem, "Nasza Politechnika", is 4(58)-July/August 2006. – p. 24-26.
9. M. Kapelak, E.J. Sadowska (scientific caretaker of the Wooden Architecture Science Circle), Gate to Srebrna Góra and the frontal facade of the church. An attempt at constructing a model / In: Uczelniana Sesja Studenckich Kół Naukowych, Politechnika Krakowska, Kraków. – 2007. – p. 27.
10. R. Brykowski, Drewniane dwu wieżowe świątynie Rzeczpospolitej // Biuletyn Historii Sztuki. – Vol. XLIII. – 1991. – N. 1-2. – p. 27-51.
11. F. Kopera, L. Lepszy, Kościoły drewniane Galicji Zachodniej. Die Holzkirchen Westgaliziens. – Kraków. – 1916. – p. 160.
12. S. Szymański, Wystroje malarskie kościołów drewnianych. – Kraków. – 1970. – p. 97.
13. J. Samek, Refleksy kultu św. Jana z Kęt w sztuce / in: Święty Jan Kanty w sześćsetną rocznicę urodzin 1390-1990. – Kraków. – 1991. – p. 87-102.
14. J. Bieniarzówna, Postać św. Jana Kantego w świadomości społecznej ludzi XVII wieku / in: Święty Jan Kanty, op.cit. – p. 87-102.
15. E. Sadowska, Kapliczka św. Jana Nepomucena w Uhrze w województwie chełmskim // Czasopismo Techniczne. – 1985. – N. 5. – 7B (236 and 238), p. 119-121.
16. W. Tomkowicz, Inwentaryzacja zabytków Galicji Zachodniej. Powiat gorlicki / In: Tekna Konserwatorów Galicji Zachodniej. – Vol. I. – 1900. – p. 201-208.
17. J. Tajchman, Stropy drewniane w Polsce. Propozycja systematyki, Ośrodek Dokumentacji Zabytków, seria Biblioteka Muzealnictwa i Ochrony Zabytków C, Vol. 4, Warszawa, 1989.
18. P. Tumidajski, E.J. Sadowska (scientific caretaker of Scientific Circle of the Wooden Architecture), Barokowy strop belkowy w klasztorze Kamedułów na Bielanych i jego krakowskie analogie. Baroque's beam on Camaldolese's eremitage in Bielany and his Cracow's parallelism / In: Uczelniana Sesja Studenckich Kół Naukowych, Politechnika Krakowska, Kraków, 2008, p. 54-60.
19. P. Paluch, E.J. Sadowska (scientific caretaker of Scientific Circle of the Wooden Architecture) Za klauzurą. Kościół i klasztor kamedulski na Bielanych od strony bocznych dziedzińców-próba utworzenia modelu / In: Uczelniana Sesja Studenckich Kół Naukowych Politechniki Krakowskiej, Kraków. – 2007. – p. 39.
20. E.J. Sadowska, Budownictwo drewniane Zamojszczyzny w zbiorach archiwum Instytutu Historii Architektury i Konserwacji Zabytków Politechniki Krakowskiej/In:Przyczynki do etnografii Zamojszczyzny, Zamość. – 1995. – p. 97-113 (p. 111 drawings and plan of a wooden church in Tomaszów Lubelski. During the „Action Chełm” wooden water mills In Pobołowice and Uher were measured and had their plans drawn, In addition with the wooden Chapel of St. Jan Nepo-

- mucen In Uher, the ruined wooden Manor House and garden in Deputytce; the plans were given to the Voivodship Historical Monuments Conservator in Chełm, with Copie deposited At the archives of the Institute of the History of Architecture and Historical Monuments Preservation of the Cracow University of Technology and of the Wooden Architecture Science Circle, the scientific caretaker of chich is the autor of his article.)
21. J. Bogdanowski, M. Łuczyńska-Bruzda, M. Łuzna, E. Sadowska, J. Środulska-Wielgus, Katalog form budownictwa na obszarze Jurajskich Parków Krajobrazowych // Teka Komisji Urbanistyki i Architektury PAN. – Vol. XXVII. –1988. – p. 167-176.
 22. Z. Myczkowski, Tożsamość miejsca w kontekście historycznym i współczesnym / In: Fenomen Genius Loci. Materiały Konferencji zorganizowanej przez Muzeum-Pałac w Wilanowie i Instytut Historii Sztuki Uniwersytetu Kardynała Wyszyńskiego w Warszawie w grudniu 2000 roku, ed. B. Gutowski, Warszawa. – 2009. – p. 153-162.
 23. M. Kornecki, Drewniana architektura sakralna w Polsce. Zagadnienie typów i form regionalnych w rozwoju historycznym // Ochrona Zabytków. – Vol. XLV. – 1992, p. 7-29.
 24. J. Kowalczyk, Architektura sakralna między Wisłą a Bugiem w okresie późnego baroku / in: Dzieje Lubelszczyzny, Kultura artystyczna, ed. T. Chmurzyńska, Lublin. – 1992. – p. 37-118.
 25. J. Kowalczyk, Architekci Zamoyskich w XVIII wieku // Kwartalnik Architektury i Urbanistyki. – Vol. IV. – 1959. – N. 3-4, p. 211-234.
 26. J.Górak,Kościół drewniane Zamojszczyzny, Zamość. – 1986.
 27. A. Szyszko-Bohusz, Kościoły w Tomaszowie i w Mnichowie. Przyczynek do historii budownictwa drewnianego w epoce barokowej // Sprawozdania Komisji do badania historii sztuki w Polsce. – Vol. VIII. – 1911. – p. 309-327.
 28. F. Klein, Kościółek w Tomaszowie Lubelskim // Architekt. – Vol. XI. – 1910. – p. 192-193.
 30. R. Brykowski, Tatarskie meczety w Rzeczypospolitej // Ochrona Zabytków. – 1988. – is. 3, p. 153-172.
 31. Gąbin, bożnica drewniana // Sprawozdania Komisji do badania historii sztuki w Polsce. – Vol. VI. – 1900/2. – p. LXXXIX-XC, fig. 51 and 52.

Шульга Г.М.

Методика моделирования планировочной организации территориальных систем рекреации в Украинских Карпатах

Шульга Геннадий Михайлович, кандидат архитектуры, доцент кафедры градостроительства Национальный университет «Львівська політехніка», г. Львов, Украина

Аннотация. В статье характеризуются основные тенденции развития горно-рекреационных территорий в современных условиях на территории Украинских Карпат. Автор указывает на необходимость комплексного подхода в процессе проектирования, строительства и эксплуатации рекреационных объектов. Предлагает свое видение тенденций и путей реализации концептуальных проектов учреждений отдыха в горах на базе практического участия в реальном проектировании горно-лыжных и горно-рекреационных комплексов на территории Украинских Карпат.

Ключевые слова: *Функционально-планировочная структура горно-рекреационных территорий, ландшафтно-пространственная структура, устойчивость рекреационной системы, ландшафтно-пространственный бассейн, система «природа-человек-общество»*

Введение. В настоящее время, несмотря на трудности в экономике и непростую социально-политическую ситуацию в Украине, проявляется активность общественных, культурных и бизнес процессов, что непосредственно влияет на проектирование, строительство и эксплуатацию объектов новой инфраструктуры спорта и отдыха в горной местности.

Популярность отдыха в горах растет с каждым годом. Причиной этому является рост мобильности населения, стремление разнообразить отдых от экстремальных видов спорта до спокойного отдыха и при этом, не зависимо от сезона, т.е. на протяжении круглого года.

Наблюдается повышение уровня требований потребителя к качеству и разнообразию услуг, предоставляемых инфраструктурой рекреационных территорий, а также необходимость организации круглогодичного активного отдыха. Все эти процессы обуславливают появление новых тенденций в проектировании, строительстве и развитии рекреационных комплексов нового типа.

Рекреационные ресурсы Украинских Карпат обладают значительным потенциалом развития и имеют целый ряд преимуществ перед горно-рекреационными районами Западной Европы. На сегодняшний день главная задача в рекреационной области – это создание современной конкурентной устойчивой рекреационной системы. Основной проблемой в развитии рекреационной системы Украинских Карпат является отсутствие общей схемы развития рекреационных территорий, разработанной и утвержденной на государственном уровне. Отсутствие регламента использования и развития территории приводит к стремлению инвестора адаптировать существующие учреждения отдыха старого типа методом приспособления к новым требованиям и стандартам качества в предоставлении туристических услуг. Как результат – неэффективное освоение территории, что в свою очередь ведет к ее деградации.

Горно-рекреационные комплексы формируют рекреационную инфраструктуру, которая нацелена на круглогодичную эксплуатацию. Сезонное функционирование не интересно, так как такой режим работы не обеспечивает не только рентабельность комплексов, но и значительно понижает уровень услуг, уменьшает возможность выбора вида рекреационной деятельности и места реализации своих потребностей в отдыхе.

Возросшая интенсивность трудовой деятельности и возросшая мобильность населения требуют рацио-

нального распределения рекреационного потока по направлениям и по времени. Необходимо создание новых скоростных транспортных связей с целью сокращения потерь времени на доступность, а также размещение новых объектов рекреации вблизи центров концентрации группового расселения.

Цель – выявление потенциала, необходимого для организации отдыха, анализ и оценка природных, экономических и социальных ресурсов для формирования устойчивой рекреационной системы Карпатского региона, определение и прогноз тенденций развития горно-рекреационных территорий. Моделирование территориальной системы рекреации Украинских Карпат. Выявление основных принципов и формулирование задач для разработки единой концепции развития горно-рекреационных территорий Украинских Карпат на общенациональном уровне.

Материалы и методы. При проектировании горно-рекреационной системы в условиях горного ландшафта предлагается использовать метод выделения ландшафтно-пространственных бассейнов (Рис. 1). Ландшафтно-пространственный бассейн – это территория ограниченная водоразделами разного порядка в зависимости от градостроительного ранга территории освоения (регион, зона, район, участок и т.п.).

Основной методологии должны служить фундаментальные исследования взаимодействия внутри системы «природа-человек-общество». Решение данной проблемы требует детального анализа, оценки природно-территориальных комплексов и разработки стратегии поведения человека в условиях отдыха.

Иерархия рекреационных систем предполагает территориальную организацию с учетом характера ландшафтно-пространственной, функционально-планировочной организации технологических процессов и особенностей контингента отдыхающих. В общем виде иерархия базируется на принципах «единоначалия» - регион, зона (курорт), ареал, центр, подцентр, комплекс, учреждение. Каждому уровню отводится своя роль в рекреационном обслуживании, формируется профиль, определяются количественные и качественные характеристики и состав предлагаемых услуг.

Особенность градостроительной структуры горных территорий – это линейность. Формирование застройки вдоль долин рек и вдоль транспортных коммуникаций определяет, в большинстве случаев, форму функционально-планировочной схемы населенных пунктов.

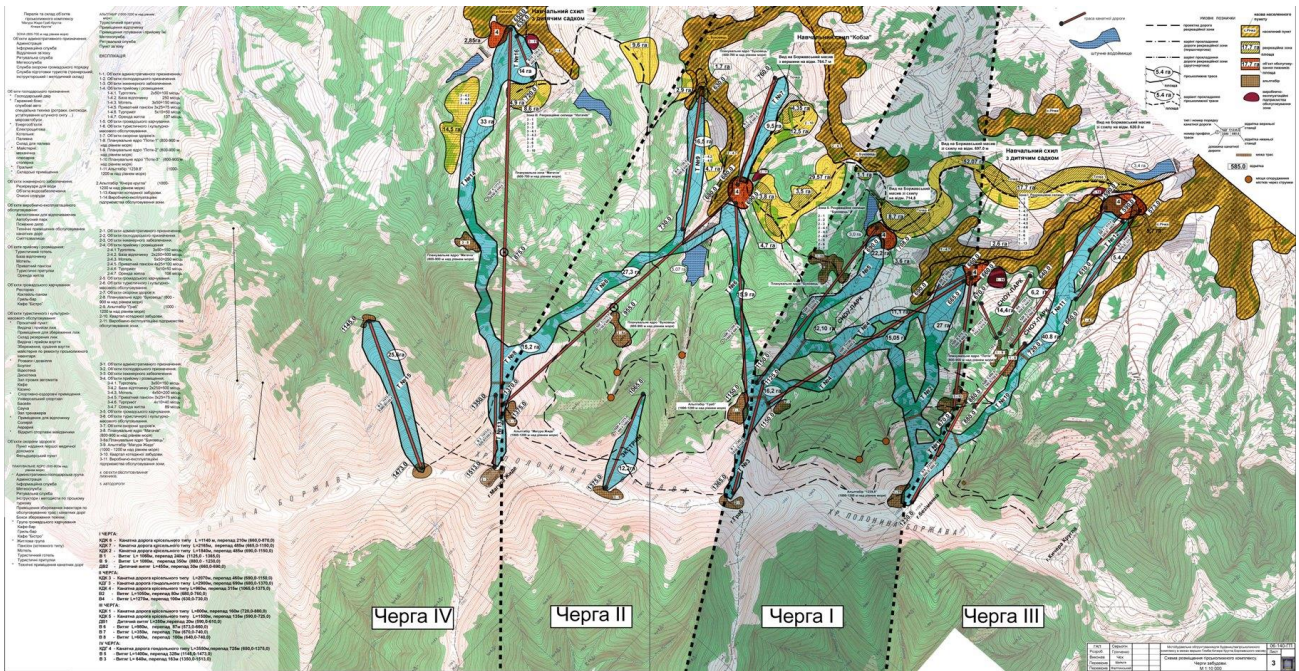


Рис.1. Ландшафтно-пространственная структура горнолыжного курорта «Боржава» (ТзОВ АКД, ПТАБ Ю.Серегина)

Такая особенность ландшафтно-пространственной структуры градостроительных образований обуславливает форму и направленность территориального развития объектов рекреации. В контексте системы «природа-человек-общество» описанная структура ландшафта

составляет основу территориальной организации зон отдыха, т.е. пространство ограниченное либо визуально, либо естественными преградами является территориальной единицей рекреационного освоения в условиях горного ландшафта (Рис.2).

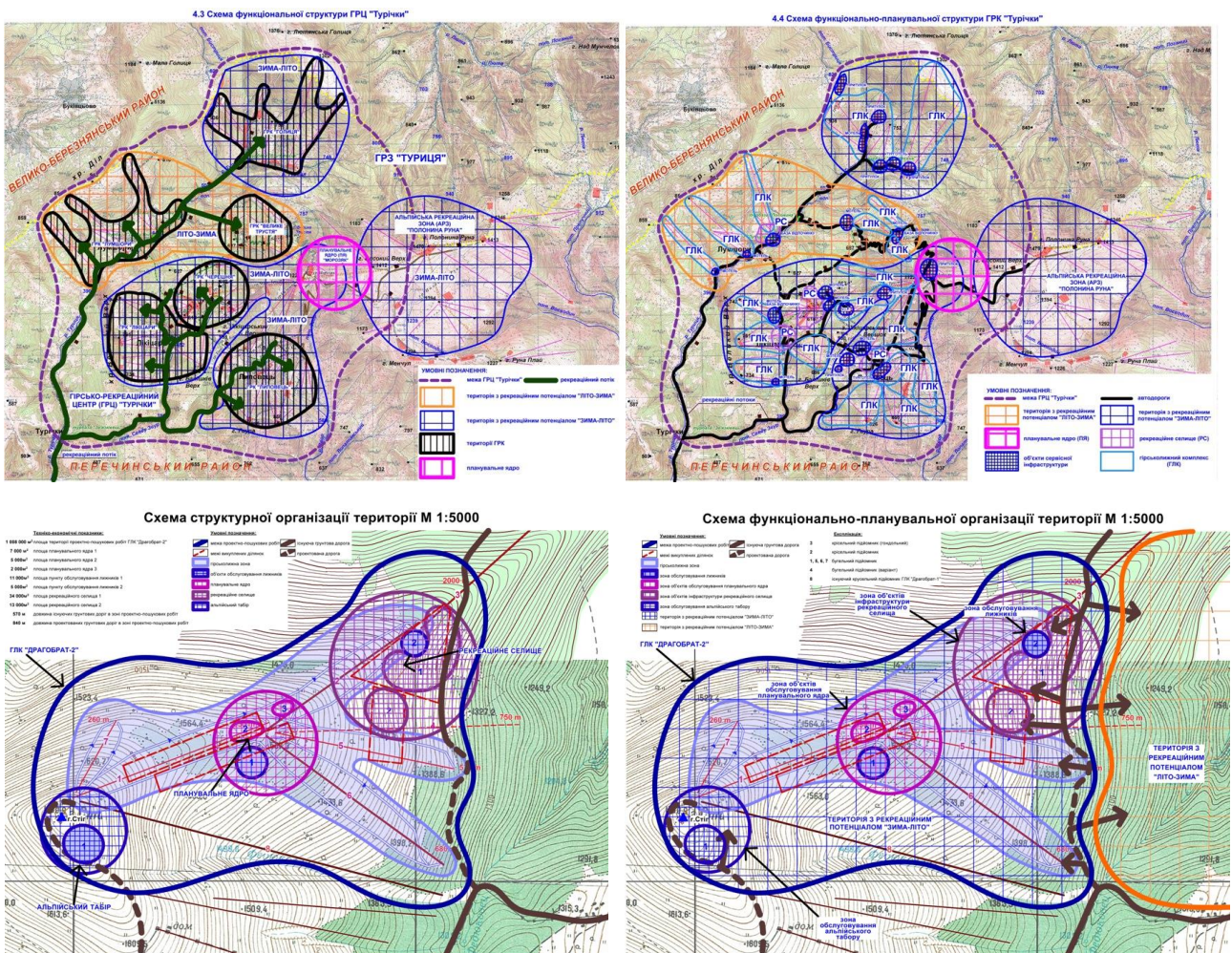


Рис. 2. Методика ландшафтно-пространственного структурирования рекреационных территорий (ТзОВ АКД, Горизонт АЛ)

Иерархия рекреационных систем – залог создания такой структурной организации, при которой будут обеспечены уровни комфорта и обслуживания, а так же полная палитра предоставляемых услуг.

Общая модель территориальной системы рекреационных ландшафтов строится на базе:

- территориально-пространственного распределения рекреационных ресурсов и экономического потенциала;
- структурной иерархии системы расселения с учетом охраны природных и культурных ландшафтов;
- прогноза существования и развития экосистем в условиях рекреационных нагрузок с учетом пространственно-временных пиковых нагрузок на природно-территориальные комплексы;
- определение оптимальных допустимых нагрузок на элементы природно-территориальных комплексов.

Результаты и их обсуждение. Многолетний опыт работы в области территориального проектирования инфраструктуры зимнего отдыха в Украинских Карпатах дает право на свое понимание и трактовку реалий в процессах урбанизации горных районов.

За этот период времени в составе авторских коллективов Горизонт АЛ и АКБ Шульга (с 2005 г. ТзОВ АКД) были разработаны:

- 2003 / Горнолыжная зона / с. Пшонец Львовской обл.
 - 2003 / Горнолыжная зона / с. Пидгородци Львовской обл.
 - 2004 / Горнолыжная зона / с. Розлуч Львовской обл.
 - 2004 / Горнолыжная зона / с. Репинное Закарпатской обл.
 - 2004 / Горнолыжная зона / с. Тернавка, с.Лавочне Львовской обл.
 - 2005 / Горнолыжная зона / с. Пилипец Закарпатской обл.
 - 2005 / Горнолыжный центр / с. Задильское Львовской обл.
 - 2005 / Горно-рекреационный центр / с. Грабовец, с.м.т. Славське, с. Пшонец Львовской обл.
 - 2006 / Горнолыжная зона / с. Волосянка Львовской обл.
 - 2006 / Горнолыжный центр / с. Ялинкувате, с. Верхня Рожанка Львовской обл.
 - 2007 / Горно-рекреационный центр / с. Новоселица Закарпатской обл.
 - 2007 / Рекреационный район «Полонина Руна» / Закарпатской обл.
 - 2007 / Горнолыжный и рекреационный комплекс / с. Яблуница Ивано-Франковской обл.
 - 2008 / Горнолыжная зона / с. Поляна Львовской обл.
 - 2008 / Горнолыжная зона / с. Квасы Закарпатской обл.
 - 2008 / Горнолыжные зоны / с. Подобовец Закарпатской обл.
 - 2010 / Горнолыжная зона / с.м.т. Ворохта Ивано-Франковской обл.
 - 2010 / Концепция «Зимняя Олимпиада в Украинских Карпатах / смт. Славское, НСБ «Тисовец» Львовская обл.; с. Пилипец Закарпатской обл.
- В составе ПТАБ Ю. Серегина и АКБ Шульга:
- 2005/ Градостроительное обоснование размещения горнолыжного курорта «Боржава», Межгорский район, Закарпатская обл. (г.г.Гимба – Магура-Жиде – Граб – Кичера Кругла).

2007/ Концепция генерального плана развития горнолыжного курорта «Драгобрат-Квасы Закарпатской обл.

2007/ Концепция развития горнолыжного курорта «Великий Верх» Межгорский район, Закарпатская обл.

2007/ Концепция развития горнолыжного курорта «Плай» Межгорский район, Закарпатская обл.

2007/ Концепция развития горнолыжного курорта «Гимба» Межгорский район, Закарпатская обл.

В вышеперечисленных работах были апробированы и разработаны основные положения методики проектирования устойчивых систем рекреации в условиях Украинских Карпат. Проведены натурные наблюдения, изучены особенности природно-территориальных комплексов, характер взаимоотношений между отдыхающими и постоянным населением, а также возможности существующей сервисной инфраструктуры. В результате исследований и оценки проведена локализация и определены территории преимущественного освоения с разработкой функционально-планировочных схем и ландшафтно-пространственной модели организации территорий для круглогодичного отдыха.

В составе градостроительной документации по созданию горно-рекреационных и горнолыжных комплексов авторским коллективом АКБ Шульга (ТзОВ АКД) были разработаны:

- принципиальные функционально-планировочные схемы;
- определены зоны влияния на систему расселения;
- выполнены расчеты максимально допустимых нагрузок (вместимости) зон концентрации отдыхающих без ущерба на окружающую природу;
- определены потребности по величине площади освоения, энергоресурсов, водопотребления и мощность очистных сооружений.

Выводы

Анализ существующей проблематики и выявленных тенденций в развитии территорий Украинских Карпат указывает на необходимость разработки функционального зонирования, объемно-пространственного моделирования горно-рекреационных комплексов и территорий в новых условиях на общенациональном уровне.

Практическое значение данного исследования заключается в разработке методологических основ градостроительного проектирования рекреационных территорий в горных условиях Украинских Карпат, прогнозировании социально-экономических процессов на территории освоения, определении величины и интенсивности инвестиционных программ. Данная методика дает возможность сформулировать задачи перед органами самоуправления при составлении региональных комплексных планов развития как социально-экономической сферы так и инфраструктурных объектов – транспортных систем, инженерно-технических коммуникаций и т.п.

Дальнейшая коммерциализация объектов инфраструктуры на территории Украинских Карпат даст возможность повысить рентабельность, а заодно качество и количество предоставляемых услуг в учреждениях отдыха с одновременным повышением уровня комфорта обслуживания.

Shulha H. Methods of modeling planning organization of territorial systems of recreation in the Ukrainian Carpathians

Abstract. The article characterizes the main trends in the development of ski-resorts and recreational areas in modern conditions in the territory of the Ukrainian Carpathians. The author points to the need for an integrated approach in the design, construction and maintenance of recreational facilities. Offers his vision of trends and ways to implement the conceptual projects of leisure facilities in the mountains on the basis of practical involvement in the design of ski-resorts and recreational facilities on the territory of the Ukrainian Carpathians.

Keywords: *functional and planning structure, ski-resorts and recreational areas, landscape and spatial structure, stability of recreational system, the system "Nature-Human-Society", methods of modeling*

TECHNICAL SCIENCES

Дячок В.В., Гузлич С.І.

Математичне моделювання біологічних процесів ускладнених масопереносом

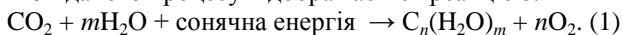
Дячок Василь Володимирович, доктор технічних наук, професор
 Гузлич Сергій Іванович, кандидат технічних наук, старший викладач
 Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

Анотація. Представлено результати вивчення процесу поглинання вуглекислого газу одноклітинними мікроводоростями. З'ясовано стадії перебігу процесу враховуючи особливості умов культивування, а саме наявності клітинного та міжклітинного середовища. Побудовано математичну модель поглинання вуглекислого газу з повітря клітинами мікроводоростей. Отримані рішення дозволяють моделювати кінетику процесу поглинання вуглекислого газу та прогнозувати обладнання для здійснення технологічного процесу очищення газових викидів за умов реалізації біотехнологічного процесу на практиці.

Ключові слова: фотосинтез, мікроводорості, математична модель, коефіцієнт масопереносу, біомаса, міжклітинне середовище, дифузія

Вступ. У нинішній час людство змушене вирішувати значну кількість екологічних проблем пов'язаних з антропогенним впливом на навколишнє середовище. Тому не є виключенням негативний вплив на атмосферу великої кількості промислових викидів, зокрема, вуглекислого газу. Існує велика кількість методів очищення газових викидів від вуглекислого газу у промислових масштабах, однак варто пам'ятати і про фотосинтетичну активність рослинного світу, яка зменшується в наслідок дедалі активнішого його знищення.

Наука довела здатність природи до поглинання вуглекислого газу з атмосфери рослинами та водоростями та його накопичення у вигляді біомаси [1]. Хімізм даного процесу відображається реакцією:



Аналіз останніх досліджень і публікацій. Мікроводорості є одноклітинними, рослиноподібними організмами, в яких поглинання вуглекислого газу зумовлюється процесом фотосинтезу. Дані організми мають великі переваги над звичайними наземними рослинами, оскільки мікроводорості характеризуються високими темпами приросту, що сприяє швидкому перетворенню вуглекислого газу у біомасу. Вони можуть вирости в закритих системах, зберігаючи всі необхідні властивості, в яких наземні рослини не можуть розвиватися, тому впровадження промислових способів поглинання вуглекислого газу з подальшим фотосинтезом є важливим завданням сучасності [2]. Також не менш важливим завданням є вирішення проблеми розширення меж застосування отриманої біомаси. На сьогоднішній день найдоцільніше переробляти її у вуглеводневі продукти гідротермальною карбонізацією або у біопаливо. Не менш цікавим є анаеробне бродіння, в результаті чого одержується газ-метан [3].

Отже, застосування одноклітинних водоростей, дає можливість реалізувати біологічні процеси очищення газових викидів від вуглекислого газу. Тому дослідження впливу температури на швидкість поглинання вуглекислого газу мікроводоростями є актуальним завданням сьогодення [4].

Мета роботи полягає у вивченні впливу температури на процеси, які супроводжують поглинання вуглекислого газу із газового середовища клітинами мікроводоростей, або іншими словами у вивченні впливу

температури на процеси, які супроводжують трансформацію вуглекислого газу у біомасу.

Матеріали і методи. Біологічні об'єкти, як правило, дуже складні, а на процеси, що протікають в них, впливають багато факторів, які часто залежать один від одного. Найбільш важливими з яких є температура, ступінь аерації, освітленість, концентрація вуглекислого газу, вміст макро та мікроелементів, лужно-кислотний баланс і т. д. За допомогою кореляції фізико-хімічних величин з біологічними можна одержати більш глибоке розуміння процесів у досліджуваному біологічному об'єкті.

Основою сучасної стратегії кінетичного дослідження та опису біологічних процесів, ускладнених масопереносом, є роздільне кількісне вивчення впливу кінетичних і дифузійних факторів та пошук такого режиму проведення процесу, коли вплив масопереносу незначний або може бути знехтуваний.

Процес поглинання вуглекислого газу мікроводоростями за умов його барботування через водний розчин умовно можна поділити на чотири стадії [5]:

– *перша стадія*; підведення вуглекислого газу з основного об'єму розчину до поверхні колоній біомаси мікроводоростей. Кількісно цей процес описується рівнянням масовіддачі:

$$dM/dt = \beta F(C - C_n); \quad (2)$$

де β – коефіцієнт масовіддачі від основного об'єму розчину до поверхні границі колоній мікроводоростей; M – маса вуглекислого газу, що перейшла з основного об'єму розчину до поверхні границі колоній мікроводоростей; t – час; F – площа поверхні масообміну; C , C_n – концентрація вуглекислого газу в основному об'ємі розчину і на поверхні границі колоній мікроводоростей.

– *друга стадія*; дифузія вуглекислого газу від поверхні границі колоній мікроводоростей, через міжклітинне середовище до поверхні мембран клітин мікроводоростей. Проникнення розчиненого в рідкій фазі вуглекислого газу до поверхні мембрани клітини проходить шляхом молекулярної дифузії з подальшим транспортом його через клітинну мембрану у внутрішній об'єм. Кількісно процес міжклітинного масопереносу описується рівнянням:

$$D_m = \varepsilon \cdot D; \quad (3)$$

де ε – коефіцієнт, що визначає пористість колоній мікроводоростей; D_m – коефіцієнт дифузії вуглекислого газу в міжклітинному середовищі колоній мікроводоростей; D – коефіцієнт дифузії вуглекислого газу у воді:

– *третья стадія*; проникнення вуглекислого газу через клітинну мембрану у внутрішній об'єм клітини мікроводорості. Проникнення вуглекислого газу через клітинну мембрану може здійснюватися, як за рахунок активного, так і пасивного транспорту. У випадку пасивного транспорту процес має дифузійний характер, та може бути представлений рівнянням:

$$\gamma = -D_c \text{grad} C_m; \quad (4)$$

де γ – густина об'ємного потоку вуглекислого газу через клітинну мембрану; C_m – концентрація вуглекислого газу в міжклітинному середовищі; D_c – коефіцієнт дифузії вуглекислого газу через клітинну мембрану.

– *четверта стадія*; фотосинтез. Шлях дифузії закінчується в хлоропластах, тут вуглекислий газ вступає в біохімічну реакцію фотосинтезу. Кінетика фотосинтезу описується рівнянням:

$$\frac{dC}{dt} = k C_{CO_2} C_{H_2O}; \quad (5)$$

де k – константа швидкості біохімічної реакції фотосинтезу.

Згідно правила адитивності сумарний коефіцієнт масопереносу – K визначається:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\beta} + \frac{l}{D_m} + \frac{\delta}{D_c} + \frac{1}{k}}; \quad (6)$$

де l – умовний середній розмір колоній мікроводоростей; δ – товщина мембрани клітини мікроводорості; D_c – коефіцієнт дифузії вуглекислого газу через клітинну мембрану; k – константа швидкості біохімічної реакції фотосинтезу.

Через клітинну мембрану концентрація вуглекислого газу зменшується за лінійним законом від C_o до C_B . Швидкість транспорту вуглекислого газу через одиницю площі – F клітинної мембрани:

$$\frac{dm}{dt} = u = D_c F \frac{C_o - C_B}{\delta}; \quad (7)$$

де C_o та C_B – концентрація вуглекислого газу на зовнішній та внутрішній поверхні мембрани клітини мікроводорості відповідно.

Швидкість біохімічної реакції пропорційна концентрації вуглекислого газу – C_B у внутрішньому об'ємі клітини, оскільки концентрація води у внутрішньому об'ємі клітини є достатньо значною і постійною.

$$u_p = k C_B. \quad (8)$$

В умовах стаціонарного стану кількість вуглекислого газу, що вступає в реакцію фотосинтезу рівна кількості вуглекислого газу, що проникає через клітинну мембрану у внутрішній об'єм клітини:

$$\beta_c (C_o - C_B)_p = k C_B \quad (9)$$

де β_c – коефіцієнт масо провідності через клітинну мембрану.

Визначивши із рівняння (9) C_B та підставивши його у рівняння (8) отримаємо вираз для визначення швидкості реакції фотосинтезу:

$$u_p = C_o \frac{k \beta_c}{k + \beta_c}. \quad (10)$$

Якщо швидкість реакції фотосинтезу більша за швидкість транспорту вуглекислого газу через клітинну мембрану:

$$k \gg \beta_c. \quad (11)$$

Тоді в знаменнику рівняння (10) можна знехтувати величиною – β і швидкість реакції дорівнюватиме:

$$u_p = \beta_c C_o \quad (12)$$

З рівняння (12) випливає, що швидкість реакції фотосинтезу визначається швидкістю дифузії (транспортування) вуглекислого газу через клітинну мембрану (дифузійна кінетика).

Якщо ж швидкість реакції буде значно менша від швидкості транспорту вуглекислого газу через клітинну оболонку:

$$k \ll \beta_c. \quad (13)$$

То в рівнянні (10) можна знехтувати величиною – k , тоді швидкість реакції фотосинтезу дорівнюватиме:

$$u_p = k C_o. \quad (14)$$

Тобто швидкість реакції визначається швидкістю взаємодії вуглекислого газу з водою. Якщо швидкість реакції взаємодії вуглекислого газу з водою дуже велика, тоді концентрація вуглекислого газу у внутрішньому об'ємі клітини рівна нулю, і рівняння (7) переписується:

$$\frac{dm}{dt} = u = \frac{D}{\delta} F C_o. \quad (15)$$

Це просте співвідношення на основі експериментальних даних дає змогу визначити коефіцієнт дифузії вуглекислого газу в клітинній мембрані.

Якщо швидкість реакції визначається швидкістю дифузії вуглекислого газу то для інтенсифікації процесу в цілому доцільно застосовувати перемішування тобто інтенсифікувати гідродинаміку. Якщо ж швидкість реакції залежить від швидкості біохімічної взаємодії, то очевидно інтенсифікація гідродинаміки не дасть бажаних результатів. У цьому випадку слід підвищувати температуру. На дифузійну кінетику підвищення температури впливає значно менше, ніж на швидкість біохімічної реакції.

Для біологічних процесів, швидкість яких залежить від швидкості біохімічної реакції, залежність її від температури описується рівнянням:

$$u = k C^n e^{-\frac{E}{RT}}. \quad (16)$$

де E – енергія активації, n – молекулярність реакції, C – концентрація реагуючих речовин, k – константа швидкості біохімічної реакції.

Залежність константи швидкості біохімічної реакції – k від температури – T має вигляд:

$$k = k_o e^{-\frac{E}{RT}}. \quad (17)$$

Прологарифмувавши рівняння (17) отримаємо:

$$\lg k = \lg k_o - \frac{E}{2,3RT} = \lg k_o - \frac{E}{4,575T}. \quad (18)$$

Позначивши $\lg k_o$ через – B , а $\frac{E}{4,575}$ через – A

дістанемо вираз:

$$\lg k = B - \frac{A}{T} \quad (19)$$

Величини A та B є константами даної реакції. Якщо за експериментальними даними побудувати графік залежності, $\lg k = f\left(\frac{1}{T}\right)$, то дана залежність опишеться прямою лінією, тангенс кута нахилу якої дозволить визначити величину $-A$ (рис. 4). Енергію активації визначали: $E = 4,575A = 4,575tg\alpha$.

Для вивчення впливу температури на процес поглинання вуглекислого газу мікрободоростями проводились експериментальні дослідження у трьох фотобіореакторах. Апаратурне оформлення досліджень забезпечувало достатню кількість вуглекислого газу мікрободоростям у всьому об'ємі фотобіореакторів. Організація перемішування та освітлення сприяло процесу поглинання вуглекислого газу, що супроводжувалось зростанням кількості клітин мікрободоростей (біомаси). Температура середовища культивування у фотобіореакторах становила $20 \pm 1^\circ\text{C}$, $28 \pm 1^\circ\text{C}$, $35 \pm 1^\circ\text{C}$ відповідно. рН середовищ культивування ста-

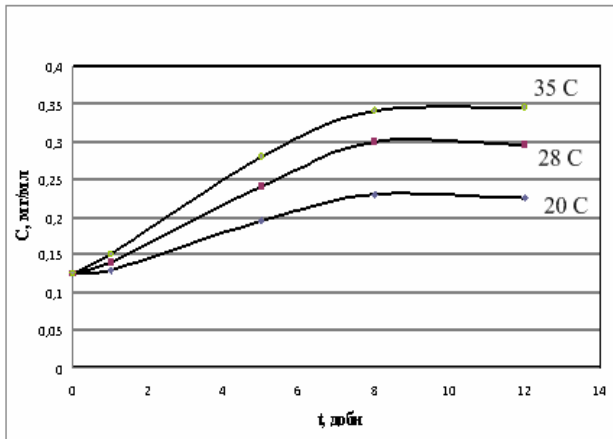


Рис. 1. Кінетичні криві приросту концентрації мікрободоростей від часу за відповідних температур

новила 6,5. Відбір біомаси водоростей здійснювали з встановленим інтервалом часу. Визначення концентрації біомаси водоростей проводили фотокolorиметричним методом.

Результати та обговорення. За умов барботування вуглекислого газу через водний розчин у фотобіореакторах, підвід вуглекислого газу з основного об'єму розчину до поверхні границі колоній мікрободоростей є інтенсивним. Тому коефіцієнт масовіддачі $-\beta$ є відносно значною величиною, а оберненим його значенням (див. (6) можемо знехтувати. Враховуючи пористість колоній мікрободоростей (за умов $\varepsilon=0,4$), допускаємо, що присутній конвективний масоперенос вуглекислого газу в міжклітинному об'ємі колоній, а відтак другим коефіцієнтом знаменнику виразу (6) також нехтуємо. Транспортування вуглекислого газу через клітинну мембрану та біохімічна реакції фотосинтезу супроводжується процесом приросту біомаси, а приріст біомаси пропорційний кількості поглинутого вуглекислого газу (CO_2), тому:

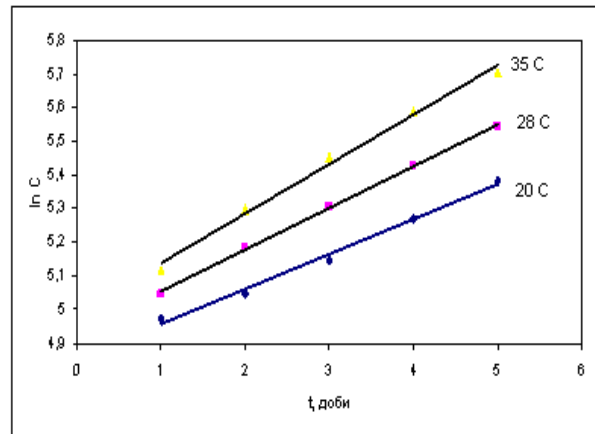


Рис. 2. Кінетичні криві приросту логарифму концентрації мікрободоростей від часу за відповідних температур

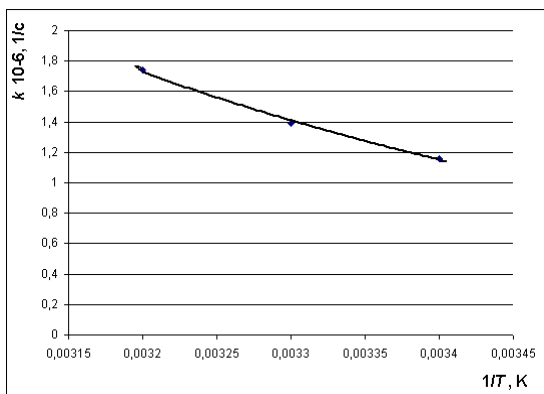


Рис. 3. Залежність коефіцієнту приросту $-k_m$ мікрободоростей від зворотної температури $-T$

$$\frac{dN}{dt} \sim \frac{dM}{dt} \sim \frac{dm_{\text{CO}_2}}{dt} \quad (20)$$

де $\frac{dN}{dt}$ – швидкість приросту клітин мікрободоростей

в середовищі; $\frac{dM}{dt}$ – швидкість приросту маси мі-

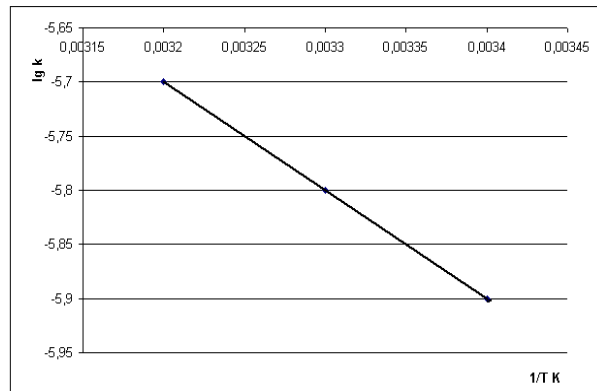


Рис. 4. Залежність логарифма коефіцієнту приросту $-k_m$ мікрободоростей від зворотної температури $-T$

крободоростей в середовищі; $\frac{dm_{\text{CO}_2}}{dt}$ – швидкість поглинання вуглекислого газу.

Таким чином, сумарне значення коефіцієнту масопереносу $-K$ пропорційне сумі цих двох величин знаменника рівняння (6), тобто коефіцієнту приросту біомаси $-k_m$:

$$k_m \sim K. \quad (21)$$

Результати кінетики експериментальних досліджень приросту біомаси мікроводоростей за умов поглинання вуглекислого газу за різних температур представлені на рисунку 1.

Це є типові криві приросту, які мають так звану S-подібну форму і дозволяють виділити чотири фази приросту, які проходять у певній послідовності та виражені більшою або меншою мірою: лаг-фазу, фазу експоненціального росту, стаціонарну фазу, фазу осідання культури.

Як видно з рисунку 1 кінетика приросту суттєво залежить від температури. Отримані експериментальні криві дослідження кінетики добре описуються рівнянням (22):

$$N = N_0 e^{-k_m t}. \quad (22)$$

Дане рівняння в логарифмічних координатах описує пряму лінію тангенс кута нахилу якої дозволяє визначити коефіцієнт приросту – k_m при кожному значенні температури.

$$\ln N = \ln N_0 + k_m t. \quad (23)$$

Результати перетворень зображено на рисунку 2. Коефіцієнт приросту біомаси мікроводоростей за досліджуваних значень температур становив $k_{m20}=0.10$

доба⁻¹; $k_{m28}=0.12$ доба⁻¹; $k_{m35}=0.15$ доба⁻¹ відповідно. Отриманий результат дозволяє встановити залежність коефіцієнту приросту мікроводоростей від температури (рис. 3). Аналітичний вираз якого має вигляд:

$$k_m = 11,35 \cdot 10^{-4} e^{\frac{2073}{T}} \quad (24)$$

Розраховане значення енергії активація за виразом (21) становить $E = 4,57$ кДж/моль (Рис. 4).

На основі отриманих експериментальних даних встановлено, що швидкість приросту біомаси, тобто швидкість поглинання вуглекислого газу та відповідно швидкість реакції фотосинтезу за досліджуваних температур однакового значення в часі, що засвідчує ферментативний механізм досліджуваного процесу, який описується кінетикою ферментативних реакцій Міхаеліса-Ментен.

Висновок. Досліджено процеси, які супроводжують трансформацію вуглекислого газу у біомасу мікроводоростей. Вивчено всі стадії та встановлено лімітуючу стадію процесу поглинання вуглекислого газу із повітря клітинами мікроводоростей. Отримано аналітичну залежність коефіцієнту приросту мікроводоростей від температури та визначено енергію активації реакції фотосинтезу в них.

ЛІТЕРАТУРА

1. Нетрусов А.И., Бонч-Осмоловская Е.А., Горленко В.М. Экология микроорганизмов: Учебник, для студ. Вузов; Под ред. А.И. Нетрусова. - М.: Издат. центр "Академия", 2004.- 272 с.
2. Калюжний С.В. Биотехнология, кинетичні основи мікробіологічних процесів. – М.:ВШ., 2000. –296с.
3. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.
4. Різниченко Н.Ф. Математичні моделі біологічних процесів. – М: МГУ, 1996. – 300 с.
5. Dyachok V. Extraction process of intracellular substance / Chemistry & chemical technology. – 2010. - Vol. 4, № 2. – P. 163-167.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Netrusov A.I., Bonch-Osmolovskaya E.A., Gorlenko V.M. Ecology of microorganisms: Textbook for students of universities; Ed. A.I. Netrusov. – M.: Pub. center "Academy", 2004. – 272p.
2. Kalyuzhny S.V. Biotechnology, kinetic bases of mikrobiologic processes. – Moscow: HS, 2000. – 296 p.
3. Tepper E.Z., Shilnikova V.K., Pereversev G.I. Workshop on microbiology. – M.: Bustard, 2004. – 256 p.
4. Riznychenko N.F. Mathematical models of biological processes. – Moscow: Moscow State University, 1996. – 300 p.

Dyachok V., Huhlych S.

The mathematical modeling of biological processes complicated mass transfer

Abstract. The results of the process of absorption carbon dioxide from unicellular microalgae are studied and explored. The characteristics all stages of the process are provided such as culture conditions, the presence of cellular and extracellular environment. The mathematical model of the absorption of carbon dioxide from unicellular microalgae constructed. The solution of kinetics simulation of the process of absorption of carbon dioxide predicted, equipment and conditions for this process are selected.

Keywords: photosynthesis, microalgae, mathematical model, the mass transfer coefficient, biomass, intercellular environment diffusion

Дячок В.В., Гуглич С.И.

Математическое моделирование биологических процес сов усложненных массопереносом

Аннотация. Представлены результаты изучения процесса поглощения углекислого газа одноклеточными микроводорослями. Установлены стадии прохождения процесса с учетом особенностей условий культивирования, а именно наличия клеточной и межклеточной среды. Построена математическая модель поглощения углекислого газа с воздуха клетками микроводорослей. Полученные результаты разрешают прогнозировать кинетику процесса поглощения углекислого газа и предусмотреть оборудование для проведения технологического процесса очистки газовых выбросов в промышленных условиях.

Ключевые слова: фотосинтез, микроводоросли, математическая модель, коэффициент массопереноса, биомасса, межклеточная среда, диффузия

Зав'ялов В.Л., Мисюра Т.Г., Бодров В.С., Запорожець Ю.В., Попова Н.В., Деканський В.Є.
Закономірності дії пульсуючих потоків в умовах протитечійного розділення фаз
при віброекстрагуванні із рослинної сировини

*Зав'ялов Володимир Леонідович, д.т.н., доцент,
Мисюра Тарас Григорович, к.т.н., доцент,
Бодров Віктор Семенович, к.т.н., доцент,
Запорожець Юлія Владиславівна, к.т.н., доцент,
Попова Наталія Вікторівна, к.т.н., доцент,
Деканський Вадим Євгенович, асистент*

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Анотація Сформульовано результати досліджень закономірностей розповсюдження пульсуючих струменів, що генеруються елементами віброперемішувальних пристроїв віброекстрактора безперервної дії. Описано механізм протитечійного розділення фаз в умовах твердофазового віброекстрагування. Отримані аналітичні залежності дальності дії пульсуючих потоків, а також продуктивності апарата від конструктивних і режимних параметрів його роботи, можуть бути використані при конструюванні та оптимізації роботи віброекстракторів безперервної дії.

Ключові слова: *віброекстрагування, гідродинаміка, пульсуючий потік, розділення фаз, математична модель*

Вступ. В наш час проблема технічного удосконалення екстракційної апаратури на основі модернізації машин і апаратів, застосування досягнень науки і техніки та прогресивних принципів технології вилучення корисних речовин з використанням нових фізичних засобів інтенсифікації процесів є предметом постійної уваги науковців та загально визнаним напрямом науково-технічного прогресу. Для найбільш енерго- та матеріалоемних галузей харчової промисловості, таких як цукрова, оліє-жирова, консервна, виноробна, пивоварна, лікєро-горілчана, крохмале-патокова, фармацевтична, де щорічно переробляються мільйони тон рослинної сировини та її відходів овочевого, кореневого, трав'яного, листового та плодово-ягідного походження, ці задачі особливо актуальні.

Короткий огляд публікацій за темою. При всій різноманітності конструкцій сучасних екстракторів періодичної та безперервної дії існують загальні недоліки, обумовлені їх низькою ефективністю при переробці дрібнофракційної рослинної сировини, що стає малопроникною для екстрагенту внаслідок її ущільнення в робочій зоні апарата [1]. Таким чином практичне забезпечення умов оптимального ведення процесу екстрагування традиційними методами ускладнюється не тільки властивостями сировини, але й процесно-технологічними та конструктивними можливостями існуючого екстракційного обладнання. Аналіз традиційних способів екстрагування в системі тверде тіло-рідина вказав напрямок вирішення цієї проблеми, суть якого полягає в створенні таких гідродинамічних режимів руху, що забезпечують максимальне оновлення поверхні взаємодії фаз за рахунок створення режиму інтенсивної знакозмінної турбулізації потоку [2, 3].

Серед відомих апаратів, в роботі яких застосовують такі режими, найбільш перспективними є віброекстрактори. Віброекстрагування є порівняно новим технологічним процесом, загальна теорія якого складна і знаходиться на початку свого розвитку. До сьогоднішнього часу залишається нез'ясованою низка важливих питань, пов'язаних з теорією та практикою віброекстрагування, що потребують визначення особливості фізичної природи дії пульсуючих струмів на стадії їх генерації елементами вібрувальних тарілок, розпо-

всюдження їх в робочому об'ємі апарата та перенесення маси вилучених цільових компонентів із рослинної сировини на різних масштабних рівнях, включаючи питання гідродинаміки протитечійного розділення фаз при неперервному процесі [4, 5].

Мета роботи полягає у дослідженні закономірностей розповсюдження пульсуючих знакозмінних турбулентних струменів в робочому об'ємі віброекстрактора, генерованих елементами віброперемішувальних пристроїв, а також розробленні математичної моделі протитечійного розділення фаз при безперервному віброекстрагуванні та обґрунтуванні механізму цього процесу.

Матеріали та методи. Дослідження виконувались на розробленій моделі віброекстрактора безперервної дії [6] за схемою рис.1. Установка має вертикальний циліндричний корпус діаметром 0,3 м та висотою 1,5 м з приєднаним U-подібним завантажувальним пристроєм. Для подачі екстрагенту в останній верхній царзі встановлено душовий розподільвач.

Всередині колони розміщено врівноважений вібро-транспортувальний пристрій з мінімальним зазором по периферії, що складається із системи двох штоків із закріпленими на них транспортувальними тарілками спеціальної конструкції (рис.2) з можливістю регулювання їх кількості, відстані між ними, частоти коливань та амплітуди.

Екстрагент подається в апарат на рівень верхньої тарілки. Одночасно встановлюється заданий амплітудно-частотний режим коливання вібротранспортувальної системи. Підготовлена до екстрагування подрібнена рослинна сировина через завантажувальний пристрій направляється під нижню тарілку, рухається безперервно вздовж апарата за допомогою вібротранспортувальних тарілок протитечійно екстрагенту з поступовим вилученням цільових компонентів та вивантажується з апарата у вигляді шроту через лоток. Готовий екстракт через фільтр відводиться з апарата. Протитечійне розділення фаз в апараті здійснюється за рахунок різниці гідравлічних опорів перетоку робочого середовища через транспортувальні відкриті елементи (гнучкі патрубки, що закріплені на транспортувальних елементах-соплах), фільтрувального ефекту через фільтрувальні елементи та седиментації часток твердої фази на

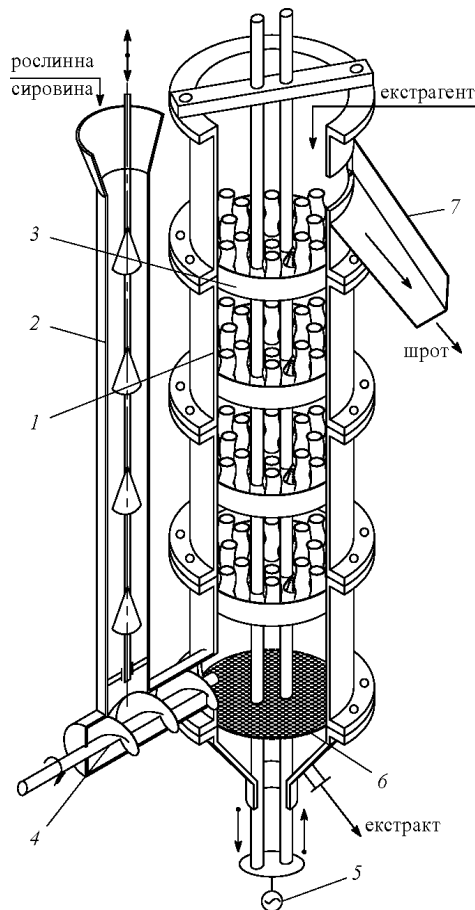


Рис. 1. Загальний вигляд лабораторного віброекстрактора безперервної дії: 1 – корпус; 2 – завантажувальний пристрій; 3 – тарілки; 4 – шнек; 5 – вібропривід; 6 – фільтрувальна решітка; 7 – лоток.

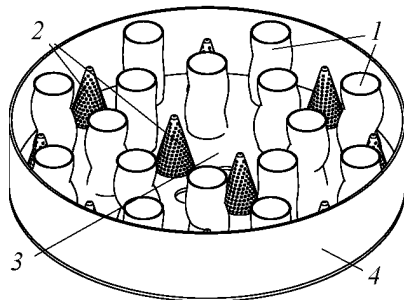


Рис. 2. Транспортна тарілка з гнучкими патрубками: 1 – гнучкі патрубки; 2 – фільтрувальні елементи; 3 – днище; 4 – борт.

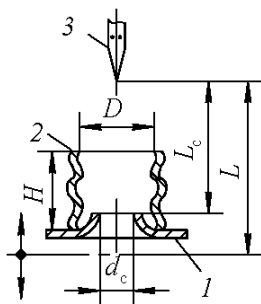


Рис. 3. Схема вимірювання дальності дії пульсуючого струменя, генерованого транспортним елементом лабораторного віброекстрактора безперервної дії: 1 – транспортний елемент; 2 – гнучкий патрубок; 3 – трубка Піто-Прандтля

поверхні тарілок. Встановлений по периферії тарілок борт призначений для утримання твердої фази на їх поверхні, посилення розділювального ефекту фаз та запобігання від змиву дрібних фракцій твердої фази за межі під тарілку.

Пульсуючі турбулентні струмені, що генеруються віброперемішувальними пристроями віброекстрактора, визначають їх гідродинаміку в масштабі апарата та умови обтікання поверхні твердого тіла при масообміні. В цьому контексті значний інтерес представляли закономірності їх розповсюдження в непроточному робочому середовищі.

Для проведення дослідів використовувався дифманометр з трубкою Піто-Прандтля з діаметром отвору 2 мм з відповідним таруванням та можливістю визначити швидкості звичайних потоків з достатньою точністю для практичних розрахунків (0,5–0,6%) у межах 0,01–2,5 м/с.

Під час вимірювань дальності дії пульсуючих струменів L та вимірювання їх швидкостей трубка Піто-Прандтля встановлювалась в робочому об'ємі апарата вздовж осі транспортувального відкритого елемента – сопла з можливістю вести візуальні спостереження (рис. 3) Співвідношення діаметрів патрубків і сопел та їх висоти, і регулювання відстані від нього спеціальним механізмом з фіксацією показів на дифманометрі. Дослідження виконувались на воді з температурою 293 К без наявності твердої фази та з твердою фазою як модельною сировиною – капроною дрібною білого кольору, кучастої форми із еквівалентним діаметром 3 мм та густиною 1110 кг/м^3 . Співвідношення діаметрів патрубків та сопла, а також його висоти та діаметра сопла змінювались у межах, відповідно $D/d = 1-3$; $H/d = 1-4$. Сопла діаметром 15, 20, 30 мм встановлювались у патрубках з діаметрами 36 і 56 мм, висотою 45 і 60 мм. Параметри коливань вібротранспортувальної системи змінювались у межах: частота коливань 1 – 4 Гц, амплітуда 10; 15; 50 мм. Досліджувались конструкції тарілок з живим перерізом 5,5 – 14,2 %.

За показами дифманометра розраховувалась середньоінтегральна за період коливань та середня по перерізу струменя швидкість пульсуючих потоків на відстані L трубки Піто-Прандтля від середнього положення тарілки (рис.3.):

$$w_L = 0,637k \sqrt{2gh_w}, \quad (1)$$

де $k = w_L/w_{\text{max}}$ – відношення середньої по перерізу струменя швидкості до її максимального значення в центрі ($k = 0,5$ для ламінарного потоку; для турбулентного – $k = 0,75-0,87$ при пульсаційному числі Рейнольдса $Re_n = 5000$); h – різниця рівнів рідини в трубці Піто-Прандтля; g – прискорення земного тяжіння.

Початкове середньоінтегральне за період коливання значення швидкості пульсуючих потоків визначали за рівнянням:

$$w_0 = 2Af\rho/\varepsilon, \quad (2)$$

де A і f – відповідно амплітуда та частота коливань віброуючої перегородки, а p , ε – відповідно частки неперфорованої частини тарілки та її перфорацій із зазором по периферії в зоні встановлення в апарат.

Відстань L визначали за аналогією зі стаціонарними турбулентними струменями

$$L = L_c + 4,5r_c, \quad (3)$$

де L_c – відстань від точки вимірювання до зрізу сопла при середньому положенні вібруючої перегородки; r_c – радіус сопла.

Результати та їх обговорення. Звертаючи увагу на відсутність ґрунтовних теоретичних та експериментальних розробок в галузі гідродинаміки твердофазового віброекстрагування, вивчалися закономірності розповсюдження пульсуючих турбулентних потоків, генерованих транспортувальними елементами віброекстрактора, у непроточному рідкому середовищі. За показаннями дифманометра, використовуючи трубку Піто-Прандтля, розраховували середньоінтегральні за період коливань та середні вздовж перерізу пульсуючого струменя швидкості пульсуючих потоків на відстані L від середнього положення тарілки. Результати експериментів узагальнені графіком S -подібної кривої (рис. 4) в координатах $\lg(K)$ – $\lg(\text{Re}_n)$, де K – функ-

ціональний комплекс, що зв'язує геометричні та режимні параметри роботи вібротранспортувальних пристроїв:

$$K = \text{Ho} \left(\frac{D^2}{d_c H} \right) \left(\frac{2Ap}{d_c \varepsilon} \right)^{0,85}, \quad (4)$$

де $\text{Ho} = L_0 \varepsilon / (2Ap)$ – модифікований критерій гомохронності; $\text{Re}_n = 4A^2 f p / (\varepsilon v)$ – пульсаційний критерій Рейнольдса; v – кінематична в'язкість екстрагента; L_0 , d_c , D , H , A , f – відповідно відстань розповсюдження пульсуючого потоку з початковою швидкістю w_0 , діаметр сопла, діаметр та висота гнучкого патрубка, амплітуда та частота коливань вібросистеми; p , ε – відповідно частки неперфорованої частини тарілки та її перфорацій із зазором по периферії в зоні встановлення в апарат.

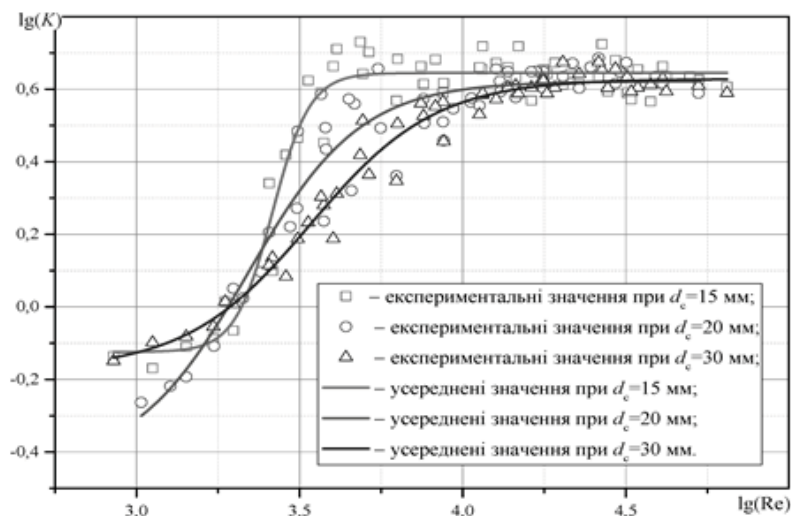


Рис. 4. Узагальнення експериментальних даних по встановленню дальності розповсюдження пульсуючих струменів в двофазовому пульсаційному потоці при різних параметрах коливань

Результати експериментальних даних у всьому дослідженому діапазоні гідродинамічних режимів роботи апарата узагальнюються залежністю:

$$\lg(K) = -0,238 + \frac{0,864}{1 + 10^{0,376(3,45 - \lg(\text{Re}_n))}}. \quad (5)$$

За сумісним вирішенням рівнянь (4) і (5) відносно L_0 , отримуємо:

$$L_0 = 0,642 \cdot 7,311^{(1+19,815 \cdot \text{Re}_n^{-0,376})^{-1}} \cdot \left(\frac{H \cdot d_c^{1,85}}{D^2} \right) \left(\frac{Ap}{\varepsilon} \right)^{0,15}. \quad (6)$$

Таким чином, за величиною L_0 при проектуванні віброекстракторів стає можливим визначати відстань між віброперемішувальними пристроями, габарити апарата, висоту встановлення розвантажувального пристрою для відведення шроту. Величина L_0 також може бути взята як масштабний фактор при моделюванні процесу.

Переваги віброекстрагування, пов'язані з інтенсифікацією масоперенесення за рахунок активізації міжфазової поверхні при її коливаннях і пульсаційному обтіканні, стають значно вагомішими в умовах протигейного розділення фаз за допомогою вібрації робочих елементів при мінімальному поздовжньому перемішуванні. В основі такого транспортування лежать механізми розділення фаз поперечними вібруючими

перегородками, які секціонують віброекстрактор, залишаючи можливість проникнення через їхній живий переріз твердої фази. Ці ефекти повинні доповнюватися механізмами фіксації виділеної твердої фази та її подальшого перенесення в зону дії наступної тарілки.

Встановлені в отворах живого перерізу перегородки насадки з різним гідравлічним опором у протилежних напрямках руху створюють різну русійну силу фільтрування і як результат – більше нагромадження осаду твердої фази на одному з боків фільтрувального елемента перегородки (з боку напрямку транспортування, якщо гідравлічний опір насадки в цьому напрямку менший, ніж у протилежному). В ідеальному випадку це призводить до транспортування твердої фази вздовж апарата.

Таким чином, при однаковості перемішуваних у взаємно протилежних напрямках об'ємів суспензії завдяки вищій концентрації струменю в напрямку транспортування твердої фази реально забезпечується процес розділення фаз.

Транспортуючи здатність вібрувальних тарілок досліджували на модельній системі капронова дрібка – вода. Еквівалентний радіус капронової дрібки, форма якої подібна до кулястої, становив 3 мм, густина 1167 кг/м^3 . Транспортувальну здатність тарілок визначали за

продуктивністю віброекстрактора по твердій фазі. Для цього тверду фазу рівномірно подавали в завантажувальний пристрій, відбирали із зони розвантаження й зважували через однакові проміжки часу.

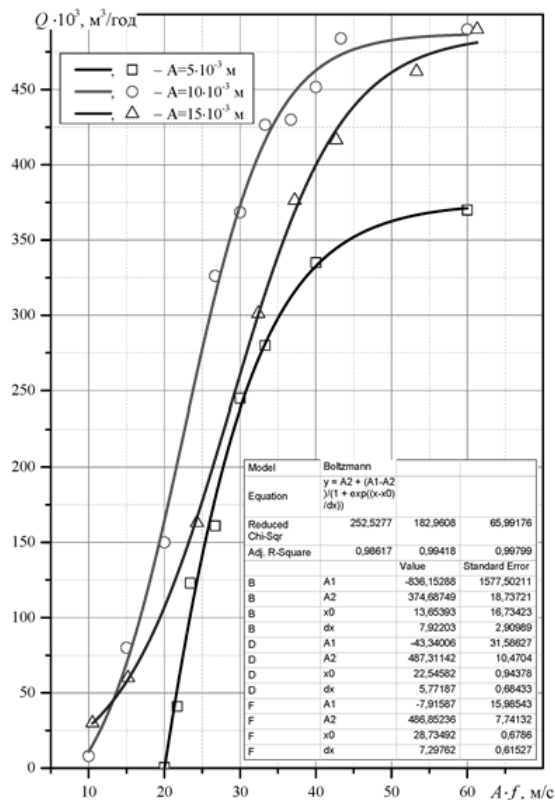


Рис.5. Залежність продуктивності віброекстрактора (розрахункова) від інтенсивності коливань вібротранспортувальної системи (транспортування модельної сировини)

Візуальними спостереженнями встановлено, що вихід віброекстрактора на робочий режим при заданій інтенсивності коливань, який забезпечує необхідну продуктивність апарата, супроводжується створенням шару твердої фази у зоні між тарілками. Такий шар є штучним секціонуючим елементом, непроникним для пульсуючих турбулентних струменів як транспортувальних відкритих елементів нижньої тарілки так і фільтрувальних елементів верхньої. Причому, товщина шару при встановленому режимі лишається незмінною, оскільки поповнюється від живлення знизу та витрачається у верхньому шарі розмиванням пульсуючими струменями фільтрувальних елементів верхньої тарілки з подальшим перенесенням частинок твердої фази транспортувальними елементами цієї тарілки у наступну верхню секцію.

Досліджувався вплив кількості відкритих (транспортувальних) елементів із встановленими на них гнучкими патрубками на транспортувальну здатність віброекстрактора. Досліди виконувались з фіксованою амплітудою ($A=10 \cdot 10^{-3}$ м) та частотою коливань ($f = 3$ Гц) вібротранспортувальної системи. Геометрично розташування патрубків на тарілках здійснювалось по концентричним колам із збереженням симетрії.

Результати таких дослідів узагальнювались графічною залежністю, яка свідчить, що суттєвого збільшення продуктивності до 6 елементів не спостерігається. Тому найбільш доцільною кількістю встанов-

лених елементів слід вважати від 8 до 14, враховуючи вид рослинної сировини, тобто її фізичні властивості.

Що стосується наявності борта по периферії тарілки, то він може бути рекомендований як фактор, що підвищує ефект затримання твердої фази на поверхні тарілки при її русі уверх, а також не дозволяє змивання твердої фази, коли існує кільцевий зазор між стінкою апарата та тарілкою. Залежність продуктивності віброекстрактора від інтенсивності коливань вібротранспортувальної системи показано на рис.5.

Як видно з графічної залежності $Q = (A \cdot f)$, криві продуктивності мають розшарування за впливом амплітуд коливань вібротранспортувальної системи, незважаючи на те що очевидним залишається зміст зростання продуктивності із збільшенням інтенсивності її коливань (добуток амплітуди на частоту коливань вібротранспортувальної системи).

У цьому контексті також слід зазначити, що для режиму роботи апарата з амплітудою $A=5 \cdot 10^{-3}$ м транспортування починається приблизно з частоти 4 Гц, для $A=10 \cdot 10^{-3}$ м з частотою 1 Гц і для 15 мм приблизно з 0,5 Гц. Тобто більша амплітуда коливань забезпечує початок транспортування при більш низьких частотах.

Складність в розробці теорії розрахунку віброекстракційної апаратури безперервної дії та моделюванні її транспортувальної здатності пов'язана із супроводженням процесу явищами різної фізичної природи. Тому враховуючи ряд обмежень та припущень щодо багатогранності процесу, ставилась задача отримати аналітичну залежність продуктивності апарата від режимних та конструктивних параметрів процесу.

Математичний опис закономірностей розділення неоднорідної системи, за умови нестиснення її робочого середовища, нерозривності руху потоку, а також рівності втрат тиску при перетоку середовища у взаємно протилежних напрямках при його загальному русі через транспортувальні та фільтрувальні елементи, може бути подано в наступній формі:

$$Q_{\text{тв}} = 4An \frac{(1-\varepsilon)}{\varepsilon} (F_{\phi} - F_{\text{он}}) (K_2 - K_1) \tau, \quad (7)$$

$$\text{де } K_1 = f_{\phi} \frac{C1_1 + \sqrt{C1_1(C2_1 f_{\phi}^2 - C3_1)}}{C1_1 f_{\phi}^2 - C2_1 f_{\phi}^2 - C3_1} \text{ і}$$

$$K_2 = f_{\phi} \frac{C1_2 + \sqrt{C1_2(C2_2 f_{\phi}^2 - C3_2)}}{C1_2 f_{\phi}^2 - C2_2 f_{\phi}^2 - C3_2} \text{ – поправочні коефіцієнти для швидкості транспортування твердої фази;}$$

де $C1_1 = \rho_c \left(\frac{\xi_{\text{пат}1}}{f_{\text{пат}}^2} + \frac{\xi_{\text{от}1}}{f_{\text{от}}^2} \right)$, $C1_2 = \rho_c \left(\frac{\xi_{\text{пат}2}}{f_{\text{пат}}^2} + \frac{\xi_{\text{от}2}}{f_{\text{от}}^2} \right)$ – гідродинамічна характеристика транспортувального елемента під час руху тарілки відповідно вгору та вниз;

$$C2_1 = \rho_p \left(\frac{\xi_{\text{п}1}}{f_{\text{п}}^2} + \frac{\xi_{\text{оф}1}}{f_{\text{оф}}^2} \right), C2_2 = \rho_p \frac{\xi_{\text{п}2}}{f_{\text{п}}^2} + \rho_p \frac{\xi_{\text{оф}2}}{f_{\text{оф}}^2}$$

– гідродинамічна характеристика фільтрувального елемента під час руху тарілки відповідно вгору та вниз;

$$C3_1 = C3_2 = rx/2n \text{ – гідродинамічна характеристика шару осаду під час руху тарілки відповідно вгору та вниз; } f_{\text{пат}}, f_{\text{от}}, f_{\phi}, f_{\text{оф}}, f_{\text{п}} \text{ – відношення відповідних площ до площі тарілки; } \xi_{\text{пат}1}, \xi_{\text{пат}2}, \xi_{\text{от}1}, \xi_{\text{от}2}, \xi_{\text{оф}1},$$

намічна характеристика фільтрувального елемента під час руху тарілки відповідно вгору та вниз;

$C3_1 = C3_2 = rx/2n$ – гідродинамічна характеристика шару осаду під час руху тарілки відповідно вгору та вниз;

$f_{\text{пат}}, f_{\text{от}}, f_{\phi}, f_{\text{оф}}, f_{\text{п}}$ – відношення відповідних площ до площі тарілки; $\xi_{\text{пат}1}, \xi_{\text{пат}2}, \xi_{\text{от}1}, \xi_{\text{от}2}, \xi_{\text{оф}1},$

$\xi_{\text{off}2}$, ξ_{n1} , ξ_{n2} – відповідно місцеві гідравлічні опори в патрубках, отворах транспортуючих елементів, отворах фільтрувальних елементів, і перфораціях під час руху тарілки відповідно вгору та вниз; ρ_c , ρ_p – відповідно густини суспензії та екстракту (фільтрату); n – частота коливань тарілки; ε – частка живого перерізу апарата.

Таким чином отримали аналітичну залежність продуктивності від основних конструктивних та режимних параметрів роботи віброекстрактора безперервної дії.

Висновок. Накладання поля низькочастотних механічних коливань на робоче середовище у віброекстракторах може бути ефективним засобом створення необхідного гідродинамічного стану системи і, як наслідок, потужним джерелом інтенсифікації процесу екстрагування. Встановлено, що дальність дії пульсуючих потоків, генерованих робочими елементами зростає із збільшенням інтенсивності коливань вібро-транспортивальної системи, досягає деякого межового

значення і у подальшому практично не залежить від параметрів її коливань.

Протитечійне транспортування фаз у віброекстракторі досягається за рахунок дії двох основних механізмів їх розділення – седиментаційного і фільтрувального, причому ефективність першого значно вища. Оптимальною конструкцією вібротранспортивального елемента є вібруюча перегородка з патрубками оптимальних геометричних розмірів, бортом по периферії та фільтруючими елементами. Отримані аналітичні залежності дальності дії пульсуючих потоків, а також продуктивності апарата від конструктивних і режимних параметрів його роботи, можуть бути використані при конструюванні та оптимізації роботи віброекстракторів безперервної дії. Раціональним режимом роботи віброекстрактора, що забезпечує необхідну продуктивність з мінімальним ефектом поздовжнього перемішування можна вважати режим з амплітудою 10 мм та частотою коливань 2,7 Гц.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лысянский В. М. Экстрагирование в пищевой промышленности / В.М. Лысянский, С.М. Гребенюк. – М.: Агропромиздат, 1987. – 188 с.
2. Белоглазов И. Н. Твердофазные экстракторы / И.Н. Белоглазов. // Ленинград: «Химия». Ленинградское отделение, – 1985. – 239 с.
3. Дячок В.В. Научно-теоретичні основи екстрагування лікарської рослинної сировини: дис. ... докт. техн. наук: 05.18.12 / Дячок Василь Володимирович. – Київ, 2011. – 385 с.
4. Дослідження процесу віброекстрагування із рослинної сировини та перспективи його використання в промисловості. / Т.Г. Мисюра, Н.В. Попова, В.С. Бодров, В.Л. Зав'ялов, Ю.В. Запорожець, В.Є. Деканський // Харчова промисловість, № 12, Київ: НУХТ, 2012. – с. 260-268.
5. Вибрационные массообменные аппараты / И.Я. Городецкий, А.А. Васин, В.М. Олевский, П.А. Лупанов; Под ред. В.М. Олевского. – М.: Химия, 1980. – 192 с.
6. Пат. 86485 Україна, МПК В 01 D 11/02. Вібраційний екстрактор / Зав'ялов В.Л., Запорожець Ю.В., Бодров В.С. – № а 2007 07563; заявл. 05.07.07; опубл. 27.04.09, Бюл. № 8.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Lysyansky V.M. Extraction in the food industry / V.M. Lysyansky, S.M. Grebenuk. – M.: Agropromizdat, 1987. – 188 p.
2. Beloglazov I.N. Solid extractors / I.N. Beloglazov. // Leningrad: "Chemistry". Leningrad branch – 1985. – 239 p.
3. Dyachok V.V. Research and theoretical bases of extraction of medicinal plants: dis. dr. tech. sc: 05.18.12 / Dyachok Vasily Vladimirovich. – Kyiv, 2011. – 385 p.
4. Investigation of vibroekstrahuvannya of plant material and the prospects for its use in industry. / T.H. Mysyura, N.V. Popova, V.S. Bodrov, V.L. Zav'yalov, Yu.V. Zaporozhets, V.Ye. Dekansky // Food Industry, № 12, Kyiv: NUFT, 2012. – p. 260-268.
5. Vibrating mass transfer devices / I.Ya. Gorodetsky, A.A. Vasin, V.M. Olevsky, P.A. Lupanov; Ed. V.M. Olevsky. – M.: Chemistry, 1980. – 192 p.
6. Pat. Ukraine МПК В 01 D 11/02. Vibrating extractor / Zavjalov V.L., Zaporozhets Yu.V., V.S. Bodrov – № and 2007 07563; appl. 05.07.07; publ. 27.04.09, Bull. Number 8.

Zavialov V., Misyura T., Bodrov V., Zaporozhets Y., Popova N., Dekansky V.

Regularities of pulsating flow in conditions of countercurrently phase separation during vibroextraction from raw materials

Abstract. Results of the research of pulsating jets laws propagation generated by elements of continuous vibroextractors vibromixing devices are formulated. The mechanism of counter-phase separation in a solid phase vibroextraction is described. The obtained analytical dependence of the pulsating jets range and performance of the apparatus on constructive and operational parameters of its work can be used for design and optimizing of continuous action vibroextractor.

Keywords: vibroextraction, hydrodynamics, pulsing jets, phase separation, mathematical model

Зав'ялов В. Л., Мисюра Т. Г., Бодров В. С., Запорожець Ю. В., Попова Н. В., Деканський В. Е.

Закономерности действия пульсирующих потоков в условиях противоточного разделения фаз при виброэкстрагировании из растительного сырья

Аннотация. Сформулированы результаты исследований закономерностей распространения пульсирующих струй, генерируемых элементами виброперемешивающих устройств виброэкстрактора непрерывного действия. Описан механизм противоточного разделения фаз в условиях твердофазного виброэкстрагирования. Полученные аналитические зависимости дальности действия пульсирующих потоков, а также производительности аппарата от конструктивных и режимных параметров его работы, могут быть использованы при конструировании и оптимизации работы виброэкстракторов непрерывного действия

Ключевые слова: виброэкстрагирование, гидродинамика, пульсирующий поток, разделение фаз, математическая модель

Ковальський Б.М., Занько Н.В., Шовгенюк М.В.

Визначення колірних характеристик друкарських фарб за спектральними кривими відбивання

*Ковальський Богдан Михайлович, кандидат технічних наук,
доцент кафедри технології додрукарських процесів¹*

*Занько Наталія Василівна, кандидат технічних наук,
доцент кафедри технології додрукарських процесів¹*

*Шовгенюк Михайло Васильович, доктор фізико-математичних наук, професор,
провідний науковий співробітник²*

¹Українська академія друкарства, м. Львів, Україна

²Інститут фізики конденсованих систем НАН України, м. Львів, Україна

Анотація. Описано методику розрахунку координат кольору за спектральними кривими відбивання кольорових зразків. Перевірено точність отриманих результатів порівняльним аналізом з експериментальними даними та значеннями, рекомендованими стандартом ISO 12647-2. Визначені показник нелінійності та координати базових векторів друкарських фарб у RGB-просторі.

Ключові слова: колориметричні характеристики триадних фарб, стандарт ISO, спектральні дані, показник нелінійності друкарського процесу

Забезпечення якості продукції поліграфічної промисловості, в контексті напряму офсетного виробництва, стосується точності кольоровідтворення на відбитку. Одним із шляхів вирішення задачі одержання якісних повноколірних друкованих зображень є стандартизація основних параметрів процесу відтворення кольору засобами поліграфії. Основним галузевим стандартом для офсетного друку є ISO 12647-2 [1], що відображає величезний статистичний матеріал, накопичений в результаті вимірювань в реальних умовах багатьох офсетних друкарень.

Базовими параметрами багатофарбового друку, що мають безпосередній вплив на якість відбитку є характеристики фарб і паперу. Спектральні характеристики триади фарб, що використовуються для друку тиражу строго стандартизовані і не можуть значно варіюватися, так як при цьому будуть відчутні спотворення колірної гами друкованого видання.

Стандартом ISO 12647-2 описано колірні характеристики первинних кольорів друкарських фарб (голубий, пурпурний, жовтий) та їх бінарних накладань (червоний, зелений, синій) й регламентовано можливі межі відхилень колориметричних даних від нормативних значень у вигляді допусків ΔE . Специфікації кольорових і прозорих фарб для 4-фарбового офсетного друку містить ISO 2846-1 [2]. Цей документ є приписом з перевірки друкарських фарб в лабораторних умовах.

Метою даної роботи є представлення методики розрахунку координат кольору полів відбитку шкали за спектральними кривими відбивання і порівняння одержаних значень з даними, рекомендованими стандартом ISO 12647-2 та визначення величини показника нелінійності у даного друкарського процесу.

Теорія. Колориметричні характеристики друкарських фарб вимірюють спектрофотометрами. Ці технічні засоби забезпечують сучасний рівень контролю якості поліграфічної продукції. В першу чергу, такі прилади дозволяють здійснити спектрофотометричні виміри в спектральному діапазоні 380-730 нм. Окрім спектральної характеристики, будь-який спектрофотометр може подати виміряні дані в колориметричних координатах кольору, наприклад, X, Y, Z або CIE $L^*a^*b^*$. Координати кольору вираховуються із спектрального коефіцієнта відбивання (пропускання), спектрального розподілу

енергії джерела освітлення і властивостей «стандартного спостерігача». За координатами CIE $L^*a^*b^*$ здійснюють кількісну оцінку кольору на відбитку.

Саме на обробці колориметричних даних відбитків базується метод визначення показника нелінійності відтворення триадних фарб для конкретного друкарського процесу.

У роботі [3] описана методика розрахунку показника нелінійності при відтворенні градаційних шкал триадних фарб у колірному просторі Adobe RGB (1998) за допомогою апроксимації залежностей $R=f(1-C)$, $G=f(1-M)$, $B=f(1-Y)$. Нелінійність в найбільшій мірі відображає загальні закономірності формування кольорів на відбитку в реальних умовах друкарського процесу.

В результаті нескладних перетворень можна отримати лінійзовані колірні характеристики триадних фарб в просторі Adobe $R^{1/\gamma}$, $G^{1/\gamma}$, $B^{1/\gamma}$ в залежності від відносної площі S растрових елементів триадних фарб. На основі лінійних характеристик легко визначити координати кольору базових векторів триадних фарб в просторі Adobe RGB (1998) [3].

Матеріали і методи. Для проведення дослідження було використано градаційну шкалу чистих друкарських фарб та їх попарних накладань, що містить поля з відносною площею растрових елементів від 0 до 100%, з кроком 10. Для генерування шкали застосували програму Corel Draw X6.

Відбиток шкали отримано цифровим друком на струменевому принтері EPSON Stylus® Pro 4800 (RIP: BestColour, профіль: ISOcoated_v2_eci.icc). Використано напівматовий папір для кольоропроб EPSON Standard Proofing Paper 240 semi-matte.

У ході дослідження, спектрофотометром фірми Datalcolor (США), отримано спектральні дані полів шкали на відбитку, а також паралельно поміряно координати кольору цих полів.

На основі отриманих спектральних даних опишемо методику визначення колірних координат відбитків друкарських фарб.

Координати кольору розраховуються зі спектрального коефіцієнта відбивання (пропускання), спектрального розподілу енергії джерела освітлення і властивостей «стандартного спостерігача».

Колір досліджуваного зразка можна охарактеризувати, лише вказавши освітлення, при якому він розглядається. В поліграфії стандартним джерелом освітлення для оцінювання та вимірювання кольорів на відбитку прийнято стандартне джерело денного світла *D50* з корельованою колірною температурою 5000 К. *D50* характеризується конкретним спектральним розподілом енергії, від якого залежить колір, що буде сприйматися спостерігачем.

Для обчислення колірних координат кольорового зразка використано табличні дані значень відносного спектрального розподілення потужності джерела світла $\Phi(\lambda)$.

Формули для розрахунку координат кольору відбитого світлового потоку конкретного кольорового зразка є наступними:

$$X = \sum_{n=0}^N \Phi(\lambda_n) \bar{x}(\lambda_n) \rho(\lambda_n); Y = \sum_{n=0}^N \Phi(\lambda_n) \bar{y}(\lambda_n) \rho(\lambda_n); Z = \sum_{n=0}^N \Phi(\lambda_n) \bar{z}(\lambda_n) \rho(\lambda_n)$$

де $\rho(\lambda_n)$ – коефіцієнт відбивання для даного зразка, $\Phi(\lambda)$ – відносне спектральне розподілення потужності стандартного джерела світла *CIE D50*, $\bar{x}(\lambda_n), \bar{y}(\lambda_n), \bar{z}(\lambda_n)$ – спектральні координати колориметричної системи *XYZ*.

Від координат *X, Y, Z* за *CIE*-рівняннями легко перейти до координат в системі *LAB*.

Обговорення результатів. На рисунку 1, побудовано спектральні криві жовтої, пурпурної та голубої фарб. Їх представлено у вигляді «віял» спектральних кривих, що характеризують розподіл випромінювання для кожного поля градаційної шкали тріадної фарби.

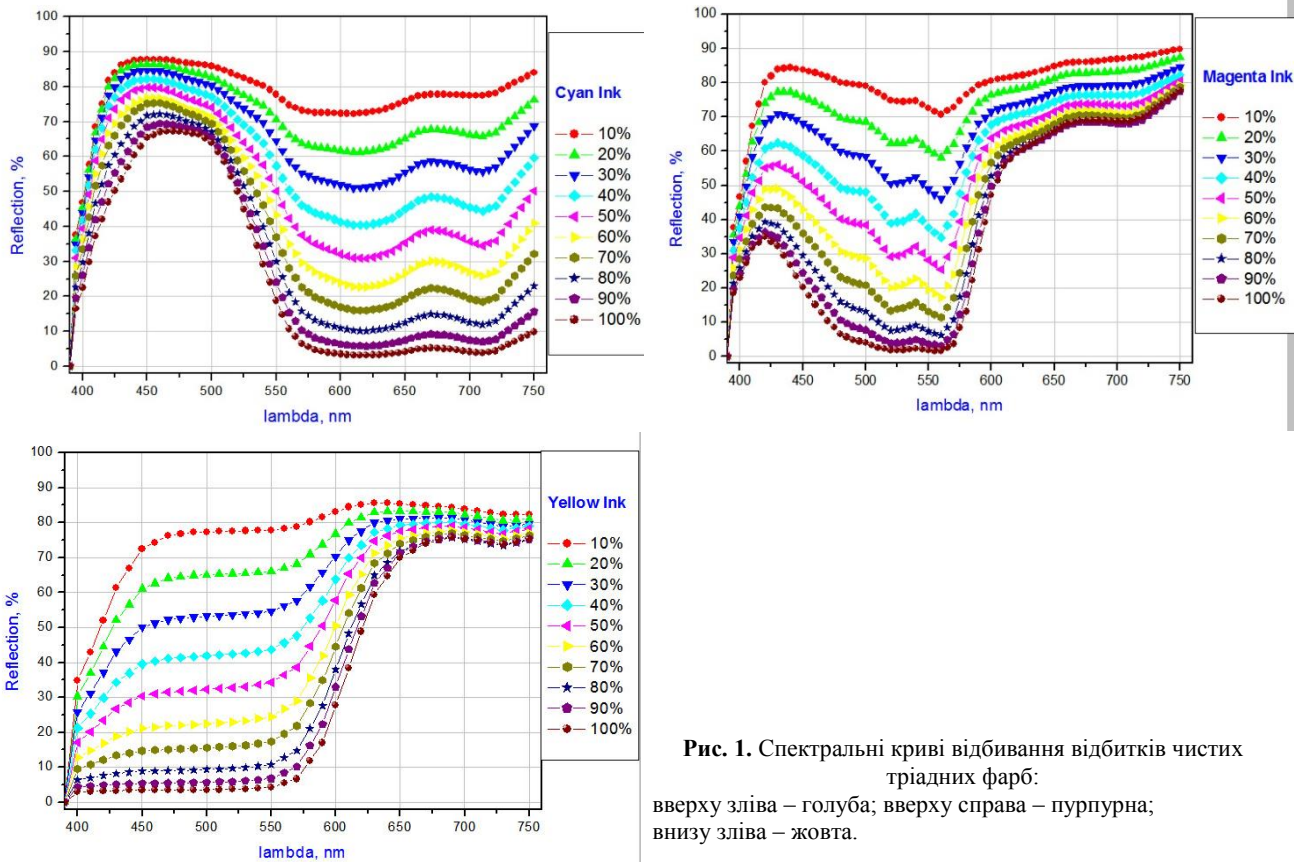


Рис. 1. Спектральні криві відбивання відбитків чистих тріадних фарб:

вверху зліва – голуба; вверху справа – пурпурна; внизу зліва – жовта.

В рамках даного дослідження також поміряно спектральні характеристики полів шкали, синтезованих бінарними накладаннями пурпуна+жовта, голуба+пурпурна та голуба+жовта.

Можна припускати, що описана вище методика дозволяє точно прогнозувати значення $L^*a^*b^*$ -координат конкретного поля друкованої шкали.

Результати вимірювань $L^*a^*b^*$ -координат відбитків шкал спектрофотометром Datacolor та розрахунків представлено в таблиці 1.

Як бачимо, $\Delta E_{CIE2000}$ між експериментальними значеннями і тими, що розраховані за спектральними даними, не перевищує величини граничного відхилення за стандартом ISO ($\Delta E \leq 5$).

Таблиця 1. Результати вимірювань $L^*a^*b^*$ -координат відбитків

Фарба	Експериментальні значення			Розраховані за спектральними даними			$\Delta E_{CIE2000}$
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	
Голуба	53,92	-37,67	-50,18	56,62	-45,33	-44,97	4,5
Голуба+Пурпурна	22,64	22,06	-47,58	24,54	14,79	-45,46	3,9
Пурпурна	47,75	72,15	-2,71	47,51	66,77	-5,49	1,8
Пурпурна+Жовта	47,77	65,64	47,88	46,99	61,71	46,16	1,4
Жовта	87,73	-4,98	92,98	86,18	-4,98	94,63	3,3
Жовта+Голуба	48,64	-67,30	29,05	48,65	-61,17	32,10	2,4

Тепер порівняємо, отримані нами, з використанням спектрофотометра Datascol експериментальні значення зі значеннями, рекомендованими стандартом ISO 12647-2 [1] для друку на папері тип 1,2.

Експериментальні значення, проміряні на полях досліджуваної шкали дуже добре узгоджуються зі зна-

ченнями, регламентованими стандартом ISO 12647-2, а колірні відмінності зовсім незначні (Таблиця 2). Цей факт дозволяє стверджувати, що вони характеризують типовий процес відтворення кольорового оригіналу офсетним способом друку на крейдованому папері матовому або глянцевому тип 1,2.

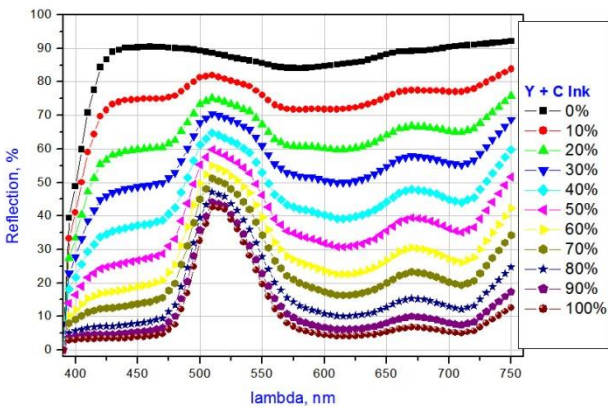
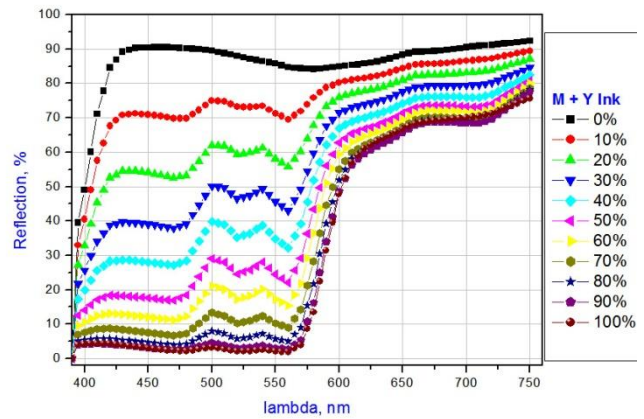
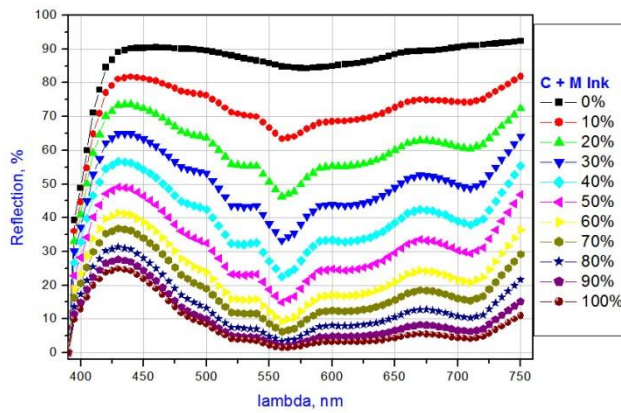


Рис. 2. Спектральні криві відбивання відбитків бінарних накладань тріадних фарб: вверху зліва – голуба+пурпурна; вверху справа – пурпурна+жовта; внизу зліва – жовта+голуба.

Отже, графіки спектральних кривих, представлених на рис. 1 можна вважати еталонними для типових офсетних фарб за умов друку на крейдованому папері. Тому представимо ще графіки «віял» для попарних

накладань тріадних фарб. Ця інформація є цінною, оскільки усі виробники офсетних фарб, як правило, не представляють спектральних даних.

Таблиця 2. Експериментальні та стандартні значення $L^*a^*b^*$ -координат відбитків

Фарба	Експериментальні значення			Значення зі стандарту ISO 12647-2			$\Delta E_{CIE2000}$
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	
Голуба	53,92	-37,67	-50,18	54	-36	-49	0,6
Голуба+Пурпурна	22,64	22,06	-47,58	20	25	-48	2,6
Пурпурна	47,75	72,15	-2,71	46	72	-5	1,9
Пурпурна+Жовта	47,77	65,64	47,88	47	66	50	1,3
Жовта	87,73	-4,98	92,98	88	-6	90	1,1
Жовта+Голуба	48,64	-67,30	29,05	49	-66	33	1,9

Оскільки друк тестової шкали був цифровий і здійснювався на базі потужної кольоропробної системи з імітацією процесу офсетного друку на крейдованому папері, то представляє інтерес визначити показник нелінійності і порівняти його зі значенням γ для класичного офсетного друку за стандартом ISO 12647-2:2004 для паперу типу 1, 2 (папір крейдований глянцево або матовий).

Як видно, значення показника нелінійності, визначеного за експериментальними даними і розрахованими значеннями $L^*a^*b^*$ - майже співпадають. Крім того, γ відбитків градаційних полів по кожній фарбі, отриманих на цифровому пристрої виведення досить близькі зі значеннями показника нелінійності визначеного за експериментальними даними Fogra 27, що характеризує офсетний друкарський процес.

Таблиця 3. Експериментальні та розрахункові значення показника нелінійності

Показник нелінійності γ	C	M	Y	K
за експериментальними даними	1.46	1.53	1.52	1.64
за розрахунковими значеннями	1,45	1,51	1,53	1,64
за експериментальними даними Fogra 27	1,53	1,55	1,50	1,68

Таблиця 4. Числові значення координат базових векторів фарб для цифрового і офсетного друку

Триадна фарба	за експериментальними даними Fogra 27	за експериментальними даними	за розрахунковими значеннями
Голуба (Cyan)	[0.0189] 0.4972 [0.7917]	[0.0102] 0.4585 [0.7750]	[0.0121] 0.4986 [0.7727]
Голуба+Пурпурна (Blue)	[0.1284] 0.1394 [0.3583]	[0.1339] 0.1223 [0.3446]	[0.1270] 0.1442 [0.3513]
Пурпурна (Magenta)	[0.6483] 0.0777 [0.3434]	[0.6114] 0.0626 [0.3278]	[0.5773] 0.0875 [0.3416]
Пурпурна+Жовта (Red)	[0.6410] 0.0951 [0.1148]	[0.6253] 0.0931 [0.1029]	[0.5965] 0.1075 [0.1058]
Жовта (Yellow)	[0.9738] 0.8633 [0.1002]	[0.9121] 0.8166 [0.0445]	[0.9279] 0.7692 [0.0323]
Жовта+Голуба (Green)	[0.0997] 0.4256 [0.1653]	[0.1020] 0.4242 [0.1619]	[0.1310] 0.4167 [0.1500]

Визначено координати кольору базових векторів триадних фарб в просторі *RGB*. В таблиці 4 приведено числові значення координат базових векторів фарб для цифрового і офсетного друку.

Хоча цифровий друк та офсетний відрізняються за принципом формування зображення на папері та базові вектори кольорових фарб є близькими, оскільки представляють кольоровідтворення за однакових умов.

Визначення координат базових векторів *RGB*-просторі чистих друкарських фарб та комбінацій їх попарного накладання, на основі лінійних характеристик триадних фарб необхідне для розрахунків опти-

мальних умов кольороподілу зображення в розробленій раніше спеціалізованій комп'ютерній програмі "ICaS КолірДрук-1" [4].

Висновки. На основі спектральних даних відбитків шкал описано методику розрахунку координат кольору і апробовано метод визначення показника нелінійності друкарського процесу. Одержано числові значення базових векторів кольорів, синтезованих триадою фарб при чотирифарбовому друці, які містять цінну інформацію для розрахунків оптимальних умов кольороподілу зображення на стадії додрукарської підготовки форм.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Process control for the production of half-tone color separation, proof and production prints. Part 2: Offset processes. – Graphic technology. – Geneva, Switzerland. – ISO/DIS 12647-2:2004.
2. Graphic technology -Colour and transparency of printing ink sets for four-colour printing. Part 1: Sheet-fed and heat-set web offset lithographic printing– Graphic technology. – Geneva, Switzerland. – ISO/DIS 2846-1:2006.
3. Shovhenyuk M.V. Characteristics of process inks prints in color space Adobe RGB / M.V. Shovhenyuk, N.V. Zan'ko, N.S. Pysanchyn // Computer Technology Printing: Collected Works. - Lviv: UAP, 2008. - № 19. - P. 203-222.
4. Shovhenyuk M.V. A new computer program for preparation of separations RGB images/ M.V. Shovhenyuk, N.V. Zan'ko, N.S. Pysanchyn // Computer Technology Printing: Collected Works. - Lviv: UAP, 2011. - № 25. - P. 186-197.

Kovalskiy B.M., Zanko N.V., Shovgenyuk M.V.

The method of determination the color characteristics of inks for spectral reflectance curves

Abstract. The methods of calculating color coordinates of spectral reflectance curves of colored samples. Verified the accuracy of the results. The results were compared with experimental data and the values recommended standard ISO 12647-2. Non-linearity characteristics of triad inks and contact base vectors inks in RGB-space method was determined.

Keywords: colorimetric characteristics of process inks, standard ISO, spectral values, index of non-linearity of printing process

Ковальський Б.М., Занько Н.В., Шовгенюк М.В.

Определение цветовых характеристик печатных красок за спектральными кривыми отражения

Аннотация. Описана методика расчета координат цвета по спектральным кривым отражения цветных образцов. Проверено точность полученных результатов сравнительным анализом с экспериментальными данными и значениями, рекомендованными стандартом ISO 12647-2. Определены показатель нелинейности и координаты базовых векторов печатных красок в RGB-пространстве.

Ключевые слова: колориметрические характеристики триадных красок, стандарт ISO, спектральные данные, показатель нелинейности печатного процесса

Небылица Ю.Н.

Интеграция системы экспресс-диагностики процесса электроэрозионного проволочного вырезания в технологическое оснащение

*Небылица Юрий Николаевич,
старший преподаватель кафедры информационных систем и медицинских технологий
Черкасский национальный университет имени Богдана Хмельницкого, м. Черкассы, Украина*

Аннотация. В статье изложены результаты работ по интегрированию модуля экспресс-диагностики процесса электроэрозионного проволочного вырезания в технологическое оснащение. Отражены особенности методов оценки качества электроэрозионного вырезания без остановки процесса обработки, основанных на анализе выделяемой в межэлектродном промежутке энергии импульсов технологического тока. Описаны подходы к оценке эффективности работы основных систем электроэрозионных проволочных вырезных станков. Представлен анализ аппаратного и программного обеспечения, необходимого для реализации изложенных подходов.

Ключевые слова: электроэрозионное проволочное вырезание, экспресс-диагностика, система управления технологическим процессом, система числового программного управления

Введение

Физическое старение систем и узлов электроэрозионных проволочных вырезных станков (ЭЭПВС) приводит к снижению их производительности и точности, увеличению шероховатости обработанной поверхности. В инструментальном производстве эксплуатация станков с отклонениями в технологическом процессе (ТП) по точности свыше 10 мкм, по шершавости обработанных поверхностей свыше 2 мкм для чистовых и 6 мкм для черновых режимов обработки недопустима [1]. В случае наличия таких отклонений в ходе ТП обрабатываемая деталь будет непоправимо испорчена, поскольку её качество возможно определить лишь в конце ТП вследствие недоступности для наблюдения зоны обработки.

Определение пригодности ЭЭПВС к обработке детали с определенными технологическими требованиями нуждается в данных о состоянии составляющих технологического оснащения (ТО) как перед началом, так и на протяжении обработки. Прогнозирование на основе анализа результатов предшествующих процессов обработки не гарантирует качество текущего в силу отличий траектории обработки, физико-химических свойств материала заготовки, наличия влияния внешних факторов. Не является выходом уменьшения срока между техническим обслуживанием ЭЭПВС, поскольку это увеличивает накладные затраты на эксплуатацию, требует остановки общего технологического цикла, что в целом уменьшает эффективность электроэрозионного оборудования.

Следует отметить, что в современной технике наблюдается тенденция непрерывного усложнения оборудования и технологических процессов. В связи с этим такие показатели как надежность и эксплуатационная стабильность в большинстве случаев являются определяющими при выборе оборудования. Улучшение этих показателей неразрывно связано с использованием технической диагностики, что способствует бурному развитию этого направления техники [2]. В частности, детально разработана и эффективно используется техническая диагностика металлорежущих станков [3], но, в силу отличия процессов и строения ТО, непосредственный перенос полученного опыта и наработок на диагностирование ЭЭПВС невозможен. Только некоторые из них могут быть использованы, и то лишь в рамках очертания базовых подходов. Следовательно, задача внедрения методов диагностирования

ТП электроэрозионного вырезания (ЭЭВ) и оценки состояния ЭЭПВС является актуальной.

Цель и задачи исследования

Ввиду оперативности проведения диагностирования ТП ЭЭВ и оценки работоспособности составных узлов ЭЭПВС без остановки обработки, в последующем такие работы будем называть экспресс-диагностикой (ЭД) ЭЭВ, а систему, которая будет выполнять эти работы – системой экспресс-диагностики (СЭД). Функциональным назначением СЭД является:

- оценка мгновенного состояния технологического процесса;
 - оценка работоспособности систем ЭЭВ;
 - определение развития отклонений в процессе вырезания;
 - прогнозирования показателей качества детали, полученной в процессе обработки;
 - определения вида и параметров компенсации, направленной на устранение отклонений в ТП.
- Целью работы является определение способа реализации и технических требований к модулю экспресс-диагностики процесса ЭЭВ. Для достижения цели были решены следующие задачи:
- анализ физических процессов и факторов, которые имеют место при ЭЭВ;
 - анализ технологических особенностей протекания ЭЭВ и схемы получения изделия;
 - анализ строения технологического оснащения;
 - определение входных данных, несущих информацию о параметрах качества обработки и характере отклонений в ТП;
 - анализ методов оперативного контроля качества поверхности, полученной путем ЭЭВ;
 - определение подходов интеграции СЭД на аппаратном уровне;
 - определение подходов интеграции СЭД на программном уровне.

Физико-технологические основы экспресс-диагностики ЭЭВ

Построение СЭД ЭЭВ должно проводиться с учетом физических и технологических особенностей, а также особенностей строения ЭЭПВС, которые рассмотрим подробнее. С физической стороны процесс ЭЭ обработки состоит в непрерывном образовании и удале-

нии из зоны обработки частиц металла и других продуктов эрозии. Среди факторов, которые определяют протекание указанных явлений, наиболее весомым есть энергия, которая выделяется в системе электрод-инструмент – межэлектродный промежуток (МЭП) – электрод-деталь. Уровень и скорость поступления энергии в МЭП влияют как на электрические и тепловые процессы в промежутке на всех стадиях искрового пробоя, так и на тепловые, гидродинамические, процессы восстановления начального состояния канала на стадиях, которые следуют после окончания поступления энергии от импульса тока.

Амплитуда выделения энергии в МЭП определяется, с одной стороны, параметрами генератора импульсов, т.е. установочным значением напряжения, внутренним сопротивлением и индуктивностью, параметрами коммуникационных соединений, а с другой – начальным и разрядным сопротивлением канала. Поскольку указанные элементы электрической цепи соединены последовательно, то их активные и реактивные сопротивления будут складываться, что определит амплитуду тока и связанную с ним амплитуду энергии. Изменения сопротивления одного из элементов электрической цепи во время подачи импульсов технологического тока вызовет динамические изменения в выделении энергии и, следовательно, неравномерность эрозионного снятия металла. Анализ выделения энергии в МЭП позволяет определять качество обработки, поскольку уровень и характер выделения энергии определяют глубину и диаметр образованных лунок и толщину структурно измененной зоны (белого слоя). Следует подчеркнуть, что приведенные звенья электрической цепи имеют присущий только им частотные и шумовые свойства, по которым возможно провести их идентификацию и определить степень эффективности их работы [3, 4].

С технологической стороны, регистрация энергетических сигналов не влияет на процесс обработки, и предоставляет возможность проводить регулярное диагностирование во время обработки контура детали. Таким образом, использование энергетических сигналов для определения особенностей хода ЭЭ вырезания, функциональной способности основных систем и для прогнозирования качества полученных поверхностей есть возможным и эффективным.

Выделение энергии в МЭП следует поделить на два вида: от одиночного импульса $E_m^{(1)}$ и от действия последовательности M импульсов $E_m^{(M)}$, которое следует рассматривать как коллективные процессы по высоте реза. Несмотря на то, что величина удаленного объема на единичный импульс зависит от многих факторов, для разработки методов диагностики и прогнозирования результатов обработки важно связать удаленный объем с энергией импульса. В качестве такой связи выбран коэффициент объемного снятия материала, который является усреднением удельного съема металла каждого импульса. Рассмотрим его определение. Пускай вследствие выделения энергии от M импульсов произошло вырезание паза длиной l_θ , что эквивалентно снятию объема материала заготовки $V_\theta = l_\theta \cdot (d_{ПЭИ} + 2 \cdot \delta_{МЭП}) \cdot H_\theta$, где $d_{ПЭИ}$ – диаметр

проволочного электрода-инструмента (ПЭИ); $\delta_{МЭП}$ – величина зазора МЭП; H_θ – высота заготовки. Учитывая, что за мгновенными значениями положений (по данным ЧПУ) определяется l_θ , а технологические параметры $d_{ПЭИ}$, $\delta_{МЭП}$ и H_θ известны, то коэффициент объемного снятия материала вычисляется по формуле $k_v = V_\theta / E_m^{(M)}$.

Также несложно определить место выделения энергии вдоль ПЭИ. Для этого нужно с помощью одновитковых трансформаторов снять величины токов I_n и I_θ , соответственно, нижнего и верхнего токоподводов, и по их значениям вычислить координату разряда от текущего импульса по формуле:

$$z(I_n, I_\theta) = L_m \cdot (I_n / I_\theta + 1)^{-1} - l_{n,m},$$

где L_m – расстояние между токоподводами, а $l_{n,m}$ – расстояние от токоподвода до кромки заготовки.

Определение коэффициента объемного снятия материала $k_v = V_\theta / E_m^{(M)}$ и координаты $z(I_n, I_\theta)$ играет исключительно важную роль в реализации методов экспресс-диагностики, которые будут изложены ниже.

Методология экспресс-диагностики процесса ЭЭВ

Разнообразие методов, позволяющих проводить мониторинг ТП ЭЭВ, уступает количеству методов технической диагностики металлорежущих станков, но они, по состоянию на сегодня, представляют собой основу методологии экспресс-диагностики. Кратко рассмотрим их ниже.

Методы диагностики функционального состояния основных систем ЭЭПВС, которые базируются на анализе спектральной плотности выделения энергии при электроэрозионной вырезке, изложены в [5]. Данные методы путем незначительного изменения параметров ТП позволяют связать аномальную полосу частот с отклонениями в функционировании конкретной системы, подсистемы или модуля. Их недостатком являются значительные вычислительные затраты.

Способ контроля состояния электроэрозионного процесса резания [6], также как и метод [4], основаны на статистическом анализе энергии импульсов. Селективность данных методов по функциональному состоянию низкая. Удобны на первичной стадии диагностики, например, для обнаружения момента появления отклонений ТП.

Такие методы, как определение прогиба проволочного электрода [7] и шероховатости поверхности [8] в процессе ЭЭВ, относятся к группе экспресс-контроля ТП. Используя эти методы, возможно получить прогноз показателей качества поверхности обрабатываемой детали.

Анализ, изложенных методов, проведенный с точки зрения их реализации, установил, что СЭД должна оперативно получать массивы данных величины тока и места прохождения разрядов, мгновенные значения положения ПЭИ, а также влиять на параметры ТП ЭЭВ. По этой причине, обеспечить высокую эффективность экспресс-диагностики процесса вырезания возможно лишь при достижении оптимальной интеграции СЭД в технологическое оснащение.

Интеграция СЭД на аппаратном уровне

Строение современных ЭЭПВС, несмотря на разнообразие конструкций, имеет типичную структуру, которую удобно рассматривать исходя из особенностей осуществления ТП электроэрозионной обработки. На функциональной схеме, приведенной на рис. 1, процесс ЭЭВ представлен как объект управления, представляющий собой заготовку п. 1, ПЭИ п. 2, токоподводы п. 4, сопла промывки п. 5. Основой процесса ЭЭВ является импульсное воздействие в виде электрического разряда п. 3, происходящее в МЭП, вызывающее эрозию заготовки и образование паза. Вследствие выделения в ограниченном пространстве и за короткое время энергии от серии разрядов образуется область высокого давления, что вызывает локальную деформацию ПЭИ и поперечную волну возмущения. Удержание электрода в оптимальном положении осуществляется натяжением T_n . Перемоткой ПЭИ со скоростью V_n достигается минимизация влияния его износа на параметры ЭЭВ. Вследствие отклонения формы и размера ПЭИ, а также наличия трения в направляющих (на рис. 1 не показаны) при перемотке имеют место поперечные колебания. Суперпозиция колебания ПЭИ от разных источников задаст характер пространственно-временной флуктуации энергии в МЭП.

Обобщая изложенное, под определением «внутренние возмущения» следует понимать динамические вторичные процессы, которые влияют на ЭЭВ и обусловлены как текущим состоянием оборудования, так и физическими явлениями ТП. Кроме внутренних возмущений, на результаты обработки могут оказывать влияние внешние воздействия: температура и давление окружающей среды, колебания механической и электромагнитной природы и т.п..

Соблюдение необходимых параметров и состояния объекта управления обеспечивает управляющий объект, состоящий из основных систем ЭЭПВС, выделенных п. 6 – п. 12 (на рис. 1 обозначены пунктирной областью). Воздействие на процесс ЭЭВ осуществляется через систему позиционирования ЧПУ и координатный стол п. 7, источник технологического тока ГКИ, систему перемещения ПЭИ п. 11 и промывки п. 12.

Между объектом управления и управляющим объектом присутствуют обратные связи по перемещению и нагрузке на ПЭИ. Для осуществления экспресс-диагностики наибольшее значение имеет обратная связь по нагрузке, как правило, поддерживаемая датчиком тока или датчиком падения напряжения на ПЭИ. Сигнал из датчика поступает на систему адаптивного управления, которая, собственно, и определяет регулировочное действие на объект управления. Оно осуществляется, в основном, посредством изменения величины МЭП и параметров импульсов технологического тока. Для современных ЭЭПВС, которые характеризуются высоким уровнем автоматизации [1], целесообразно рассматривать систему адаптивного управления как систему управления технологическим процессом (СУТП). Следует отметить, что автоматизация охватывает практически все подсистемы ЭЭПВС, т.е. на них возможно воздействовать программным путем – изменять их параметры и режимы работы или включать-выключать. Это позволяет реа-

лизировать программно-селективное диагностирование, которое широко используется в средствах технической диагностики, в частности, для диагностики металлорежущих станков

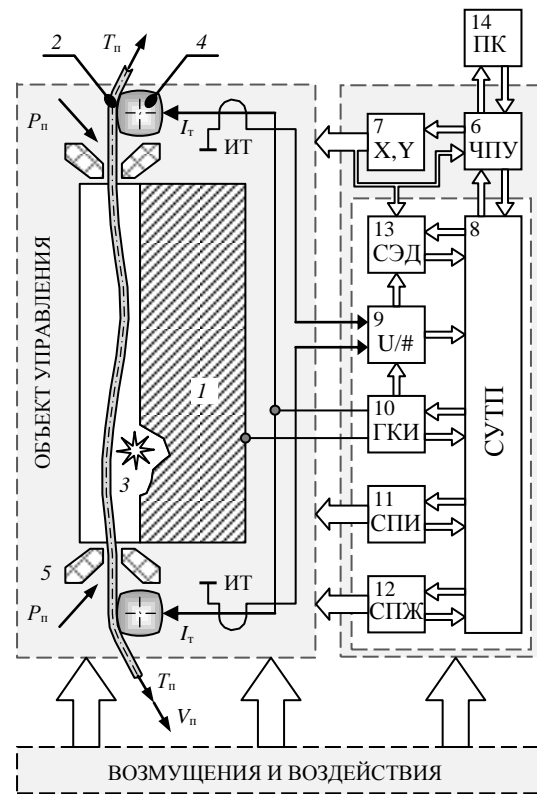


Рис. 1 Функциональная схема ЭЭВ

Анализ функциональной схемы позволил определить место подключения и функциональные связи СЭД с другими системами ЭЭПВС. Исходя из критерия минимизации связей, наиболее оптимальным местом подключения является выход из ТП, постольку это наиболее приближенная к конечному изделию точка функциональной схемы. Для проведения селективного экспресс-контроля необходимо формировать нормированные возмущения, что обеспечивается связью между СУТП, системой перемещения ПЭИ и системой технологического обеспечения. Дополнительным сигналом СЭД является мгновенная координата обработки, служащая мерой ЭЭВ.

Поскольку форма деталей инструментального производства сложная и ее получение требует многопроходной обработки, то их проектирование целесообразно выполнять с помощью САД/САМ систем, а корректировку ТП осуществлять встроенными в СУТП и ЧПУ настройками и опциями. Для реализации такого подхода необходимо обеспечить подключение к локальной сети или персональному компьютеру (п. 14 рис. 1).

Интеграция СЭД на уровне программного обеспечения

Проектирование программного обеспечения (ПО) СЭД следует выполнять исходя из принципов модульности и централизации управления, то есть каждый модуль должен выполнять одну или группу функций, которые могут иметь общие входные данные, но между собой

они независимы, хотя и контролируются одним ядром – диспетчером диагностирования.

ПО работает следующим образом. В автоматическом режиме работы подпрограмма (ПП) системного таймера запускает новый цикл диагностирования, в случае ручного управления такой запуск может проводить ПП канала связи или ПП пульта ручного управления. Диспетчер диагностирования на основе данных менеджеров ресурсов и параметров, а также внутреннего состояния, определяет вид диагностирования и формирует запрос на его проведение. Модуль диагностирования формирует выборку, подключается к СУТП, проводит селективную диагностику систем ЭЭПВС, определяет прогиб и уровень колебаний ПЭИ, состояние паза и качество промывки. Модуль обработки информации на основе данных о структуре отклонений выполняет определение вида и уровня отклонений технологического процесса и аппаратного обеспечения. Полученные данные могут поступать к диспетчеру диагностирования или к модулю прогнозирования развития отклонений. На основе прогноза модуль устранения (коррекции) отклонений определяет стратегию их устранения, для чего получает до-

полнительные данные от диспетчера диагностирования и передает ему результаты работы.

Полученные результаты диагностирования и варианты их устранения диспетчер диагностирования выводит на монитор для информирования оператора.

Выводы

По результатам исследования можно сформулировать следующие выводы:

1. Выделение энергии от импульсов технологического тока определяет качественные показатели ТП ЭЭВ и несет информацию о работе составных частей ЭЭПВС.

2. На текущий момент времени методы экспресс-диагностики достаточно разработаны и пригодны для мониторинга ЭЭВ.

3. Только с использованием СЭД возможно гарантировать качество изделий, что обусловлено своевременностью и точностью определения отклонений в протекании ТП, учета действия внешних факторов и более гибким регулированием параметров обработки.

4. Современное состояние микроэлектроники и программного обеспечения позволяет реализовать СЭД для ЭЭПВС, работающую в режиме реального времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кохан Ю. Прецизионная электроэрозионная обработка: Аналитический обзор ВНИИТЭМР. – М.: Минстанкопром СССР, 1990. – 36 с.
2. Проников А.С. Программный метод испытания металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1985. – 288 с.
3. Невельсон М.С. Автоматическое управление точностью обработки на металлорежущих станках. – Л.: Машиностроение, 1982. – 184 с.
4. Небилиця Ю.М., Осипенко В.І. Методика реєстрації енергії імпульсів технологічного струму в процесах електроерозійної обробки // Наукові нотатки: Міжвузівський збірник (за напрямом «Інженерна механіка»). – 2001. – Випуск 8. – С. 183-190.
5. Небилиця Ю.М., Дідковський Р.М., Калейніков Г.Е. Спектральна щільність виділення енергії при електроерозійному вирізання // Вісник Житомирського інженерно-технологічного університету: Технічні науки. – 2002. – № III (22). – С. 46-54.
6. Пат. № 40075 Україна, МПК В23Н 1/00. Спосіб контролю стану електроерозійного процесу різання / Небилиця Ю.М., Поляков С. П., Калейніков Г. Є.; опубл. 16.07.2001, Бюл. №6.
7. Небилиця Ю.М., Осипенко В.І. Методика визначення прогину дрютяного електрода без зупинки процесу електроерозійного вирізання // Вісник Черкаського інженерно-технологічного інституту. – 2001. – №3. – С. 205-210.
8. Білан А.В., Котельников Д.І., Небилиця Ю.М. Визначення шорсткості поверхні у процесі електроерозійного вирізання // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Серія: «Технічні науки». – 2002. – №15. – С. 83-94.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Kohan Yu. Precision electro-discharge machining: Analytical review of VNIITEMR. – M.: Minstankoprom USSR, 1990. – 36 p.
2. Pronikov A. The software testing method of machine tools. – M.: Engineering, 1985. – 288 p.
3. Nevelson M.S. Automatic control of precision processing machine tools. – L.: Engineering, 1982. – 184 p.
4. Nebilitsa Yu.M., Ossipenko V.I. Methods of registration of energy pulses of technological current in process of electroerosive machining // Scientific Notes: Interuniversity collection (in "Engineering Mechanics"). – 2001. – Issue 8 – P. 183-190.
5. Nebilitsa Yu.M., Didkovskiy R.M., Kalyeynikov G.E. The spectral density of energy release during electroerosive cut // Bulletin of Zhytomyr Engineering and Technological University: Engineering. – 2002. – № III (22). – P. 46-54.
6. Patent of Ukraine number 40 075, МПК В23Н 1/00. Method of controlling state electroerosive cutting process / Nebilitsa Yu.M., Polyakov S.P., Kalyeynikov G.Ye.; publ. 16/07/2001, Bull. № 6.
7. Nebilitsa Yu.M., Ossipenko V.I. Method of determining of the deflection of wire electrode without stopping the process of electroerosive cutting // Bulletin of Cherkasy Engineering and Technological Institute. – 2001. – №3. – P. 205-210.
8. Bilan A.V., Kotelnikov D.I., Nebilitsa Yu.M. Determination of surface roughness in the process of electroerosive cut // Bulletin of Chernihiv State Technological University. Series: "Engineering". – 2002. – №15. – P. 83-94.

Nebylyticia Yu.M. The integration of the rapid diagnostics of EDM wire cutting into technological equipment

Abstract. The article deals with the problem of the integration of the rapid diagnostics subsystem into the technological equipment of the EDM wire-cutting machines. The features of methods of quality estimation of electro-erosive excision without the stopping of processing which are based on the analysis of the energy of impulses of technological current selected in an interelectrode interval are reflected here. The approaches to assessing the performance of the main systems of EDM wire-cutting machines are described. The analysis of the hardware and software needed to implement the approaches set out in the submitted article is presented.

Keywords: EDM wire cutting, rapid diagnosis, process control systems, CNC systems

Editor-in-chief: Dr. Xénia Vámos

The journal is published by the support of
Society for Cultural and Scientific Progress in Central and Eastern Europe

Készült a Rózsadomb Contact Kft nyomdájában.
1022 Budapest, Balogvár u. 1.
www.rcontact.hu