

p-ISSN 2308-5258

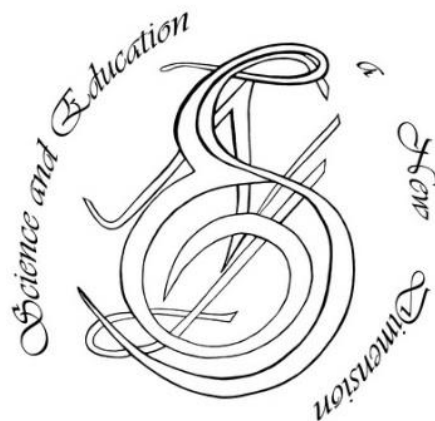
e-ISSN 2308-1996

Natural and Technical Sciences, VI(20), ISSUE 172, 2018 July

SCIENCE AND EDUCATION A NEW DIMENSION

NATURAL
AND
TECHNICAL SCIENCES

TECHNICAL SCIENCES



www.seanewdim.com

p-ISSN 2308-5258

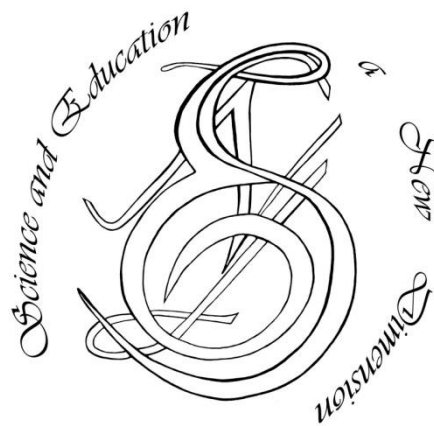
e-ISSN 2308-1996

VI(20), Issue 172, 2018

SCIENCE AND EDUCATION A NEW DIMENSION

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-172VI20>

Natural and Technical Sciences



www.seanewdim.com

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

Ferenc Ihász, PhD in Sport Science, Apáczai Csere János Faculty of the University of West Hungary

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
Department of Psychology, Faculty of Health and Life Sciences, Northumbria University, Northumberland Building, Newcastle upon Tyne, United Kingdom

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

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

Larysa Klymanska, Doctor of Political Sciences, associated professor, Head of the Department of Sociology and Social Work, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Liudmyla Sokurianska, Doctor of Science in Sociology, Prof. habil., Head of Department of Sociology, V.N. Karazin Kharkiv National University

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, Department of Biology, J. Selye University in Komarno, Slovakia

Alexander Perekhrest, Doctor of Science in History, Prof. habil., Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy, Ukraine

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

Oleksii Marchenko, Doctor of Science in Philosophy, Head of the Department of Philosophy and Religious Studies, Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy, Ukraine

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, Odessa, Ukraine

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

Perekhrest Alexander, Doctor of Science in History, Prof. habil., Bohdan Khmelnytsky National University in Cherkasy, Ukraine

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

Sokuriaynska Liudmyla, Doctor of sociological science. Prof. Head of Department of Sociology. V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine

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

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

Tetiana Hranchak, Doctor of Science Social Communication, Head of department of political analysis of the Vernadsky National Library of Ukraine

Valentina Orlova, Doctor of Science 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 of 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 co-authors. 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:

INDEX COPERNICUS: ICV 2014: 70.95; ICV 2015: 80.87; ICV 2016: 73.35

GOOGLE SCHOLAR

CROSSREF (DOI prefix:10.31174)

ULRICHS WEB GLOBAL SERIALS DIRECTORY

UNION OF INTERNATIONAL ASSOCIATIONS YEARBOOK

SCRIBD

ACADEMIA.EDU

CONTENT

AGRICULTURE.....	7
Экологическая пластичность и стабильность новых образцов пшеницы спелты по урожайности зерна <i>И. П. Диордиева, Я. С. Рябовол, Л. О. Рябовол, С. П. Коцюба.....</i>	7
Упровадження системи розумного фермерства в Україні <i>О. В. Гера.....</i>	10
GEOGRAPHY.....	13
Геоморфологічні передумови формування белігеративних ландшафтів (на прикладі хребта Братківський (Привододільні Горгани)) <i>О. О. Галаган, О. В. Ковтонюк, Н. П. Корогода.....</i>	13
Рекреаційні території як інструмент регулювання комфортності життя в містах <i>Т. Г. Купач, С. О. Дем'яненко, Ю. А. Олішевська.....</i>	18
Состав древних аллювиальных отложений на подводном склоне Черного моря на взморье Днестра <i>Ю. Д. Шуйский, Г. В. Выхованец, А. Б. Муркалов, Д. О. Панкратенкова.....</i>	22
INFORMATION TECHNOLOGY.....	25
Предотвращение взаимоблокировок в ОС для программируемых систем на кристалле <i>К. С. Гайдук, О. Г. Шевченко.....</i>	25
Сучасні тенденції інформатизації освітнього процесу <i>О. В. Криворучко, М. А. Костюк.....</i>	29
Надбудова над LMS для роботи із студентами-прогульниками <i>К. В. Зарембовський.....</i>	33
MEDICINE AND HEALTH CARE.....	37
Морфологічна характеристика ланок гемомікроциркуляторного русла за умов тривалого впливу опіюду в експерименті <i>Н. І. Гресько.....</i>	37
Сравнительный рентгеноспектральный анализ химического состава дентина зубов с клиновидным дефектом при различной глубине микротрещин эмали <i>С. П. Ярова, И. И. Заболотная, С. А. Дубина, Ю. Ю. Яров.....</i>	41
Monitoring of the structure and distribution of periodontal disease in children of the Donetsk region according the applay <i>S. P. Yarova, K. V. Novikova, O. Y. Chernyshova, O. M. Novikova, O. A. Kobtseva.....</i>	45
Математичне моделювання та методи опрацювання сигналів серця на базі циклічних випадкових процесів та векторів <i>С. А. Лупенко, А. С. Сверстюк, Н. Б. Стадник, А. М. Зозуля.....</i>	47
Нервові волокна та клітини глії кори мозочка в нормі та за умов тривалого впливу опіюду в експерименті <i>Л. Р. Матешук-Вацеба, А. М. Бекесевич.....</i>	55
Засоби діагностики рухової функції дітей 5-11 років з розладами спектру аутизму <i>Є. В. Мищенко.....</i>	60

Обґрунтування системи заходів по збереженню здоров'я дітей в умовах позашкільних навчальних закладів спортивного профілю

О. О. Скиба, Ю. Л. Дяченко, Л. В. Пиенична, А. В. Вертель..... 64

AGRICULTURE

Экологическая пластичность и стабильность новых образцов пшеницы спельты по урожайности зерна

И. П. Диордиева*, Я. С. Рябовол, Л. О. Рябовол, С. П. Коцюба

Уманский национальный университет садоводства (Украина)

*Corresponding author. E-mail: diordieva201443@gmail.com

Paper received 23.05.18; Accepted for publication 01.06.18.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-172VI20-01>

Аннотация. В статье представлены результаты определения экологической пластичности и стабильности по урожайности новых образцов пшеницы спельты, созданных методом отдаленной гибридизации с пшеницей мягкой. В результате проведенных исследований выделен сортообразец 1695, который сочетает высокую экологическую пластичность ($b_i=0,87$), стабильность ($S_i^2=0$) с высокой урожайностью (6,52 т/га). Этот образец положительно реагирует на изменение условий выращивания, его можно использовать на экстенсивном фоне, где при минимальных затратах он обеспечит максимальный урожай.

Ключевые слова: пшеница спельта, урожайность, пластичность, стабильность

Введение. В последнее время в селекции пшеницы, как мягкой, так и спельты, значительное внимание уделяется созданию сортов со стабильной урожайностью и высоким качеством зерна. Сорт со средними, но стабильными по годам показателями продуктивности и качества, гораздо ценнее, чем сорт с потенциально большими, но очень изменчивыми показателями по годам и условиями выращивания [1, 2]. Разработка и выполнение селекционной программы по принципу адаптивной селекции дает возможность создавать новые сорта пшеницы для конкретного региона с учетом вариабельности факторов окружающей среды и действия лимитирующих факторов [3].

Под экологической пластичностью понимают способность сорта обеспечивать высокую урожайность в широком диапазоне почвенно-климатических условий в разные годы выращивания. Если взять за экологическую пластичность сорта степень его реакции на изменение условий, то высокопластичным считается сорт, который быстро увеличивает данный признак с улучшением условий, но так же быстро уменьшает ее при их ухудшении. Часто высокопластичные сорта пригодны для выращивания в благоприятных условиях при высокой культуре земледелия. Низкопластичные сорта в меньшей степени реагируют на изменения среды и более пригодны для выращивания в жестких условиях, где они не снижают показателей продуктивности и качества [4, 5].

Экологическая стабильность характеризует регуляемость нормы реакции генотипа и воспроизводимость ее модификационной изменчивости. В широком смысле стабильным считают генотип, для которого изменения среды не влияют на развитие признака. В узком смысле стабильность определяют как степень чувствительности формы на изменение условий среды конкретного генотипа от всей системы исследуемых генотипов [5, 6].

Пластичность признака является независимым свойством и находится под специфическим генетическим контролем. Стабильность и пластичность агрономических признаков сортообразцов обусловлены способностью генетических механизмов растений свести к минимуму последствия негативного воз-

действия окружающей среды, то есть противостоять им. Таким образом, экологическая пластичность и стабильность являются взаимодополняющими показателями: высокостабильные генотипы на одно и то же изменение внешних условий реагирует более предсказуемо [4–6].

Целью исследований было проведение анализа по показателям экологической пластичности и стабильности новых образцов пшеницы спельты по с помощью статистических методов анализа и выявление генотипов с высокой стабильностью по урожайности зерна.

Материалы и методы. Исследования проводились в течение 2015–2017 гг. в Уманском национальном университете садоводства. Объектом исследований послужили 12 сортообразцов пшеницы спельты пшеницы, созданные методом отдаленной гибридизации с пшеницей мягкой. Показатели экологической пластичности и стабильности рассчитывали по методике S. A. Eberhart и W. A. Russell [7] с помощью программы MS Excel.

Экологическую пластичность образцов и их приспособляемость к неблагоприятным условиям выращивания определяли по коэффициенту регрессии: $b_i < 1$ – высокопластичные формы; $b_i = 0$ – среднепластичные формы; $b_i > 1$ – генотип низкопластичный.

По результатам расчетов параметров пластичности (b_i) и стабильности (S_i^2) выделяли следующие ранги:

1) $b_i < 1$, $S_i^2 > 0$ – образец имеет лучшие результаты при неблагоприятных условиях выращивания, нестабильный;

2) $b_i < 1$, $S_i^2 = 0$ – образец имеет лучшие результаты при неблагоприятных условиях выращивания, стабильный;

3) $b_i = 0$, $S_i^2 = 0$ – образец хорошо отзывается на улучшение условий выращивания, стабильный;

4) $b_i = 1$, $S_i^2 > 0$ – образец хорошо отзывается на улучшение условий выращивания, нестабильный;

5) $b_i > 1$, $S_i^2 = 0$ – образец имеет лучшие результаты при благоприятных условиях окружающей среды, стабильный;

6) $b_i > 1$, $S_i^2 > 0$ – образец имеет лучшие результаты при благоприятных условиях выращивания, нестабильный.

Определение коэффициента агрономической стабильности (A_s) проводили по методике В. В. Хангильдина и Н. А. Литвиненко [8].

Результаты и обсуждение. При создании новых сортов пшеницы спелты урожайность с единицы площади является основным показателем ценности селекционного материала, поскольку этот вид пшени-

цы существенно уступает пшенице мягкой по продуктивности. В селекции очень важно наряду с оценкой уровня урожая, то есть генетически обусловленного среднего урожая сорта в конкретных экологических зонах, знать характер реакции на условия окружающей среды. Наиболее высокую урожайность по результатам наших исследований обеспечили сортообразцы пшеницы спелты 1695 (6,65 т/га), 1817 (6,58 т/га), 1559 (6,41 т/га) и 1755 (6,14 т/га) (табл.).

Таблица. Параметры оценки экологической пластичности и стабильности сортообразцов пшеницы спелты по урожайности зерна, 2015–2017 гг.

Генотип	Урожайность зерна, т/га			Среднее	Параметры стабильности		Коэффициент агрономической стабильности	Ранг
	2015	2016	2017		b_i	S_i^2		
1730	4,87	4,95	4,81	4,88	1,55	0,01	95,88	5
1695	6,67	6,75	6,52	6,65	0,87	0,00	96,98	2
1691	5,87	5,96	5,81	5,88	1,42	0,00	96,59	5
1719	5,48	5,58	5,4	5,49	0,93	0,05	96,34	1
1721	4,92	5,01	4,83	4,92	1,12	0,11	95,92	6
1725	4,51	4,58	4,42	4,50	1,11	0,06	95,54	6
1755	6,14	6,25	6,04	6,14	0,99	0,93	96,73	1
1731	5,01	5,12	4,93	5,02	1,30	0,43	96,00	6
1559	6,41	6,47	6,36	6,41	1,18	0,61	96,87	6
1694	5,21	5,32	5,15	5,23	0,68	0,44	96,16	1
1674	5,90	5,98	5,86	5,91	1,01	0,15	96,61	6
1817	6,57	6,62	6,55	6,58	0,75	0,14	96,95	1
1786	5,90	5,94	5,84	5,89	0,44	0,01	96,59	1

Расчеты экологической пластичности отселектированных материалов пшеницы спелты свидетельствуют, что сортообразцы 1695 ($b_i=0,87$), 1719 ($b_i=0,93$), 1694 ($b_i=0,68$), 1817 ($b_i=0,76$) и 1786 ($b_i=0,44$) являются высокопластичными по урожайности, так как коэффициент пластичности у них составляет $1 > b_i = 0$. Их можно использовать на экстенсивном фоне выращивания, где при минимальных затратах они обеспечат максимальный урожай. Другие исследуемые генотипы по показателю экологической пластичности являются низкопластичными ($b > 1$) по урожайности. Они требуют высокого уровня агротехники и сформируют максимальный урожай только при обеспечении всех необходимых условий выращивания.

На стабильность генотипа указывает вариация стабильности (S_i^2). К экологически стабильным относят образцы, у которых вариация стабильности приближается к нулю ($S_i^2=0$). При расчете экологической стабильности выделены стабильные сортообразцы пшеницы спелты 1695 и 1691. К стабильным также можно отнести образцы 1730 и 1786, у которых вариация стабильности близка к нулю ($S_i^2=0,01$). С практической точки зрения ценные только те материалы, которые характеризуются совокупным проявлением высокой экологической пластичности и стабильности. Среди исследуемых нами форм таковыми были сортообразцы 1695 ($b_i=0,87$, $S_i^2=0$) и 1786 ($b_i=0,44$, $S_i^2=0,01$). Стоит отметить, что у номера 1695 высокие показатели экологической пластичности и стабильности сочетаются с высокой урожайностью (в среднем 6,52 т/га). Этот будет иметь высокую продуктивность

при любых условиях выращивания, поскольку характеризуется низкой нормой реакции на изменение условий выращивания.

Коэффициент стабильности с агрономической точки зрения (A_s) характеризует хозяйственную ценность исходного материала. Наиболее ценными для производства является сортообразцы, у которых коэффициент стабильности превышает 70 %. Отселектированные сортообразцы пшеницы спелты являются стабильными по этому показателю ($A_s > 90$).

В соответствии группировкой по рангам ко второму, что является наиболее ценным с практической точки зрения, относится образец 1695. Два сортообразца (1730 и 1691) относятся к пятому рангу, что указывает на их стабильность и требовательность к условиям выращивания. Другие исследуемые сортообразцы отнесены к первому и шестому рангам, они имеют высокую норму реакции на изменение условий выращивания и не способны давать высокие урожаи при неблагоприятных условиях окружающей среды.

Выводы. Расчет показателей экологической пластичности и стабильности позволил дифференцировать полученные сортообразцы пшеницы спелты по норме реакции на изменение условий выращивания. Выделен сортообразец 1695, который сочетает высокую экологическую пластичность ($b_i=0,87$), стабильность ($S_i^2=0$) и высокую урожайность (6,52 т/га). Его целесообразно использовать как исходный материал при получении высокопродуктивных, экологически пластичных и стабильных сортов культуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кравець О. П., Соколова Д. О., Берестяна А. М., Шнуренко О. Р., Банникова М. О., Моргун Б. В., Кучук М. В., Гродзинський Д. М. Взаємозв'язок екологічної пластичності елітних сортів озимої пшениці і поліморфізму профілів метилування ДНК у межах сорту. Наука та інновації. 2016. Т. 12. № 2. С. 57–67.
2. Herman J., Sultan S. Adaptive transgenerational plasticity in plants: Case studies, mechanisms, and implications for natural populations. Front Plant Sci. 2011. V. 2. № 102. P. 1–10.
3. Звягін А. Ф., Рябчун Н. І., Леонов О. Ю. Селекційна цінність сортів озимої пшениці різного еколого-географічного походження для підвищення адаптивного потенціалу в умовах північного Лісостепу України. Селекція і насінництво. 2009. № 96. С. 92–103.
4. Tétard-Jones C., Leifert C. Plasticity of yield components of winter wheat in response to cereal aphids. NJAS: wageningen journal of life sciences. 2011. №58(3–4). P. 139–143.
5. Grogan S. M., Baenziger P. S., Anderson J., Byrne P. F. Phenotypic Plasticity of Winter Wheat Heading Date and Grain Yield across the US Great Plains. Crop science. 2016. № 56(5). P. 21–35.
6. Moskalets V. V., Moskalets T. Z., Vasytkivskyi S. P., Grynyk I. V., Vovkohon A. G., Lobova O.V., Shevchuk O. A., Knyazyuk O. V. Common wheat: ecological plasticity by biological and technological markers. Ukrainian journal of ecology. 2016. № 6. P. 311–318.
7. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 1966. V. 6. № 1. P. 34–40.
8. Хангильдин В. В., Литвиненко Н. А. Гомеостатичність и адаптивність сортів озимої пшениці. Научн.-техн. бюл. ВСГИ. 1981. Вып. 39. С. 14–22.

REFERENCES

1. Kravets O. P., Sokolova D. O., Berestyana A. M., Shnurenko O. R., Bannikova M. A., Morgun B. V., Kuchuk M. V., Grodzinsky D. M. Interaction of ecological plasticity of elite varieties of winter wheat and the polymorphism of DNA methylation profiles within the class. Science and Innovation. 2016. V. 12. No. 2. P. 57–67.
2. Herman J., Sultan S. Adaptive transgenerational plasticity in plants: Case studies, mechanisms, and implications for natural populations. Front Plant Sci. 2011. V. 2. № 102. P. 1–10.
3. Zvyagin A. F., Ryabchun N. I., Leonov O. Yu. Breeding value of varieties of winter wheat of various ecological and geographical origin for increasing adaptive potential in the conditions of northern forest-steppe of Ukraine. Breeding and seed production. 2009. No. 96. P. 92–103.
4. Tétard-Jones C., Leifert C. Plasticity of yield components of winter wheat in response to cereal aphids. NJAS: wageningen journal of life sciences. 2011. №58(3–4). P. 139–143.
5. Grogan S. M., Baenziger P. S., Anderson J., Byrne P. F. Phenotypic Plasticity of Winter Wheat Heading Date and Grain Yield across the US Great Plains. Crop science. 2016. № 56(5). P. 21–35.
6. Moskalets V. V., Moskalets T. Z., Vasytkivskyi S. P., Grynyk I. V., Vovkohon A. G., Lobova O.V., Shevchuk O. A., Knyazyuk O. V. Common wheat: ecological plasticity by biological and technological markers. Ukrainian journal of ecology. 2016. № 6. P. 311–318.
7. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 1966. V. 6. № 1. P. 34–40.
8. Khangildin V. V., Litvinenko N. A. Homeostasis and adaptability of winter wheat varieties. Sci.-Tech. bullet VSGI. 1981. Vol. 39. P. 14–22.

Ecological plasticity and stability of new spelt wheat samples on yield capacity

I. P. Diordiieva, Ia. S. Riabovol, L. O. Riabovol, S. Kotsiuba

Abstract. In the article it is shown the results of determination of ecological plasticity and stability on yield capacity of new samples of spelt wheat, which was created by remote hybridization with soft wheat. As a result of the research, two samples that combine high ecological plasticity and stability have been identified: the sample 1695 ($b_i=0,87$, $S_i^2=0$) and sample 1786 ($b_i=0,44$, $S_i^2=0,01$). These samples can be used on an extensive background, where they provide the maximum yield at minimum cost.

Keywords: spelt wheat, yield, plasticity, stability.

Упровадження системи розумного фермерства в Україні

О. В. Гера

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, Україна
Corresponding author. E-mail: geraoksana@gmail.com

Paper received 22.06.18; Accepted for publication 28.06.18.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-172VI20-02>

Анотація. Розглянуто перспективи впровадження новітніх супутникових та геоінформаційних технологій, а також обладнання у рільництві. Описано суть методики ведення точного землеробства. Показано економічний ефект від застосування інновацій. Надано рекомендації щодо використання режимів роботи обладнання залежно від запланованих робіт у полі.

Ключові слова: розумне фермерство, точне землеробство, GNSS-технології, інновації в агровиробництві.

Вступ. Сфера застосування глобальних навігаційних супутникових та геоінформаційних систем, а також методів дистанційного зондування Землі постійно розширюється. Ще кілька років назад твердження, що впровадження GNSS-технологій в агропромисловому комплексі буде корелювати з урожайністю сільськогосподарських культур та прибутковістю підприємств, прозвучало б оксюмороном. Проте така практика успішно працює вже декілька десятиліть у зарубіжних країнах, передових виробниках аграрної продукції. Саме час відкинути стереотипи про те, що заняття сільським господарством – архаїзм, адже у переліку аграрних країн-лідерів США, Нідерланди, Франція, Німеччина, Канада, Австралія.

Розвиток супутникових технологій та впровадження їх у сільське господарство знаменувало початок нової епохи землеробства – інтелектуальної, на зміну ручної та механізованої. Запропонований підхід до ведення сільського господарства отримав назву “розумного фермерства” (smart farming). Актуальність вивчення даного питання для держави з великими площами сільськогосподарських угідь, значними незалученими трудовими та інтелектуальними ресурсами і прагненнями до економічного зростання – не викликає сумнівів.

Короткий огляд публікацій. Питання нагальної необхідності переведення аграрної галузі на новий якісний рівень розглядається у багатьох наукових дослідженнях. Основною причиною є проблема продовольчого забезпечення, особливо у контексті прогнозів різкого зростання населення планети водночас із значним забрудненням та виснаженням природних ресурсів. Вирішення проблеми – запровадження системи розумного фермерства, а в недалекому майбутньому використання концепції інтернету речей для контролю та управління даними та процесами [1]. Особливості застосування принципів розумного фермерства, перспективи та перешкоди у впровадженні в окремих державах описано в [2, 3]. Первинна концепція та розрахунок окупності елементів розумного фермерства наведено в [4, 5].

Мета. Метою даної роботи є дослідження можливості та способів застосування супутникових та геоінформаційних технологій для підвищення рентабельності ведення сільського господарства та покращення ефективності використання землі як цінного природного ресурсу.

Виклад основного матеріалу. За останні роки набуло поширення поняття “розумного фермерства”.

Алгоритм його втілення такий: збір інформації – аналіз даних – ефективне рішення – контроль, з використанням цифрової техніки та спеціалізованого програмного забезпечення на всіх етапах. Інновації впроваджуються у всі напрямки діяльності сільськогосподарського підприємства: власне обробіток землі, логістика, менеджмент.

Точне землеробство (precision agriculture) – перша необхідна шабллина до провадження розумного фермерства. Суть точного землеробства полягає у наступних принципах. Масив землі диференціюють на окремі однорідні щодо своїх ґрунтових властивостей поля. Обробіток – зрошування, внесення органічних та мінеральних речовин – здійснюється строго до потреб кожного поля за допомогою модернізованих сільськогосподарських машин для уникнення подвійних проходів чи пропусків ділянок землі. У результаті досягається достатнє удобрення ґрунту, стабільна урожайність хімічно незабруднених культур, економія коштів завдяки зменшенню використання добрив, води, пального, посівного матеріалу, засобів захисту рослин. За підсумками 2016 р., Україна посідала шосте місце за величиною експорту пшениці у світі, дев'яте – за обсягами її виробництва, і лише двадцять п'яте – за урожайністю (4,2 т/га при максимальному показнику 9,09 т/га у Новій Зеландії). Більшою мірою експортують дешевше фуражне, а не продовольче зерно. Тому підвищення рівня урожайності та якості сільськогосподарських культур можна вважати стратегічною метою.

Точне землеробство – це комплексний підхід у рільництві, який передбачає застосування новітніх технологій та різного обладнання. Сьогодні найрозповсюдженішими є такі розробки:

- системи паралельного керування сільськогосподарськими машинами;
- картографування урожайності, інших кількісних та якісних характеристик полів з використанням космічних знімків, БПЛА та спеціального програмного забезпечення;
- контрольований посів та внесення необхідних речовин (автоматичне відключення секцій на перекриттях);
- диференційоване внесення добрив відповідно до карт полів;
- контроль за поливом, вологістю ґрунту з використанням спеціальних сенсорів та портативних метеостанцій;
- сканування ґрунтів.

Експерти стверджують, що використання одного лиш елементу системи: паралельного керування або автоматичного відключення секцій – забезпечить економічний ефект 7-10 %. А впровадження усього комплексу технологій – до 50 % і більше.

Очевидно, впровадження новітніх технологій потребує значних фінансових інвестицій. У першу чергу, такі інновації можуть собі дозволити потужні лати-фундисти із земельним банком 100-600 тис. га. Однак доведено, що навіть дрібним та середнім сільськогосподарським підприємствам (3-20 тис. га) може бути посильним та рентабельним поетапне здійснення модернізації. Як приклад, переоснащення 12-метрового культиватора для забезпечення локально-стрічкового внесення трьох видів добрив коштує 35 тис. дол. За реально очікуваного економічного ефекту 30-40 дол./га термін окупності витрат може становити всього один маркетинговий рік. У результаті диференційованого внесення добрив у 2014 р. фермерському господарству “Світанок” (Сумська обл., земельний банк 3500 га) вдалось зекономити 30% витрат на мінеральні добрива за незмінного рівня урожайності.

Базовий набір GPS-обладнання для реалізації методів точного землеробства коштує 3-5 тис. дол. Підраховано, що у господарстві з площею обробітку 3 тис. га після впровадження систем паралельного водіння, висіваючи пшеницю, можна очікувати таку економічну вигоду за рік [5]:

- 2700 дол. за рахунок економії посівного матеріалу через зменшення ширини смуги перекриття рядів з 40 до 5 см;

- 1000 дол. економія витрат на паливе;

- 5500 дол. економія витрат на азотні, калійні, фосфорні добрива.

Загалом 9200 дол. зекономлених коштів, що підтверджує маркетингову фразу щодо окупності систем паралельного водіння за один-два сезони.

Вартість та комплектація обладнання для сільськогосподарських машин залежить від точності позиціонування, яку воно може забезпечити, і переліку технологічних завдань, які потрібно реалізувати в полі. Навігаційні супутникові системи забезпечують кількадесят точність позиціонування приймача, що недостатньо для виконання агротехнічних робіт. Додаткові пристрої можуть приймати коректувальні сигнали та гарантувати точність, від субметрової до сантиметрової, залежно від потреб користувача (табл.1,2). Розрізняють абсолютну точність (“Year-to-Year”) та точність перекриття суміжних смуг (“Pass-to-Pass”). Абсолютною називають точність, з якою можна потрапити у той самий рядок через тиждень, місяць чи рік після здійснення певної операції в полі з ймовірністю 95%. Точність проходження машини – це відносна точність, у межах якої можливе перекриття чи пропуск ділянок ріллі між двома суміжними проходженнями агрегату з ймовірністю 95%.

Таблиця 1. Режими роботи GNSS-обладнання

Режим	Автономний GPS-приймач+фільтр	Egnos/OmniSTAR VBS	OmniSTAR XP/HP	CenterPoint RTX	RTK RTK/VRS
Абсолютна точність позиціонування	1,0-5,0 м	0,5-1,0 м	25-30 см	4 см	1-2 см/ 1,5-3 см
Точність проходження агрегату(перекриття)	15-45 см	15-30 см	5-12 см	4 см	1-2 см/ 1,5-3 см
Підключення	безоплатно	безоплатно/ платно	платно	платно	безоплатно/ платно

Таблиця 2. Рекомендовані операції у різних режимах роботи GNSS-обладнання

Режим	Автономний GPS-приймач+фільтр	Egnos/OmniSTAR VBS	OmniSTAR XP/HP	CenterPoint RTX	RTK RTK/VRS
Обприскування	+	+	+	+	+
Внесення речовин	+	+	+	+	+
Обробіток ґрунту (оранка)	+	+	+	+	+
Картографування	+	+	+	+	+
Косіння		+	+	+	+
Збір урожаю			+	+	+
Посів			+	+	+
Культивація				+	+
Формування насінневого ложа				+	+
Точне рільництво				+	+
Стрічковий обробіток ґрунту (strip-till)				+	+

Як видно, здійснення традиційних операцій, як оранка, розпилення чи розповсюдження засобів захисту рослин, косіння – не вимагає високої точності. Для виконання перелічених дій достатньо оснащення відповідної машини GPS-навігатором та курсовказівником. Для проведення культивачі, формування насінневого ложа та стрічкового обробітку ґрунту пот-

рібна сантиметрова точність позиціонування сільськогосподарської техніки. Останнє досягається шляхом застосування додаткових приладів (базова станція, модем тощо) та платного використання коректувальних сигналів (поправок).

Точність позиціонування сільськогосподарської машини в полі, або задання лінії руху – це одна складова

точного виконання заданої операції. Друга важлива річ – точність, з якою оператор техніки може дотримуватись заданої траєкторії руху (рисунк 1).

Точність GPS-приймача Точність системи водіння

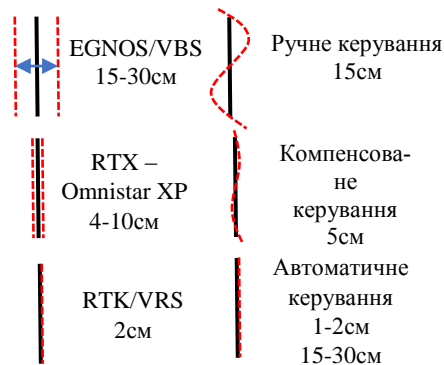


Рис. 1. Точність виконання польових операцій

Відрізняють три види систем паралельного водіння: ручна, компенсована, автоматична (в тому числі, інтегрована). Автоматична система водіння забезпечує високу якість виконання точних робіт незалежно від пори доби, видимості та погодних умов. Підраховано, що для фермерського підприємства із земельним банком 500 га з використанням сільськогоспо-

дарських машин із шириною захвату агрегату 5 м можна очікувати таку економію коштів: 2155 дол. (використовуючи сигнали EGNOS); 3220 дол. (HP/XP); 4020 дол. (RTK). Враховано вартість оренди техніки, робочої сили, пального, насіння, добрив, засобів захисту рослин.

Висновки. У сучасних умовах для ефективного та рентабельного ведення сільського господарства потрібно переходити на новітні технології агроменеджменту та виробництва з використанням GNSS- та ГІС-технологій. У виборі обладнання та техніки варто враховувати розміри фермерства, види с/г культур, які вирощуються, та обрану методику обробітку поля. Витрати на окремі елементи системи точного землеробства окупуються за один-два маркетингові роки навіть у дрібних сільськогосподарських підприємствах. Результатом упровадження інновацій є підвищення урожайності, покращення агрохімічних властивостей ґрунту, економія фінансових затрат завдяки оптимальному використанню насінневого матеріалу, добрив, засобів захисту рослин та пального. Технології точного землеробства успішно використовуються кілька десятиліть закордоном, а в останні роки знаходять все більше прихильників серед вітчизняних агровиробників.

ЛІТЕРАТУРА

- Sundmaeker, H., Verdouw, C., Wolfert, S., Pérez Freire, L. Internet of food and farm 2020 // Digitizing the Industry – Internet of Things Connecting Physical, Digital and Virtual Worlds, 2016, Volume 2, P. 129-151.
- Dieisson Pivoto, Paulo Dabdab Waquil, Edson Talamini, Caroline Pauletto Spanhol Finocchio, Victor Francisco Dalla Corte, Gianade Vargas Mores. Scientific development of smart farming technologies and their application in Brazil // Information Processing in Agriculture, Volume 5, Issue 1, March 2018, P. 21-32.
- Somayah Tohidyan Far, Kurosh Rezaei-Moghaddam. Impacts of the precision agricultural technologies in Iran: An analysis experts' perception & their determinants // Information Processing in Agriculture, Volume 5, Issue 1, March 2018, P. 173-184.
- Ласло О. Впровадження технологій точного землеробства в Україні / О. Ласло // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2011. – №1 – С. 49 – 50.
- Циганенко М. Система точного землеробства економить ваші гроші / М. Циганенко, М. Макаренко // Пропозиція. – 2017. – № 2 – С. 56 – 60.

REFERENCES

- Laslo, O. Application of the precision agriculture in Ukraine / O. Laslo // Visn. of Poltava State Agrarian Academy. – 2011. – №1 – С. 49 – 50.
- Tsyganenko, M. The precision agriculture system saves your money / M. Tsyganenko, M. Makarenko // Proposition. – 2017. – № 2 – С. 56 – 60.

Application of the smart farming technologies in Ukraine

O. Gera

Abstract. The prospects for introduction of the latest satellite and geoinformation technologies, as well as equipment, into Ukrainian agriculture are considered. The essence of methods of the precision agriculture is described. The economic effect of innovations applying is shown. The recommendations for using the operating modes of equipment are given depending on the planned work in the field.

Keywords: smart farming, precision agriculture, GNSS-technologies, innovations in agricultural production.

Применение систем разумного земледелия в Украине

O. Gera

Аннотация. Рассмотрены перспективы внедрения новейших спутниковых и геоинформационных технологий, а также оборудования в полеводство. Описана суть методики ведения точного земледелия. Показан экономический эффект от применения инноваций. Даны рекомендации по использованию режимов работы оборудования в зависимости от запланированных работ в поле.

Ключевые слова: разумное земледелие, точное земледелие, GNSS-технологии, инновации в агропромышленности.

GEOGRAPHY

Геоморфологічні передумови формування белігеративних ландшафтів (на прикладі хребта Братківський (Привододільні Горгани))

О. О. Галаган, О. В. Ковтонюк, Н. П. Корогода

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Corresponding author. E-mail: geolab@ukr.net, KovtonyukO@i.ua, nkorogoda@ukr.net

Paper received 15.06.18; Accepted for publication 21.06.18.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-172VI20-03>

Анотація. У статті розглянуто геоморфологічні передумови будівництва ліній оборони в умовах гірських територій та формування белігеративних ландшафтів на прикладі хребта Братківський Привододільних Горган Вододільно-Верховинських Карпат. Проаналізовано вплив морфолого-морфометричних показників рельєфу як умови будівництва оборонних ліній, та інших природних чинників, що вплинули на проведення військових дій у регіоні під час Другої Світової війни. Проведено аналіз сучасного стану белігеративних ландшафтів в межах хребта Братківський та розглянуто перспективи їх раціонального використання, зокрема як туристичних об'єктів.

Ключові слова: Белігеративний ландшафт, хребет Братківський, мілітарі-туризм

Вступ. Осьові частини важкодоступних хребтів у центральних частинах гірських масивів часто не лише виступають природними межами, але і слугують адміністративними кордонами між сусідніми державами, та нерідко, як наслідок, місцями будівництва та використання оборонних укріплень. В Україні, у якості такого прикладу можна назвати хребти Вододільно-Верховинських Карпат, вершинами яких проходив кордон, що у різні часи розділяв Угорщину та Річ Посполиту, Угорщину та Галичину у складі Австро-Угорщини, Польщу та Чехословаччину, Угорщину та СРСР, а нині – Закарпатську та Івано-Франківську і Львівську області. Специфіка розташування хребтів визначила не лише їх геополітичне, але і стратегічне значення. Вздовж лінії цього «багаторічного» кордону було прокладено оборонну лінію, що витримала дві Світові війни. На сьогодні, зокрема у межах хребта Братківський (Чорна Полонина) з системи Привододільних Горган, можна спостерігати добре збережені залишки укріплень, що є характерним для белігеративних ландшафтів.

Короткий огляд публікацій за темою. Власне під белігеративними ландшафтами потрібно розуміти генетичний тип ландшафтних комплексів, що зобов'язаний своїм виникненням військової діяльності [14], тобто це специфічний клас антропогенних ландшафтів - військово-технічні комплекси, що були створені у результаті зміни природних, а також об'єкти інфраструктури та комплекси, що виникли у результаті ведення військових дій та/або підготовки до них [23]. Географічні дослідження белігеративних ландшафтів, що досить широко представлені у літературі, на сьогодні розвиваються у двох напрямках. Перший з них полягає у вивченні белігеративних ландшафтів як специфічного класу антропогенних ландшафтів [6, 7, 12-14, 20]. Зокрема методика вивчення та класифікація белігеративних ландшафтів, в тому числі і для гірських територій розкрита у роботах [5, 18, 19].

Другим напрямком можна вважати дослідження приуроченості белігеративних ландшафтів до різних типів місцевості, зокрема на півночі Криму [15], у межах Дніпропетровської області [19], Поділля [1,2],

Буковині [10], гірських системах України [5]. Історія військових подій, будівництво та структура оборонних ліній на досліджуваній території висвітлена у великій кількості публікацій [4, 9, 22, 23] та інтернет-ресурсах [8, 21].

Ціль. Дослідження ліній оборони в Українських Карпатах у більшості випадків охоплюють питання історії і військово-інженерного будівництва та стосуються лише більш-менш віцілих чи реконструйованих об'єктів, як то музей «Лінія Арпада» у с. Колочава, туристичний маршрут «Лінія Арпада» між селами Синевир та Синевірська Поляна, військово-історичний комплекс «Бункер лінії Арпада» у с. Великий Грабівець тощо. Проте, майже відсутня інформація про природничо-географічні передумови будівництва оборонних ліній та, відповідно, подальшого формування і функціонування власне белігеративних ландшафтів. На нашу думку, результати досліджень таких передумов формування та сучасного стану таких специфічних ландшафтів можуть стати основою для подальшого розвитку мілітарі-туризму (військового туризму) у регіоні. Адже цей різновид пізнавального туризму викликає все більший інтерес в Європі, зокрема у Польщі, Чехії, Франції де на сьогодні діє Міжнародна асоціація військового туризму [11]. Відповідно, аналіз геоморфологічних умов формування белігеративних ландшафтів в Карпатах, на прикладі хребта Братківський, є досить актуальним питанням, зважаючи на необхідність розвитку та популяризації туризму.

Матеріали та методи. Методологічна основа даної роботи ґрунтується на уявленнях українських вчених-геоморфологів В.Стецюка та І.Ковальчука про белігеративні властивості рельєфу [20]. Так, на їх думку, оцінка впливу морфолого-морфометричних показників рельєфу земної поверхні як важливої умови будівництва оборонних ліній, визначається через такі показники як: - кут нахилу земної поверхні та форма конкретних схилів (відмінні за нахилом та морфологією - опуклі, увігнуті, прямі, ступінчасті схили по різному зумовлюють використання наступальних і транспортних засобів ведення бойових дій); - показники верти-

кального та горизонтального розчленування земної поверхні (досі підсвідомо, але неповною мірою враховуються при плануванні військових операцій, що здійснюються із використанням значної кількості техніки та живої сили); - орографічні характеристики рельєфу земної поверхні, що визначають поширення ультракоротких радіохвиль, інших видів електромагнітного випромінювання, які застосовуються в сучасних засобах наведення та корекції ракетно-артилерійських засобів ведення бойових дій, радіолокаційного супроводу озброєнь, дальнього виявлення повітряних цілей тощо; - експозиція схилу, що обов'язково супроводжується мікрокліматичними відмінностями, які повинні враховуватися у функціонуванні засобів спостереження та ведення бойових дій на значних дистанціях; - одноманітність та різноманіття, визначні та унікальні особливості морфолого-морфометричних показників рельєфу (домінантні "висоти", котловини, останці, природні пасма, окремі глибокі ерозійні форми та інші) є вирішальними щодо обрання рубежів оборони та візуального й вогневого контролю; - важливими властивостями морфології та морфометрії рельєфу земної поверхні є їхнє поєднання з іншими складниками довкілля театру воєнних дій: поверхневими водами (наприклад, ріки, озера, болота у сукупності з оптимально обраними морфолого-морфометричними показниками набувають значення бар'єру для подолання наступаючою стороною певних рубежів оборони), характером рослинності, зокрема, лісовими масивами і лісосмугами, їх формою, густотою, прохідністю чи непрохідністю тощо [20].

Означені методологічні засади було використано при комплексному аналізі матеріалів, отриманих у результаті власних польових досліджень, проведених протягом останніх трьох років, та літературно-картографічної інформації.

Результати та їх обговорення. У кінці 1939 р. угорським урядом було створено Управління Фортифікації для проектування та подальшого будівництва комплексу оборонних рубежів на тогочасному кордоні з СРСР. Угорськими інженерами було відкинуто досвід будівництва оборонних ліній, який передбачав зведення потужних фортифікацій, і вирішено використати природний потенціал гірських територій, що визначався у першу чергу морфолого-морфометричними характеристиками рельєфу.

Протягом 1939 – 1944 років було розроблено та побудовано систему укріплень під загальною назвою «лінія Арпада», яка включала декілька окремих потужних ліній оборони і проходила по території чотирьох сучасних країн: України, Польщі, Словаччини та Румунії. Вона будувалася у найкоротший термін, з мінімальними затратами та повторним використанням оборонних рубежів I світової війни та міжвоєнного (чехословацького) періоду, модернізацією вже побудованих укріплень [23]. Система укріплень не мала суцільності – складалася з окремих вузлів та ліній оборони сумарною довжиною понад 600 км та шириною близько 70 км. До складу «Лінії Арпада» за [3] входило шість різного часу будівництва ліній оборони - чотири угорських та дві чехословацькі («лінія Масарика» і «лінія Бенеша» на заході сьгоднішнього Закарпаття). Основними за [22] вважаються три: 1 - «лі-

нія Гуняді» у передгір'ї Зовнішніх Карпат; 2 - «лінія Святого Ласло» була прокладена по вершинах хребтів Водольно-Верховинських Карпат і побудована в інтервалі 1915 – 1917; 3 – власне «лінія Арпада» за 15-25 км від попередньої лінії, на території сучасного Закарпаття. Вона не мала суцільного простягання, а зводилася на оперативних напрямках з окремих оборонних вузлів що перекривали перевали та дороги через Карпати. В проміжках між «вузлами» будувалися інженерні споруди польового типу, зокрема склади боєприпасів, приховані траншеї та ходи сполучення [9]. Основні і найпотужніші укріплення лінії було споруджено на Ужгородському, Мукачівському, Ясінянському (Керешмезьському) та Хустському напрямках. Найбільше вузлів оборони на «лінії Арпада» будували в долинах річок.

Природні умови гірських територій визначали не лише можливість будівництва оборонних споруд, але і перспективи їх подальшого захисту. Причому відігравали свою роль особливості всіх компонентів ландшафту: рельєфу, гідрографічної мережі, кліматичних характеристик, ґрунтово-рослинного покриву. Їх вплив можна простежити на прикладі оборони «Керешмезьського вузла», коли запланована на 5 днів операція тривала майже два місяці, з 8 вересня, по 31 жовтня 1944 року не лише через стратегічні помилки. «Керешмезьський вузол», розташований в околицях сучасного селища Ясіня на площі в декілька десятків квадратних кілометрів [4], був одним з найпотужніших гірських укріплень основної смуги оборони у «лінії Арпада». Звичайно, як це було притаманно для більшості оборонних споруд, укріплення були «вписані» у рельєф долини Чорної Тиси та Ясінянської улоговини. Вони розташовувалися на схилах, що давало можливість контролю над дорогою прокладеною паралельно руслам Лазещини та Чорної Тиси. V-подібної форми долини водотоків басейну Чорної Тиси, з крутими бортами та вузькими заплавами, що розчленовують схили Ясінянської улоговини, фактично унеможлилювали спуск з Яблунецького перевалу в обхід дороги. Але окрім геоморфологічних чинників сприяли обороні і метеоумови, зокрема тумани, суцільна низька хмарність та дощі (за вересень 1944 на території Закарпаття було зафіксовано 16 днів з опадами та туманами) [17]. Рух транспорту ускладнювало ґрунтове покриття більшості доріг. Домінуючі тут буроземні ґрунти, з переважанням глинистої фракції у механічному складі, під час опадів перетворювалися на в'язку масу, що робила шляхи непридатними для пересування. Крім того, лісова рослинність також відіграла роль певної перешкоди під час просування військ [16].

Протягом останніх трьох років нами було досліджено бєлігеративні ландшафти представлені на привершинних ділянках хребта Братківський (Чорна Полонина) та проаналізовано геоморфологічні передумови будівництва тут оборонних укріплень.

Хребет Братківський простягається на 15 км з північного заходу. Середні висоти становлять 1200 – 1500 м, найвищою точкою є г. Велика Братківська - 1788 м. Від цієї вершини, що розташована фактично посередині, хребет плавно втрачаючи висоту спускається до перевалу Легіонів на півночі та до долини

струмка Довжина на півдні. Основними вершинами тут є Дурня, Гропа, Мала Братківська, Руська, Чорна Клива, Чорний Грунь. Вони мають досить згладжені обриси, додаючи привершинній частині виположеного вигляду. Хребет має круті, вцілому симетричні схили з короткими відгалуженнями, що розділяють басейни численних струмків. Братківський є вододілом між басейнами Чорної Тиси і Турбату та Дурниці, Гропинця, Братківця, Плоскинця - приток Бистриці Надвірнянської. У плані хребет плавною дугою описує верхів'я басейну Бистриці Надвірнянської. Подібно до хребтів Горган, привершинні ділянки тут вкриті потужною товщею пісковикових брил – герготів [3]. Приблизно до висоти 1450-1500 м схили вкриті ялиновими лісами, що вище змінюються чагарниковим криволіссям з сосни гірської, ялівцю козацького, чагарничків чорні, лохини та бруслиці.

Привершинною частиною хребта проходив фрагмент лінії укріплень, що відома як «лінія Святого Ласло». Вона була побудована під час I Світової війни та мала захищати територію з північного сходу. Після деякого удосконалення увійшла до складу «лінії Арпада» у II Світової війни.

Будівництву укріплень саме на цьому хребті, на нашу думку, сприяли наступні геоморфологічні особливості будови території та явища, що дозволили створити досить жорсткі оборонні позиції без проведення значних фортифікаційних робіт:

- відносно незначна висота (1200 – 1300 м) та положість південного флангу хребта, що полегшувало транспортування на вершину будь-яких вантажів;

- глибоковрізані долини приток Чорної Тиси – Великово Ведмежого, Реп'яня, Левківця, днищами яких прокладалися дороги на хребет;

- виположений характер поверхні хребта з опуклими, часто слабко вираженими вершинами (Руська, Чорна Клива), що сприяло прокладанню суцільної лінії окопів та добрій їх оглядовості, що очевидно сприяло передачі інформації між віддаленими ділянками укріплень;

- дугоподібна конфігурація у плані та відсутність деревної рослинності визначали одночасно і панорамний огляд майже всієї площі басейну верхньої течії Бистриці Надвірнянської і огляд флангів укріплень;

- круті, урвисті схили північної та північно-східної експозиції, з виходами подекуди на денну поверхню корінних порід чи розсипами пісковикових брил, унеможлилювали вихід на хребет з важким озброєнням, і як наслідок - перехід в долину Чорної Тиси;

- наявність коротких бічних пологих хребтів з висотами 1400-1600 м у бік долини Чорної Тиси давало можливість будувати укріплення другої лінії оборони, командні пункти, склади тощо. Окрім того з цих ділянок відкривався прекрасний огляд тилової частини позицій. Такий пункт командний чи спостереження

прекрасно збережений виявлений нами на вододілі басейнів струмків Великий Ведмежий та Малий Ведмежий, приблизно у двох кілометрах на південний захід від вершини Чорна Клива;

- кам'яні розсипи – герготи, що є специфічною характеристикою цього хребта. В результаті фізичного вивітрювання пісковиків з плитчастою окремістю сформувалися розвали пласких брил, що слугували прекрасним матеріалом для укріплення стінок різноманітних укриттів. Пласкі брили пісковиків укладали без використання в'язучих розчинів;

- виходи на денну поверхню водонесних горизонтів, що сприяло формуванню декількох доступних джерел питної води. Так, відомі джерело під Чорною Кливою, з якого бере початок струмок малий Ведмежий, джерела під Великою Братківською, що є верхів'ями струмка Левківець, під Дурнею та декілька інших.

Укріплення «лінії Святого Ласло» залишилися поза бойовими діями під час II Світової війни, що сприяло їх збереженню. На сьогодні прикладами бєлігеративних ландшафтів є ділянки, що мають складний рельєф, утворений виїмками окопів та ходів сполучення, бліндажів та тимчасових укриттів з перепадом висот до 1 – 1,5 м. Процеси ґрунтоутворення, що притаманні для території високогір'я уповільнюють їх заростання, таким чином сприяючи збереженню цих об'єктів. За класифікацією, представленою у [19], їх слід відносити до типів: I. Польові бєлігеративні ландшафти: I.1. Укріплення для закриття, позиції від дії вогню та перешкоди від штурму (бруствери, шанці, траншеї, ходи сполучення); I.2. Окопи; I.3. Штучні перешкоди (вовчі ями, вали). II. Довгострокові бєлігеративні ландшафти: II.1. Довгострокові штучні перешкоди – кам'яні оборонні огорожі; II.6. Бліндажі; II.7. Деревоземляні вогневі точки тощо.

Бєлігеративні ландшафти сформовані на місці оборонних укріплень «лінії Святого Ласло» потенційно можуть стати об'єктом військового туризму. Цьому сприяє прекрасна збереженість об'єктів і доступність до них, що обумовлено і наявністю маркованого туристичного шляху і під'їзної дороги збоку с. Чорна Тиса, яка свого часу відіграла важливу логістичну роль в даній оборонній системі.

Висновки. Бєлігеративні ландшафти, представлені в межах привершинної частини хребта Братківський, сформовані на місці оборонних укріплень «Лінії Святого Ласло», що була побудована під час I Світової війни та планувалася до використання під час II Світової війни. Важливе значення у будівництві укріплень відіграв рельєф території, зумовивши фактично їх неприступність з північного сходу. Сучасний стан бєлігеративних ландшафтів даної території сприяє їх використанню як об'єктів військового туризму.

ЛІТЕРАТУРА

1. Антонюк О. О. Дослідження бєлігеративних ландшафтів Поділля / О. О. Антонюк // Історія української географії та картографії. – Тернопіль, 2007. – С. 111-112.
2. Антонюк О. О. Збереження бєлігеративних ландшафтів як природно-історичної спадщини Поділля / О. О. Антонюк // Наукові записки Вінницького пєдуніверситету. Сер. Географія. – 2010. – Вип. 21. – С. 5 – 9.
3. Байцар А. Горгани, греготи, цєкоти в Українських Карпатах: генезис, поширення та морфологія /А.Байцар // Проблеми геоморфології та палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій: Зб. наук. праць. – Львів: Вид-во ЛНУ, 2014. – С. 10 – 16.
4. Грєчко А. А. Через Карпати / А. А. Грєчко. – М.: Воєніздат, 1970. – 431 с.

5. Денисик Г. Антропогенні ландшафти гірських систем України: перспективи дослідження / Г. Денисик // Вісник Львівського ун-ту. Серія географічна. - 2014. - Вип. 48. - С. 235 – 238.
6. Денисик Г. И. Беллигеративные ландшафты Правобережной Украины / Г. И. Денисик // Антропогенные ландшафты: структура, методы и прикладные аспекты изучения. – Воронеж: ВГУ. - 1998. – С.89-97.
7. Денисик Г. Беллигеративні ландшафти: сутність і класифікація / Г.Денисик // Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. Військово-спеціальні науки. – 2016. - №2(35). – С. 6 – 9.
8. Закарпаття у військових операціях і міжнародних відносинах (1944-1945 роки) [електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakinppo.org.ua/kabineti/kabinet-metodiki-vikladannja-susplnogumanitarnih-ta-hudozhnoestetichnih-disciplin/istorija/98-1944-1945> - Назва з екрану.
9. История Второй Мировой войны 1939-1945. – М: военное издательство МО СССР, 1978. – Т. 9. – С. 165.
10. Коржик В.П. Беллигеративні геокомплекси Буковини як свідки історико-географічного процесу / В.П. Коржик // Наук. Вісник Чернівецького ун-ту. Географія. - 2009. - Вип. 480-481. – С. 189 – 193.
11. Милитари-туризм в Україні [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://turistua.com/ru/articles/militari-turizm-v-ukraineliniya-arpada/> - Назва з екрану.
12. Мильков Ф. Н. Естественно-антропогенные ландшафты как особая категория природных комплексов / Ф. Н. Мильков // Антропогенные ландшафты: структура, методы и прикладные аспекты их изучения. – Воронеж. - 1988. – С. 4 – 13.
13. Мильков Ф. Н. Ландшафтная сфера Земли / Ф.Н. Мильков. – М.: Мысль, 1970. – 207 с.
14. Мильков Ф. Н. Человек и ландшафты / Ф. Н. Мильков. - М.: Мысль, 1973. – 220 с.
15. Михайлов В.А. Беллигеративные ландшафты Северного Крыма / В. А. Михайлов // Теоретичні, регіональні, прикладні напрямки розвитку антропогенної географії та геології. – Кривий Ріг «Видавничий дім», 2011. – С. 70 – 75.
16. Репін І.В. Аналіз воєнно-географічних умов оперативного стратегічного напрямку наступу військ Червоної армії у Східно-Карпатській операції (вересень-жовтень 1944 рік) / І.В. Репін // Молодий вчений. – 2016. - № 3. – С. 330-334.
17. Репін І.В. Східно-Карпатська операція та приєднання Закарпаття до СРСР (вересень 1944 р. - червень 1945 р.) : Автореф. дис ...канд. іст. наук: 20.02.22 / І.В. Репін - Львів – 2007. -20 с.
18. Семеряга О.П. Аналітичний огляд методів дослідження беллигеративних ландшафтів / О.П. Семеряга [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://geopolitika.crimea.edu/arhiv/2014/tom10-v-1/033semer.pdf>. - Назва з екрану.
19. Семеряга О. Класифікація та використання у туризмі беллигеративних ландшафтів Дніпропетровської області / О.Семеряга // Рекреаційна географія і туризм. – 2014. - №1. – С.168 -175.
20. Стецюк В., Ковальчук І. Беллигеративні властивості рельєфу / В.Стецюк, І.Ковальчук // Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. Військово-спеціальні науки. – 2016. - № 2(35). – С. 6 – 9.
21. Ткач М. Лінія Арпада. До історії Рахівщини. / М.Ткач [електронний ресурс]. – Режим доступу: http://rakhivcrb.blogspot.com/2016/02/blog-post_96.html - Назва з екрану.
22. Филоненко Н.В. «Линия Арпада» накануне Восточно-Карпатской наступательной операции советских войск / Н.В.Филоненко // Вестник ВГУ. Серия: История. Политология. Социология. - 2017. - № 2. – С. 121- 125.
23. Szabó János József. Az Árpád-vonal. A Magyar Királyság Honvédség védelmi rendszere a Keleti-Kárpátokban 1940—1944. Budapest, Timp kft. kiadó, 2002.

REFERENCES

1. Antoniuk O.O. Research of the military landscapes of Podillia / O.O. Antoniuk // History of Ukrainian Geography and Cartography. – Ternopil, 2007. – P. 111-112.
2. Antoniuk O.O. Saving of the military landscapes as a natural-historical heritage of Podillia / O.O. Antoniuk // Scientific notes of Vinnytsia Pedagogical University. Ser. Geography. - 2010. – Vol. 21. - pp. 5 - 9.
3. Baytsar A. Gorgany, gregoty, tcekos in the Ukrainian Carpathians: genesis, distribution and morphology / A. Baytsar // Problems of geomorphology and paleogeography of the Ukrainian Carpathians and neighboring territories: Collection of scientific works. - Lviv: Publishing House of LNU, 2014. - pp. 10 - 16.
4. Grechko A. A. Through the Carpathians/ A. A. Grechko. – М.: Voenizdat, 1970. – 431 p.
5. Denysyk G. Anthropogenic landscapes of mountain systems of Ukraine: perspectives of research / G. Denysyk // Visnyk of L'viv Univ. Geographic series. - 2014. - Vol. 48. - pp. 235 - 238.
6. Denisik G.I. Military landscapes of the Right-bank Ukraine / G.I. Denisik // Anthropogenic landscapes: structure, methods and applied aspects of the study. - Voronezh: VSU. - 1998. - pp.89-97.
7. Denysyk G. Military landscapes: the essence and classification / G. Denysyk // Bulletin of the Taras Shevchenko National University. Military-Special Science. - 2016 - # 2 (35). - pp. 6 - 9.
8. Transcarpathia in military operations and international relations (1944-1945) [electronic resource]. - Access mode: <http://zakinppo.org.ua/kabineti/kabinet-metodiki-vikladannja-susplnogumanitarnih-ta-hudozhnoestetichnih-disciplin/istorija/98-1944-1945> - Title from the screen.
9. History of the Second World War 1939-1945. - М: Military publishing house of the Ministry of Defense of the USSR, 1978. - Vol. 9. - P. 165.
10. Korzhyk V.P. Military geocomplexes of Bukovina as witnesses of the historical-geographical process / V.P. Korzhyk // Scientific Bulletin of Chernivtsi University. Geography. - 2009. - Vol. 480-481. - pp. 189 - 193.
11. Military tourism in Ukraine [electronic resource]. - Access mode: <http://turistua.com/ru/articles/militari-turizm-v-ukraineliniya-arpada/> - Title from the screen.
12. Milkov F.N. Natural-anthropogenic landscapes as a special category of natural complexes / F. N. Milkov // Anthropogenic landscapes: structure, methods and applied aspects of their study. - Voronezh - 1988. - pp. 4 - 13.
13. Milkov F. N. Landscape sphere of the Earth / F.N. Milkov. – М.: Mysl, 1970. – 207 p.
14. Milkov F. N. Human and landscapes / F.N. Milkov. - М.: Mysl, 1973. – 220 p.
15. Mikhailov V.A. Military landscapes of the Northern Crimea / V.A. Mikhailov // Theoretical, regional, applied developments of anthropogenic geography and geology. - Krivy Rig "Vidavnichy dim", 2011. - pp. 70 - 75.
16. Repin I.V. Analysis of military and geographical conditions operational strategic direction of offensive operation Red Army in the battle of the Dukla pass (September-October 1944) / I.V.Repin // Young scientist. – 2016. - № 3. – pp. 330-334.
17. Repin I.V. East-Carpathians operation and joining of Transcarpathian Ukraine to USSR (September, 1944 is June in 1945): Autoref. dis...cand. of historical sciences: 20.02.22 / I.V. Repin - Lviv– 2007. -20 p.

18. Semeryaga O.P. Analytical review of methods of study of military landscapes / O.P. Semeryaga [electronic resource]. - Access mode: <http://geopolitika.crimea.edu/arhiv/2014/tom10-v-1/033semer.pdf>. - Title from the screen.
19. Semeryaga O. Classification and using in tourism military landscapes / O. Semeryaga // Recreational geography and tourism. – 2014. - №1. – pp.168 -175.
20. Stetsyuk V., Kovalchuk I. Military properties of relief / V. Steciuk, I. Kovalchuk // Bulletin of the Taras Shevchenko National University. Military-Special Science. - 2016 - No. 2 (35). - pp. 6 - 9.
21. Tkach M. Line of Arpad. To the history of Rakhivshchyny. / M. Tkach [electronic resource]. - Access mode: http://rakhivrb.blogspot.com/2016/02/blog-post_96.html - Title from the screen.
22. Filonenko N.V. "The Line of Arpad" on the eve of the East Carpathian offensive operation of the Soviet troops / N.V. Filonenko // Bulletin of the VSU. Series: History. Political science. Sociology. - 2017. - № 2. - pp. 121- 125.
23. Sabo Janos Jozef. Line Árpád. The defense system of the Hungarian Royal Army in the Eastern Carpathians 1940-1944. Budapest, "Timp". publ., 2002.

Geomorphological preconditions of the formation of military landscapes (on the example of the Bratkivsky ridge (Pryvododilny Gorgany))

O. O. Halahan, O. V. Kovtoniuk, N. P. Korogoda

Abstract. The article deals with the geomorphological precondition of the construction of defense lines at mountainous territories and the formation of military landscapes on the example of the Bratkivsky ridge of the Pryvododilny Gorgany of the Vododilno-Verhovynsky Carpathians. In the paper authors have analyzed how morphological and morphometric features of relief and other natural factors impacted to construction of defense lines and military operations in this region during the Second World War. The article analyzes of the present state of military landscapes within the Bratkivsky ridge and possibilities of their rational use, in particular as tourist object.

Keywords: *Military landscape, Bratkivsky ridge, military-tourism.*

Геоморфологические предпосылки формирования бelligеративных ландшафтов (на примере хребта Браткивский (Приводораздельные Горганы))

А. А. Галаган, О. В. Ковтонюк, Н. П. Корогода

Аннотация. В статье рассмотрены геоморфологические предпосылки строительства линий обороны в условиях горной местности и формирования бelligеративных ландшафтов на примере хребта Браткивский Приводораздельных Горган Водораздельно-Верховинских Карпат. Проанализировано влияние морфолого-морфометрических показателей рельефа как условий строительства оборонительных линий и других природных факторов, повлиявших на проведение военных действий в регионе во время Второй Мировой войны. Проведен анализ современного состояния бelligеративных ландшафтов в пределах хребта Браткивский и рассмотрены перспективы их рационального использования, в частности как туристических объектов.

Ключевые слова: *Бelligеративный ландшафт, хребет Браткивский, милитари-туризм.*

Рекреаційні території як інструмент регулювання комфортності життя в містах

Т. Г. Купач*, С. О. Дем'яненко, Ю. А. Олішевська

КНУ імені Тараса Шевченка, географічний факультет, Київ, Україна

*Corresponding author. E-mail: tan_kup@ukr.net

Paper received 22.06.18; Accepted for publication 29.06.18.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-172VI20-04>

Анотація. В статті розглядаються можливості підвищення якості міського середовища за рахунок збільшення частки зелених насаджень різних категорій, а також збереження невеликого відсотка унікальних природних ландшафтів міста через розвиток екоорієнтованого рекреаційного природокористування. В статті наводяться результати аналізу забезпечення населення міста комфортними умовами життя і відпочинку. В ході дослідження проведений конструктивний аналіз окремих житлових масивів міста Києва, щодо наявності природних ресурсів, доступності рекреаційних територій для місцевого населення, усталеності форм рекреаційного використання зеленої зони населенням.

Ключові слова: зелені насадження, озеленені території, рекреаційні території, функціональна якість рекреаційних ландшафтів, функціональна організація рекреаційних ландшафтів.

Вступ. Забезпечення стабільного зростання якості життя у містах має зумовлюватися не лише показниками економічного зростання, а й виражатися через збалансування соціо-екологічної безпеки, задоволення права людини на повноцінний відпочинок. Це уможливується при врівноваженні в міських системах площ під міською забудовою, інфраструктурою та площ із зеленими насадженнями з різними функціями та призначенням. Таке збалансоване відношення до планування міського середовища різко зменшує кількість загроз та конфліктів в його межах.

Короткий огляд публікацій за темою. Про рекреаційну значущість зелених насаджень в містах зауважено в роботах колективу авторів кафедри географії України Київського національного університету імені Тараса Шевченка, в дослідженнях Кочеткової І. В., Черчик Л.М., Бурака О.М., Гончарука Є.І., Кустовської О.В. та ін. Проблеми рекреаційного природокористування, оптимізації рекреаційної діяльності розглядаються в роботах Родічкіна І.Д., Тимчинського В.І., Жердлова В.Н., Кучерявого В.П., Кулініч М.Т., Новікова А.В. та ін.

Мета обґрунтовується політикою розвитку рекреаційного природокористування в межах міського середовища, як інструменту покращення комфортності життя містян. Метою дослідження є конструктивний аналіз забезпеченості населення житлових масивів міста Києва зеленими насадженнями та територіями для відпочинку, що включає аналіз природних ресурсів, демографічних показників та напрями рекреаційного природокористування в межах досліджуваних територій.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження виступають озеленені території київських місцевостей Пронівщина та Совська балка, що розташовані у долині р. Совки. Не дивлячись на досить тривалий період антропогенних впливів на природні комплекси досліджуваних місцевостей, внаслідок зменшення інтенсивності їхнього антропогенного використання з кінця 80-х рр. 20 ст. почали посилюватися процеси вторинної сукцесії і формуватися вторинні комплекси природних прісноводних ландшафтних систем. Рельєф території дослідження складний із-за чергування підвищених та знижених ділянок, а також наявності схилів різної кру-

тизни. Досліджувані місцевості відносяться до зсуво-небезпечних, за особливостями геологічної будови та ландшафто-формуючого субстрату. Геолого-геоморфологічні характеристики ускладнюють облаштування дорожньої мережі та забудову території, однак дозволяють здійснювати територіальне планування відповідно до просторової конфігурації ландшафтів. У своїй зниженій частині місцевості періодично підтоплюються ґрунтовими водами. Кліматичні умови місцевостей характеризуються показниками усередненими на всю територію Києва і є помірно-континентальними і, відповідно, субкомфортним для рекреаційних потреб. У межах місцевостей Пронівщина, Совська балка нараховується 34 види рослин, 10 видів комах, 4 види амфібій, 9 видів птахів, 10 видів ссавців. Ландшафтна екосистема долини продукує значну кількість зеленої біомаси, а також успішно й помітно утримує вологу та самоочищується від намулу після дощів. Крім того, зелені насадження місцевостей покращують мікрокліматичні та санітарно-гігієнічні характеристики довкілля. У межах вторинних прісноводних ландшафтів існують червонокнижні види тварин, рідкісні та охоронні види рослин тощо. Місцевості Проня та Совська балка розташовані поза охоронними зонами. Існують проблеми суто екологічного характеру із-за постійного механічного засмічення внаслідок стихійної не регульованої рекреації, викидів побутового й будівельного сміття, несанкціонованої забудови.

Відштовхуючись від концепції сталого розвитку міста, що покладена в основу чинного генерального плану розвитку м. Києва та його приміської зони, за документами та постановами, в цілому, планується виконання значного ряду планувальних та інженерних заходів по облаштуванню території місцевостей Пронівщина та Совська балка [2,3,6]. З метою забезпечення охорони природного ландшафту та формування здорового і комфортного середовища для містян, в межах території дослідження очікується:

- дотримання існуючих санітарно-захисних зон й створення захисних рослинних поясів навколо виробничих територій;

- створення озеленення вздовж вулиць для захисту від акустичного забруднення;

- розширення мережі та благоустрій внутрішньо-квартального озеленення з використанням декоративних насаджень;

- облаштування паркових зон «Совська балка», «Балка Проня», а також рекреаційної зони з бюветним комплексом. На даний час, зелені насадження, в межах досліджуваних урочищ, складаються з запроєктованих парків площею 35,89 га (Совський парк) та 19,37 га (парк «Проня»).

Основні результати та обговорення. В сучасній концепції озеленення міст всі складові зеленої зони відіграють значущу роль у задоволенні потреби в якісному, комфортному існуванні міського населення: від соціального, культурного до екологічного. Особливо це стосується мікрорайонів суцільної житлової забудови, в межах яких відсоток зелених насаджень постійно балансує на межі допустимо низького. Комфортність життя в мікрорайонах міста не лише залежить від економічних показників та розвитку інфраструктури, а також прямо залежить від показників озеленення. Якість та чистота повітря, мікрокліматична комфортність, нівелювання шумового забруднення, наявність місць для рекреації – все це впливатиме на показники якості життя [1,4].

Щоденний, щотижневий короткотерміновий відпочинок та відновлення пересічного містянина залежить від забезпеченості житлових територій місцями із зеленими насадженнями. Розвиток, видозмінення та функціонування мережі озелених територій, як місць для щоденного відновлення та відпочинку ґрунтується на аналізі потреби в територіях такого виду, оцінці ландшафтних і планувальних умов міста. Насадження в житлових мікрорайонах є найпоширенішим типом, здебільшого загального та обмеженого користування, оскільки житловий простір не може вважатися комфортним, якщо будівлі відповідним чином не забезпечені зеленими насадженнями.

Зелені насадження населених пунктів, відповідно до ДБН, за функціональним призначенням поділяють на категорії [3]:

1. Загального користування, які включають природні та штучно створені насадження територій міських парків, скверів, бульварів, лісопарків, гідро- та лукопарків тощо. Території, що вкриті зеленими насадженнями загального користування є відкритими для рекреаційного природокористування різного спрямування.

2. Обмеженого користування, які включають насадження в межах громадської, житлової та промислової забудови (будинків, шкіл, дитячих установ, вищих та середніх спеціальних навчальних закладів, профтехучилищ, закладів охорони здоров'я, промислових підприємств і складських зон, санаторіїв, культурно-освітніх і спортивно-оздоровчих установ та ін.) і, загалом, також мають відкритий доступ, а також задіяні у рекреаційному природокористуванні.

3. Спеціального призначення, які сформовані насадженнями вздовж вулиць, на ділянках санітарно-захисних зон довкола промислових підприємств, на кладовищах, а також водоохоронні, вітрозахисні, протиерозійні насадження, насадження лісорослинних розсадників, квітникарських господарств тощо. До територій під зеленими насадженнями спеціального призначення встановлено обмежений доступ і такі терито-

рії практично виведені із рекреаційного природокористування, з огляду на виконувани ними специфічні функції.

Насадження загального, обмеженого користування та спеціального призначення разом становлять систему озеленення міст і, в цілому, визначають напрями їхнього використання, рекреаційного в тому числі. Серед існуючих принципів [6] комплексного озеленення міських населених пунктів, що висвітлено в чинній концепції формування зелених насаджень, вагомими є поєднання в єдину систему каркасу природоохоронних територій та системи озелених штучно створених ландшафтів; поєднання функцій озелених територій – рекреаційних, історико-культурних, екологічних; досягнення рівня забезпеченості населення місцями відпочинку за площею озелених територій і за їх доступністю; перехід від кількісних показників до сталого підвищення якості ландшафтної організації озелених територій.

Головними завданнями комплексного озеленення міста [6], на сьогодні, визначено: створення системи зелених насаджень у структурі природного каркасу міста: парки, сквери, рекреаційні зони, бульвари, озеленення вздовж доріг, вулиць та в житлових мікрорайонів; збереження та відтворення біологічного й ландшафтного різноманіття; формування безперервної системи насаджень міста, як невід'ємної складової регіональної екологічної мережі; збереження, розвиток, візуальне розкриття природно-ландшафтного каркасу, що формується системою міських зелених насаджень, річками та їхніми долинами, акваторіями ставів тощо; зниження екологічних та санітарно-гігієнічних ризиків; підвищення екологічної якості міського середовища; сприяння регульованій рекреації тощо.

Зелені насадження загального користування мають найбільшу вагу в загальному озелененні міста. За даними ДБН, добре озеленим можна вважати міський простір, в якому на одного мешканця припадає 20–30 м² і навіть більше зелених насаджень (різної якості) загального користування. Ця категорія зелених насаджень виконує в міському просторі екологічну (фіто-меліоративну, ґрунтополіпшувальну, вітрозахисну, пило- та газозатримуючу, тощо), мікрокліматичну оздоровчу, санітарну та протиепідемічну, естетичну, та рекреаційну функції. Мережа зелених насаджень міста та лісові насадження приміської території формують цілісну зелену зону міста [2,3].

Існуюча житлова багатоквартирна забудова району дослідження представлена масивами «Турецьке містечко» та «Олександрівська Слобідка, які розташовані вздовж вул. Кадетський Гай, Івана Пулюя, Народного ополчення, просп. Валерія Лобановського і є частиною історичних місцевостей Совки, Чоколівка, Костопалівка, Жуляни, Пронівщина. Житлові будинки поверховістю в 9, 16, а також 25 поверхів з повною інфраструктурою розбудовуються і заселяються із 80-х років 20 ст. по сьогодні.

Вздовж існуючих вулиць сформовані смуги захисних та декоративних насаджень. Цей вид насаджень становлять суттєвий бар'єр розповсюдженню забруднення довкілля. Повітроочисна і мікрокліматична функція вуличних насаджень в місті недостатньо використовується, як в конструкціях цих насаджень, так і в

асортименті висаджуваних дерев і кущів. Розбудова житлових кварталів вимагатиме проектування, як внутрішньо кварталного озеленення, так і достатньої кількості зелених насаджень скверів, бульварів для забезпечення санітарно-гігієнічного благополуччя населення та належних умов відпочинку. Загальна щільність населення, в межах досліджуваної території, складає 575 осіб/га. Розрахункові потреби населення в елементах благоустрою житлової території, відповідно до територіального планування, наведені у таблиці 1 нижче. Згідно діючих нормативів [3], озеленення житлових районів має складати не менше 40 %, або 6 м²/особу. Виходячи з перспективної кількості населення житлових кварталів, що проектується – 10,1 осіб в перспективній багатоквартирній забудові, площа озелених територій має складати 6,0 га, що задовольняється 3,87 га, тобто – 60%.

Таблиця 1. Потреби населення в елементах благоустрою території [2]

ділянки із зеленими насадженнями в межах проектованої житлової забудови	питомі розміри, м ² /особа
ігрові майданчики	0,7
зони відпочинку із пішохідними доріжками, лавами	0,1
майданчики для занять фізкультурою	1,0
майданчики для вигулу собак	0,3
господарські зони, без врахування буферних та санітарних дорожніх насаджень	0,3

Озеленені території, які вже існують і проектуються, відповідно до програм розвитку району і міста, в цілому, включають внутрішньо-квартальні простори, пішохідні зони та території громадського призначення і інтегруються в єдиний озеленений простір. Крім того, загальноміські озеленені території в межах пішохідної доступності на території досліджуваних мікрорайонів, згідно ДБН повинні становити не менше 10 м²/особу (10,1 га) і при організації паркової зони складатимуть 60,93 га [2,3]. В межах даної території пропонується відновлення озер, розчищення, благоустрою території парків з встановленням лав, смітників, освітлення, спортивних та дитячих майданчиків тощо.

Території під зеленими насадженнями відіграють важливе значення в планувальній структурі житлових масивів, оскільки такі ділянки із є осередком здійснення щоденної рекреації: від активних її видів до пасивного відпочинку всією родиною [1]. Раціональна організація рекреації в містах, базується на виявленні ділянок міського середовища, що виступають в якості ресурсів відпочинку, встановленні їх якісних рекреаційних властивостей та інших параметрів. Рекреаційна діяльність, її раціональність, природоорієнтованість ґрунтується на понятті функціональної якості ландшафтів [5], що полягає в наявності ресурсів, які можуть бути використані найбільш повно для організації конкретних видів рекреаційних занять із контрольованими рівнями навантажень на середовище. Кожен з видів рекреаційних занять, в обмежених міських просторах, маючи свої особливості враховує характер рухових потреб рекреантів (активний рух, розміреність та пасивність відпочинку), інтенсивність та частоту використання території, облаштування просторів.

Знаходження найбільших відповідностей в системах «ландшафт – рекреант» лежить в основі функціонально-організаційного зонування території, при якому максимально розкриваються функціональні якості ландшафту і, таким чином, зорганізовується його раціональне рекреаційне використання [4,5]. Озеленення міського простору стикається із суто екологічними проблемами урбосередовища. У випадках неорганізованої рекреації ландшафт потерпає від нерегульованих навантажень: витоптування стежок та локалізованих місць відпочинку, стихійної забудови малими архітектурними формами, наваленого сміття, хаотично влаштованих вогнищ, знищеної рослинності урочищ та ін. Місцевості Проня та Совки не є об'єктами ПЗФ. Вагомим чинником уможливлення проектування в даних місцевостях Києва територій із природоорієнтованою діяльністю є унікальність ландшафтно-екосистеми долини р. Совка з активними процесами самовідновлення, що в ній відбуваються.

Прийоми функціональної організації ландшафтів для цілей рекреації цілком дозволяють зменшити антропогенні навантаження та уникнути дигресії середовища і залишити унікальні ландшафти для майбутніх поколінь. Виокремлення рекреаційних зон для сумісних рекреаційних занять в межах озелених ділянок, із врахуванням вимог до конкретних видів відпочинку, здійснюється в залежності від гідрологічних, санітарно-гігієнічних, ландшафтних умов. Необхідність подібного зонінгу озелених територій обумовлена різноманіттям видів рекреації і відмінностями в характері їх реалізації. Багато видів відпочинку несумісні навіть в період короткочасного використання території. При зонуванні територій для окремих видів відпочинку враховуються чинники психологічної комфортності, різні вимоги до режиму відпочинку та набори рекреаційних занять.

Місцевості Пронівщина та Совки є прикладом територій з інтенсивним довготривалим природокористуванням, на сьогодні, це нерегульована рекреація. Інтенсивному рекреаційному використанню ландшафтів долини р. Совка сприяє природний потенціал цієї території. Сьогодні рекреаційні ландшафти цих урочищ є не облаштованими, не мають грамотно спланованої інфраструктури, є хаотичними в використанні ділянок для різних видів відпочинку несумісних між собою, не мають стоянок для автомашин, туалетів, смітників тощо. Спираючись на державні будівельні норми України, існуючі архітектурні плани, результати конструктивного аналізу рекреаційно-ресурсного потенціалу та забезпеченості населення зеленими ресурсами, оптимальними функціональними рекреаційними зонами в межах місцевостей Пронівщина та Совки є наступні: водно-паркова, навколородна паркова; паркова.

У водно-парковій зоні виділяється сектор для аматорського рибальства. Сектор для купання відсутній відповідно до санітарних норм встановлених для міських водоймищ. Зонування рекреаційних акваторій здійснюється з урахуванням співвідношення розмірів водойми і ділянок, необхідних для організації окремих видів відпочинку, таким чином, сектор гребних та педальних плавзасобів також відсутній. Навколородна паркова зона орієнтована на організацію секторів солярію, аерарію, відпочинку на озелених просторах.

Паркова зона орієнтована на сектори пішохідних комунікацій (прогулянок), велодоріжок, альтанок (оглядових та відпочинкових) і пікнікових місць, відпочинку на озелених просторах, дитячих майданчиків, спортивних площадок. Крім цього, паркова зона розрахована на подієвий відпочинок (проведення фестивалів, конкурсів, концертів тощо).

Відповідно до державних будівельних норм України, навколотовна паркова і паркова зони обов'язково мають включати наступні елементи благоустрою: тверді види покриття проїзду, комбіновані види покриття пішохідних та велосипедних доріжок, озеленення, питні фонтанчики, лави, урни, контейнери для збирання побутових відходів, обладнання для соляріїв, аераріїв, обладнання для паркування велосипедів, зони тихого відпочинку з ділянками зелених насаджень і навісами для тіні; спортивні зони, дитячі ігрові майданчики та ін.

Висновки. З огляду на зростання відсотку площ під забудовою в Солом'янському районі м. Києва і потребою місцевого населення у комфортному життєвому середовищі, необхідністю є обґрунтоване збільшення площ під зеленими насадженнями та оптимізація рекреаційного природокористування озелених територій. Для збереження екологічної рівноваги в прісноводних ландшафтних урочищах, а також підвищення якості життя, доцільним є відведення територій місцевостей під збалансовану рекреаційну діяльність. Здійснивши аналіз природних рекреаційних ресурсів урочищ долини р. Совки, було визначено їхню придатність для щоденної короткочасової рекреації. Проте визначені озеленені зони міського простору потребують проведення ряду заходів для покращення можливостей організації рекреації в їх межах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аріон О.В., Купач Т.Г., Дем'яненко С.О. Рекреаційна придатність зелених насаджень міста Києва // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія "Геологія. Географія. Екологія". Випуск 45. Харків 2016. – с. 113 – 123.
2. Генеральний план міста Києва на період до 2020 року (діючий) // режим доступу: <http://kga.gov.ua/generalnij-plan/genplan2020>.
3. Державні будівельні норми України. Благоустрій територій: ДБН Б.2.2-5:2011. К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2011. – 64с.
4. Дмитрук О.Ю., Олішевська Ю.А., Купач Т.Г., Дем'яненко С.О. Просторово-функціональна організація зеленої зони

- міста Києва // Фізична географія та геоморфологія: міжвід. наук. зб. / Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. К.: ВГЛ Обрії, 2010. Вип. 3 (60). С. 161 – 168.
5. Кулініч М.Т. Короткостроковий відпочинок жителів великих міст на природі (на прикладі жителів міста Києва) // Регіон – 2015: суспільно-географічні аспекти: матеріали міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих науковців (м. Харків, 16-17 квітня 2015р.). 2015. С.161-163
6. Програма комплексного розвитку зеленої зони м. Києва (2010 р. - 2017р.) // затверджена рішеннями Київської міської ради № 806/3381 від 19 липня 2005 року та № 714/3721 від 20 грудня 2017 року // режим доступу: <http://kmr.ligazakon.ua>.

REFERENCES

1. O. V.Arion, T. G. Kupach, S. O. Demyanenko. The suitability of green plantings for recreation in the city of Kiev // Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology", 2016. №45. P. 180–186.
2. General plan of Kyiv for the period to 2020 (current) // Available at: <http://kga.gov.ua/generalnij-plan/genplan2020>.
3. DBN B.2.2-5:2011. The providing of public services and amenities of the territories (2012). Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine. Kyiv, 2011. 64p.
4. Dmytruk, O.Yu., Olishavska, J.A., Kupach, T.G., Demyanenko, S.O. Spatial-functional organization of Kyiv's "green zone" //

- Physical geography and geomorphology. Taras Shevchenko National University of Kyiv. Kyiv, Ukraine: 2010. VGL Obriy, 3 (60), P.161 – 168.
5. Kulinich M.T. Short-term rest of residents of big cities in the nature (for example, residents of Kyiv) // Region - 2015: Socio-geographical aspects: materials of the international scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists (Kharkiv, April 16-17, 2015), 2015. P.161-163.
6. Integrated Development Program of the Green Zone of Kyiv (2010 - 2017) // approved by the decisions of the Kyiv City Council №806/3381 dated July 19, 2005 and №714/3721 dated December 20, 2017 // Available at: <http://kmr.ligazakon.ua>.

Recreational territories: comfort adjustment tool life in the cities

T. G. Kupach, S. O. Demyanenko, J. A. Olishavska

Abstract. The article considers the possibilities of improving the quality of the urban environment by increasing the share of green plantations of various categories and preserving the percentage of unique natural landscapes of the city due to the development of eco-oriented recreational nature management. The article presents the results of analysis of providing the city's residents with comfortable living and rest conditions. In a study carried out constructive analysis of some of the residential areas of Kiev, for the presence of natural resources, for availability of recreational areas for residents, for sustainable forms of recreational use of the green zone residents.

Keywords: greenery, green zone, recreational territories, functional quality of recreational landscapes, functional organization of recreational landscapes.

Рекреационные территории как инструмент регулирования комфортности жизни в городах

Т. Г. Купач, Ю. А. Олишевская, С. А. Демьяненко

Аннотация. В статье рассматриваются возможности повышения качества городской среды за счет увеличения доли зеленых насаждений различных категорий и сохранение процента уникальных природных ландшафтов города за счет развития экоориентированного рекреационного природопользования. В статье приводятся результаты анализа обеспечения населения города комфортными условиями жизни и отдыха. В ходе исследования осуществляется конструктивный анализ некоторых жилых массивов Киева, на предмет наличия природных ресурсов, доступности рекреационных территорий для жителей, устойчивость форм рекреационного использования зеленой зоны жителями.

Ключевые слова: зеленые насаждения, озелененные территории, рекреационные территории, функциональное качество рекреационных ландшафтов, функциональная организация рекреационных ландшафтов.

Состав древних аллювиальных отложений на подводном склоне Черного моря на взморье Днестра

Ю. Д. Шуйский, Г. В. Выхованец, А. Б. Муркалов, Д. О. Панкратенкова

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова, г. Одесса, Украина
Corresponding author. E-mail: physgeo_onu@ukr.net

Paper received 04.05.18; Accepted for publication 12.05.18.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-172VI20-05>

Аннотация. В статье представлены результаты исследования состава древних аллювиальных отложений на подводном склоне Черного моря на взморье Днестра. На основе анализа геологического строения района исследования, а также отобранных проб на подводном склоне и пляже, изучен состав осадочных горных пород и наносообразующих отложений. Взятые образцы были обработаны в лабораторных условиях для получения гранулометрического и вещественного состава, методом ситового анализа.

Ключевые слова: Черное море, береговая зона, подводный склон, пляж, шторм, наносы.

Введение. В плейстоцене сформировалась аккумулятивная терраса древнего Днестра. В процессе голоценовой трансгрессии она была затоплена водами Черного моря. Сейчас она располагается на глубинах 4-13 м, на подводном склоне в сфере активного влияния морских штормовых волн. Поэтому ее волновой размыв образует значительное количество наносов, которые затем входят в состав пляжей, террас, пересыпей. Вместе с тем, еще никогда не производился литодинамический анализ террасы ПраДнестра. Сейчас анализ показал, что 34% всей массы реликтового осадочного материала приходится на фракцию 1-3 мм, на фракции 0,25-1,0 мм – даже 54%, а на фракции $\leq 0,25$ мм всего 4,74%. В процессе прибрежно-морской дифференциации формируется состав пляжевых наносов, который существенно отличается от реликтового. В итоге в составе ближайшего пляжа содержится 65% фракций крупнее 1 мм ($\Phi_p 1-3$ мм = 24,2%), в сумме 16,14% для фракций 1,0-0,25 мм, затем 15,0% для фракции 0,25-0,1 мм и остаток 3,76% выпал на фракции $\leq 0,1$ мм. Поэтому пляжевые наносы содержат намного больше крупных фракций, значительно меньше песчаных фракций и почти в 4 раза больше пелитовых фракций. В южном направлении вдоль берега резко уменьшается содержание $CaCO_3$. По составу наносов отложения террасы ПраДнестра более разнообразны, чем современные пляжи.



Рис. 1. Местоположение отбора образцов плейстоценовых речных отложений с древней террасы реки Днестр, которая сейчас затоплена водами Черного моря и находится на глубинах 5-8 м (максимум 13 м) между мысом Санжейским и северо-восточной частью пересыпи Днестровского лимана (показано черным кружком).

Весьма актуальным в береговедении является вопрос о качестве источников питания прибрежно-морских наносов в разных частях береговой зоны на протяжении длительного времени. Это касается в равной мере и акватории Черного моря. Здесь, на северном побережье (рис. 1), на участке зарождения вдольбереговой поток наносов питается в основном источниками со дна, с абразионного подводного склона. Это важно также и по причине интенсивной динамичности всей береговой

зоны любого моря. В коренном залегании находится толща древней террасы Днестра в виде реликтовой формы рельефа на глубинах между 4 м и 13 м.

Анализ работ предшественников. Раньше всего участок исследованных берегов подвергался картографированию для размещения портов, гаваней, крепостей, дорог и проч. По данным картографических работ Е. П. Манганари был составлен Атлас берегов и первая Лоция Черного моря (1844 г.), где важное значение придавалось составу донных седиментов. После исследований оползневых береговых склонов и буровых работ на побережье стало известно его геологическое строение [1]. На прибрежном дне Черного моря (рис. 1) были обнаружены аллювиальные толщи отложений поствюрмского Днестра (стадия *Würm-II*) и реликтовые эрозионно-денудационные слои. Трансгрессивный рост уровня в раннем голоцене постепенно сокращал базис эрозии весьма полноводного Днестра, что послужило одной из причин образования аккумулятивной террасы Днестра в его низовьях. Сейчас эти отложения залегают на подводном склоне, размываются штормовыми волнами, вовлечены в волновую переработку и служат важным источником прибрежно-морских пляжевых наносов [2]. Оказалось, что ранее гранулометрический анализ террасовых отложений не производился.

Высокая степень динамичности береговой зоны в условиях современных изменений климата позволяет определить изменения продуктивности аллювиальной террасы как источника наносов. Для этого были привлечены данные о составе наносов на прилегающих береговых пляжах. Поэтому оказалось возможным оценить степень волновой дифференциации исходного осадочного материала, превращения их в наносы «волнового поля», на примере размыва древних аллювиальных отложений.

Целью данной статьи является выявление механического состава древних речных отложений и их сравнение с механическим составом современных пляжевых наносов прилегающего берегового района для дальнейшего совершенствования литологического метода исследования береговой зоны моря.

Материалы и методы исследования. Расположение осадочной толщи реликтовой террасы Днестра приведено на геологическом разрезе рис. 2.6. Она сильно насыщена гравийно-галечными фракциями, содержание которых достигает 60%, а вместе с песками разной крупности являются эффективным источником пляжеобразующих наносов. Выше и ниже по разрезу

встречаем в основном глинистые породы: красно-бурые глины, лессы, лессовидные и аллювиальные суглинки. В их составе абсолютно доминируют (до 90-95%) пелитовые частицы ($<0,1$ мм), однако, для формирования пляжей и более крупных аккумулятивных береговых форм они особого значения не имеют, поскольку область действия волнового прибой является природной средой удаления, выноса мелкозема (взвеси) в открытое море. Поэтому на исследованном геологическом разрезе наиболее эффективными (как источник наносов) оказались именно реликтовые аллювиальные отложения, насыщенные пляжеобразующими фракциями.

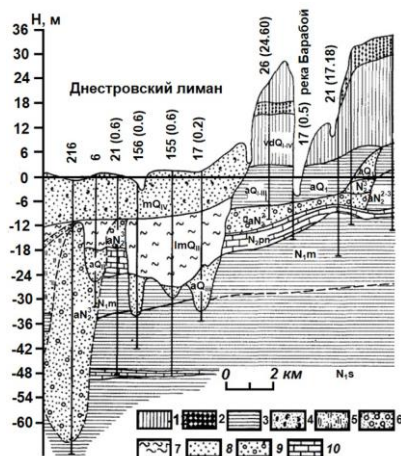


Рис. 2. Геологическое строение побережья Черного моря между северо-западной частью Днестровской пересыпи и мысом Санжейским (из книги [5]). Горные породы: 1 – лессовидные суглинки; 2 – лесс палевый, столбчатый; 3 – глины красно-бурые плотные, с включением карбонатных стяжений и линз песка кварцевого; 4 – пески разнозернистые, плотные, ракушечные; 5 – пески средnezернистые прибрежно-морского происхождения, хорошо отсортированные, с прослоями илов, с включением окатанного гравия; 6 – пески крупнозернистые, плохо отсортированные, с включением обломков кварца и карбонатных пород; 7 – илы лиманные плотные; 8 – пески средnezернистые кварцевые, хорошо отсортированные; 9 – пески разнозернистые заиленные, плохо отсортированные; 10 – ракушечный известняк, с кристаллизованными прослоями.

В основу данной статьи положены результаты отбора проб наносов береговой зоны на пляжах и в верхней части подводного склона. Вдоль морского берега на современном пляже было взято 15 обобщающих проб, охватывающих все количество наносов на поперечном профиле, на участке от мыса Бугово до северной части пересыпи Днестровского лимана. Они были подвергнуты ситовому анализу в лаборатории кафедры физической географии. Данные ситового анализа обработаны статистическими методами и интерпретированы общетеоретическими методами. В составе каждого образца выделялись содержания $CaCO_3$ и т.н. «карпатской гальки», сумм песчано-гравийно-галечных фракций окатанных обломков серного колчедана, кварца, песчаника и агата с небольшой примесью мелких обломков известняка-ракушечника.

В марте 2018 г. на поверхности широкого бенча (до 1300 м), с обнаженной поверхности террасовых отложений древнего Днестра на дне моря ударной трубкой было взято 3 пробы песчано-гравийных аллювиальных толщ, с включениями гравия и гальки. Сразу была выполнена лабораторная обработка взятых образцов для получения гранулометрического и веществ-

венного состава, методом ситового анализа. Каждая проба была просеяна на десятичном наборе сит. Отдельные зерна осадка были рассмотрены в бинокляре (X 17) с целью определения окатанности и формы частиц. Данные о фракционном составе на пляже и на подводном склоне были сравнены для численной оценки процесса дифференциации наносов в береговой зоне.

В процессе данного исследования применялась стандартная методика промера глубин, отбора образцов наносов, их камеральной обработки и сравнения полученных результатов [4, 6]. Эксперимент выполнялся в натуральных условиях береговой зоны.

Результаты и их обсуждение. Оказалось, что в составе террасовых отложений древнего Днестра в раннем голоцене отлагались прежде всего пески. Абсолютно доминируют терригенные фракции. Основу составляют средnezернистые (от 29,61% до 34,80%) и крупнозернистые (от 19,92% до 22,64%) пески. В сумме пески содержатся в количестве 53,42% от всей массы осадка, – больше половины. Много гравия и более крупных фракций – в среднем 41,84% (от 39,74% до 45,6%), что тоже достаточно много. Слабо прослеживается две вершины на кривой распределения, что указывает на усложнение процесса сортировки в речном русле Пра-Днестра. В то же время неожиданно мало осадка оказалось в группе пелитовых фракций. Так, масса пелита была равной от 0,57% до 4,88%, причем, в составе отдельной малой фракции $\leq 0,05$ мм – в среднем всего 0,59%. Как и сегодня, такое распределение зерен в аллювии может свидетельствовать о повышенных скоростях русловых течений на участке современного морского берега. Наибольшим средним содержанием характеризуется гравийная фракция 1-3 мм (33,48%). На возможные высокие скорости речного течения и расхода наносов указывают пониженные содержания фракций менее 0,25 мм, в среднем всего 4,74%. В целом по всем образцам и фракциям наблюдаем крайне пестрый гранулометрический фракционный состав, с доминированием отдельной фракции 1-3 мм. Такое состояние должно было обеспечить интенсивную литогенную дифференциацию исходного материала террасы в энергетическом волновом поле, в прибрежно-морских фациальных условиях. Обращаем внимание на необычайно низкие концентрации фракций $\leq 0,25$ мм. Такое низкое значение понятно для фракций $\leq 0,1$ мм. Но вот для мелкозернистых песков в составе речной аккумулятивной террасы данная картина необычна.

Осадки с размываемого подводного склона частично движутся к берегу (крупные фракции $\geq 0,1$ мм) под влиянием прямых волновых скоростей, а частично – в сторону открытого моря (мелкие фракции $\leq 0,1$ мм) под влиянием обратных волновых скоростей и компенсационных течений [2, 3]. Неоднородная осадочная масса начинает дифференцироваться на две основные группы – на более крупную и менее крупную, согласно общей закономерности. Ее экспериментально описывали Р.Д. Косьян и Н.В. Пыхов [3] в виде графической модели (рис. 3). На разном расстоянии от берега и на разных глубинах (рис. 3 А) они измеряли вертикальное распределение взвешенных наносов (рис. 3 Б). От поверхности до дна концентрация наносов G $г/м^3$ растет, с максимумом в 10 см от дна, притом, что наибольшее количество взвеси движется в сторону моря в придонном слое 0-2 м. Одновременно, абсолютные

значения концентрации по всей вертикали в общем уменьшаются.

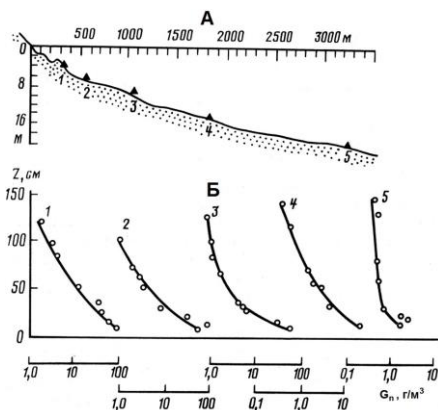


Рис. 3. Пример вертикального распределения концентрации взвешенных наносов G_n $г/м^3$ на песчаном подводном склоне Анапской пересыпи (Черное море) во время шторма с высотой волны $h = 1,8$ м и периодом $\tau = 6,8$ м/сек. Z , см – высота над поверхностью морского дна; 1-5 – точки измерений; А – поперечный профиль с точками измерений; Б – семейство эпюр с данными измерений на разной высоте над дном (по данным натурального эксперимента Р. Д. Косьяна и Н. В. Пыхова [3]).

Такой наносообмен «вытаскивает» с меньших глубин на большие определенное количество наносов. Чем сильнее шторм, тем больше наносов удаляется в открытое море. Так, если на глубине 3 м в 0,5 м от дна $G = 7-19$ $г/м^3$, то на глубине 10 м уже 5-6 $г/м^3$, на глубине 16 м величина G в общем равна 2-4 $г/м^3$, а на глубине 21 м – всего 0,8-0,9 $г/м^3$. Получается, довольно сильное уменьшение, что авторами [3] расценивается как удаление от берега и отложение взвешенных частиц на глубинах $\geq 10-15$ м. Вот почему, несмотря на сильный размыв глинистых пород в клифах и на подводном склоне, пляжи содержат в себе более отсортированный крупнозернистый материал из аллювиальной террасы Пра-Днестра. Именно потому, что частицы $\leq 0,1$ мм движутся волновыми и компенсационными течениями, а

частицы $\geq 0,1$ мм положительными волновыми импульсами от «нейтральной зоны Корналя» в сторону открытого моря, пляжи не могут быть заиленными, а будучи выносятся в открытое море. Поскольку осадочная толща террасы Пра-Днестра поставляет минимум пелитовых фракций ($\approx 1,5\%$), то можно с уверенностью установить, что днестровская терраса поставляет в основном пляжевые наносы, а глинистые породы – тонкий материал для дна открытого моря.

Выводы. Таким образом, анализ террасовых реликтовых отложений Днестра показал:

- террасовые терригенные отложения являются главным источником пляжевых наносов на участке зарождения Северо-западного потока наносов;
- в составе террасовых отложений содержится максимальное содержание фракции 1-3 мм (в среднем 33,5%) и повышенным является количество крупных фракций (в среднем 42%);
- наибольшая масса осадка представлена средне- и крупнозернистыми песками 0,25-1,0 мм (в среднем 53%);
- в составе прилегающего соседнего с террасой пляжа является повышенным (по сравнению с отложениями террасы древнего Днестра) содержание крупнозернистых фракций $\geq 1,0$ мм (в среднем 65,1%), пониженным – суммарное содержание крупно- и среднезернистого песка (в среднем 16,14%); одновременно повышено количество мелкозернистого песка (15%) и понижено количество мелкозернистого песка 0,1-0,25 мм (3,76%);
- впервые установлено, что литологический метод исследования может быть эффективным, дающим позитивный результат при оценках влияния подводного склона на зарождение и прогрессивное развития пляжей и более крупных аккумулятивных форм рельефа;
- чем меньше размеры питающих линз и прослоев осадочных пород как источников наносов в береговой зоне моря, тем меньше их влияние на состав наносов смежных пляжей.

ЛИТЕРАТУРА

- Аксентьев Г. Н. Труды Одесского государственного университета имени И. И. Мечникова / Г. Н. Аксентьев. – 1960. – Том 150. – Вып. 7. – С. 150 – 160.
- Зенкович В. П. Морфология и динамика советских берегов Черного моря: Том II / В. П. Зенкович. – Москва: Изд-во АН СССР, 1960. – 216 с.
- Косьян Р. Д. Гидрогенные перемещения осадков в береговой зоне моря / Р. Д. Косьян, Н. В. Пыхов Н. – Москва: Наука, 1991. – 280 с.
- Муркалов О. Б. Розвиток притулевих пляжів на абразійних берегах в північно-західній частині Чорного моря / О. Б. Муркалов // Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки. – 2003. – Т. 8. – Вип. 5. – С. 60 – 66.
- Шуйский Ю. Д. Экзогенные процессы развития аккумулятивных берегов в северо-западной части Черного моря / Ю. Д. Шуйский, Г. В. Выхованец. – Москва: Недра, 1989. – 198 с.
- Шуйский Ю. Д., Выхованец Г. В., Муркалов А. Б., Гыжко А. В. Практикум по береговедению: 2-е изд. переработан и дополнен / Ю. Д. Шуйский, Г. В. Выхованец, А. Б. Муркалов, Л. В. Гыжко. – Одесса: Бахва, 2015. – 104 с.

REFERENCES

- Aksentiev G. N. Works of the Odessa state University named after I. I. Mechnikov, 1960. T. 150, Vol. 7. P. 150-160.
- Zenkovich V. P. Morphology and dynamics of Soviet Black sea coast: Volume II. Moscow: publishing house of the USSR Academy of Sciences, 1960. 216 p.
- Kosyan R. D., Pykhov N. V. Hydrogenic sediment movements in the coastal zone of the sea. Moscow: Nauka, 1991. 280 p.
- Murkalov O. B. The development of beaches on abrasion coasts in the North-Western Black Sea // Bulletin of the Odessa national University. Geographical and geological science, 2003. T. 8., Vol. 5. P. 60-66.
- Shuisky, Y. D., Vykhovanets, G. V. Exogenous development processes of accumulative coast in the northwestern part of the Black sea. Moscow: Nedra, 1989. 198 p.
- Shuisky, Y. D., Vykhovanets, G. V., Murkalov, A. B., Gyjko, L. V. Workshop on coasts: 2nd edition revised and expanded, Odessa: Bakhva, 2015. 104 p.

Composition of ancient alluvial depositions within the Black Sea submarine slope nearest of Dnestr mouth

Y. D. Shuisky, G. V. Vykhovanets, A. B. Murkalov, D. O. Pankratenkova

Abstract. The article presents the results of a study of the composition of the ancient alluvial sediments on the underwater slope of the Black sea on the coast of the Dniester. Based on the analysis of the geological structure of the study area and selected samples on the underwater slope of the beach and examined the composition of sedimentary rocks and sediments. The samples were processed in the laboratory to obtain the granulometric and material composition, method of sieve analysis.

Keywords: Black Sea, coastal zone, submarine slope, beach, storm, sediments, content.

INFORMATION TECHNOLOGY

Предотвращение взаимоблокировок в ОС для программируемых систем на кристалле

К. С. Гайдук*, О. Г. Шевченко

Донецкий национальный технический университет, Покровск, Украина

*Corresponding author. E-mail: ks.gayduk@gmail.com

Paper received 28.06.18; Accepted for publication 04.07.18.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-172VI20-06>

Аннотация. В работе представлен подход к предотвращению взаимоблокировок во встраиваемых операционных системах, основанный на объединении событийно-управляемой и сервис-ориентированной архитектур, асинхронного ввода-вывода, а также других приемов, использованных при разработке авторской операционной системы. С целью сокращения накладных расходов процессорного времени, обусловленных потребностью в динамическом распределении памяти, а также сокращения дисперсии времени выделения блоков памяти, операционная система использует ресурс программируемой логики.

Ключевые слова: предотвращение взаимоблокировок, автоматное программирование, встраиваемые операционные системы, программируемые системы на кристалле, Predicate OS.

Введение. Основная часть работ в направлении исследований проблемы взаимоблокировок (ВБ) была завершена еще до 1980 г., однако для ряда систем данная проблема остается актуальной. К числу таковых можно отнести: системы, характеризующиеся большим количеством элементов и связей (например, современная локальная вычислительная сеть автомобиля содержит порядка 80 микроконтроллеров, а общий объем исходного кода встраиваемого программного обеспечения может достигать 100 MLOC); системы с динамически изменяемым составом, топологией и алгоритмом работы; системы с децентрализованным управлением.

Большинство методов уклонения от взаимоблокировок и их предотвращения предполагает существенные накладные расходы процессорного времени и ОЗУ, либо являются непрактичными (алгоритм банкира, порядковая нумерация ресурсов, принудительное отнятие ресурсов и пр.). Применение парадигмы автоматного программирования позволяет достичь предотвращения взаимоблокировок, однако может потребовать динамического распределения памяти, что ограничивает применение указанной парадигмы при разработке встраиваемых операционных систем.

Частичная либо полная аппаратная реализация распределителя памяти в значительной мере нивелирует вышеуказанное ограничение.

Краткий обзор публикаций по теме. Предотвращение взаимоблокировок посредством атак на условия Коффмана, а также ряд алгоритмов уклонения от ВБ, описаны в [1]. В [2, 3] упоминается о языках формального описания программного обеспечения (Funclet+, xGiotto, АФС), а также методе Model Checking, позволяющих достичь предотвращения ВБ путем верификации. Важным инструментом в борьбе с взаимоблокировками являются сети Петри [4, 5], позволяющие выполнять проверку системы на предмет свободы от тупиков формализованными математическими методами, а также добиваться уклонения от ВБ либо их предотвращения за счет организации супервизорного контроля.

В [6] представлен распределенный алгоритм уклонения от ВБ в системах автоматизированных транспортных тележек, в соответствии с которым роботы многократно останавливаются на пути своего движения и

обмениваются сообщениями с соседями, координируя тем самым совместную деятельность. В работе [7] описан коэволюционный генетический алгоритм разрешения взаимоблокировок в сенсорных сетях автомобилей, позволяющий выбрать процесс либо группу процессов, удаление которых избавляет от кругового ожидания, и влечет минимальные отклонения в работе системы от штатного режима.

Теоретическая эффективность автоматного программирования в решении проблемы взаимоблокировок обсуждается в работах [3, 8]. Алгоритм динамического распределения памяти, пригодный для применения в операционных системах реального времени, описан в [9].

В работе [10] дано определение операционных систем для программируемых (реконфигурируемых) систем на кристалле, отличительной чертой которых является возможность задействования ресурса программируемой логики в качестве сопроцессоров либо аппаратных задач.

Цель. Целью настоящей статьи является рассмотрение возможности практического применения событийно-управляемой и сервис-ориентированной архитектур как инструмента борьбы с взаимоблокировками при разработке встраиваемых операционных систем.

Материалы и методы. Предотвращения ресурсных взаимоблокировок можно достичь посредством атаки на условие взаимного исключения, в случае которой с каждым ресурсом в системе сопоставляется программный модуль (сервис), буферизирующий запросы к данному ресурсу, и обрабатывающий их [1]. Организация программного обеспечения (ПО) в виде множества сервисов, обменивающихся запросами и ответами, соответствует сервис-ориентированной архитектуре (Service-Oriented Architecture, SOA), хотя буферизация сообщений не является ее неотъемлемым атрибутом.

Распространенным является совместное применение SOA и событийно-управляемой архитектуры (Event-Driven Architecture, EDA), согласно которой ПО организуется в виде диспетчера и множества обработчиков, вызываемых диспетчером при наступлении соответствующих событий. Если логика работы системы достаточно сложна, и реакция на события зависит от предыстории, то программное обеспечение может быть организовано в виде системы конечных автоматов, взаимодей-

ствующих посредством обмена сообщениями, и вызывающих на переходах необходимые обработчики.

Использование SOA и EDA предполагает также применение асинхронного ввода-вывода (Asynchronous I/O, AIO), в случае которого единица ПО, инициировавшая операцию ввода-вывода (ВВ), не блокируется в ожидании ее завершения, но продолжает выполнение работы. О завершении операции ВВ, инициировавшая ее единица ПО впоследствии уведомляется посредством сообщения, что интерпретируется как событие [3, 8]. Применение исключительно асинхронного ввода-вывода, позволяет выполнить атаку на условие удержания и ожидания.

Стоит отметить, что указанные выше архитектурные решения всё же не исключают возможности ресурсных взаимоблокировок, в силу конечности размера очередей сообщений. Для решения данной проблемы, могут быть использованы различные приемы, такие как:

- 1) динамическое изменение размера очередей;
- 2) сопоставление с сообщениями крайних сроков их обработки, и последующим периодическим прореживанием очередей от неактуальных сообщений.

Система конечных автоматов, взаимодействующих по акторной модели путем обмена сообщениями, не застрахована от коммуникационных взаимоблокировок, что проиллюстрировано рисунком 1, на котором изображено три автомата А1-А3, а текущие состояния отмечены цветом. Автомат А1 может изменить текущее состояние лишь при условии получения сообщения e1, однако соответствующее событие может быть сгенерировано лишь автоматом А3 на переходе из состояния 1 в состояние 2 и т.д. Очевидно, что представленная система находится в тупиковом состоянии.

В целях предотвращения взаимоблокировок указанного типа, с текущими состояниями автоматов системы могут быть сопоставлены соответствующие таймауты. По истечении таймаута, супервизор может переводить автомат в начальное либо некоторое иное состояние, тем самым делая невозможным круговые ожидания неограниченной продолжительности.

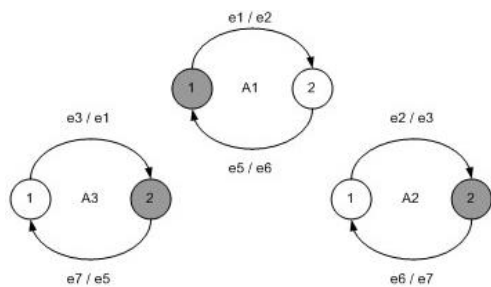


Рис. 1. Состояние коммуникационной ВВ

Взаимодействие автоматов посредством обмена сообщениями, может требовать динамического распределения памяти (ДРП), которое редко используется во встраиваемых системах по причине низкого быстродействия и недетерминированности времени работы большинства алгоритмов ДРП. Однако, в работе [9] представлен алгоритм TLSF (Two-Level Segregated Fit), характеризующийся достаточно высоким быстродействием и константным временем выделения блока памяти.

Алгоритм TLSF использует два уровня битовых карт и неотсортированные списки свободных блоков. Узким местом алгоритма являются операции поиска старшего и младшего значащих бит в слове, однако в ряде машинных архитектур имеются команды, реализующие аппа-

ратный поиск указанных бит за константное время (например, команды BSR и BSF в архитектуре x86). Ряд широко используемых во встраиваемых системах аппаратных архитектур (ARM, AVR, PIC и др.) не имеет в своем составе аналогичных команд, однако это можно компенсировать путем использования программируемой логики в качестве сопроцессора.

Результаты и их обсуждение. Была разработана встраиваемая операционная система (ОС) Predicate OS, характеризующаяся микроядерной архитектурой (рис. 2). Микроядро обеспечивает динамическое распределение памяти, управление задачами (создание, удаление, планирование и т.д.), межзадачное взаимодействие посредством обмена сообщениями, а также счет локального системного времени. Прочие функции операционной системы, такие как поддержка асинхронного ввода-вывода, прореживание очередей от неактуальных сообщений и контроль таймаутов пребывания задач в текущих состояниях, реализованы в виде множества системных сервисов.

На момент написания данной работы, целевой аппаратной платформой для Predicate OS является программируемая система на кристалле (ПСК) PSoC 5LP фирмы Cypress, однако за счет наличия в составе ОС уровня аппаратных абстракций (УАА), код микроядра и системных сервисов является аппаратно-независимым.

Взаимодействие между отдельными компонентами микроядра, системными сервисами и задачами реализовано за счет интерфейса системных вызовов и обмена сообщениями. Исключения составляют сервисы сборки мусора (неактуальных сообщений) и контроля таймаутов, имеющие прямой доступ к переменной-счетчику хранения локального времени в системе, которая принадлежит подсистеме времени.

Базовой структурой данных разработанной ОС являются динамические двусвязные списки, на основе которых реализованы очереди с приоритетом. Почтовый ящик задачи – это очередь с приоритетом, в которой сообщения отсортированы по убыванию приоритета и возрастанию крайнего срока обработки. Задача считается готовой к выполнению, если ее входная очередь сообщений не пуста.

Каждая задача (включая системные сервисы), в зависимости от логики ее работы, описывается моделью конечного автомата Мили, Мура, либо смешанного автомата. Входным алфавитом H автомата является декартово произведение вида $H = X \times E$, где X – множество условий, проверяемых автоматом, E – множество событий, обрабатываемых автоматом. Выходной алфавит автомата представлен множеством обработчиков, которые он может вызывать на своих переходах. Код текущего состояния автомата хранится в блоке управления задачей.

С точки зрения программной реализации, задача – это совокупность Си-функции, реализующей функции переходов и выходов автомата, а также множества функций-обработчиков, вызываемых автоматом на переходе. Получив управление, задача-автомат извлекает из своего почтового ящика сообщение, выполняет его обработку, и переходит в новое состояние, после чего возвращает управление планировщику. Переход является атомарным, и не может прерываться другими задачами. Планирование выполнения задач осуществляется на основании приоритетов.

Использование функций задержки в системе не предусмотрено, однако задачи могут создавать отложенные задания: об истечении требуемого интервала времени задача будет уведомлена специальным сообщением. По причине событийной ориентированности системы, циклы ожидания при разработке ПО также не применяются.

Сервисы сборки мусора и контроля таймаутов являются аналогами периодических задач: по итогам выполнения одного такта работы, сервис создает отложенное задание, в соответствии с которым планировщик в положенное время помещает в почтовый ящик задачи-сервиса сообщение активации, переводя тем самым задачу в состояние готовности.



Рис. 2. Архитектура операционной системы Predicate OS

За один такт работы, сервис сборки мусора осуществляет фильтрацию одной из существующих в системе очередей, удаляя из нее неактуальные сообщения (при наличии таковых). Обработка очередей осуществляется в соответствии с алгоритмом round-robin.

Периодическое прореживание очередей от неактуальных сообщений является актуальным не только в контексте предотвращения взаимоблокировок, но и в контексте обеспечения безопасности устройств интернета вещей, препятствуя отказу в обслуживании в случае DoS-атаки.

Сервис контроля таймаутов за один такт своей работы выполняет проверку всех существующих в системе задач на предмет превышения ими допустимого времени пребывания в текущем состоянии. В случае превышения таймаута, задача принудительно переводится в состояние с кодом ноль, что должно учитываться программистом при разработке прикладного ПО.

В текущей версии операционной системы (0.1), асинхронный ввод-вывод (АВВ) поддерживается только в отношении операций с памятью SRAM. В целях сокращения времени чтения и записи, сервис АВВ использует прямой доступ к памяти.

Табл. 1. Сравнение временных характеристик распределителей памяти

№ п/п	Время выделения блока, тактов ЦП			СКО	V, %	Аппаратная поддержка	Алгоритм	Источник
	ср	мин	макс					
1	1293	183	3451	514	39,8	-	Best-Fit	FreeRTOS, heap2.c
2	323	241	398	24	7,4	-	First-Fit	FreeRTOS, heap4.c
3	273	111	875	128	46,9	-	?	malloc()
4	381	236	529	64	16,8	+	TLSF	Predicate OS
5	625	363	1007	129	20,6	-	TLSF	Predicate OS

Аппаратная поддержка распределителя памяти TLSF реализована за счет имеющейся в составе ПЧНК программируемой логики типа CPLD, на базе которой выполнены сопроцессоры определения номеров старшего и младшего значащих бит в слове (на рис. 2 показаны как единое устройство LSB_MSB).

Результаты сравнения быстродействия и дисперсии времени выделения блока для полученной реализации TLSF, а также некоторых распределителей, входящих в состав популярной встраиваемой ОС FreeRTOS (v. 9.0), и стандартным библиотечным распределителем (СБР) malloc(), представлены в табл. 1. Из таблицы видно, что СБР имеет малое среднее время выделения блока, однако достаточно большое значение коэффициента вариации V—порядка 47%. Также видно, что аппаратная поддержка алгоритма TLSF позволяет сократить среднее время выделения блока на 39% и коэффициент вариации на 4%.

Коэффициент вариации времени выделения блока для алгоритма First-Fit почти вдвое меньше, чем для TLSF с аппаратной поддержкой, однако стоит обратить внимание на соответствующие гистограммы распределений (рис. 3, а-б).

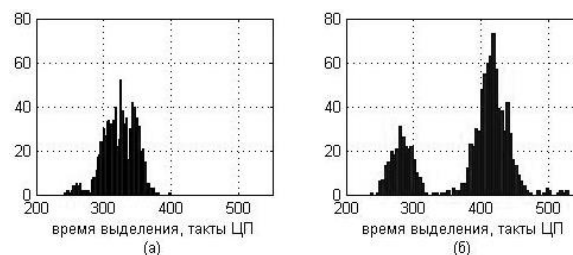


Рис. 3. Гистограммы распределения времени выделения блока для алгоритмов First-Fit (а) и TLSF с аппаратной поддержкой (б)

Из рис. 3 видно, что алгоритм TLSF характеризуется выраженным двумодальным распределением. Если учесть, что при проектировании систем реального времени интерес обычно представляет верхняя граница времени выполнения функции, и устранить из выборки значения ниже 320 (что примерно соответствует центру между двумя модами), то коэффициент вариации составит примерно 5,7%.

Верхние границы системных требований Predicate OS v. 0.1 составляют: 45 Кб FLASH-памяти, 34 Кб SRAM (32 Кб из которых отводится под системную кучу), 42 макроячейки (21,9% от общего количества) и 60 Р-термов (15,6% от общего количества).

Выводы. Совместное использование архитектур SOA и EDA, а также асинхронного ввода-вывода, позволяет выполнить атаки на условия взаимного исключения, а также удержания и ожидания, однако это не гарантирует свободы системы от ресурсных ВБ по причине ограниченности размера очередей. Организация программного

обеспечения в виде системы конечных автоматов, взаимодействующих посредством обмена сообщениями, а также использование таких приемов как периодическое прореживание очередей от неактуальных сообщений, контроль таймаутов пребывания автоматов в текущих состояниях, и организация очередей на базе динамических списков, позволяют достичь предотвращения ресурсных и коммуникационных ВБ в системе. Потребность в динамическом распределении памяти может ограничивать использование предложенного подхода при разработке встраиваемых ОС, однако использование алгоритма TLSF с аппаратной поддержкой в значительной мере нивелирует данное ограничение.

Дальнейшие исследования целесообразно вести в направлении полной аппаратной реализации распределителя памяти, исследования реактивных свойств Predicate OS, а также возможности организации работы в режиме реального времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Таненбаум Э. Современные операционные системы / Э. Таненбаум. – СПб: Питер, 2010. – 1120 с.
2. N. Akiyama, A. Ikeda, and T. Miyazaki, "Deadlock-free Behavior Definition for Wireless Sensor Nodes Using Formal Verification", *Commun. ACM*, Vol. 21, No. 8, P. 666–677, 2017.
3. Gaiduk K., Shevchenko O. The Deadlock Problem & Approaches to Its Solution. *Computer and informational systems and technologies: a collection of abstracts of the 2nd International Science and Technology Conference (Kharkiv, April 18-19, 2018)*, P. 59.
4. J.-P. Lopez-Grao, J.-M. Colom, and F. Tricas, "The deadlock problem in the control of Flexible Manufacturing Systems: An overview of the Petri net approach", *Proc. 2014 IEEE Emerg. Technol. Fact. Autom.*, P. 1–12, 2014.
5. Deadlock Prevention Based on Structure Reuse of Petri Net Supervisors for Flexible Manufacturing Systems / Z.Li, G. Liu, H. Hanisch, M. Zhou. // *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans*. – 2012. – №42. – P. 178 – 191.
6. Collision and Deadlock Avoidance in Multirobot Systems A Distributed Approach / Y.Zhou, H. Hu, Y. Liu, Z. Ding. // *IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics: systems*. – 2017.
7. J. Xu, Z. Zheng, and M. R. Lyu, "CGA-based deadlock solving strategies towards vehicle sensing systems", *Eurasip J. Wirel. Commun. Netw.*, P. 1–11, 2014.
8. Гайдук К. С., Шевченко О. Г. Аналітичний огляд парадигм подійно-орієнтованого та автоматного програмування. Інформаційна безпека та комп'ютерні технології: збірник тез доповідей III міжнародної наук.-практ. конф. (м. Кропивницький, 19-20 квітня 2018 р.), С. 192-195.
9. TLSF: новая система распределения динамической памяти для систем реального времени / М.Масmano, I. Ripoll, A. Crespo, J. Real.
10. Мельник В. А. Операційні системи реконфігурованих комп'ютерів: будова і організація функціонування / В. А. Мельник, А. Ю. Кит. // *Вісник Нац. ун-ту "Львівська Політехніка"*. – 2014. – №806. – С. 162–167.

REFERENCES

1. Tanenbaum A. *Modern Operating Systems* / A. Tanenbaum. – SPb: Piter, 2010. – 1120 p.
2. N. Akiyama, A. Ikeda, and T. Miyazaki, "Deadlock-free Behavior Definition for Wireless Sensor Nodes Using Formal Verification", *Commun. ACM*, Vol. 21, No. 8, P. 666–677, 2017.
3. Gaiduk K., Shevchenko O. The Deadlock Problem & Approaches to Its Solution. *Computer and informational systems and technologies: a collection of abstracts of the 2nd International Science and Technology Conference (Kharkiv, April 18-19, 2018)*, P. 59.
4. J.-P. Lopez-Grao, J.-M. Colom, and F. Tricas, "The deadlock problem in the control of Flexible Manufacturing Systems: An overview of the Petri net approach", *Proc. 2014 IEEE Emerg. Technol. Fact. Autom.*, P. 1–12, 2014.
5. Deadlock Prevention Based on Structure Reuse of Petri Net Supervisors for Flexible Manufacturing Systems / Z.Li, G. Liu, H. Hanisch, M. Zhou. // *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans*. – 2012. – №42. – P. 178 – 191.
6. Collision and Deadlock Avoidance in Multirobot Systems A Distributed Approach / Y.Zhou, H. Hu, Y. Liu, Z. Ding. // *IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics: systems*. – 2017.
7. J. Xu, Z. Zheng, and M. R. Lyu, "CGA-based deadlock solving strategies towards vehicle sensing systems", *Eurasip J. Wirel. Commun. Netw.*, P. 1–11, 2014.
8. Gaiduk K. S., Shevchenko O. G. An analytical overview of event-oriented and automata-based programming paradigms. *Information Security and Computer Technologies: a collection of abstracts of the 3rd International Science and Practical Conference (Kropivnitsky, April 19-20, 2018)*, P. 192-195.
9. TLSF: a New Dynamic Memory Allocator for Real-Time Systems / M.Masmano, I. Ripoll, A. Crespo, J. Real.
10. Melnik V. A. Operational systems of reconfigurable computers: the structure and organization of functioning / V. A. Melnik, A. Yu. Kit. // *Bulletin of Lviv Polytechnic National University*. – 2014. – №806. – P. 162–167.

Deadlock Prevention in OS for Programmable Systems on a Chip K. S. Gaiduk, O. G. Shevchenko

Abstract. The paper presents an approach to preventing deadlocks in embedded operating systems based on combining event-driven and service-oriented architectures, asynchronous I/O and other techniques which used to develop the author's operating system. In order to reduce the overhead of CPU time due to the need for dynamic memory allocation, as well as to reduce the dispersion of allocation time for memory blocks, the operating system is using a programmable logic resource.

Keywords: *deadlock prevention, automata-based programming, embedded operating systems, programmable system on a chip, Predicate OS.*

Сучасні тенденції інформатизації освітнього процесу

О. В. Криворучко, М. А. Костюк

Київський національний торговельно-економічний університет
Corresponding author. E-mail: hell.gunshe@gmail.com

Paper received 25.06.18; Accepted for publication 29.26.18.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-172VI20-07>

Анотація. У статті проаналізовано проблему інформатизації освіти в Україні. Визначено роль освітньої системи в сучасному інформаційному просторі, основні принципи інформатизації освіти, у тому числі нові засоби набуття знань; інноваційність технічних ресурсів отримання інформації; формування нового змісту освіти та нові форми освіти, зокрема дистанційна освіта, електронне та мобільне навчання.

Ключові слова: освіта, інформатизація, інформаційні технології, дистанційна освіта, мобільне навчання.

Вступ. Глобальна інформатизація суспільства є однією з домінуючих тенденцій розвитку цивілізації в XXI столітті. Розвиток нових технологій, модернізація виробництва, автоматизація існуючих процесів та інформатизація корпоративних даних з кожним днем вимагають все більше і більше кадрів зі знанням передових технологій. Метою інформатизації суспільства є створення гібридного інтегрального інтелекту всієї цивілізації, здатного передбачати і управляти розвитком людства, важливу роль в даному процесі має виконувати освіта. Її стратегічно важливим завданням є підготовка високопрофесійних кадрів, здатних розвивати нові інформаційні технології та ефективно використовувати їх у професійній діяльності.

Постійний розвиток та вдосконалення інформаційних технологій сприяє використанню інформаційних ресурсів, що є продуктом інтелектуальної діяльності найбільш кваліфікованої частини працездатного населення суспільства, визначає необхідність підготовки більш кваліфікованих кадрів. З розвитком нових інформаційних технологій виникає необхідність постійного вивчення та реалізації їх можливостей, а також визначення методичних підходів до організації педагогічної взаємодії в умовах високотехнологічного навчального середовища.

Короткий аналіз публікацій. Інформатизація освіти в епоху стрімкого розвитку комп'ютерних можливостей, враховуючи її актуальність для суспільства, були предметом розгляду багатьох науковців. Серед них особливо слід відзначити праці Я.В. Булахової, О.М. Бондаренко, В.Ф. Заболотного, Г.О. Козлакової, О.А. Міщенко, О.П. Пінчук, А. П. Єршова, М. І. Жалдака та інш. Але в Україні на сьогоднішній день існує безліч проблем, пов'язаних з її впровадженням в систему освіти.

Одним із важливих напрямків розвитку інформатизації освіти є нові комп'ютерні технології. Інтерактивність, інтенсифікація процесу навчання, зворотний зв'язок – помітні переваги цих технологій зумовили необхідність їх застосування у сфері освіти та професійної підготовки. Нині помітно зростає кількість досліджень, предметом яких стало використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі. Освітній простір сучасності зазнає суттєвих змін. Реформа освітньої сфери повинна відбуватися в унісон з міжнародними освітніми стандартами та новітніми концептами.

Таким чином стає актуальною розробка сучасних концептуальних підходів до використання засобів нових інформаційних технологій для реалізації ідей інтерактивного навчання розвитку особистості, у тому числі студента закладу вищої освіти.

Метою статті є дослідження сутності інформатизації сучасної системи освіти, особливостей інформаційних технологій, стратегії, тенденцій і наслідків їх застосування в освітньому процесі.

Матеріали та методи. Матеріалами вивчення проблематики інформатизації сучасної системи освіти України виступають статті журналів, періодичних видань, матеріалів тематичних науково-практичних конференцій. Дослідження було проведене із застосуванням загальнологічних методів і прийомів пізнання (аналізу, узагальнення, системного підходу).

Результати та їх обговорення. На сьогоднішній день Україна робить рішучі кроки до влиття в Світовий інформаційний простір, вбачаючи одним з головних пріоритетів – інформатизацію освіти, як запоруку майбутнього інтелектуального потенціалу нації. XXI ст. відрізняється зміною парадигми суспільних відносин, які в умовах глобального розвитку комунікативно-мережових технологій ставлять інформацію в основу науково-технічного прогресу як головний фактор сучасної динаміки розвитку суспільства.

Обравши вектор євроінтеграції, Україна визнає необхідність підвищення рівня системи освіти до світових стандартів. Підвищення ефективності видів діяльності в освітянському просторі безпосередньо залежить від створення й використання сучасних інформаційних інновацій. Основою сучасної якісної освіти стає її інформатизація як сукупність взаємозв'язаних організаційних, правових, політичних, соціально-економічних, науково-технічних, виробничих процесів, що мають на меті створити умови для задоволення інформаційних потреб громадян і суспільства завдяки розробці, розвитку й використанню інформаційних систем, мереж, ресурсів та технологій, які базуються на застосуванні сучасної обчислювальної та комунікаційної техніки [1].

Отже, інформатизацію освіти можна представити як процес підготовки людини до повноцінного життя в умовах сучасного інформаційного світового співтовариства, продуктивного використання інформації та знань.

Основні принципи інформатизації сучасного освітнього простору в їх взаємозв'язку з пріоритетними

ознаками представлено на рисунку 1.

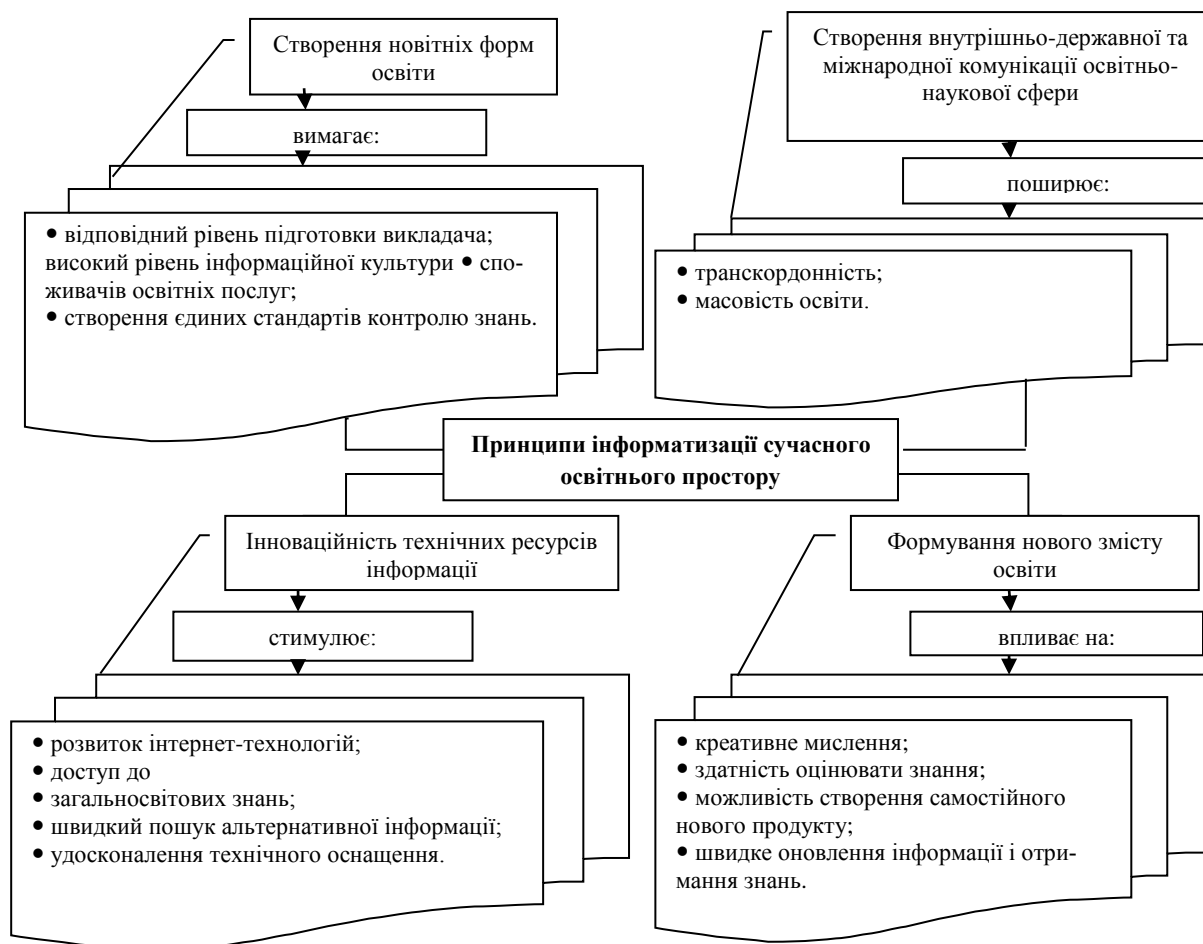


Рис.1. Принципи інформатизації сучасного освітнього простору

Для успішної соціалізації в умовах глобальної інформатизації кожному потрібно постійно підвищувати свій інформаційний рівень. Таким чином, одна із головних тенденцій інформатизації освіти полягає у поширенні неперервної освіти. Причому вона не повинна носити формальний характер, а бути практично спрямованою, враховувати усі сучасні вимоги до певної спеціальності, орієнтуватися на останні досягнення науки та техніки (в першу чергу – сучасних інформаційних технологій). Саме такий підхід сприятиме усуненню суперечності між стрімкими темпами збільшення інформації і обмеженими можливостями її засвоєння людиною в обмежений період навчання.

Однією із сучасних освітніх технологій, що здатна задовольнити зростаючий попит людей на якісні знання, забезпечити можливість «навчатись упродовж усього життя» є дистанційна освіта, яка знайшла широке застосування в світі.

Дистанційне навчання у закладах вищої освіти не є різновидом або вдосконаленим варіантом заочного, оскільки це нова, самостійна, прогресивна форма навчання, яка володіє більшими потенційними можливостями. Сфера можливого застосування дистанційного навчання у ЗВО досить широка: від цілісної підготовки фахівців до окремих курсів та фрагментів дидактичного забезпечення під час різних видів занять. Основними принципами дистанційного навчання є інтерактивна взаємодія у процесі роботи, надання студентам

можливості самостійного освоєння досліджуваного матеріалу, а також консультаційний супровід у процесі дослідницької діяльності [3].

Тенденції розвитку дистанційного навчання в Україні показали, що певні кроки з розвитку та впровадження дистанційних технологій у навчальний процес зроблені у багатьох навчальних закладах, організаціях і установах України, де накопичено науково-методичний, кадровий та виробничий потенціал, інформаційні ресурси і технології, існує телекомунікаційна інфраструктура.

Проте переважна більшість навчальних закладів, організацій та установ, які використовують або намагаються використовувати технології дистанційного навчання, потребують об'єднання своїх зусиль і зусиль державних інституцій щодо прискорення цього процесу, координації дій, нормативно-правової захищеності; надання дистанційній освіті статусу рівноцінної з очною, заочною, екстернатною формами навчання; зменшення інтелектуальних, матеріальних та фінансових витрат на впровадження і розвиток дистанційної освіти.

Стрімкий розвиток інформаційних технологій обумовлює значну кількість використання електронних ресурсів і різних засобів інформаційно-комунікаційних технологій з метою мотивації студентів закладів вищої освіти до безперервного отримання знань. З визнанням терміну «електронне навчання» (e-

learning) змінюється підхід до інформаційних технологій в освіті. Нині в усьому світі навчання в усіх його формах (заочній, вечірній, денній) здійснюється не тільки в аудиторії, а й в електронному освітньому середовищі, забезпечуючи як повноцінне залучення студентів до процесу навчання, так і надійний контроль над рівнем засвоєння знань.

Як правило, використовують сучасні інформаційні web-орієнтовані технології для підтримання навчального процесу (платформи підтримки навчання, системи управління контентом (Content Management Systems - CMS), web-портали тощо).

Іншими словами, електронне навчання – це вирішення задач освіти і тренінгів за допомогою сучасних технологій. Прикладами електронного навчання є відеоконференції, розшарені (ситуація, в якій дві людини або група людей отримують доступ до спілкування) чати, матеріали курсів у цифровому вигляді. Все це робить можливим створення переваг віртуальних аудиторій у порівнянні з лекційними аудиторіями. При цьому електронне навчання може відбуватися як в аудиторії, так і за її межами. Це може бути асинхронне, синхронне чи самостійне навчання або навчання під керівництвом інструктора [4].

Але сьогодні найбільш актуальним стає поява нового визначення – «мобільне навчання», що тісно пов'язане з електронним та дистанційним навчанням, характеризується використанням мобільних пристроїв. Навчання проходить незалежно від місця знаходження і відбувається при використанні портативних технологій. Іншими словами, мобільне навчання зменшує обмеження із здобуття освіти по місцезнаходженню за допомогою портативних пристроїв.

Мобільне навчання має на увазі використання мобільної технології як окремо, так і спільно з іншими інформаційними та комунікаційними технологіями, для організації навчального процесу незалежно від місця і часу. Навчання може приймати різні форми: за допомогою мобільних пристроїв студенти можуть отримувати доступ до освітніх ресурсів, зв'язуватися з іншими користувачами, створювати контент в навчальній аудиторії і за її межами. Мобільне навчання включає в себе заходи, необхідні для досягнення цілей навчання, наприклад ефективне управління системами закладів вищої освіти, вдосконалення взаємодії між освітніми установами та здобувачами освіти.

Суть інформатизації освіти складають структуризація професійних знань в заданих предметних областях і забезпечення вільного доступу до баз даних. Процес навчання має бути спрямованим не тільки на вміння працювати з певними програмними засобами, а й на технології роботи з різною інформацією: аудіо-та відео-, графічною, текстовою, табличною.

Обчислювальні характеристики сучасної техніки постійно змінюються і поліпшуються. Жоден вищий навчальний заклад не здатний часто оновлювати свою технічну базу і забезпечувати навчальний процес останніми новинками комп'ютерної техніки. Точно так само і з програмним забезпеченням, яке передбачає досить великі матеріальні витрати на підтримку відповідного інформаційного забезпечення студентів і навчального процесу в цілому. Для вирішення проблем актуальним стає впровадження хмарних техно-

логій. Використання хмарних технологій дає можливість зняти всі питання, пов'язані з продуктивністю комп'ютера і кількістю вільного місця на диску, окрім цього знімаються проблеми, пов'язані з легалізацією програмного забезпечення.

Важливо, щоб навчальні програмні продукти не перетворювались на аналоги існуючих підручників. Особливо доцільним є використання інформаційних технологій для вивчення процесів і явищ, які не піддаються візуальному дослідженню [2].

Інтенсивні методи навчання, що впроваджені сьогодні, вимагають пошуку нових по височини якості та ефективності методів педагогічного контролю та оцінки знань студентів.

Основною метою такої системи є створення умов, що об'єднують компоненти веб чи мобільного освітнього простору. Система повинна тісно взаємодіяти з іншими системами, які використовуються в процесі освіти, мати модульну систему реалізації та вирішувати наступні функції:

- реєстрація користувачів в системі;
- підтримка єдиного доступу;
- управління курсами;
- автоматизований процес взаємодії студента та навчального середовища;
- моніторинг контролю успішності та збереження результатів;
- автоматизований внутрішній процес навчання системи на основі попередніх результатів студентів для покращення рівня навчання.

Потенціал інформаційних технологій незамінний як підтримка розвитку особистості студента: його здібностей до альтернативного мислення, формування умінь розробляти стратегію пошуку вирішення як навчальних, так і практичних завдань, прогнозувати результати реалізації ухвалених рішень на основі моделювання об'єктів, що вивчаються, явищ, процесів, взаємозв'язків між ними.

Використання системи контролю та оцінювання знань студентів дає можливість моделювати відношення між контролем знань студентів і наповненням системи матеріалами для навчання та контролю викладачами, дозволяє об'єднувати в собі дистанційне навчання, контроль, зворотний зв'язок між студентом і викладачем.

При цьому виникає новий напрямок діяльності викладача – розробка інформаційних технологій навчання та програмно-методичних комплексів; зміна змісту діяльності викладача: з «репродуктора» знань до розробника нової технології (що з одного боку, підвищує його творчу активність, а з іншого – потребує високого рівня технологічної та методичної підготовки). Пріоритетним напрямом стає перехід від навчання технічним і технологічним аспектам роботи з комп'ютерними засобами до навчання коректному змістовному формуванню, відбору і доречному використанню освітніх електронних видань і ресурсів, до системної інформатизації освіти. Сучасний викладач повинен не лише мати знання в галузі інформаційних і комунікаційних технологій, але і бути фахівцем із застосування нових технологій у своїй професійній діяльності [5].

Висновки. Актуальними напрямками нашої подальшої розробки окресленої проблеми є пошуки шляхів підвищення ефективності застосування інформаційних технологій в освіті на основі застосування системного підходу надання, контролю та оцінювання знань студентів закладів вищої освіти.

У цілому, поширення нових інформаційних технологій стало домінуючим чинником, що визначає прискорення процесів трансформації суспільства. Їх ви-

користання є найважливішою основою суспільного розвитку на межі змін в інформаційних технологіях, змін у мотивації людської діяльності і формуванні інформаційного суспільства ХХІ століття. Забезпечення України якісним рівнем інформаційної освіти та висококваліфікованими працівниками, що матимуть необхідні навички, сприятимуть максимальній її інтеграції в європейські і світові освітні та наукові простори.

ЛІТЕРАТУРА

1. Хомишин І.Ю. Принцип інформатизації освіти в умовах глобалізації суспільства / І.Ю.Хомишин // Вісник Національного університету «Львівська політехніка», Серія: юридичні науки. – 2016. – №850. – С. 123-128.
2. Бебик В.М. Глобальне інформаційне суспільство: поняття, структура, комунікації / В. М. Бебик // Інформація і право. – 2011. – № 1. – С. 43–48.
3. Шаран Р. В. Провідні тенденції розвитку дистанційної освіти в Україні / Р. В. Шаран // Збірник наукових праць Хмельницького інституту соціальних технологій Університету "Україна". – 2012. – № 5. – С. 220-224. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpkhist_2012_5_50.
4. Вовк О. Б. Системи електронного навчання – нові форми сучасної освіти / О. Б. Вовк // Математичні машини і системи. – 2015. – № 3. – С. 79-86. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MMS_2015_3_10.
5. Кривонос О.М. Використання інформаційно-комунікаційних технологій в навчанні: навчальний посібник. – Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2012. – 182 с.
6. Криворучко О. Інформаційний простір підприємств вертикальної інтеграції / О. Криворучко // Вісник Київського національного торговельно-економічного університету. - 2016. - № 4. - С. 97–103. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vknteu_2016_4_8
7. Засоби інформаційно-комунікаційних технологій єдиного інформаційного простору системи освіти України: монографія / [В. В. Лапінський, А. Ю., Пилипчук, М. П. Шишкіна та ін.]; за наук.ред. проф. В. Ю. Бикова – К.: Педагогічна думка, 2010.– 160 с.

REFERENCES

1. Khomyshyn I.Yu. Principle of Informatization of Education in the Conditions of Globalization of Society / I.Yu. Khomyshyn // Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic", Series: Law Sciences. - 2016 - №850. - P. 123-128.
2. Bebi V.M. Global Information Society: Concept, Structure, Communication / V.M. Bebi // Information and Law. - 2011. - No. 1. - P. 43-48.
3. Sharan RV Leading Trends in the Development of Distance Education in Ukraine / RV Sharan // Collection of scientific works of the Khmelnytsky Institute of Social Technologies of the University of Ukraine. - 2012. - No. 5. - P. 220-224. - Mode of access: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpkhist_2012_5_50.
4. Vovk OB Systems of electronic learning - new forms of modern education / O. B. Vovk // Mathematical Machines and Systems. - 2015. - No. 3. - P. 79-86. - Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MMS_2015_3_10.
5. Krivonos O.M. The use of information and communication technologies in education: a manual. - Zhytomyr: View at ZHDU n. I. Franko, 2012. – 182 pp .
6. Kryvoruchko O. Information Space of Enterprises of Vertical Integration / O. Kryvoruchko // Bulletin of the Kiev National University of Trade and Economics. - 2016. - No. 4. - P. 97-103. - Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vknteu_2016_4_8
7. Means of information and communication technologies of a single information space of the education system of Ukraine: monography / [V. V. Lapinsky, A. Yu., Pylypchuk, M. P. Shishkin, and others.]; for sci. ed. prof. V.Yu. Bykova - K. : Pedagogical Thought, 2010.- 160 pp.

Modern trends in the educational process informatization

O. V. Kryvoruchko, M. A. Kostyuk

Abstract. The article analyzes the problem of informatization of education in Ukraine. The role of the educational system in the modern information space, the basic principles of informatization of education, including new means of acquiring knowledge; Innovation of technical resources for obtaining information; the formation of a new content of education and new forms of education, including remote education, e-learning and mobile learning.

Keywords: education, informatization, information technologies, remote education, mobile education, e-learning.

Современные тенденции информатизации образовательного процесса

Е. В. Криворучко, М. А. Костюк

Аннотация. В статье проанализирована проблема информатизации образования в Украине. Определена роль образовательной системы в современном информационном пространстве, основные принципы информатизации образования, в том числе новые средства приобретения знаний; инновационность технических ресурсов получения информации; формирование нового содержания образования и новые формы образования, в частности дистанционное образование, электронное и мобильное обучение.

Ключевые слова: образование, информатизация, информационные технологии, дистанционное образование, мобильное обучение.

Надбудова над LMS для роботи із студентами-прогульниками

К. В. Зарембовський

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
Corresponding author. E-mail: zkv.inn@gmail.com

Paper received 26.06.18; Accepted for publication 30.06.18.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-172V120-08>

Анотація. В статті розглянуті переваги та недоліки сучасних систем мобільного навчання та висвітлюється проблема невідповідності таких програмних систем вимогам та особливостям навчального процесу в українських вишах. Особлива увага присвячена проблемі відсутності реалізації повноцінного зворотного зв'язку між викладачем та студентом в сучасних системах мобільного навчання. Як вирішення цієї проблеми запропонована надбудова стандартних навчальних систем – програмна система «Методист» власної розробки. Призначення системи – автоматизувати роботу із студентами, які «не встигають» за навчальною програмою. У статті подані вимоги до програмної системи «Методист». Також описаний функціонал програмної системи «Методист» та розглянуті основні ролі користувачів. Сформовані вимоги до компонентів інфраструктури, таких як поштова система та телефонія, необхідних для реалізації програмної системи «Методист». На основі цих вимог серед продуктів, запропонованих на ринку, обрані реалізації програмної системи мобільного навчання, поштового сервісу та сервісу цифрової телефонії. Макет системи «Методист» реалізовано на мові Python за допомогою технології FCGI та дослідно застосовано при проведенні занять з курсу дискретної математики.

Ключові слова: програмні системи мобільного навчання, надбудова для програмних систем мобільного навчання.

Вступ. За минулі десятиліття технології навчання неодноразово видозмінювались піддаштовуючись під розвиток комп'ютерної техніки та мережі інтернет, останній дав значний поштовх віддаленому навчанню. завдяки комп'ютерним системам управління навчанням (LMS) Сфера віддаленого та дистанційного навчання зазнала найбільших змін[1]. Аналізу переваг віддаленого та дистанційного навчання та сучасним LMS було присвячено багато досліджень. Наступним етапом розвитку LMS стали програмні системи мобільного навчання (тут і далі – програмні системи для мобільного навчання – ПСМН).

Сучасні ПСМН (такі як **Canvas, BlackBoard, Opigno LMS, Moodle**) мають такі важливі переваги [2]:

- Можливість швидко розгорнути навчальний курс.
- Швидка розробка та подача навчального контенту слухачу.
- Автоматизація поточного контролю.
- Доступ до навчальних матеріалів будь-де та будь-коли.
- Розробка, доступ та швидке редагування матеріалів за допомогою хмарних технологій.
- Можливість розробки інтерактивного контенту.
- З іншого боку, ПСМН мають і наступні недоліки:
- Психологічний бар'єр при роботі із ПСМН.
- Менша ефективність розвитку соціальних навичок.
- Менше можливостей для командної роботи.
- Слабший зворотний зв'язок між викладачем та слухачем.

В умовах сучасної української освіти, мабуть, найвідчутнішим недоліком є незакрита проблема зворотного зв'язку між викладачем і студентом. Варто сказати, що ця проблема є актуальною і для звичайного очного навчання особливо при великій кількості слухачів на одного викладача., ПСМН вже мають певні засоби для зворотного зв'язку – це системи автоматизації оцінювання, інтерактивні навчальні матеріали, системи перевірки кількості звертань до навчального матеріалу [3].

Однак ці системи розроблялись для свідомих студентів західного типу, для яких отримання знань (а не диплома) є головною метою. Для організації ж навчання українського студента надзвичайно важливим є контроль за тим, як працює студент, чи справляється із навчальним матеріалом, чи виконує домашні завдання. В сьогоденні ПСМН відсутні також ефективні і оперативні інструменти реагування на складнощі і проблеми при оволодінні матеріалом. Подібний функціонал є характерним для аналітичних CRM і не є типовим для ПСМН, оскільки останні можна назвати високоспеціалізованими CMS. Тим не менше, при переході до концепції віддаленого/дистанційного навчання за допомогою всесвітнього павутиння подібні інструменти необхідні.

Саме тому постало питання створення надбудов стандартних ПСМН для реалізації специфічних форм контролю проблемних студентів, які «не встигають» за навчальним процесом, свідомо чи не свідомо не виконують навчальні завдання.

Як інструмент для роботи із проблемними студентами запропонована програмна система «Методист» (ПС «Методист»). Система дозволяє автоматизувати роботу із проблемними студентами, спілкуватися з ними електронною поштою, по мобільному телефону через особистий електронний кабінет викладача. Макет цієї системи реалізований на мові Python за допомогою технології FCGI та використаний під час викладання курсу «Дискретна математика» на факультеті кібернетики Київського національного університету імені Тараса Шевченка. В даній статті розглядаються програмно-технічні вимоги до інфраструктури, необхідної для реалізації такої програмної системи.

Вимоги до ПС «Методист». Розглянемо вимоги до програмної системи, яка б вирішувала питання зворотного зв'язку. Реалізація такої системи має бути незалежною від ПСМН. Вимога незалежності диктується наступною проблемою – на ринку зараз присутня велика кількість ПСМН, як платних, так і безплатних. Крім того, примірники однієї і тієї ж ПСМН можуть встановлюватись на окремі сервери та працювати як окремі незалежні сервіси у межах однієї організації чи

навіть відділу однієї організації. Така система мусить реалізовувати функціонал для виявлення відстаючих студентів. Для організації зворотного зв'язку система повинна бути інтегрована із сервісами зв'язку, такими як телефонія та електронна пошта [4].

Щоби сформулювати вимоги до інфраструктури ПС «Методист», розглянемо її функціонал та роботу із нею з боку користувачів.

ПС «Методист» – це спеціалізована програмна система, яка аналізує дані про роботу студентів із навчальними матеріалами. Передбачається, що інформація про роботу студентів буде отримуватись без прямої участі останніх. На основі цих даних проводиться аналіз успішності студентів, який дозволяє виявити проблему у роботі з навчальними матеріалами іще до проведення поточного оцінювання. Крім того, ПС «Методист» має інтегровані інструменти для зв'язку із студентами, такі як пошта та телефонний зв'язок.

В ПС «Методист» є кілька ролей для користувачів, а саме – викладач та адміністратор.

Робота із ПС «Методист» здійснюється в кілька кроків:

Крок 1. Створення облікового запису викладача. Під час його створення ПС «Методист» вимагає ввести особистий робочий телефонний номер викладача та його електронну пошту.

Крок 2. Підключення до навчальних курсів. ПС «Методист» підключається за допомогою API до ПСМН. Потім сканує список курсів, які є в ПСМН і пропонує адміністратору системи почати роботу з одним із курсів. Адміністратор ставить у відповідність курсу викладача, який веде цей курс.

Крок 3. Курс ПСМН містить навчальний контент розбитий на теми, а також дати початку та завершення теми. Після початку роботи із курсом в ПС «Методист», програмна система отримує від ПСМН список студентів, список дат початку та завершення тем, та регулярно отримує дані про проходження студентами певної теми. Якщо студент вчасно не отримав (не прочитав) навчальні матеріали по заданій темі, то «Методист» надсилає йому лист електронною поштою. Якщо ж студент ніяк не відредагував на лист за певний час (не повернувся для роботи із курсом), ПС «Методист» висилає лист викладачу. Викладач може зайти в особистий кабінет, переглянути список проблемних студентів та отримати звіт по роботі із його курсом. Як засіб для роботи із студентами пропонується цифрова телефонія. Телефонний виклик здійснюється прямо з інтерфейсу ПС «Методист». Також повинна бути передбачена можливість написати лист прямо з інтерфейсу системи.

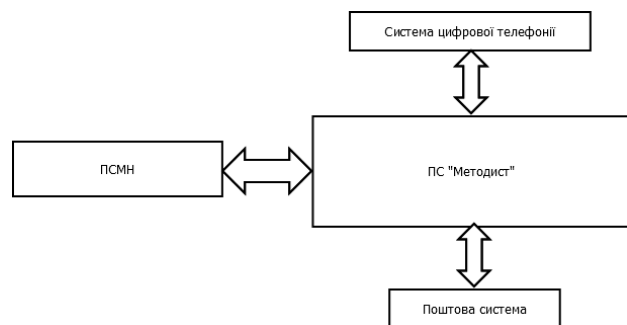


Рис1. Схема взаємодії ПС «Методист» із іншими сервісами.

Вибір сервісів для інфраструктури ПС «Методист»
Проведемо огляд систем, які необхідні для реалізації ПС «Методист».

ПСМН

Технічні вимоги до ПСМН:

1. ПСМН повинна бути безкоштовною.
2. ПСМН повинна мати API для взаємодії із сторонніми програмними продуктами.
3. Вимоги до ПСМН з точки зору користувача:
4. Можливість мобільного навчання для навчання будь-де і будь-коли. Бажана також наявність окремого мобільного додатку.
5. Зручний, логічно побудований інтерфейс: деревоподібна структура та невелика кількість елементів керування у кожному з блоків інтерфейсу.
6. Функціонал соціальних мереж для соціальної взаємодії.

Нижче наведено порівняння кількох безкоштовних ПСМН згідно вищезазначених критеріїв[5][6].

Назва ПСМН	Соціальні засоби	API	Зручний інтерфейс	Мобільний застосунок
Canvas In-structure	x	x	x	x _{1,2}
Moodle v3.4 ₃	x	x	x	x ₂
Opigno	x	-	x	-
Open edX	-	-	-	-

1 – мобільний додаток платний

2 – мобільний додаток не повністю повторює функціонал повної web-версії

3 – назва вказана разом із версією, тому що відповідність критеріям ПСМН Moodle залежить від версії.

Як бачимо, під задані критерії підходять ПСМН **Canvas Instructure** та **Moodle v3.4**.

Для впровадження ПС «Методист» була обрана ПСМН **Moodle v3.4**, оскільки компанія «**Canvas**» зараз активно впроваджує політику надання своєї ПСМН у якості хмарного сервісу типу *software as a service*, і не зрозуміло, чи буде компанія «**Canvas**» надалі підтримувати безкоштовну версію.

Поштовий сервіс. Основною вимогою до поштового сервісу є можливість відсилати необмежену кількість електронних листів. Більшість публічних поштових сервісів мають обмеження на кількість листів за добу та кількість листів за певну одиницю часу. Тому для роботи необхідний приватний поштовий сервер. Поштовий сервер може бути будь-яким, але повинен працювати і бути зареєстрованим так, щоби електронні листи, надіслані через поштовий сервіс не відфільтровувались спам-фільтрами. Тому поштовий сервіс має відповідати вимогам **CAN-SPAM Act** [7] – закону США, який описує вимоги до комерційних листів. Ці вимоги фактично є критерієм для визначення того, чи є електронний лист спамом. Вимоги, які стосуються саме серверу електронної пошти наступні: Поштовий сервер повинен мати зареєстровану **DNS**-адресу.

Коли сервер пересилає лист, то у полі «Відправник» значиться повна адреса користувача із вказанням адреси домену після символу (@). Власник домену має зареєструвати **MX** запис на **DNS**-сервері, який обслуговує його домен. У **MX** записові має значитись **DNS** адреса поштового сервера.

Власник IP адреси (він же провайдер, він же власник автономної системи), за якою працює поштовий сервер, має зробити PTR запис на своєму DNS сервері. У PTR записі має зазначатись IP адреса та DNS адреса поштового сервера. PTR запис дозволяє виконати серверу-отримувачу зворотній DNS запит та перевірити, чи була проведена підміна сервера-відправника. Якщо PTR запису немає, то найчастіше на сервері-отримувачі політика безпеки налаштована так, що сервер-відправник був підмінений, і проводиться хакерська атака. Повідомлення від такого сервера-відправника блокуються.

Як поштовий сервера обраний postfix, оскільки він дозволяє коректно обробляти листи після збоїв зв'язку.

Сервіс телефонії. Дзвінок з особистого кабінету можна реалізувати двома способами. Перший– це

включення програмного SIP клієнта прямо в код сторінки. Другий– сервіс цифрової телефонії здійснює одночасно два дзвінки – один в бік студента, інший в бік викладача. Після цього обидва дзвінки збираються в конференцію. Обрано другий спосіб, оскільки повинна бути можливість використання робочого або особистого номеру викладача. Також для підтримки старих зразків аналогових телефонних апаратів повинна бути можливість встановлення спеціалізованих плат розширення. Важливим критерієм для вибору сервера SIP телефонії є можливість використання кількох кодеків для стиснення звуку. Це дозволить використовувати для зв'язку лінії різного типу. Також потрібно враховувати простоту конфігурації. Нижче наведено порівняння безкоштовних серверів для SIP-телефонії [8][9].

Назва сервера	Збір конференцій	Перекодування	Плати розширення	Простота конфігурації
Asterisk	x	x	x	x
FreeSWITCH	x	x	x	-
SipXecs	-	-	x	x
Yate	-	x	-	x

Очевидним вибором на роль сервера SIP телефонії є Asterisk.

Висновки. У статті розглянуті невідповідності функціоналу сучасних програмних систем мобільного навчання реаліям процесу освіти в українських вишах. Як основна виділена проблема відсутності зворотного зв'язку між викладачем і студентом. Як рішення запропонована програмна система «Методист» власної розробки. Система призначена для автоматизації роботи викладача із проблемними студентами. У

статті сформовані вимоги для компонентів інфраструктури, необхідних для впровадження програмної системи «Методист» та на основі цих вимог обрані система мобільного навчання, телефонний та поштовий сервіси. Макет цієї системи реалізований на мові Python за допомогою технології FCGI та використаний під час викладання курсу «Дискретна математика».

ЛІТЕРАТУРА

1. Хусейн А.З.С. Програмоване, дистанційне, мобільне. . . . Яке навчання дали? / А.З.С. Хусейн // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Фізико-математичні науки. – 2015. – № 4. – с. 75-81.
2. Зарембовський К.В. Електронне навчання – програмно-технічні аспекти організації / К.В. Зарембовський, В.П. Шевченко // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Фізико-математичні науки. – 2016. – № 2. – с. 77-81.
3. Хусейн А.З.С. Структура електронної навчальної системи з курсу дискретної математики / А.З.С. Хусейн, В.П. Шевченко // XIII Міжнародна науково-практична конференція ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ПОБУДОВИ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ. – Київ, 2016. – с. 252-256.
4. Зарембовський К.В. Мобільне навчання: проблеми впровадження / К.В. Зарембовський // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Фізико-математичні науки. – 2016. – № 4. – с. 67-71.
5. Mokole E.L. Canvassing Moodle - Comparing Learning Management Systems (LMS) to Canvas and Moodle / E.L. Mokole // Minnesota eLearning Summit. – 2016.
6. Ruiz J.S. Towards the Development of a Learning Analytics Extension in Open edX / J.S. Ruiz // Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality : TEEM '14. – New York, NY, USA: ACM, 2014. – с. 299–306.
7. Grimes G.A. Compliance with the CAN-SPAM Act of 2003 / G.A. Grimes // Commun. ACM. – 2007. – Т. 50. – № 2. – с. 56–62.
8. Ansari A.M. SIP-based Interactive Voice Response System using FreeSwitch EPBX / A.M. Ansari, M.F. Nehal, M.A. Qadeer // 2013 Tenth International Conference on Wireless and Optical Communications Networks (WOCN) 2013 Tenth International Conference on Wireless and Optical Communications Networks (WOCN). – 2013. – с. 1-5.
9. Segec P. A Survey of Open Source Products for Building a SIP Communication Platform / P. Segec, T. Kovacicova // Adv. MultiMedia. – 2011. – Т. 2011.

REFERENCES

1. AL-HILALI, Z.S.H., 2015. Programmatic, distance, mobile What learning next? Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series: Physics & Mathematics. 75–81.
2. ZAREMBOVSKYI, K., SHEVCHENKO, V., 2016. Electronic learning and its programmatic and technical aspects of organisation. Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series: Physics & Mathematics. 77–81.
3. AL-HILALI, Z.S.H., SHEVCHENKO, V., 2016. Learning management system structure for discrete mathematics course. Presented at the 13th International Conference THEORETICAL AND APPLIED SPECTS OF PROGRAM SYSTEMS DEVELOPMENT, Kyiv, pp. 252–256.
4. ZAREMBOVSKYI, K., 2016. Mobile learning and problems of its implementation. Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series: Physics & Mathematics. 67–71.

LMS additional structure for working with skiver students**K. V. Zarembovsky**

Abstract. The article considers the advantages and disadvantages of modern mobile learning systems and highlights the problem of such software systems incongruity with the requirements and peculiarities of the educational process in Ukrainian universities. Exceptional attention was devoted to the lack of full-fledged feedback between the teacher and the student in contemporary mobile learning systems. As a solution to this issue, the additional structure for mobile learning systems is proposed - the self-authored software system, which was called "Methodist". This software system is closely integrated with mobile learning program systems and communication tools such as e-mail and digital telephony. Appointment of this system - to automate work with students who "can not get a handle" accordingly with the pace of the curriculum. The article contains requirements for the "Methodist" software system. In addition, the functional of the software system "Methodist" was described and the main roles of users was considered. The requirements for the infrastructure components, which are necessary for the implementation of the «Methodist» software system, was formed. Based on these requirements implementations of the mobile learning software system, e-mail service and digital telephony service were selected among the products offered on the market. The prototype model of the Methodist system was implemented in Python with aid of FCGI technology and was pilot applied during the discrete mathematics course.

Keywords: *mobile learning program system, additional structure for mobile learning program system.*

Настройка над LMS для работы со студентами-прогульщиками**К. В. Зарембовский**

Аннотация. В статье рассмотрены плюсы и минусы современных систем мобильного обучения и, собственно, проблема несоответствия подобных программных систем требованиям и особенностям учебного процесса в украинских высших учебных заведениях. Особенное внимание уделено проблеме отсутствия реализации инструмента для полноценной обратной связи между преподавателем и студентом в современных системах мобильного обучения. Как решение этой проблемы предложена настройка поверх стандартных учебных систем – программная система «Методист» собственной разработки. Эта программная система плотно интегрирована с системами обучения и таким средствами связи, как электронная почта и цифровая телефония. Предназначение системы – автоматизировать работу со студентами, которые «не успевают» за учебной программой. В статье поданы требования к программной системе «Методист». Также описан функционал программной системы «Методист» и рассмотрены основные роли пользователей. Сформированы требования к компонентам инфраструктуры, необходимых для реализации программной системы «Методист». На основании этих требований среди продуктов, которые сейчас есть на рынке, отобраны реализации программной системы мобильного обучения, сервиса электронной почты и цифровой телефонии. Макет системы применен при проведении занятий по курсу дискретной математики.

Ключевые слова: *программные системы мобильного обучения, настройка для программной системы мобильного обучения.*

MEDICINE AND HEALTH CARE

Морфологічна характеристика ланок гемомікроциркуляторного руслу за умов тривалого впливу опіюду в експерименті

Н. І. Гресько

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького

Paper received 27.06.18; Accepted for publication 01.07.18.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-172VI20-09>

Анотація. Дослідження стосується хронічного впливу опіюду на стан ангіоархітекtonіки стінки ободової кишки. Експериментальне дослідження проведено на 24 білих щурах-самцях, яким протягом 6-ти тижнів щоденно внутрішньом'язово вводили налбуфін в наростаючих дозах. Контролем були 9 білих щурів, яким вводили 0,9 % розчин хлориду натрію. Результати експериментального дослідження свідчать, що хронічний вплив опіюду зумовлює значні дистрофічні зміни структурних компонентів гемомікроциркуляторного руслу стінки ободової кишки.

Ключові слова: гемомікроциркуляторне русло, ободова кишка, опіюд, ін'єкція, експеримент.

Вступ. У структурі загальної захворюваності населення одне з провідних місць займають органи травлення, які є одними з найбільш поширених у світі та здатні ускладнювати й обтяжувати перебіг інших хвороб [1, 8]. Серед причин, які сприяють цьому є не лише складна екологічна ситуація та різні захворювання, а й широке використання наркотичних середників у клінічній практиці з метою отримання знеболювального та протизапального ефектів [11, 12, 13, 17]. У силі знеболювальної дії з опіюдними анальгетиками можуть конкурувати небагато лікарських засобів і перспективність їх використання неможливо недооцінювати [16]. Проте, постійне використання анальгетиків опіюдного ряду приводить не лише до поведінкових змін, що проявляється параноїдальними психозами, а й спостерігається структурна дезорганізація органів [2, 9, 14]. Тому, закономірною є зміна структури судин та їх функцій при патологічних умовах, що розглядається, як відповідь усіх складових її стінки (ендотеліоцитів, гладких міоцитів, сполучнотканинних елементів, тощо) на негативні фактори [10, 15].

Короткий огляд публікацій: закономірності моделювання судин вивчено за впливу опіюду на мозочок, підшлункову залозу, судинну оболонку ока, міокард [3, 5, 6, 7], проте, практично відсутні дослідження, присвячені компонентам гемомікроциркуляторного руслу ободової кишки за умов застосування опіюдів. Тому вивчення особливостей морфології мікросудин ободової кишки є актуальним і має практичне значення, як у медичному, так і в соціальному аспектах.

Мета роботи. Встановити особливості структури гемомікроциркуляторного руслу ободової кишки за умов 6-тижневого введення опіюду (налбуфіну) в експерименті.

Матеріали та методи. Дослідження виконані на 24 білих щурах-самцях репродуктивного віку, (3,0-4,5 місяців), масою тіла 180-220 г. Протягом 6 тижнів експериментальним тваринам щоденно внутрішньом'язово вводили налбуфін в наростаючих дозах: I тиждень – 8 мг/кг, II тиждень – 15 мг/кг, III тиждень – 20 мг/кг, IV тиждень – 25 мг/кг, V тиждень – 30 мг/кг, VI тиждень – 35 мг/кг [4]. Забір матеріалу проводили

через 6 тижнів введення препарату. Контролем були 9 білих щурів, яким вводили 0,9 % розчин хлориду натрію. Матеріал дослідження представлений препаратами ободової кишки щурів з ін'єктованим судинним руслом, гістопрепаратами та ультрамікроскопічними зрізами стінки ободової кишки експериментальних тварин.

При експериментальному дослідженні використовували метод ін'єкції судинного руслу ободової кишки щура туш-желатиною масою. Просвітлення зрізів препарату проводили в гліцерині з 96% етиловим спиртом у співвідношенні 1:1 впродовж 3 діб, потім у чистому гліцерині. Для проведення морфометричного аналізу використовували такі кількісні критерії: діаметр мікросудин, артеріоло-венулярний коефіцієнт, щільність сітки обмінних судин, коефіцієнт трофічної активності тканини. Статистичне опрацювання показників морфометричного дослідження ангіоархітекtonіки ободової кишки щура при 6-тижневому впливі налбуфіну проводили за допомогою пакетів прикладних комп'ютерних програм для варіаційно-статистичного аналізу «GraphPad InStat». Для гістологічного дослідження зрізи стінки ободової кишки фарбували гематоксиліном і еозинном. Препарати вивчали за допомогою мікроскопа Leica DM 2500 та фотографували за допомогою камери Leica DFC 450 C при збільшеннях мікроскопа: x 200, x 400, x 1000.

У ході роботи використовували метод електронно-мікроскопічного дослідження. Відразу після евтаназії тварини, здійснювали забір і стандартне проведення матеріалу для електронної мікроскопії. Ультратонкі зрізи виготовляли на ультрамікромомі УЖТП-3 за допомогою скляних ножів. Вивчення і фотографування матеріалу проводили з допомогою мікроскопа УЕМВ-100 К при напрузі прискорення 75 кВ і збільшеннях на екрані мікроскопу x1000-8000.

Тварин утримували в умовах віварію Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького, експерименти проведені у відповідності з положенням Європейської конвенції щодо захисту хребетних тварин, яких використовують в експериментальних та інших наукових цілях (Страсбург, 1986), Директиви Ради Європи 86/609/ЕЕС(1986 р.), Закону

України № 3447 – IV «Про захист тварин від жорстокого поводження», загальних етичних принципів експериментів на тваринах, ухвалених Першим національним конгресом України з біоетики (2001 р.).

Результати досліджень та їх обговорення.

Через 6 тижнів введення налбуфіну на ін'єктованих препаратах стінки ободової кишки експериментальних тварин спостерігаються глибокі деструктивні зміни гемомікроциркуляторного русла ободової кишки (рис. 1).



Рис. 1. Глибокі деструктивні зміни ланок гемомікроциркуляторного русла стінки ободової кишки білого щура через 6 тижнів введення налбуфіну. Мікрофотографія. Ін'єкція судин туш-желатиновою масою. Зб.: x160.

Капілярна сітка втрачає вигляд правильних багатогранників, часто обривається, оскільки руйнується капілярний компонент (рис.2).

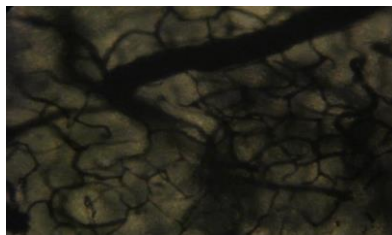


Рис. 2. Руйнування капілярної петлі стінки ободової кишки щура за умов 6-тижневого введення налбуфіну. Мікрофотографія. Ін'єкція судин туш-желатиновою масою. Зб.: x 320.

Спостерігається зменшення діаметру капілярної петлі, що становить $(3,51 \pm 0,24)$ мкм, контроль – $(4,80 \pm 0,25)$ мкм. Діаметр артеріол на цьому терміні експерименту становить $(16,21 \pm 0,20)$ мкм, контроль – $(15,64 \pm 0,28)$ мкм. Зменшення їхнього діаметру в порівнянні з попередніми термінами експерименту зумовлене склерозуванням та потовщенням стінок артеріол. Розширюються артеріоло-венулярні анастомози і кров з артеріол скидається у венозне русло, минаючи зруйновані капіляри. Таким чином, закономірно, що застій та порушення відтоку венозної крові спричиняють розширення венулярного компоненту, що підтверджується значним зростанням діаметра венул до $(41,18 \pm 0,31)$ мкм, контроль – $(23,24 \pm 0,30)$ мкм. Відповідно артеріоло-венулярний коефіцієнт зменшується і становить $(0,39 \pm 0,01)$ мкм.

Спостерігається зміна щільності судин, порушення їх цілісності, що підтверджується наступними змінами морфометричних показників. Щільність сітки обмінних судин різко зменшується, що можна пояснити розвитком значної деструкції, переважно капілярів стінки ободової кишки, і становить $(15,80 \pm 1,04)$ мкм, контроль – $(21,55 \pm 1,45)$ мкм. Показник трофічної активності тканини збільшується до $(87,88 \pm 0,27)$ мкм, контроль – $(55,64 \pm 0,07)$ мкм.

Наявні виражені розлади гемодинаміки мікроциркуляторного русла ободової кишки підтверджує гістологічне дослідження. Просвіти кровоносних капілярів та венул в слизовій оболонці та підслизовому прошарку розширені та повнокровні. Навколо них виявляли набряк інтерстицію та виражену лейкоцитарну інфільтрацію. Артеріоли підслизової основи та м'язової оболонки стінки ободової кишки щурів, повнокровні, звужені в порівнянні з інтактними щурами. Ендотеліоцити в їх стінках не утворювали суцільний пласт. Спостерігали виражений набряк в підендотеліальному шарі внутрішньої оболонки артеріол, гіпертрофію та гіперплазію гладких міоцитів у середній оболонці артеріол (рис. 3).

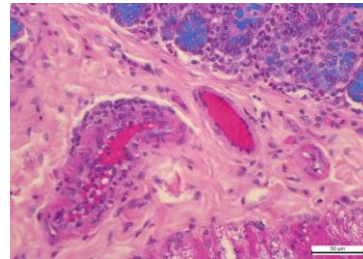


Рис. 3. Фрагмент слизової оболонки та підслизового прошарку стінки ободової кишки білого щура через 6 тижнів введення налбуфіну. Мікрофотографія. Забарвлення альціановим синім за Сідманом. Зб.: x400.

У серозній оболонці ободової кишки також мали місце інфільтрація, розширення просвітів та виражене повнокров'я судин кровоносного мікроциркуляторного русла, спостерігали периваскулярний набряк, та подекуди крововиливи навколо капілярів та венул. Окремі судини містили агреговані білкові маси плазми крові. Стінки окремих гіперемійованих судин просякали білками плазми крові та ставали інтенсивно ШИК-позитивними (рис. 4). Основна речовина сполучної тканини навколо них також нагромаджувала ШИК-позитивні речовини.

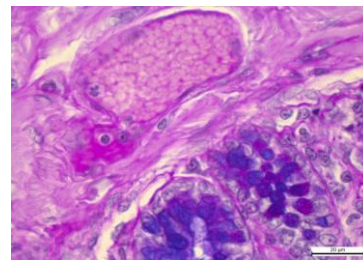


Рис. 4. Фрагмент слизової оболонки та підслизового прошарку стінки ободової кишки білого щура через 6 тижнів введення налбуфіну. Мікрофотографія. Забарвлення PAS-реакція з дофарбуванням альціановим синім за Сідманом. Зб.: x1000.

Ультрамікроскопічне дослідження підтверджує виражені порушення гемодинаміки в судинах кровоносного мікроциркуляторного русла слизової оболонки ободової кишки у вигляді розширених просвітів та повнокров'я, адгезії та діapedезу лейкоцитів через їх стінки, а також значного навколосудинного набряку інтерстицію. У просвітах кровоносних капілярів виявляли скупчення еритроцитів та тромбоцитів, наявні лапаті маси. В ендотеліоцитах стінок кровоносних капілярів дистрофічні та деструктивні зміни органел,

набряк цитоплазми. Відзначено, що в ядрах пошкоджених ендотеліоцитів, переважає гетерохроматин, вони неправильної форми, утворюють інвагінації їх ядерна оболонка пошкоджена (рис. 5). Інша частина ендотеліальних клітин, що прилягає до базальної мембрани, дезорганізована, цитоплазма наповнена преципітатами та коагулятами. Зауважено також, що люменальна поверхня ендотеліоцитів з нечіткими контурами, що зумовлено її випинами. У частині ендотеліоцитів наявні електроннощільні ядра в цитоплазмі яких розташовані чисельні вакуолі. Базальна мембрана навколо судин розпушена. Основна речовина в ній дезорганізована. Кровоносні судини заповнені скупченням еритроцитів та лімфоцитів, еритроцити розташовані у вигляді монетних стовпчиків.

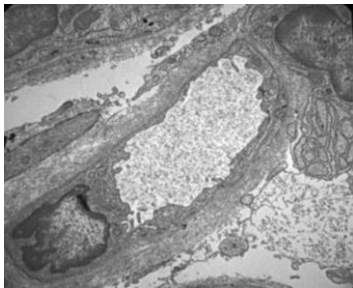


Рис. 5. Капіляр стінки ободової кишки білого щура через 6 тижнів введення налбуфіну. Електронна мікрофотографія. Зб.: ×4000.

Стінка артеріол потовщена за рахунок набряку інтими а також гіпертрофії та гіперплазії гладких м'язів в середній оболонці. Характерним є виражений набряк навколо артеріол. Просвіти венул розширені заповнені агрегатами еритроцитів, лейкоцитів. Посилені адгезія та діapedез лейкоцитів через стінки вену

(рис. 6). Наявний набряк навколо судин та крововиливи.

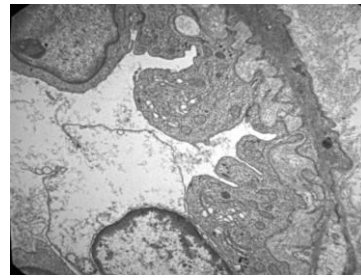


Рис. 6. Просвіт венули білого щура за умов 6-тижневого введення налбуфіну. Електронна мікрофотографія. Зб.: ×6000.

Висновки. Отже, макро-, мікро-, та електронно-мікроскопічне дослідження компонентів гемомікроциркуляторного русла слизової оболонки ободової кишки білого щура за умов 6-тижневого введення налбуфіну показали глибокі деструктивні зміни структури усіх її складових. В мікросудинах виражене повнокрів'я, міграція лейкоцитів через їх стінки та крововиливи. Наявні периваскулярні запальні інфільтрати. Ультраструктурна реорганізація проявляється ендотеліальною дисфункцією судин, периваскулярним набряком та лейкоцитарною інфільтрацією. Спостерігається чіткий зв'язок між змінами ангіоархітекτονіки на мікро- та ультрамікроскопічному рівнях і морфометричними показниками. Зменшення діаметру артеріол, щільності сітки обмінних судин, артеріоло-венулярного коефіцієнта, розрідження капілярної сітки, розширення та деформація венул, а також збільшення показника трофічної активності свідчать про розвиток деструктивних змін ланок гемомікроциркуляторного русла.

ЛІТЕРАТУРА

1. Железнякова Н. М. Морфофункціональний стан слизової оболонки шлунка та дванадцятипалої кишки у хворих з пептичною дуоденальною виразкою в поєднанні з гіпертонічною хворобою. Український терапевтичний журнал. 2007;2:66-69.
2. Златковський В. В. Предиспозиційні чинники формування наркотичної залежності та принципи соціально-психологічної реабілітації хворих з залежністю від психоактивних речовин. Вісник Харківського національного університету імені ВН Каразіна. Серія: Психологія. 2012;50:207-209.
3. Матешук-Вацеба Л. Р., Бекесевич А. М. Структурна організація кори мозочка щура за умов 6-тижневого введення опіюду. Клінічна анатомія та оперативна хірургія. 2015;14(2):68-71.
4. Пат. №76564 У Україна, МПК А 61 К 31/00 Спосіб моделювання фізичної опіюдної залежності у щурів / заявники: Р.М. Онисько, Є.В. Пальтов, В.Б. Фік, І.В. Вільхова, Ю.Я. Кривко, Н.Я. Якимів, О.С. Фітькало; патентовласник: Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького. – № u201207124; заявл. 12.06.2012; опубл. 10.01.2013 // Бюл. №1
5. Підвальна У.С. Структурні особливості судинної оболонки очного яблука за умов довготривалого опіюдного впливу в експерименті. Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії. 2014;14(4(48)):209-212.
6. Покотило В. Ю., Галюк У. М., Матешук-Вацеба Л. Р. Морфологічні особливості міокарда та його гемомікроциркуляторного русла на світлооптичному рівні за умов перебігу експериментальної опіюдної інтоксикації. Вісник проблем біології і медицини. 2017;2(4):123-128.
7. Попик П. М., Матешук-Вацеба Л. Р. Ультраструктурна організація ендокринної частини та гемомікроциркуляторного русла підшлункової залози за умов довготривалого впливу опіюду в експерименті. Клінічна анатомія та оперативна хірургія. 2015;14(2):72-76.
8. Романюк Л. М., Федчишин Н. Є., Шостак С. Є. Основні закономірності та тенденції поширеності хвороб органів травлення. Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України. 2013;1:49-52.
9. Фітькало О. С. Моніторинг поширеності розладів психіки та поведінки внаслідок вживання психоактивних речовин серед населення м. Львова та Львівської області. Медична освіта. 2013;3:105-108.
10. Katsanos A. H., Kosmidou M., Giannopoulos S., Katsanos K. H., Tsvigoulis G., Kyritsis A. P. et al. Cerebral arterial infarction in inflammatory bowel diseases. European journal of internal medicine. 2014;25(1):37-44.
11. Knight-Sepulveda, K., Kais, S., Santaolalla, R., Abreu, M. T. Diet and inflammatory bowel disease. Gastroenterology & hepatology, 2015;11(8):511-520.
12. Molodecky N. A., Kaplan G. G. Environmental risk factors for inflammatory bowel disease. Gastroenterology & hepatology. 2010;6(5):339-346.

13. Ponder A., Long M. D A clinical review of recent findings in the epidemiology of inflammatory bowel disease. *Clinical epidemiology*. 2013. 5:237-247.
14. Sullivan M. D., Edlund M. J., Zhang L., Unützer J., Wells K. B. Association between mental health disorders, problem drug use, and regular prescription opioid use. *Archives of internal medicine*. 2006;166(19): 2087-2093.
15. Zanolli L., Rastelli S., Inserra G., Castellino P. Arterial structure and function in inflammatory bowel disease. *World Journal of Gastroenterology: WJG*. 2015;21(40):11304-11311.
16. Zielińska M., Ben Haddou T., Cami-Kobeci G., Sałaga M., Jarmuż A., Padysz M., Fichna J. Anti-inflammatory effect of dual nociceptin and opioid receptor agonist, BU08070, in experimental colitis in mice. *European Journal of Pharmacology*. 2015;765:582–590.
17. Zhang Y. Z., Li Y. Y. Inflammatory bowel disease: pathogenesis. *World journal of gastroenterology: WJG*. 2014;20(1):91.

REFERENCES

1. Zheleznyakova N. M. Morphofunctional state of the mucous membrane of the stomach and duodenum in patients with peptic duodenal ulcer in combination with hypertension. *Ukrainian Therapeutic Journal*. 2007; 2: 66-69.
2. Zlatkovskii V.V. Forecasting factors of formation of narcotic dependence and principles of social-psychological rehabilitation of patients with dependence on psychoactive substances. *Bulleten of Kharkiv National University named after V.N. Karazin. Series: Psychology*. 2012; 50: 207-209.
3. Mateshuk-Vatseba L. R., Bekesevych A. M. Structural organization of rat cerebellar cortex under the influence of 6-week opioid administration. *Clinical Anatomy and Operative Surgery*. 2015; 14 (2): 68-71.
4. Pat. №76564 U Ukraine, MPK A 61 K 31/00 Method of modelling of physical opioid dependence in rats / applicants: P.M. Onisco, Ye.V. Coats, V. B. Fick, I.V. Vilkhova, Yu.Ya. Kryvko, N.Ya. Yakimov, O. S. Phytcalo; patent holder: Danylo Halysky Lviv National Medical University. - № u201207124; stated. 12.06.2012; has published 10/01/2013 // Byul. №1
5. Pidvalna U. Ye. Structural features of the vascular membrane of the eyeball under the long-term influence of opioid in the experiment. *Actual problems of modern medicine: Bulletin of the Ukrainian Medical Stomatological Academy*. 2014; 14 (4 (48)): 209-212.
6. Pokotylo V. Yu., Halyuk U. M., Mateshuk-Vatseba L. R. Morphological peculiarities of the myocardium and its hemomyocirculatory bed at the optical level under the conditions of the course of experimental opioid intoxication. *Bulleten of Biology and Medicine*. 2017; 2 (4): 123-128.
7. Popyk P. M., Mateshuk-Vatseba L. R. Ultrastructural organization of the hemomyocirculatory bed of the endocrine part of the pancreas under the long-term influence of the opiate in the experiment. *Clinical Anatomy and Operative Surgery*. 2015; 14 (2): 72-76.
8. Romanyuk L. M., Fedchyshyn N. E., Shostak S. Ye. Basic regularities and tendencies of the prevalence of diseases of the digestive system. *Bulleten of Social Hygiene and Health Care Organizations of Ukraine*. 2013; 1: 49-52.
9. Fytkalo O. S. Monitoring of the prevalence of mental and behavioral disorders due to the use of psychoactive substances among the population of Lviv and Lviv region. *Medical education*. 2013; 3: 105-108.

Morphological characteristics of the parts of the hemomicrocirculatory bed under prolonged exposure of the opioid in the experiment

N. I. Hresko

Abstract. Our study deals with chronic effect of the opioid on the angioarchitecture of the colon wall. These investigations were carried out on 24 mature white male rats. The animals were injected every day by opioid for 6 weeks and the dose was increased weekly. 9 white rats to which 0.9% sodium chloride was injected served as the control group. The results of the experimental study indicate that the chronic effect of the opioid causes significant dystrophic changes in the structural components of the hemomyocirculatory bed of the colon wall.

Keywords: *hemomyocirculatory bed, colon, opioid, injection, experiment.*

Морфологическая характеристика звеньев гемомикроциркуляторного русла при условии длительного воздействия опиоида в эксперименте

Н. И. Греско

Аннотация. Исследование касается хронического воздействия опиоида на состояние ангиоархитектоники стенки ободочной кишки. Экспериментальное исследование проведено на 24 белых крысах-самцах репродуктивного возраста, которым в течение 6 недель ежедневно внутримышечно вводили налбуфин в нарастающих дозах. Контролем были 9 белых крыс, которым вводили 0,9% раствор хлорида натрия. Результаты экспериментального исследования свидетельствуют, что хроническое воздействие опиоида обуславливает значительные дистрофические изменения структурных компонентов гемомикроциркуляторного русла стенки ободочной кишки.

Ключевые слова: *гемомикроциркуляторное русло, ободочная кишка, опиоид, инъекция, эксперимент.*

Сравнительный рентгеноспектральный анализ химического состава дентина зубов с клиновидным дефектом при различной глубине микротрещин эмали

С. П. Ярова, И. И. Заболотная, С. А. Дубина, Ю. Ю. Яров

Донецкий национальный медицинский университет, Лиман, Украина
Corresponding author. E.mail: myhelp200@gmail.com

Paper received 21.06.18; Accepted for publication 28.06.18.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-172VI20-10>

Аннотация. Цель работы – изучение химического состава дентина зубов с клиновидным дефектом в зависимости от глубины микротрещин эмали. Материалы и методы: объект исследования - 10 удаленных по клиническим показаниям зубов обеих челюстей и их продольные шлифы пациентов 25-54 лет. Использовали растровый (сканирующий) электронный микроскоп JSM-6490 LV с системой энергодисперсионного рентгеновского микроанализа INCA Penta FETx3. Количество магния было большим: в зоне режущего края (бугра) зубов с микротрещинами I типа, на экваторе, десенной поверхности клиновидного дефекта зубов с микротрещинами II типа, в области коронковой поверхности, стыка некариозной патологии и на удалении от него зубов с микротрещинами III типа. Количество кальция было большим: в области режущего края (бугра) и экватора зубов с микротрещинами II типа, на коронковой поверхности клиновидного дефекта зубов с микротрещинами I типа, в зоне десенной поверхности, стыка некариозной патологии и в 150 мкм от нее зубов с микротрещинами III типа. Установлена взаимосвязь химического состава дентина зубов, имеющих клиновидный дефект, с глубиной микротрещин эмали вестибулярной поверхности. Получены достоверные отличия по содержанию магния и кальция в дентине в зависимости от глубины микротрещин ($p < 0,05$).

Ключевые слова: микротрещины, клиновидный дефект, дентин, химический состав.

Введение. Исследования последних лет показали значительный рост распространенности некариозных поражений среди взрослого населения, в том числе клиновидного дефекта, встречаемость которого, по данным различных авторов, составляет 19,3-39,8% [1-4]. Его развитие приводит к постепенной убыли твердых тканей и появлению боли разной интенсивности, нарушению речеобразования, артикуляции, вкусоощущения, психологического здоровья [1,5]. Восстановление целостности тканей зубов при клиновидном дефекте представляет определенные сложности, обусловленные изменением структуры в области дефекта, а также наличием трещин на поверхности эмали и цемента, прилежащих к нему. Недооценка этих факторов может привести к выпадению пломбы, появлению симптомов гиперестезии, к дальнейшему развитию пришеечной патологии по периферии реставрации. Поэтому при лечении клиновидных дефектов необходимо учитывать морфологические особенности строения и минерального состава твердых тканей. При их восстановлении требуется особый подход к препарированию [1,4,6-8]. Кроме этого, остается актуальным выявление новых этиопатогенетических факторов в их развитии, которое имеет как научное, так и практическое значение, поскольку будет способствовать оптимизации диагностики, лечения и профилактики на ранних этапах.

Одним из звеньев патогенеза клиновидных дефектов является микроэлементоз. Однако, не всегда учитываются в полной мере возможные нарушения микроэлементного гомеостаза в полости рта в силу малоизученности этого процесса. Но некоторые ионы способны изменять структуру минерализации, образуя различные гипо- и гиперминерализованные слои в эмали и дентине [9]. В предыдущих работах нами были представлены результаты изучения химического состава поверхностной эмали зубов с клиновидными дефектами в зависимости от глубины микротрещин

эмали [10-11]. Было определено достоверное различие в количественном распределении фосфора в исследованных зонах эмали при различной глубине микротрещин, $p < 0,05$. Его содержание было большим в эмали зубов с микротрещинами II типа по сравнению с образцами, имеющими микротрещины I типа, где количество фосфора было наименьшим, $p < 0,05$ [11]. Характер изменений, наблюдаемых в области границы дефекта со стороны эмали, позволил предположить, что причиной ее разрушения являются процессы, происходящие под ней – в дентине, выраженность которых нарастает от края дефекта к его середине. Наиболее значительные деструктивные изменения были отмечены в области стыка клиновидного дефекта (дно клина).

Цель: проведение сравнительного рентгеноспектрального анализа химического состава дентина зубов с клиновидным дефектом в зависимости от глубины микротрещин эмали.

Материалы и методы. Объектом исследования служили 10 удаленных по клиническим показаниям зубов обеих челюстей и их продольные шлифы пациентов 25-54 лет. Образцы промывали, очищали, хранили в формалине. Диагностировали три типа трещин в зависимости от сложности их выявления (С.Б. Иванова, 1984): I - очень тонкие, заметные после тщательного высушивания поверхности зуба, при применении окрашивания 1% раствором метиленового синего, дополнительного освещения и бинокулярной лупы; II – обнаруживали при дополнительном освещении без дополнительного увеличения; III – определяли невооруженным глазом при обычном освещении. Для изготовления шлифов образцы распиливали вдоль центральной оси через середину вестибулярной поверхности алмазными дисками с охлаждением. Распилы зубов погружали формы и заливали быстротвердеющими пластмассами. После полимеризации образцы шлифовали и полировали. Использовали растровый

(сканирующий) электронный микроскоп JSM-6490 LV с системой энергодисперсионного рентгеновского микроанализа INCA Penta FETx3. Образцы и их шлифы закрепляли на предметном стекле и в вакуумной установке напыляли углеродом. Для проведения количественного рентгеноспектрального микроанализа применялись эталонные образцы. Расчет локальных массовых долей химических элементов осуществлялся методом отношения пикфон с учетом поправок на атомный N, флуоресценцию и поглощение. Был определен минеральный состав дентина в виде процентного соотношения весовых количеств кальция, фосфора, натрия, магния, серы, хлора, цинка, калия, алюминия в различных областях зуба: клинически неизмененных (режущий край (бугор), экватор) и в зоне клиновидного дефекта (коронковая, десенная поверхность, стык, 150мк от него).

Статистическую обработку осуществляли с помощью компьютерных программ Statistica 10.0 и Microsoft Excel 2003. Был проведен дисперсионный анализ (определен критерий Крускала-Уоллиса). За критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. При изучении химического состава дентина в зоне режущего края (бугра) образцов с клиновидным дефектом были определены различия в содержании магния, фосфора, серы и кальция: в группе зубов, имеющих дефекты I типа, концентрация магния ($0,50 \pm 0,03$ норм.масс.%) была статистически значимо выше по сравнению с зубами, имеющими дефекты II типа, а фосфора и кальция, наоборот, ниже (соответственно, $11,86 \pm 0,13$ норм.масс.% и $21,18 \pm 0,27$ норм.масс.%) по сравнению с показателями в других группах ($p < 0,05$). Содержание серы в данной топографической зоне было большим в образцах с III типом микротрещин ($0,13 \pm 0,01$ норм.масс.%) и меньшим - со II типом ($0,06 \pm 0,02$ норм.масс.%), $p = 0,040$. Алюминий в одинаковом количестве был определен во всех группах ($p = 0,879$).

Анализ химического состава дентина в области экватора выявил различия в содержании натрия, магния и кальция: их концентрация была наименьшей в группе образцов с I типом дефектов ($p < 0,001$). В большем количестве магний и кальций определялись в зубах, имеющих дефекты II типа (соответственно, $0,38 \pm 0,03$ норм.масс.% и $27,65 \pm 0,29$ норм.масс.%), натрий – в зубах с III типом ($0,86 \pm 0,09$ норм.масс.%).

Были получены достоверные различия в концентрации натрия, магния, фосфора, серы, хлора и кальция в области коронковой поверхности некариозной патологии ($p < 0,001$). В группе образцов, имеющих дефекты I типа, натрий, сера и кальций содержались в большем количестве ($0,64 \pm 0,05$ норм.масс.%, $0,17 \pm 0,04$ норм.масс.% и $25,72 \pm 0,76$ норм.масс.%, соответственно), а магний, наоборот, в меньшем ($0,08 \pm 0,03$ норм.масс.%) ($p < 0,001$). В зубах с микротрещинами II типа фосфора, серы и кальция было достоверно меньше ($9,70 \pm 0,12$ норм.масс.%, $0,06 \pm 0,01$ норм.масс.% и $15,71 \pm 0,19$ норм.масс.%, соответственно), а хлора, наоборот, больше ($0,16 \pm 0,01$ норм.масс.%) по сравнению с зубами, имеющими III тип, $p < 0,05$. Концентрация хлора была одинаковой в группах с I и III типами дефектов эмали ($p = 0,002$). В

образцах с III типом микротрещин было меньше натрия ($0,37 \pm 0,02$ норм.масс.%), а количество магния и фосфора ($0,37 \pm 0,02$ норм.масс.% и $12,95 \pm 0,08$ норм.масс.%, соответственно) – статистически значимо больше по сравнению с образцами, имеющими II тип микротрещин, $p < 0,001$.

При проведении анализа химического состава в области десенной поверхности некариозной патологии были выявлены различия в содержании всех изученных химических элементов за исключением алюминия и цинка ($p > 0,05$). В дентине зубов с дефектами эмали III типа концентрация натрия, фосфора, серы, хлора, калия и кальция была выше, чем в других группах. При этом показатели образцов с III типом микротрещин по фосфору, сере, хлору, калию и кальцию достоверно отличались от показателей образцов со II типом ($p < 0,05$). Содержание магния было наибольшим в дентине зубов со II типом дефектов ($0,24 \pm 0,03$ норм.масс.%), $p = 0,005$.

Затем был изучен минеральный состав дентина зубов в области стыка поверхностей некариозной патологии. Были выявлены различия в количестве натрия, магния, алюминия, фосфора, серы и кальция: в группе образцов с III типом микротрещин концентрация магния, фосфора, серы и кальция была достоверно выше, чем в группе образцов со II типом ($p < 0,001$). Алюминия, наоборот, в зубах со II типом дефектов было меньше ($0,02 \pm 0,01$ норм.масс.%) ($p = 0,035$). В образцах с I типом микротрещин было выявлено больше натрия и алюминия (соответственно, $0,61 \pm 0,05$ норм.масс.% и $0,06 \pm 0,02$ норм.масс.%) и меньше – магния ($0,10 \pm 0,02$ норм.масс.%), фосфора ($9,91 \pm 0,38$ норм.масс.%), серы ($0,09 \pm 0,01$ норм.масс.%), $p < 0,05$. Таким образом, содержание фосфора и магния увеличивалось, а натрия и алюминия, наоборот, уменьшалось в дентине зубов по мере увеличения глубины дефектов эмали вестибулярной поверхности.

Аналогично было определено количество минеральных компонентов в дентине образцов в зависимости от глубины дефектов эмали на расстоянии 150 мкм от области стыка поверхностей некариозной патологии. В группе зубов с I типом микротрещин концентрация натрия была достоверно выше ($0,64 \pm 0,08$ норм.масс.%), а магния, фосфора и кальция, наоборот, ниже (соответственно, $0,09 \pm 0,01$ норм.масс.%, $9,09 \pm 0,20$ норм.масс.% и $18,53 \pm 0,30$ норм.масс.%) по сравнению с зубами, имеющими III тип дефектов, $p < 0,05$. Содержание кальция, фосфора, магния увеличивалось, а натрия, наоборот, уменьшалось по мере увеличения глубины микротрещин эмали.

Выводы. Химический состав дентина зубов с клиновидным дефектом во всех рассмотренных зонах отличался по содержанию магния и кальция в зависимости от глубины микротрещин ($p < 0,05$). Количество магния было большим: в зоне режущего края (бугра) образцов с микротрещинами I типа, на экваторе, десенной поверхности клиновидного дефекта образцов с микротрещинами II типа, в области коронковой поверхности клиновидного дефекта, стыка некариозной патологии и на удалении от него образцов с микротрещинами III типа. Меньшая его концентрация была определена в зоне режущего края (бугра) зубов со II типом дефектов и во всех остальных рассмотренных

топографических областях зубов с I типом дефектов, $p < 0,05$. Нами было подтверждено мнение Турбины О.В. (2003), что отсутствует ведущая роль магния в патогенезе клиновидных дефектов. Его уровень объясняет редкое возникновение кариозного процесса в области клиновидного дефекта. Поэтому было определено высокое содержание магния в области коронковой поверхности, стыка некариозной патологии и на удалении от нее образцов с глубокими дефектами эмали III типа, $p < 0,05$.

Количество кальция было большим: в зонах режущего края (бугра) и экватора зубов с микротрещинами II типа, на коронковой поверхности клиновидного дефекта зубов с микротрещинами I типа, в зоне десенной поверхности, стыка некариозной патологии и в 150 мкм от нее зубов с микротрещинами III типа. Его концентрация была достоверно ниже в области режущего края (бугра), экватора и на удалении от клиновидного дефекта образцов с I типом дефектов эмали: в зонах поверхностей и стыка некариозной патологии образцов со II типом, $p < 0,05$.

Во всех зонах исследования, кроме коронковой поверхности клиновидного дефекта, были выявлены

достоверные отличия в содержании углерода в зависимости от глубины дефектов эмали на вестибулярной поверхности образцов, $p < 0,05$. Данные результаты согласуются с мнением других исследователей, что количество углерода имеет прямую зависимость от количества магния и обратную зависимость – от количества кальция и хлора. Количество натрия прямо зависит от значений магния в эмали [12].

Выявленные изменения в химическом составе дентина связаны с пульпой зуба, которая обеспечивает контроль за твердыми тканями посредством постоянного центробежного перемещения зубного ликвора, регулируемого целостным организмом. За счет зубного ликвора происходит обмен веществ в эмали и дентине [13]. Кроме этого, зубы имеют контакт со смешанной слюной, с одной стороны, а с другой – с кровью. От их состояния зависит состав твердых тканей зубов. Основная часть минеральных веществ, которые поступают в ткани зубов, содержатся в слюне [14]. Поэтому, коррекция микроэлементного состава – залог успешной и полноценной реабилитации данной группы пациентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Диагностика клиновидных дефектов твердых тканей зубов методом лазерно-индуцированной флуоресценции и рентгенографии / И. Н. Сарычева, О. О. Янушевич, Д.А. Минаков [и др.] // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – №1 (10). – С. 2084–2090.
2. Смоляр Н. І. Клінічні прояви та диференційно-діагностичні критерії некаріозних уражень зубів / Н. І. Смоляр, Е. В. Безвужко // *Профілактика та дитяча стоматологія*. – 2013. – №1 (8). – С. 24–28.
3. Распространенность и возрастные особенности клиновидных дефектов твердых тканей зуба у взрослых людей / А. К. Иорданишвили, Д. А. Черный, М. М. Дьяконов [и др.] // *Вестник российской военно-медицинской академии*. – 2015. – №2 (50). – С. 15–18.
4. Отдаленные результаты лечения зубов с клиновидными дефектами / Н. Ф. Алешина, Т. Н. Радышевская, Л. И. Руквишникова [и др.] // *Волгоградский научно-медицинский журнал*. – 2013. – №1. – С. 42–44.
5. Исламова Д. М. Оптимизация методов диагностики и лечения клиновидных дефектов зубов и симптома гиперестезии зуба : автореферат дис. ... канд. мед. наук : 14.01.14 «Стоматология» / Д. М. Исламова ; Башкирский гос. мед. ун-т. – Уфа, 2013. – 23 с.
6. Петрук А. А. Анализ клинического обоснования использования стеклоиономерного цемента «Глюофил» при лечении кариеса дентина и клиновидных дефектов / А. А. Петрук // *Медицинский журнал*. – 2017. – №4. – С. 95–99.
7. Ярова С. П. Результаты рентгеноспектрального анализа микротрещин эмали зубов / С. П. Ярова, И. И. Заболотная // *Вісник стоматології*. – 2013. – №2 (83). – С. 29–32.
8. Пат. 99693 Україна, МПК (2015.01). А 61 С 5/00. Спосіб лікування клиноподібних дефектів твердих тканин зубів / Ярова С. П., Заболотна І. І. ; заявники і власники Ярова С. П., Заболотна І. І. – № u2014 03579 ; заявл. 07.04.2014 ; опубл. 25.06.2015; Бюл. №12.
9. Особенности микроэлементного состава зубных тканей человека по данным ИСП масс-спектрометрии с лазерной абляцией / Д. В. Киселева, Н. Н. Адамович, С. Л. Вотяков [и др.] // *Труды института геологии и геохимии УрО РАН (Ежегодник-2012)*. – 2013. – Вып. 160. – С. 334–337.
10. Заболотная И. И. Химический состав пришеечной эмали зубов с клиновидным дефектом в зависимости от глубины микротрещин / И. И. Заболотная // *Молодий вчений*. – 2015. – №2 (17). – С. 602–604.
11. Ярова С. П. Хімічний склад емалі зубів з клиноподібним дефектом / С. П. Ярова, І. І. Заболотна // *Новини стоматології*. – 2017. – №1 (90). – С. 83–86.
12. Ткаченко І. М. Аналіз взаємозв'язків морфологічної будови і мікроелементного складу емалі зубів при надмірній і фізіологічній стертості / І. М. Ткаченко // *Український стоматологічний альманах*. – 2013. – №4. – С. 10–12.
13. Золотухина Е. Л. Механизмы участия зубного ликвора в формировании свойств твердых тканей зуба / Е. Л. Золотухина // *Молодий вчений*. – 2014. – №2 (05). – С. 160–163.
14. Шамас А. М. Роль макро- и микроэлементов в развитии зубов и способы коррекции их баланса / А. М. Шамас, Н. О. Очирова, О. В. Воейкова // *Здоровье и образование в XXI веке*. – 2014. – Т.16, №4. – С. 137–139.

REFERENCES

1. Sarycheva, I.N., Yanushevich, O.O., Minakov, D.A., & Shulgina, V.A. (2015). Diagnostika klinovidnykh defektov tverdyykh tkaney zubov metodom lazerno-indutsirovannoy fluoressentsii i rentgenografii [The diagnosis of wedge-shaped defects of dental hard tissues by the method of laser-induced fluorescence and radiography]. *Fundamentalnye issledovaniya – Fundamental research*, 1(10), 2084–2090 [in Russian].
2. Smoliar, N.I., & Bezvushko, E.V. (2013). Klinichni proiavy ta dyferentsiino-diagnostychni kryterii nekarioznykh urazhen zubiv [Clinical features and differential diagnostic criteria for non-carious lesions of teeth]. *Profilaktika ta dytiacha stomatologia – Prevention and pediatric dentistry*, 1 (8), 24–28 [in Ukrainian].
3. Iordanishvili, A.K., Chernyi, D.A., Dyakonov, M.M., & Chernysh, V.F. (2015). Rasprostranennost i vozrastnye osobennosti klinovidnykh defektov tverdyykh tkaney zuba u vzroslykh lyudey [Prevalence and age features of wedge-shaped defects of dental hard tissues in the adult]. *Vestnik*

- rossiyskoy voenno-meditsinskoy akademii – Vestnik of Russian military medical Academy, 2 (50), 15–18 [in Russian].
4. Alyoshina, N.F., Radyshevskaya, T.N., Rukavishnikova, L.I., & Piperskaya N.V. (2013). Otdalennyye rezultaty lecheniya zubov s klinovidnymi defektami [Long-term effects of treating dental wedge-shaped defects]. *Volgogradskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal – Volgograd journal of scientific and medical research*, 1, 42–44 [in Russian].
 5. Islamova, D.M. (2013). Optimizatsiya metodov diagnostiki i lecheniya klinovidnykh defektov zubov i simptoma giperestezii zuba [The optimization of the methods of diagnosis and treatment of wedge-shaped defects of teeth and symptom of hyperesthesia of a tooth]. *Extended abstract of candidate's thesis in Medicine*. Ufa: Bashkir State Medical University [in Russian].
 6. Petruk, A.A. (2017). Analiz klinicheskogo obosnovaniya ispolzovaniya stekloionomernogo tsementa «Giofil» pri lechenii kariesa dentina i klinovidnykh defektov [The analysis of the clinical basis for the use of glass-ionomer cement «Giofil» in treatment of dentin caries and wedge-shaped defects +study using glass ionomer cements «Giofil» in the treatment of dentin caries and wedge-shaped dental defects]. *Meditsinskiy zhurnal – Journal of Medicine*, 4, 95–99 [in Russian].
 7. Yarova, S. P., & Zabolotna, I. I. (2013). Rezultaty rentgenospektralnogo analiza mikrotreshin emali zubov [Results of X-ray spectrum analysis of dental enamel fissures]. *Visnyk stomatologii – Herald of Stomatology*, 2 (83), 29–32 [in Russian].
 8. Yarova, S.P., & Zabolotna I.I. (2015). Sposib likuvannya klynopodibnykh defektiv tverdykh tkany zubiv [The method of treatment of wedge-shaped defects of dental hard tissues]. *Patent of Ukraine for useful model*. A61C 5/00. N 99693; declared 07.04.2014; published 25.06.2015; N 12 [in Ukrainian].
 9. Kiseleva, D.V., Adamovich, N.N., Votyakov, S.L. & Mandra, Yu.V. (2013). Osobennosti mikroelementnogo sostava zubnykh tkaney cheloveka po dannym ISP mass-spektrometrii s lazernoy ablyatsiyey [The features of trace element composition of dental tissues according to SPI mass-spectrometry with laser ablation]. *Trudy instituta geologii i geokhimii UrO RAN (Ezhegodnik-2012) – Proceedings of the Institute of Geology and Geochemistry, UrB RAS (Yearbook 2012)*, 160, 334–337 [in Russian].
 10. Zabolotna, I. I. (2015). Khimicheskii sostav prishechnoy emali zubov s klinovidnym defektom v zavisimosti ot glubiny mikrotreshin [The chemical composition of precervical enamel of the teeth with wedge-shaped defects based on the depth of microfissures]. *Molodiy vcheniy – Young scientist*, 2 (17), 602–604 [in Russian].
 11. Yarova, S. P., & Zabolotna, I. I. (2017). Khimichniy sklad emali zubiv z klynopodibnym defektom [The chemical composition of the teeth enamel with wedge-shaped defect]. *Novini stomatologii – News of Stomatology*, 1 (90), 83–86 [in Ukrainian].
 12. Tkachenko, I.M. (2013). Analiz vzaïmozv'язkiv morfologichnoi budovy i mikroelementnogo skladu emali zubiv pri nadmirnii i fiziologichnii stertosti [The analysis of the relationships of morphological structure and trace element composition of tooth enamel in increased and physiological abrasion]. *Ukrinskii stomatologichnyi almanakh – Ukrainian stomatological literary miscellany*, 4, 10–12 [in Ukrainian].
 13. Zolotukhina, E.L. (2014) Mekhanizmy uchastia zubnogo likvora v formirovanii svoystv tverdykh tkaney zuba [Participation mechanisms of dental liguor in the formation properties of dental hard tissues] *Molodiy vcheniy – Young scientist*, 2 (05), 160–163 [in Russian].
 14. Shamas, A.M., Ochirova, N.O., & Voyeykova, O.V. (2014). Rol makro- i mikroelementov v razvitii zubov i sposoby korrektsii ikh balansu [Macro and micro elements importance in teeth development and ways of their balance correction]. *Zdorovye i obrazovanie v XXI veke – Health and education in the 21st century*, Vol.16, 4, 137–139 [in Russian].

Comparative X-ray analysis of chemical composition of dentin in teeth with a wedge-shaped defect at different depth of the enamel microcracks

S. P. Yarova, I. I. Zabolotna, S. A. Dubyna, Yu. Yu. Yarov

Abstract. The purpose of the work– to research the chemical composition of dentin in teeth affected by a wedge-shaped defect depending on the depth of the enamel microcracks. Materials and methods: subject of research – 10 teeth of the both jaws extracted as clinically indicated, longitudinal sections of teeth of patients from 25 to 54 years old. JSM-6490 LV focused beam electronic microscope (scanning) with system of energy-dispersive x-ray microanalysis INCA Penta FETx3 was used. A great number of magnesium was present: in the incisal zone (cusps) of teeth with microcracks of type I, at the equator, on the gingival surface of a wedge-shaped defect of teeth with microcracks of type II, in the area of the crown surface, the joint of non-carious pathology and at the distance from it in teeth with microcracks of type III. The amount of calcium was high in: incisal region (cusp) and the equator of teeth with microcracks of type II, on the crown surface of a wedge-shaped defect of teeth with type I microcracks, in the gum area, the joint of non-carious pathology and 150 microns away from it in teeth with microcracks of type III. There was established the relation between the chemical composition of dentin with a wedge-shaped defect and the depth of microcracks in the enamel of the vestibular surface. Significant differences in the content of magnesium and calcium in the dentin depending on the depth of microcracks ($p < 0.05$) were found out.

Keywords: microcracks, wedge-shaped defect, dentine, chemical composition.

Monitoring of the structure and distribution of periodontal disease in children of the Donetsk region according the applay

S. P. Yarova, K. V. Novikova*, O. Y. Chernyshova, O. M. Novikova, O. A. Kobtseva

Donetsk National Medical University

*Corresponding author. E-mail: katanovik93@gmail.com

Paper received 18.06.18; Accepted for publication 26.06.18.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-172VI20-11>

Abstract. The aim of the research was to study the structure of periodontal pathology in children in Donetsk region who applied for periodontal care in three age groups (3-6 years, 7-12 years, 15-18 years). Clinically 207 children were examined. The presence of periodontitis was found in all age groups in 34 of 207 subjects (16.4%). It was found that the main cause of treatment of children (83.6%, 173/207) of all age groups is the presence of gingivitis - 95.2%, 93.1%, 56.9%, respectively.

Keywords: monitoring, gingivitis, periodontal disease.

Introduction. Last decades were marked by significant achievements in the field of studying children’s periodontal diseases and oral mucosa. The initiative form of the work of the pediatric dentist, whose task is to maximize the coverage of the entire children’s population with the attention of the dentist, with the purpose of early detection of pathology, timely elimination of the disease and its prevention, was expressed by the fact of appearance of children who did not expect the presence of such diseases as gingivitis and periodontitis.

Overview of publications on the topic. Insufficient attention to the timely detection and elimination of diseases of the mucous membrane of the oral cavity and periodontium in children promotes an increase in the frequency and severity of periodontal diseases in adults [1].

At the same time, there appeared a sufficient number of scientific reports revealing the essence of the pathogenesis of diseases of the mucous membrane of the oral cavity and periodontium in children with their conjugation with tooth caries, poor hygienic state of the oral cavity, and dental alveolar anomalies.

In accordance with modern ideas, the formation of inflammatory periodontal diseases is considered not only as a local inflammation of the periodontal tissue caused by the microflora of the "dental plaque", but also as a reaction of the organism to a bacterial infection [2].

Nowadays most of the known researchers recognize that only the balance between local resistance of the oral cavity and bacterial invasion is the main factor that determines the development and course of lesions of periodontal tissue [3,4,5,6]. As a result of damage, activation or release of some biologically active substances that largely determine the rate of development, intensity and prevalence of the inflammatory process occurs [1]. Microbial dental plaque and products of its vital activity are an important link in the chain of factors that cause inflammation and destructive changes in periodontal tissues [7].

It is important to remember that the condition of periodontal tissues of children, regardless of their age group, differs from that already formed in an adult.

Purpose of the study: studying of the prevalence and structure of periodontal diseases in children of different ages who live in the Donetsk region, as well as indicators of their treatment for the treatment of periodontal diseases and oral mucosa.

Materials and methods. To realize the goal of the study, the parodontological status of 207 children of the Donetsk region was analyzed, who applied for consultative periodontal care at the Department of Stomatology № 2 of the Donetsk National Medical University from 2016 to 2017. Taking into account WHO recommendations, the structure and prevalence of parodontological pathology was monitored in three age groups: group 1 included 63 children 3-6 years old (milk bite); group 2 consisted of 86 people aged 7-12 years (the period of the replaceable occlusion) and in group 3, 58 children - 13-18 years (permanent bite).

1 group consisted of 63 people, the total number of children 2 and 3 groups - 86 and 58 children, respectively. According to the results of the survey, each study group was divided into 2 subgroups. Subgroups A of groups 1, 2, 3 included children with gingivitis (catarrhal or hypertrophic), subgroup B-manifestation of periodontitis (localized or generalized) (Table 1).

Table 1.

Group number	Number of children in subgroup A	Number of children in subgroup B
Group 1 (N=63)	60	3
Group 2 (N=86)	80	6
Group 3 (N=58)	33	25
Total (N=207)	173	34

The examination of children was carried out according to the standard method in dentistry, which included the collection of complaints, anamnesis of life and disease, external examination of the child and examination of the oral cavity, determined the Green-Vermilion and PMA indices, performed the Schiller-Pisarev test, and measured the depth of the dentogingival pockets. The materials of the clinical study were subjected to variational-statistical treatment in accordance with the purpose of the work. The processing of the results of the study was carried out using the generally accepted methods of mathematical statistics.

Results and discussion. The reason for seeking dental care most patients called the presence of bleeding gums during brushing, its soreness, friability. Some of them independently noted congestion, mucous puffiness and a bad smell. Also, there were complaints such as: gum enlargement or gingival abscess.

Analysis of the periodontological status of patients who consulted for medical advice showed that the pres-

ence of gingivitis was 83.6% (173/207) of the children, periodontitis was detected in 16.4% of the children surveyed. Particular attention was drawn to the fact that there was a significant spread of catarrhal localized gingivitis (49%, 102/207) (Table 2).

Table 2. The prevalence of periodontological pathology among the children under examination

Type of pathology	Frequency of distribution	
	N	%
Catarrhal gingivitis (localized)	102	49
Catarrhal gingivitis (generalized)	31	15
Hypertrophic gingivitis (localized)	31	15
Catarrhal gingivitis (generalized)	9	4,3
Periodontitis (localized)	25	12
Periodontitis (generalized)	9	4,3

The results of the study of the structure and distribution of periodontal pathology among the children of Donetsk region examined by age group showed that the highest exponent of spread in all age groups had localized catarrhal gingivitis (63.4%, 58.1%, 20.7%). In our opinion, this can be explained by increased traumatic danger in childhood, unsatisfactory oral hygiene, dental alveolar anomalies. Also the great importance is the psycho-emotional status of the child, the presence of harmful habits with the help of which the child calms himself.

Analysis of the study parameters by age group showed that the children of the 1st age group had the following results: out of 63 children, 77.7% (49/63) had catarrhal gingivitis, 18.5% (9/49) of the patients had catarrhal generalized, 81, 5% (40/49) respectively localized. At the same time, 17.5% (11/63) had localized hypertrophic gingivitis, while general hypertrophic gingivitis was not found in this group. The remaining 4.8% (3/63) already

had localized periodontitis due to dentoalveolar anomalies. There were no generalized forms of periodontitis.

Representatives of the 2nd group had the following indicators: out of 86 examined, 73.3% (63/86) had catarrhal gingivitis, 20.6% (13/63) were diagnosed with generalized catarrhal gingivitis, 79.4% (50/63) were ill with localized form. Concerning hypertrophic gingivitis, 19.8% (17/86) had symptoms of this disease: 41.2% (7/17) had a generalized form of this pathology, and 58.8% (10/17), localized. In the remaining 6.9% (6/86), localized periodontitis was detected. As with the representatives of the first group of generalized forms of periodontitis was not revealed.

The examination of children of the 3rd age group showed the following results: out of 58 people, 36.2% (21/58) had catarrhal gingivitis, 42.9% (9/21) generalized form, 57.1% (12/21) localized. 20.7% (12/58) had signs of hypertrophic gingivitis, 16.7% (2/12) of the generalized, 83.3% (10/12) of the localized. The remaining 43.1% (25/58) have already revealed a feature of periodontitis: 64% (16/25) had a localized form, while 36% (9/25) have already had a generalized form of periodontitis.

Conclusions. The main reason for the treatment of children of all age groups for periodontal care is the presence of problems with the state of the mucosa of the oral cavity and periodontium. In the structure of periodontal pathology, gingivitis predominates more than periodontitis. The most common pathology is localized catarrhal gingivitis 49.3% (102/207) of the total number of children. Often there are generalized catarrhal 15% (31/207) and localized hypertrophic gingivitis. There are cases of generalized periodontitis in 4.3% (9/207) of all the children studied.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воложин А.И., Порядин Г.В. Патологическая физиология. - М.: Медпресс, 2000. - 340 с.
2. Григорьян А.С., Морфогенез ранних стадий воспаления заболеваний пародонта / А.С. Григорьян, О.А. Фролова, Е.В. Иванова // Стоматология. - 2002. - N1. - С. 19-25.
3. Пахомов, Г.Н. О прошлом, настоящем и будущем стоматологии / Г.Н. Пахомов // Новое в стоматологии. - 2002. - N6. - С. 5-8.
4. Цепов, Л.М., Диагностика и лечение заболеваний пародонта / Л.М. Цепов, А.И. Николаев. М.: «МЕДпресс-

- информ». - 2004. - 200с.
5. Kinane, D.F. Clinical relevance of the host responses of periodontitis / D.F. Kinane, P. Mark Bartild // Periodontal. 2000. - 2007. Vol. 43. P. 278-293.
6. Nunn, M.E. Understanding the etiology of periodontitis: an overview of periodontal risk factors / M.E. Nunn // Periodontol 2000. - 2003. Vol. 32. P. 11-23.
7. Socransky, S.S. Subgingival microbial profiles in refractory periodontal disease / S.S. Socransky, C. Smith, A.D. Haffajee // Clin. Periodontol. - 2002. Vol. 29. P. 260-268.

REFERENCES

1. Volozhin A.I., Poryadin G.V. Pathological physiology. - M.: Medpress, 2000. - P. 340.
2. Grigoryan A.S., Morphogenesis of early stages of inflammation of periodontal diseases / A.S. Grigoryan, O.A. Frolova, E.V. Ivanova // Stomatology. - 2002. - N1. - P. 19-25.
3. Pakhomov, G.N. About the past, present and future of dentistry / G.N. Pakhomov // New in dentistry. - 2002. - N6. - P. 5-8.
4. Tsepov L.M., Diagnosis and treatment of periodontal diseases / L.M. Tsepov, A.I. Nikolaev. M.: " MEDpress-inform ". -

2004. -P. - 200.
5. Kinane, D.F. Clinical relevance of the host responses of periodontitis / D.F. Kinane, P. Mark Bartild // Periodontal. 2000. - 2007. Vol. 43. P. 278-293.
6. Nunn, M.E. Understanding the etiology of periodontitis: an overview of periodontal risk factors / M.E. Nunn // Periodontol 2000. - 2003. Vol. 32. P. 11-23.
7. Socransky, S.S. Subgingival microbial profiles in refractory periodontal disease / S.S. Socransky, C. Smith, A.D. Haffajee // Clin. Periodontol. - 2002. Vol. 29. P. 260-268.

Математичне моделювання та методи опрацювання сигналів серця на базі циклічних випадкових процесів та векторів

С. А. Лупенко, А. С. Сверстюк, Н. Б. Стадник, А. М. Зозуля

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Тернопільський державний медичний університет ім. І. Я. Горбачевського

Paper received 02.03.18; Accepted for publication 12.03.18.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-172VI20-12>

Анотація. У роботі розглянуто підхід до моделювання сигналів серця електричної, магнітної та акустичної (механічної) природи на основі моделей теорії циклічних випадкових функцій, а саме, з використанням циклічного випадкового процесу та вектора циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів. Наведено структури статистичних оцінок ймовірнісних характеристик досліджуваних сигналів серця, а також результати їх спектрального аналізу. Обґрунтовано інформативні ознаки в комп'ютерних системах функціональної діагностики стану серця на основі запропонованих у роботі їх математичних моделей та методів.

Ключові слова: сигнали серця, математичне моделювання, методи опрацювання, циклічні випадкові функції, інформативні ознаки.

Вступ. Відомо, що функціонування серця супроводжується генеруванням електричних, магнітних та механічних (акустичних) полів, що у своїй просторово-часовій структурі відображають функціональний стан серцево-судинної системи (ССС) людини і дають змогу проводити її діагностику. У кардіометричних діагностичних системах якості, ефективність методів автоматизованого аналізу кардіосигналів на базі ЕОМ зумовлюється адекватністю їх математичних моделей. Математичним моделям та методам опрацювання сигналів серця присвячено значну множину наукових праць [1-4]. У залежності від того, чи враховується стохастичність, існуючі математичні моделі циклічних сигналів серця можна поділити на детерміновані та стохастичні (ймовірнісні, випадкові). До детермінованих слід віднести гармонічні функції (синуси та косинуси), полігармонічні періодичні функції, що розкладаються у ряд Фур'є із кратними гармоніками, майже періодичні детерміновані функції, що зображаються у вигляді ряду Фур'є із некратними гармоніками. Такі математичні моделі циклічних сигналів є досить спрощеними, ідеалізованими моделями реальних сигналів серця і можуть бути використані на практиці лише для опису циклічних кардіосигналів з відносно стабільною, стійкою структурою, коли нехтування випадковістю в ній не приводить до суттєвих спотворень і спрощує розв'язання поставлених задач дослідження. До стохастичних моделей циклічних сигналів належать адитивні, мультиплікативні, адитивно-мультиплікативні суміші стаціонарного випадкового процесу та періодичної детермінованої функції, періодично корельований та майже періодично корельований випадкові процеси, періодично розподілені випадкові процеси та лінійні періодичні випадкові процеси.

Робота присвячена висвітленню задач математичного моделювання та методів опрацювання (статистичного та спектрального аналізу) сигналів серця електричної, магнітної та механічної (акустичної) фізичної природи у рамках їх моделей у вигляді циклічного випадкового процесу та вектора циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів [5-10], які є підкласами класу циклічних випадкових функцій [10]. Такий підхід уможливує уніфікацію, підвищення ефектив-

ності (точності, достовірності та інформативності) математичного забезпечення сучасних комп'ютерних систем функціональної діагностики стану серця та серцево-судинної системи людини.

Основна частина. Згідно з роботою [5], дамо означення циклічного випадкового процесу неперервного аргументу.

Означення 1. Сепарабельний випадковий процес $\xi(\omega, t), \omega \in \Omega, t \in \mathbf{R}$, називається циклічним випадковим процесом неперервного аргументу, якщо існує така функція $T(t, n)$, яка задовольняє умовам функції ритму, що скінченновимірні вектори $(\xi(\omega, t_1), \xi(\omega, t_2), \dots, \xi(\omega, t_k))$ та $(\xi(\omega, t_1 + T(t_1, n)), \xi(\omega, t_2 + T(t_2, n)), \dots, \xi(\omega, t_k + T(t_k, n)))$, $n \in \mathbf{Z}$, де $\{t_1, t_2, \dots, t_k\}$ - множина сепарабельності процесу $\xi(\omega, t), \omega \in \Omega, t \in \mathbf{R}$, при всіх цілих $k \in \mathbf{N}$ є стохастично еквівалентними у широкому розумінні.

Функція ритму $T(t, n)$ визначає закон зміни часових інтервалів між однофазними значеннями циклічної функції. Функція $T(t, n)$ повинна задовольняти таким властивостям:

1. Вона задана на всій дійсній осі $t \in \mathbf{R}$ і на всій множині цілих чисел і дорівнює нулю, коли $n = 0$. В інших випадках вона або додатна, або від'ємна, тобто:

- a) $T(t, n) > 0$, якщо $n > 0$;
- b) $T(t, n) = 0$, якщо $n = 0$;
- c) $T(t, n) < 0$, якщо $n < 0$. (1)

2. Для будь-яких $t_1 \in \mathbf{R}$ та $t_2 \in \mathbf{R}$, для яких $t_2 > t_1$, для функції $T(t, n)$ виконується нерівність:

$$t_1 + T(t_1, n) < t_2 + T(t_2, n), \forall n \in \mathbf{Z}. \quad (2)$$

Функція $T(t, n)$ є найменшою за модулем $(|T(t, n)| \leq |T_\gamma(t, n)|)$ серед усіх таких функцій $\{T_\gamma(t, n), \gamma \in \Gamma\}$, які задовольняють (1) - (2).

Для циклічного випадкового процесу неперервного аргументу характерно те, що сімейство його узгодже-

них функцій розподілу задовольняє наступним рівно- стям:

$$F_{k_{\xi}}(x_1, \dots, x_k, t_1, \dots, t_k) = F_{k_{\xi}}(x_1, \dots, x_k, y(t_1, n), \dots, y(t_k, n)) = F_{k_{\xi}}(x_1, \dots, x_k, t_1 + T(t_1, n), \dots, t_k + T(t_k, n)), x_1, \dots, x_k, t_1, \dots, t_k \in \mathbf{R}, n \in \mathbf{Z}, k \in \mathbf{N} \cdot (3)$$

Якщо $T(t, n) = n \cdot T, T = const, T > 0$, то будемо ма- ти випадковий циклічний процес зі стабільним рит- мом, який у літературних джерелах відомий як стоха- стично періодичний процес (циклостационарний ви- падковий процес, періодично розподілений випадко- вий процес). Якщо $T(t, n) \neq n \cdot T$, то будемо мати випадковий циклічний процес зі змінним ритмом. У роботі [10], дано означення та досліджено властивості циклічних випадкових процесів дискретного аргумен- ту, який може використовуватися як математична мо- дель кардіосигналу після його дискретизації, кванту- вання та оцифрування в сучасних цифрових систе- мах опрацювання сигналів.

З метою опису методів сумісного статистичного аналізу кардіосигналів дамо означення вектора ритмі- чно пов'язаних циклічних випадкових процесів, які можуть використовуватися як моделі вектора синх- ронно зареєстрованих кардіосигналів, наприклад, електрокардіосигнали, що зареєстровані в різних від- веденнях або синхронно зареєстровані електрокардіо- сигнал та магнітокардіосигнал [7].

$$F_{p_{\xi_{i_1} \dots \xi_{i_p}}}(x_1, \dots, x_p; t_1, \dots, t_p) = F_{p_{\xi_{i_1} \dots \xi_{i_p}}}(x_1, \dots, x_p; t_1 + T(t_1, n), \dots, t_p + T(t_p, n)), n \in \mathbf{Z}, i_1, \dots, i_p = \overline{1, N}, t_1, \dots, t_p \in \mathbf{R}. (4)$$

Статистичне оцінювання кардіосигналів. У рам- ках наведених вище математичних моделей, у роботах [6, 7, 10] розроблено методи статистичного оцінюван- ня ймовірнісних характеристик циклічних сигналів серця. Наведено тут лише деякі статистичні оцінки для ймовірнісних характеристик кардіосигналу та сукупності синхронно зареєстрованих кардіосигналів. Запишемо формули для обчислення реалізацій відпо- відних статистичних оцінок імовірнісних характе- ристик циклічного випадкового процесу у випадку, коли задана деяка довга його реалізація $\xi_{\omega}(t), t \in \mathbf{W}$, яка

Означення 2. Вектор $\Theta_N(\omega, t)$ циклічних випадкових процесів $\left\{ \xi_i(\omega, t), i = \overline{1, N}, \omega \in \Omega, t \in \mathbf{R} \right\}$ будемо називати вектором строго ритмічно пов'язаних випадкових процесів, а самі процеси строго ритмічно пов'язаними, якщо існує така функція ритму $T(t, n)$, яка задовольняє умови (1) і (2), що скінченновимірні вектори $\left\{ \xi_{i_1}(\omega, t_1), \xi_{i_2}(\omega, t_2), \dots, \xi_{i_p}(\omega, t_p) \right\}$ та $\left\{ \xi_{i_1}(\omega, t_1 + T(t_1, n)), \xi_{i_2}(\omega, t_2 + T(t_2, n)), \dots, \xi_{i_p}(\omega, t_p + T(t_p, n)) \right\}$ $n \in \mathbf{Z}, i_1, \dots, i_p = \overline{1, N}$, де $\{t_1, \dots, t_p\}$ - множина сепарабе- льності вектора $\Theta_N(\omega, t)$, при всіх цілих $p \geq 1$ є сто- хастично еквівалентними у широкому розумінні. Як- що вектор $\Theta_N(\omega, t)$ має лише одну компоненту, то із означення 2 отримується означення 1 циклічного ви- падкового процесу.

Для сумісної p -вимірної функції розподілу векто- ра циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів має місце рівність:

містить достатньо велику кількість його повних цик- лів $\tilde{\mathbf{W}} = \bigcup_{m=1}^M \mathbf{W}_{c_m}$.

Так, реалізація статистичної оцінки математичного сподівання кардіосигналу за його реалізацією $\xi_{\omega}(t), t \in \tilde{\mathbf{W}}$, яка містить достатньо велику кількість його повних циклів дорівнює:

$$\hat{m}_{\xi}(t) = \frac{1}{M} \sum_{n=0}^{M-1} \xi_{\omega}(t + T(t, n)), t \in \mathbf{W}_{c_1} = [\tilde{t}_1, \tilde{t}_2], (5)$$

де $t_1 \neq 0$ - у загальному випадку.

Реалізація статистичної оцінки дисперсії:

$$\hat{d}_{\xi}(t) = \frac{1}{M-1} \cdot \sum_{n=0}^{M-1} \left[\xi_{\omega}(t + T(t, n)) - \hat{m}_{\xi}(t + T(t, n)) \right]^2, t \in \mathbf{W}_{c_1} = [\tilde{t}_1, \tilde{t}_2]. (6)$$

Реалізація статистичної оцінки змішаної початкової моментної функції порядку $p = \sum_{i=1}^k R_i$:

$$\hat{c}_{p_{\xi}}(t_1, \dots, t_k) = \frac{1}{M - M_1 + 1} \cdot \sum_{n=0}^{M-M_1} \left[\xi_{\omega}^{R_1}(t_1 + T(t_1, n)) \cdot \dots \cdot \xi_{\omega}^{R_k}(t_k + T(t_k, n)) \right], t_1 \in \mathbf{W}_{c_1}, t_2, \dots, t_k \in \bigcup_{m=1}^{M_1} \mathbf{W}_{c_m}, (7)$$

де M_1 ($M_1 \ll M$) - кількість циклів, у рамках яких набирають свої значення аргументи t_2, \dots, t_k .

Наведені вище методи статистичного оцінювання ймовірнісних характеристик циклічного випадкового процесу є узагальненням методів статистичного оці-

нювання ймовірнісних характеристик стохастично періодичних процесів.

Запишемо формули для обчислення реалізацій від- повідних статистичних оцінок імовірнісних характе- ристик вектора циклічних ритмічно пов'язаних випа- дкових процесів, за умови, коли задана деяка довга

його реалізація $\xi_{\omega}(t), t \in \widehat{W}$, яка містить достатньо велику кількість його повних циклів $\widehat{W} = \bigcup_{m=1}^M \mathbf{W}_{c_m}$.

такому разі, реалізація статистичної оцінки змішаної початкової моментної функції порядку $p = \sum_{j=1}^k R_j$:

$$\hat{c}_{p_{\xi_1 \dots \xi_k}}(t_1, \dots, t_k) = \frac{1}{M - M_1 + 1} \cdot \sum_{n=0}^{M - M_1} \left[\xi_{i_{\omega}}^{R_1}(t_1 + T(t_1, n)) \cdot \dots \cdot \xi_{i_{\omega}}^{R_k}(t_k + T(t_k, n)) \right],$$

$$t_1 \in \mathbf{W}_{c_1}, t_2, \dots, t_k \in \bigcup_{m=1}^{M_1} \mathbf{W}_{c_m}, i_1, \dots, i_k = \overline{1, N}. \quad (8)$$

Реалізація статистичної оцінки змішаної центральної моментної функції порядку $p = \sum_{j=1}^k R_j$:

$$\hat{r}_{p_{\xi_1 \dots \xi_k}}(t_1, \dots, t_k) = \frac{1}{M - M_1} \sum_{n=0}^{M - M_1} \left(\xi_{i_{\omega}}^{R_1}(t_1 + T(t_1, n)) - \hat{m}_{\xi_1}(t_1 + T(t_1, n)) \right)^{R_1} \cdot \dots$$

$$\cdot \left(\xi_{i_{\omega}}^{R_k}(t_k + T(t_k, n)) - \hat{m}_{\xi_k}(t_k + T(t_k, n)) \right)^{R_k}, t_1 \in \mathbf{W}_{c_1}, t_2, \dots, t_k \in \bigcup_{m=1}^{M_1} \mathbf{W}_{c_m}, i_1, \dots, i_k = \overline{1, N}. \quad (9)$$

За умови, що функція ритму $T(t, n) = nT, T = const > 0$, будемо мати частинний випадок розроблених статистичних методів, який дає змогу проводити статистичне оцінювання ймовірнісних характеристик стохастично періодичних та періодично пов'язаних випадкових процесів.

Розроблені методи статистичного оцінювання як для випадку одного циклічного випадкового процесу, так і для вектора циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів, ґрунтуються на припущенні, що є відомою функція ритму $T(t, n)$ циклічного випадкового процесу $\xi(\omega, t)$ чи циклічного випадкового вектора $\Theta_N(\omega, t)$, хоча в багатьох практичних випадках вона є невідомою і потребує свого попереднього визначення (оцінювання), як це, наприклад, описано в роботі [9].

Результати статистичного та спектрального аналізу сигналів серця та інформативні ознаки для комп'ютерної діагностики функціонального стану серця.

У багатьох експериментах по статистичному аналізу широкого класу кардіосигналів, підтверджено факт несуперечності нормальному закону розподілу сукупності синхронно зареєстрованих кардіосигналів, а саме, шляхом застосування χ^2 -тесту, встановлено, що кардіосигнали із довірчою ймовірністю 0,95 (рівень значимості дорівнює 0,05) не суперечать гіпотезі про нормальність їх розподілу. Факт нормальності розподілу кардіосигналів, вказує на достатність використання статистичних оцінок перших двох моментних функцій досліджуваних кардіосигналів, а саме, їх математичних сподівань та кореляційних функцій.

Наведемо приклад статистичного оцінювання ймовірнісних та спектральних характеристик кардіосигналів на основі поданих вище їх моделей та методів опрацювання.

Як приклад, на рис. 1 подано результати статистичного оцінювання математичних сподівань електрокардіосигналу в II відведенні, які відповідають умовній нормі та патології.

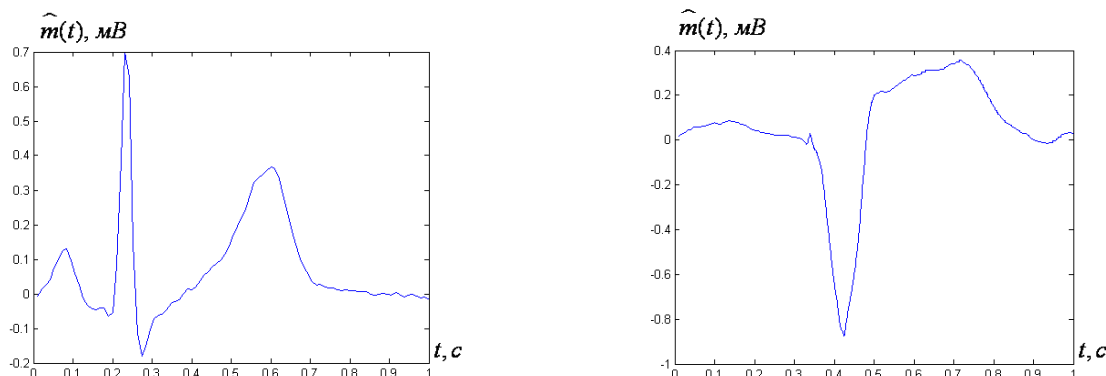


Рис.1. Графіки реалізацій оцінок математичних сподівань електрокардіосигналів в II відведенні: а) діагноз: умовна норма; б) діагноз: нижній інфаркт міокарда

Як приклад, на рис. 2 та 3, подано результати розкладу у ряд Фур'є реалізації оцінок математичних

сподівань електрокардіосигналу в II відведенні, які відповідають умовній нормі та патології.

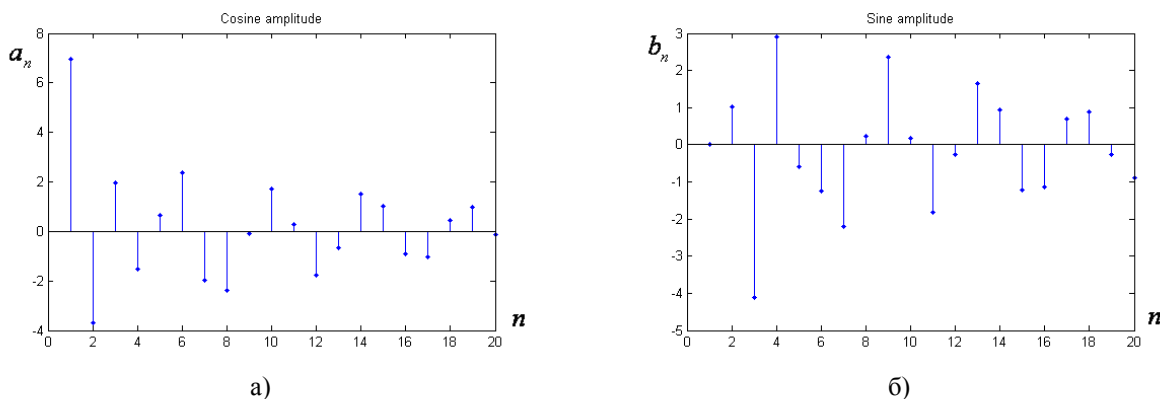


Рис.2. Косинусний (а) та синусний (б) спектри реалізації оцінки математичного сподівання електрокардіосигналу в II відведенні (діагноз: умовна норма)

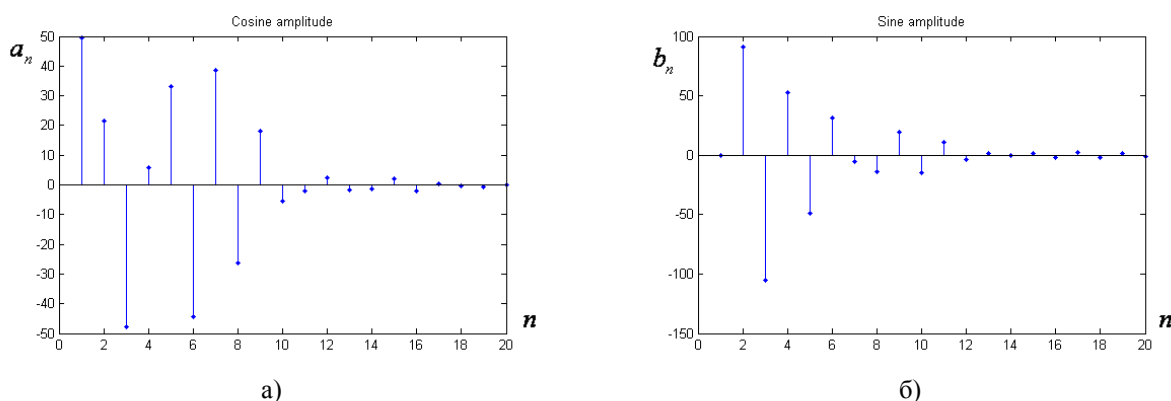


Рис.3. Косинусний (а) та синусний (б) спектри реалізації оцінки математичного сподівання електрокардіосигналу в II відведенні (діагноз: нижній інфаркт міокарда)

Як видно із рис. 2 та 3, а також це підтверджується багатьма експериментами, має місце факт значної чутливості оцінки математичного сподівання та коефіцієнтів її розкладу у ряд Фур'є, до зміни стану серцево-судинної системи людини, що вказує на можливість їх використання як діагностичних ознак в автоматизованих системах кардіодіагностики.

З метою зменшення розмірності простору діагностичних ознак, при проведенні сумісного статистичного аналізу синхронно зареєстрованих кардіосигналів, як діагностичні ознаки пропонується використовувати

коефіцієнти ортогональних розкладів статистичних оцінок взаємних кореляційних функцій компонент синхронно зареєстрованих кардіосигналів у двовимірний тригонометричний ряд Фур'є. Так, реалізацію статистичної оцінки

$\hat{R}_{\xi_1 \xi_2}(t_1, t_2), t_1 \in [0, T_1], t_2 \in [0, T_2]$ взаємної кореляційної функції, можна розкласти у двовимірний ряд Фур'є у комплексній формі, а саме:

$$\hat{R}_{\xi_1 \xi_2}(t_1, t_2) = \sum_{n_1=-\infty}^{\infty} \sum_{n_2=-\infty}^{\infty} c_{n_1, n_2} \cdot e^{i[\frac{2\pi}{T_1} t_1 \cdot n_1 + \frac{2\pi}{T_2} t_2 \cdot n_2]}, t_1 \in [0, T_1], t_2 \in [0, T_2], (10)$$

де $\left\{ e^{i[\frac{2\pi}{T_1} t_1 \cdot n_1 + \frac{2\pi}{T_2} t_2 \cdot n_2]}, n_1, n_2 \in \mathbf{Z} \right\}$ - двовимірний триго-

нометричний ортогональний базис на області

$[0, T_1] \times [0, T_2]$; множина $\{c_{n_1, n_2}, n_1, n_2 \in \mathbf{Z}\}$ є множиною спектральних коефіцієнтів, які визначаються згідно із формулою:

$$c_{n_1, n_2} = \frac{1}{T_1 \cdot T_2} \int_0^{T_1} \int_0^{T_2} \hat{R}_{\xi_1 \xi_2}(t_1, t_2) \cdot e^{-i[\frac{2\pi}{T_1} t_1 \cdot n_1 + \frac{2\pi}{T_2} t_2 \cdot n_2]} dt_1 dt_2, n_1, n_2 \in \mathbf{Z}. (11)$$

Коефіцієнти $\{c_{n_1, n_2}, n_1, n_2 \in \mathbf{Z}\}$ загалом є комплексними, а саме, мають таке зображення:

$$c_{n_1, n_2} = a_{n_1, n_2} - i \cdot b_{n_1, n_2}, n_1, n_2 \in \mathbf{Z}, (12)$$

де множини коефіцієнтів $\{a_{n_1, n_2}, n_1, n_2 \in \mathbf{Z}\}$ та $\{b_{n_1, n_2}, n_1, n_2 \in \mathbf{Z}\}$ є відповідно косинусним та синусним спектрами реалізації оцінки взаємної кореляційної функції $\hat{R}_{\xi_1 \xi_2}(t_1, t_2)$, які визначаються так:

$$a_{n_1, n_2} = \text{Re}\{c_{n_1, n_2}\} = \frac{1}{T_1 \cdot T_2} \int_0^{T_1} \int_0^{T_2} \hat{R}_{\xi_1 \xi_2}(t_1, t_2) \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_1} t_1 \cdot n_1 + \frac{2\pi}{T_2} t_2 \cdot n_2\right) dt_1 dt_2, n_1, n_2 \in \mathbf{Z}, \quad (13)$$

$$b_{n_1, n_2} = \text{Im}\{c_{n_1, n_2}\} = \frac{1}{T_1 \cdot T_2} \int_0^{T_1} \int_0^{T_2} \hat{R}_{\xi_1 \xi_2}(t_1, t_2) \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T_1} t_1 \cdot n_1 + \frac{2\pi}{T_2} t_2 \cdot n_2\right) dt_1 dt_2, n_1, n_2 \in \mathbf{Z}. \quad (14)$$

На рис. 4-12, подано результати таких розкладів реалізації статистичних оцінок взаємних кореляційних функцій компонент синхронно зареєстрованих

кардіосигналів, зокрема синхронно зареєстрованих електрокардіосигналів в II та V відведеннях, які відповідають умовній нормі та деяким патологіям.

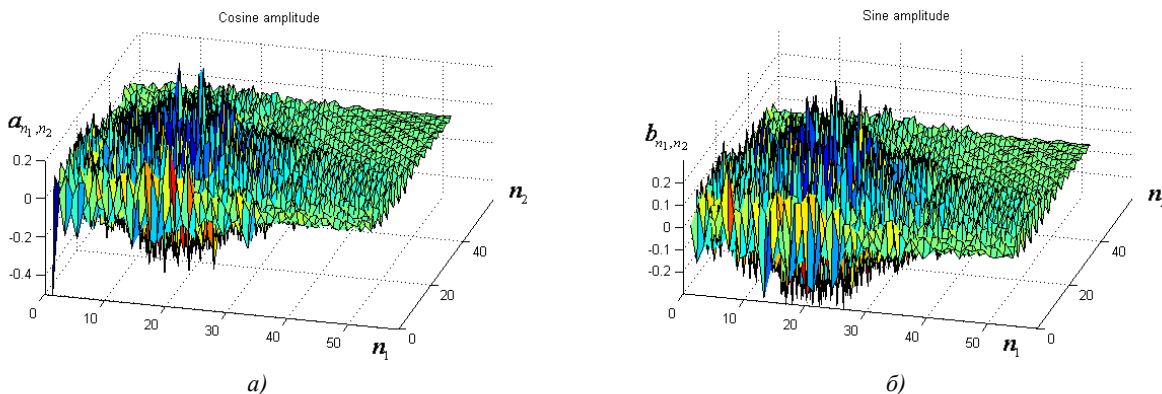


Рис.4. Косинусний (а) та синусний (б) спектри реалізації оцінки взаємної кореляційної функції синхронно зареєстрованих кардіосигналів в II та V відведеннях (діагноз: умовна норма)

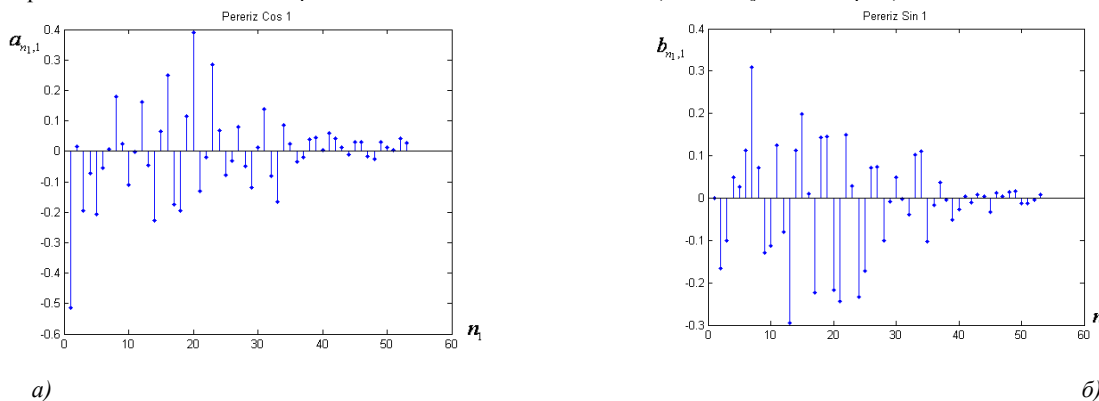


Рис.5. Перерізи косинусного (а) та синусного (б) спектрів реалізації оцінки взаємної кореляційної функції синхронно зареєстрованих кардіосигналів в II та V відведеннях (діагноз: умовна норма)

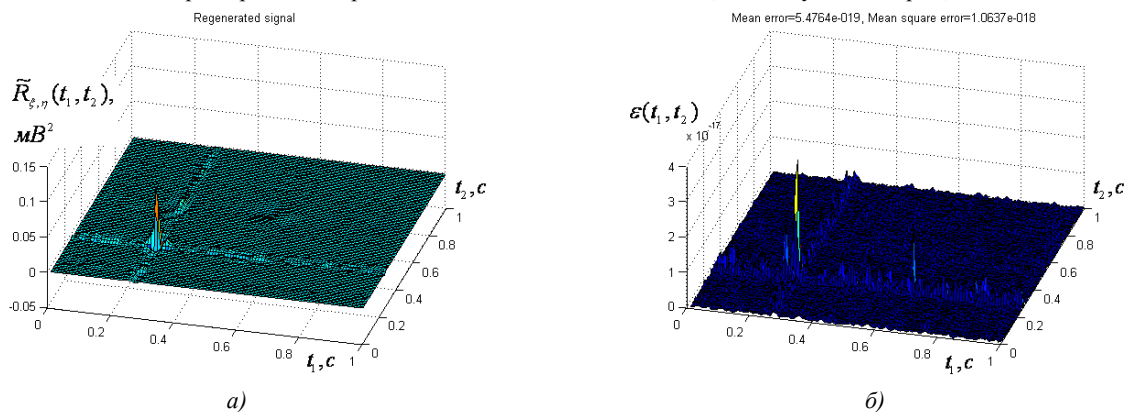


Рис.6. Апроксимація (а) та похибка апроксимації (б) реалізації оцінки взаємної кореляційної функції синхронно зареєстрованих кардіосигналів в II та V відведеннях (діагноз: умовна норма)

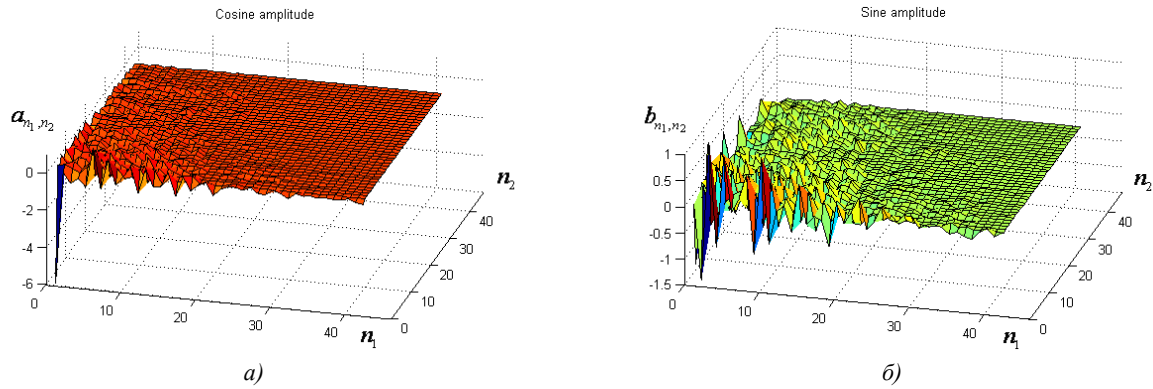


Рис.7. Косинусний (а) та синусний (б) спектри реалізації оцінки взаємної кореляційної функції синхронно зареєстрованих кардіосигналів в II та V відведеннях (діагноз: гіпертрофія правого шлуночка та правого передсердя)

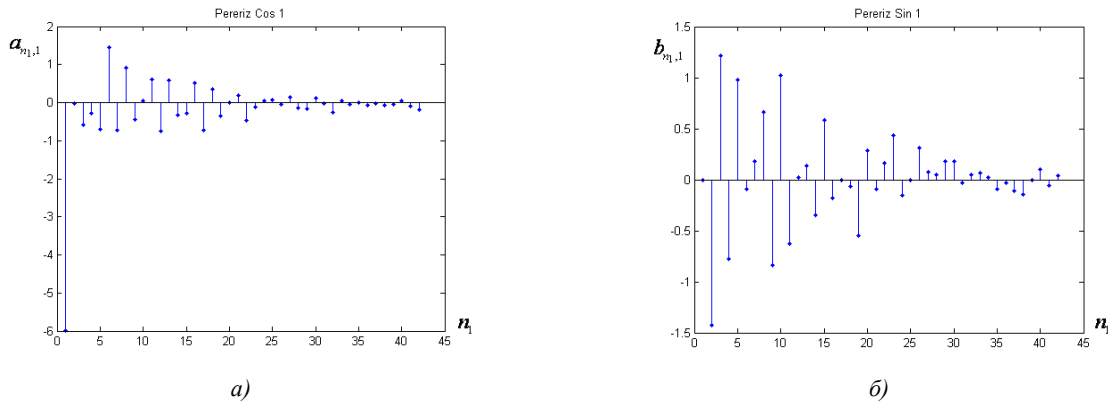


Рис.8. Перерізи косинусного (а) та синусного (б) спектрів реалізації оцінки взаємної кореляційної функції синхронно зареєстрованих кардіосигналів в II та V відведеннях (діагноз: гіпертрофія правого шлуночка та правого передсердя)

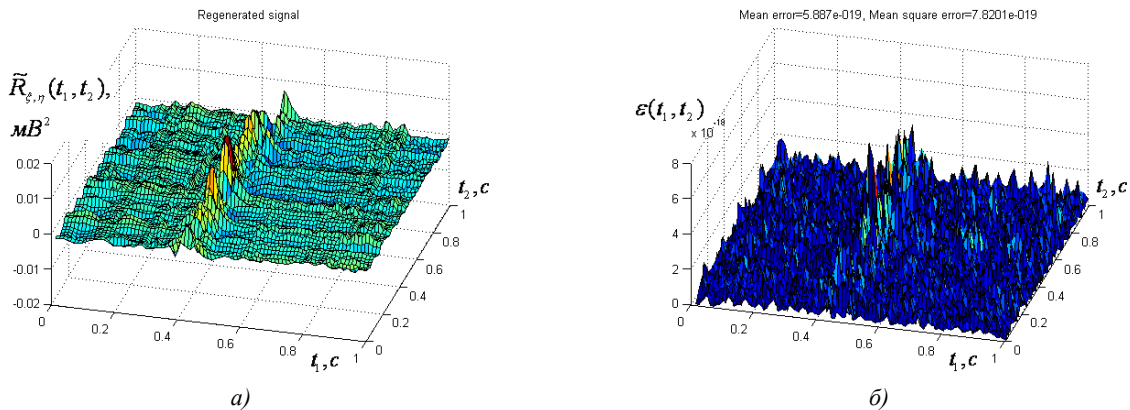


Рис.9. Апроксимація (а) та похибка апроксимації (б) реалізації оцінки взаємної кореляційної функції синхронно зареєстрованих кардіосигналів в II та V відведеннях (діагноз: гіпертрофія правого шлуночка та правого передсердя)

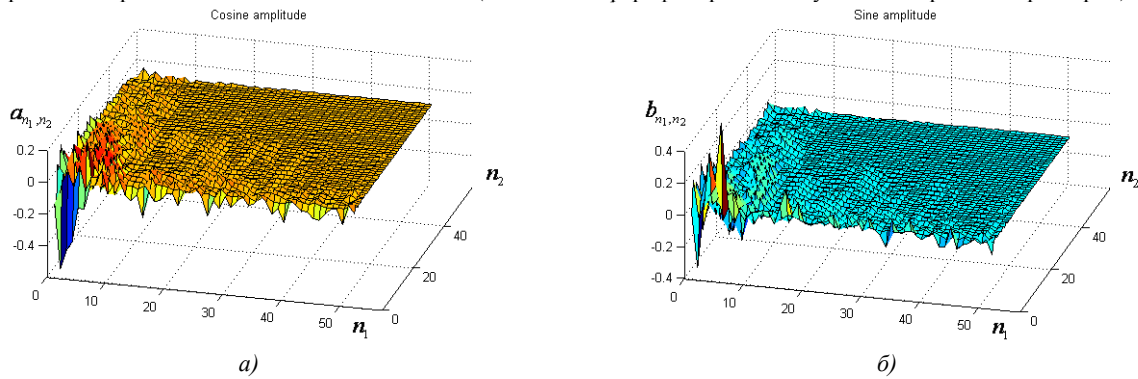


Рис.10. Косинусний (а) та синусний (б) спектри реалізації оцінки взаємної кореляційної функції синхронно зареєстрованих кардіосигналів в II та V відведеннях (діагноз: нижній інфаркт міокарда)

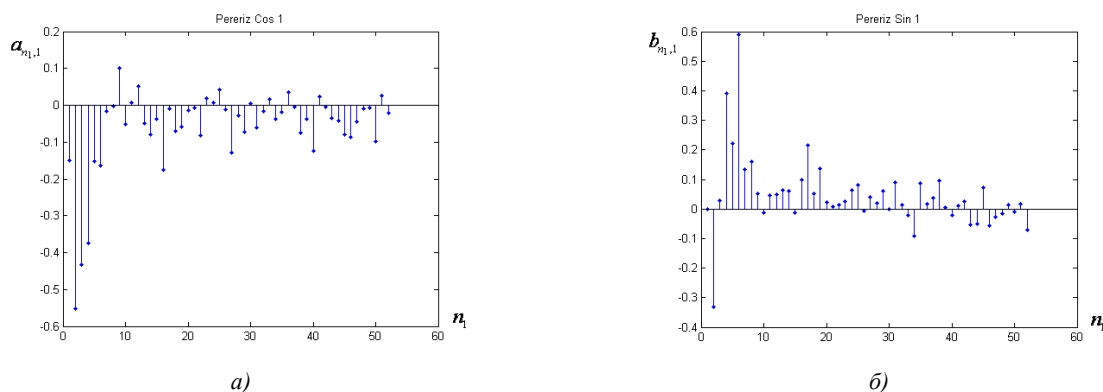


Рис.11. Перерізи косинусного (а) та синусного (б) спектрів реалізації оцінки взаємної кореляційної функції синхронно зареєстрованих кардіосигналів в II та V відведеннях (діагноз: нижній інфаркт міокарда)

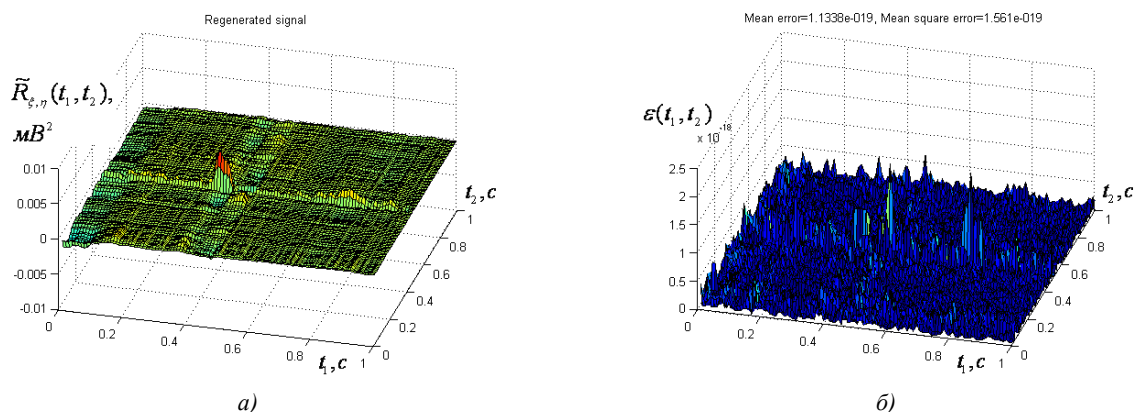


Рис.12. Апроксимація (а) та похибка апроксимації (б) реалізації оцінки взаємної кореляційної функції синхронно зареєстрованих кардіосигналів в II та V відведеннях (діагноз: нижній інфаркт міокарда)

Як видно з рис. 4-12, а також це підтверджується багатьма іншими експериментами, має місце факт значної чутливості оцінки взаємної кореляційної функції та коефіцієнтів її розкладу у двовимірний ряд Фур'є, до зміни стану серцево-судинної системи людини, що вказує на можливість їх використання як діагностичних ознак в автоматизованих системах комплексної кардіодіагностики.

За критерій вибору необхідних спектральних коефіцієнтів розкладу реалізації оцінки математичного сподівання досліджуваного кардіосигналу у ряд Фур'є та реалізації оцінки взаємної кореляційної функції компонент СЗКС у двовимірний ряд Фур'є, вибрано енергетичний критерій, а саме, як діагностичні ознаки використовуються ті спектральні коефіцієнти $\{a_n, b_n, n = \overline{1, N}\}$ та $\{a_{n_1, n_2}, b_{n_1, n_2}, n_1 = \overline{1, N_1}, n_2 = \overline{1, N_2}\}$, які згідно із нерівністю Бесселя, вносять вклад у енергію реалізації статистичної оцінки математичного сподівання кардіосигналу та у енергію реалізації статистичної оцінки взаємної кореляційної функції компонент синхронно зареєстрованих кардіосигналів не менше ніж 95%.

Висновки. Застосування моделей та методів теорії циклічних випадкових функцій завдяки врахуванню стохастичності, синхронності, циклічності сигналів серця, мінливості часових інтервалів між однофазними значеннями в різних циклах кардіосигналу, а також внаслідок використання однотипних діагностичних ознак для різних класів кардіосигналів, уможливило підвищення точності, достовірності та інформативності автоматизованої діагностики функціонального стану серця. Даний підхід до моделювання та опрацювання кардіосигналів дає змогу будувати узгоджені між собою класи їх стохастичних моделей та відповідних методів аналізу, а саме, моделювати сигнали серця в рамках теорії циклічних випадкових векторів та циклічних випадкових процесів. Застосування векторів циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів дає змогу ефективно здійснювати сумісний аналіз сукупності синхронно зареєстрованих кардіосигналів різної фізичної природи. Застосування циклічних випадкових процесів є слушним для моделювання та аналізу окремих циклічних сигналів серця.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ebmeyer S., Chaikovskiy I., Erbel R. et al. Predictive value of the magnetocardiogram for location of regional ischemia of infarction as detected by quantitative analysis of the coronary arteriogram //J. Intern. Congress Series. - 2007. - Vol. 1300. - P. 463-467.
2. Hurst, J. Willis; Fuster, Valentin; O'Rourke, Robert A. (2004). Hurst's The Heart. New York: McGraw-Hill, Medical Publishing Division. pp. 489–90.
3. Malik M. Influence of the recognition artefact in the automatic analysis of long-term electrocardiograms on time-domain measurement of heart rate variability / M. Malik, R. Xia, O.

- Odemuyiwa // Med. Biol. Eng. Comput. — 1993. — P. 539–544.
4. Bozhokin, S. V., & Suslova, I. B. (2014). Wavelet Analysis of Non-stationary Signals in Medical Cyber-Physical Systems (MCPS). В S. Balandin, S. Andreev, & Y. Koucheryavy (Eds), Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networks and Systems (pp 467–480). Springer.
 5. Лупенко С., Студена Ю. Математичне моделювання сигналів серця в задачах технічної кардіометрії на базі їх моделі у вигляді циклічного випадкового процесу // Вісник Тернопільського державного технічного університету.- 2006. -Т. 11, №1. -С.134-142.
 6. Литвиненко Я., Лупенко С., Студена Ю. Методи статистичної обробки сигналів серця на базі їх моделі у вигляді у вигляді циклічного випадкового процесу із зонною часовою структурою // Вісник Тернопільського державного технічного університету.- 2006. -Т. 11, №4. - С.189-200.
 7. Лупенко С.А., Литвиненко Я.В., Сверстюк А.С. Статистичний сумісний аналіз кардіосигналів на основі вектора циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів // Електроніка та системи управління. Національний авіаційний університет №4 (18), 2008. – С.22-29.
 8. Литвиненко Я.В. Програмний комплекс для обробки та моделювання синхронно зареєстрованих кардіосигналів з використанням моделей та методів теорії циклічних функціональних відношень / Я.В. Литвиненко, С.А. Лупенко, А.С. Сверстюк // Вісник Хмельницького національного університету. – 2009.– №5. – С.80-87.
 9. Лупенко С.А. Задача інтерполяції функції ритму циклічної функції із відомою зонною структурою // Електроніка та системи управління. Національний авіаційний університет 2007.- №2 (12). – С.27-35.
 10. Лупенко С.А. Теоретичні основи моделювання та опрацювання циклічних сигналів в інформаційних системах. Наукова монографія /С.А.Лупенко. — Львів: Видавництво «Магнолія 2006», 2016. — 344 с.

REFERENCES

1. Ebmeyer S., Chaikovskiy I., Erbel R. et al. Predictive value of the magnetocardiogram for location of regional ischemia of infarction as detected by quantitative analysis of the coronary arteriogram //J. Intern. Congress Series. - 2007. - Vol. 1300. - P. 463-467.
2. Hurst, J. Willis; Fuster, Valentin; O'Rourke, Robert A. (2004). Hurst's The Heart. New York: McGraw-Hill, Medical Publishing Division. pp. 489–90.
3. Malik M. Influence of the recognition artefact in the automatic analysis of long-term electrocardiograms on time-domain measurement of heart rate variability / M. Malik, R. Xia, O. Odemuyiwa // Med. Biol. Eng. Comput. — 1993. — P. 539–544.
4. Bozhokin, S. V., & Suslova, I. B. (2014). Wavelet Analysis of Non-stationary Signals in Medical Cyber-Physical Systems (MCPS). В S. Balandin, S. Andreev, & Y. Koucheryavy (Eds), Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networks and Systems (pp 467–480). Springer.
5. Lupenko S., Studena Iu. Mathematical modeling of heart signals in the tasks of technical cardiometry on the basis of their model in the form of a cyclic random process // Digest of the Ternopil State Technical University .- 2006. -Т. 11, № 1. -P.134-142.
6. Lytvynenko I., Lupenko S., Studena Iu. Methods of statistical processing of heart signals based on their model in the form of a cyclic random process with zone temporal structure // Digest of Ternopil State Technical University .- 2006. -Т. 11, No. 4. -P.189-200.
7. Lupenko S.A., Lytvynenko I.V., Sverstiuk A.C. Statistical compatible analysis of cardiac signals based on the vector of cyclic rhythmically related random processes // Electronics and control systems. National Aviation University №4 (18), 2008. - p.22-29.
8. Lytvynenko I.V. Software complex for processing and simulation of synchronously registered cardiac signals using models and methods of the theory of cyclic functional relations /I.V. Lytvynenko, S.A. Lupenko, A.S. Sverstiuk // Herald of the Khmel'nitskiy National University. - 2009.- №5. - P. 80-87.
9. Lupenko S.A. The problem of interpolation of the function of the rhythm of a cyclic function with known band structure // Electronics and control systems. National Aviation University 2007.- №2 (12). - P.27-35.
10. Lupenko S.A. Theoretical bases of modeling and processing of cyclic signals in information systems. Scientific monograph / S.A.Lupenko. - Lviv: Magnolia Publishing House 2006, 2016 - 344 p.

Mathematical modeling and methods for processing heart signals based on cyclic random processes and vectors

S. A. Lupenko, A. S. Sverstiuk, N. B. Stadnyk, A. M. Zozulia

Abstract. The paper considers the unified approach to the modeling and processing of heart signals of electrical, magnetic and acoustic (mechanical) nature based on the model of the theory of cyclic random functions, namely, using cyclic random process and vector of cyclic rhythmically related random processes. The structures of statistical estimations of probabilistic characteristics of the investigated heart signals, as well as the results of their spectral analysis, are presented. The informative signs in computer systems of functional diagnostics of the state of the heart based on the mathematical models and methods proposed in their work are substantiated.

Keywords: heart signals, mathematical modeling, methods of processing, cyclic random functions, informative features.

Математическое моделирование и методы обработки сигналов сердца на базе циклических случайных процессов и векторов

С. А. Лупенко, А. С. Сверстюк, Н. Б. Стадник, А. М. Зозуля

Аннотация. В работе рассмотрен подход к моделированию сигналов сердца электрической, магнитной и акустической (механической) природы на основе моделей теории циклических случайных функций, а именно, с использованием циклического случайного процесса и вектора циклических ритмично связанных случайных процессов. Приведены структуры статистических оценок вероятностных характеристик исследуемых сигналов сердца, а также результаты их спектрального анализа. Обоснованно информативные признаки в компьютерных системах функциональной диагностики состояния сердца на основе предложенных в работе их математических моделей и методов.

Ключевые слова: сигналы сердца, математическое моделирование, методы обработки, циклические случайные функции, информативные признаки.

Нервові волокна та клітини глії кори мозочка в нормі та за умов тривалого впливу опію в експерименті

Л. Р. Матешук-Вацеба, А. М. Бекесевич

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького
Corresponding author. E-mail: rombek75@gmail.com

Paper received 02.07.18; Accepted for publication 08.07.18.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-172VI20-13>

Анотація. Дослідження мозочка, і кори мозочка зокрема, при тривалому опіювальному впливі безперечно має суттєве практичне значення, як у медичному так і в соціальному аспекті. Проведено дослідження ультраструктури нервових волокон та клітин глії кори мозочка в нормі та за умов 6-тижневого введення налбуфіну. Виявлено, що серед груп зернистих нейронів наявні острівці, в яких присутні значних розмірів і неправильної форми закінчення моховитих волокон. У разі утворення контакту між закінченнями моховитого волокна та дендритів зернистих нейронів засинаптична перетинка є значно щільнішою. Характерним є наростання патологічних змін зі сторони нервових волокон та клітин глії кори мозочка у динаміці 6-тижневого введення налбуфіну. Спостерігається периаksonальний набряк, розволокнення та гомогенізація мієлінової оболонки нервових волокон, розвиток глибоких дистрофічних змін астроцитів та олігодендроцитів.

Ключові слова: мозочок, клітини глії, нервові волокна, налбуфін, ультраструктура.

Вступ. За останні роки загальна кількість хворих із неврологічною патологією в країнах Європи склала 127,2 млн. Із 2013 року в Україні зареєстровано більше 1,5 млн пацієнтів із ураженням структур нервової системи, що в 78% випадків призводить до інвалідності [6]. У дослідників проблема впливу наркотичних середників на нервову тканину викликає особливе зацікавлення [16-19]. Зазвичай неврологічна патологія супроводжується розвитком больової симптоматики. У ряді препаратів, що використовують для пригнічення болу особливе місце займають наркотичні анальгетики, які при взаємодії з опіювальними рецепторами забезпечують зниження порогу больової чутливості [3,4]. Безсумнівно тривале та систематичне застосування опіювальних середників може викликати структурну перебудову органів і систем [1, 2, 7, 11, 14]. Це ствердження зумовлює необхідність дослідження впливу наркотичних речовин, а саме опіювальних, на структурну організацію організму органів і систем [5, 8, 10, 12, 13, 15].

Мета: встановити особливості структурної організації нервових волокон та клітин глії кори мозочка білих щурів на ультраструктурному рівні в нормі та за умов тривалого введення налбуфіну.

Матеріали і методи. Дослідження виконані на 29 статевозрілих білих щурах-самцях, віком 3,0-3,5 місяців і масою тіла 130-180 г. Усіх тварин утримували в умовах віварію Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького, експерименти проведені у відповідності з положенням Європейської конвенції щодо захисту хребетних тварин, яких використовують в експериментальних та інших наукових цілях (Страсбург, 1986), Директиви Ради Європи 86/609/ЕЕС (1986р.), Закону України № 3447 – IV «Про захист тварин від жорстокого поводження», загальних етичних принципів експериментів на тваринах, ухвалених Першим національним конгресом України з біоетики (2001р.).

Експериментальні тварини розподілено на 3 серії: у першій серії (5 щурів) вивчено ультраструктуру кори мозочка білих щурів через 2 тижні введення налбуфіну, у 2 серії дослідів (5 щурів) вивчено на ультрамікроскопічному рівні зміни клітин глії та нервових волокон кори мозочка білих щурів через 4 тижні перебігу експерименту, а в 3 серії дослідів (5 щурів) - через 6 тижнів введення налбуфіну. Контролем слугували 9 білих щурів, яким вводили фізіологічний розчин. Ультраструктурну організацію нервових волокон та клітин глії кори мозочка вивчено на 5 білих щурах-самцях.

Введення налбуфіну проводили внутрішньом'язово за наступною схемою: I тиждень – 8 мг/кг, II тиждень – 15 мг/кг, III тиждень – 20 мг/кг, IV тиждень – 25 мг/кг, V тиждень – 30 мг/кг, VI тиждень – 35 мг/кг [9].

При виконанні роботи використовувався метод електронної мікроскопії. Тварина виводилася з експерименту шляхом передозування внутрішньоочеревинного наркозу з використанням тіопенталу натрію (з розрахунку 25 мг/кг). Відразу після смерті тварини здійснювався забір і стандартне проведення матеріалу для електронної мікроскопії. Ультратонкі зрізи готували на ультрамікротомі УЖТП-3 за допомогою скляних ножів. Для дослідження відбирали стрічки зрізів сріблястого або ніжно-цитринового кольору. Зрізи контрастували спочатку у 2% розчині уранілацетату, а потім – цитрату свинцю. Вивчення і фотографування матеріалу проводили з допомогою мікроскопа УЕМВ-100 К при напрузі прискорення 75 кВ і збільшеннях на екрані мікроскопу х 6000-8000.

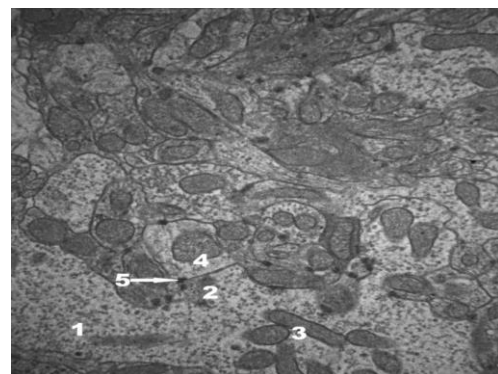


Рис.1. Ультраструктурна організація моховитого волокна (1) зернистого шару кори мозочка білого щура в нормі. Електронна мікрофотографія. Зб.: х8000. Позначення:
2 – синаптичні пухирці;
3 – мітохондрія;
4 – дендрит зернистого нейрона;
5 – синапс.

Результати дослідження та їх обговорення. При електронномікроскопічному дослідженні у зернистому шарі кори мозочка білих шурів у нормі серед груп зернистих нейронів трапляються острівці, у яких наявні значних розмірів і неправильної форми закінчення моховитих волокон (рис. 1).

У терміналях виявляється велика кількість синаптичних пухирців, декілька мітохондрій, зрідка трапляються великих розмірів і комплексні везикули. Інколи серед прозорої цитоплазми наявні нейрофіламенти. У середині моховитих волокон спостерігаються округлої чи видовженої форми структури, які є перерізом колатералей дендритів нейронів зернистого шару, переважно зернистих і зірчастих нейронів. Закінчення дендритів зернистих нейронів містять 1-2 великі пухирці, мітохондрії та нейральні мікротрубочки. Між закінченнями нервових волокон виявлено ділянки синапсів. У випадку наявності синапсу між закінченнями відростків зернистих нейронів характерним є симетричне потовщення перетинки у цьому місці, а в разі утворення контакту між закінченнями моховитого волокна та дендритів зернистих нейронів засинаптична перетинка є значно щільнішою, а вздовж передсинаптичної перетинки утворюються скупчення пухирців. В умовах фізіологічної норми трапляються й поперечні перерізи нервових волокон, що мають вигляд осьових циліндрів вкритих мієліновою оболонкою (рис. 2). В аксоплазмі відростків зернистих нейронів виявлено невелику кількість мітохондрій і поздовжньо орієнтованих нейрониток.

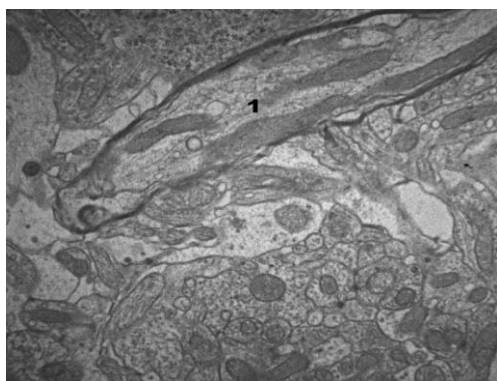


Рис. 2. Мієлінове нервне волокно (1) зернистого шару кори мозочка білого шура в нормі. Електронна мікрофотографія. Зб.: x8000.

В усіх шарах кори мозочка поміж нейронів розсіяні клітини глії, переважно астроцити й олігодендроцити. Виявлені астроцити займають проміжне місце між нейронами та ланками гемомікроциркуляторного русла. Виявлено також олігодендроцити, які мають округлу форму, містять круглої, овальної, інколи неправильної форми ядро. Хроматин у вигляді грудок збирається як вздовж внутрішньої перетинки ядерної оболонки, так і по всій нуклеоплазмі. Цистерни ендоплазматичної сітки розташовані навколо ядра, як правило, короткі та дещо розширені. Особливістю астроцитів є неправильна форма клітини. Астроцити містять, як правило, овальної чи круглої, інколи півмісяцевої форми велике ядро. Хроматин дрібнозернистий, меншої щільності, ніж у зернистих нейронів чи олігодендроцитів. Ядерна оболонка не утворює інвагінацій. Цитоплазма астроцитів також меншої електронної щільності, ніж у інших

клітин, містить невелику кількість розкиданих мітохондрій, елементи ендоплазматичної сітки та комплексу Гольджі. Відростки клітин довгі, часто прилягають до судин. Ядра клітин мікроглії містять грудки гетерохроматину біля внутрішньої перетинки ядерної оболонки (рис. 3).

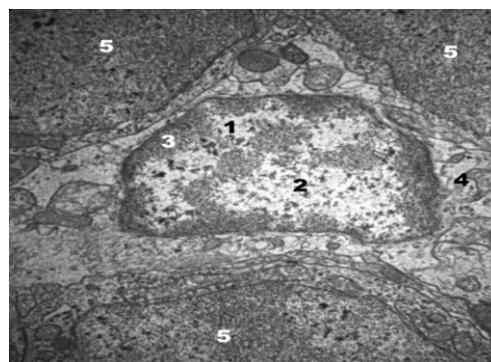


Рис. 3. Клітина мікроглії (1) зернистого шару кори мозочка білого шура в нормі. Електронна мікрофотографія. Зб.: x8000.

Позначення:

- 2 – ядро;
- 3 – гетерохроматин;
- 4 – цитоплазма;
- 5 – зернистий нейрон.

Серед нервових волокон кори мозочка експериментальних тварин через 2 тижні введення налбуфіну переважають нервові волокна зі збереженою структурою. Цитоплазма дендритів містить рівномірно розподілені мікротрубочки, рибосоми, дещо змінені мітохондрії. Проте трапляються ділянки дезорганізації та деструктуризації нервових волокон. Виявлено аксони з розшаруванням мієлінової оболонки та деструктивними змінами органел (рис. 4). У закінченнях моховитих волокон кори мозочка шурів, яким вводили налбуфін, спостерігаємо набряк поодиноких мітохондрій (рис. 5).

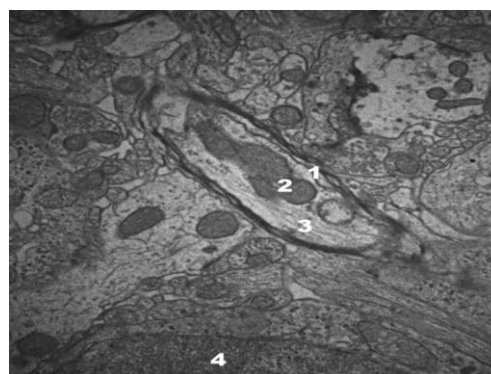


Рис. 4. Розшарування мієлінової оболонки (1) аксона нейрона Пуркінєє кори мозочка білого шура через 2 тижні введення налбуфіну. Електронна мікрофотографія. Зб.: x6000. Позначення:

- 2 – мітохондрія;
- 3 – нейронитки;
- 4 – зернистий нейрон.

За умов 4-тижневого введення налбуфіну деструктивні зміни відростків нейронів кори мозочка наростають. На електронних мікрофотографіях спостерігається розволокнення мієлінової оболонки нервових волокон кори мозочка білого шура. Виявлено набухання осьових циліндрів. В аксоплазмі наявні полігональні мітохондрії з ознаками набряку, трапляються поодинокі

вакуолі. Мікротрубочки та нейрофіламенти дезорганізовані. На поперечних зрізах закінчень моховитих волокон виявлено численні збільшені, зміненої форми мітохондрії зі зруйнованими кристами (рис. 6).

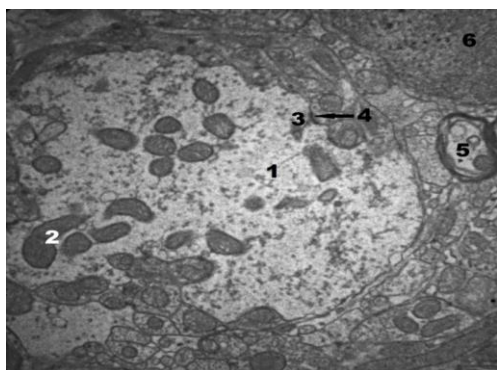


Рис. 5. Моховите волокно (1) у зернистому шарі кори мозочка білого щура через 2 тижні введення налбуфіну. Електронна мікрофотографія. Зб.: x6000. Позначення:

- 2 – мітохондрія;
- 3 – синаптичні пухирці;
- 4 – синапс між дендритом зернистого нейрона і моховитим волокном;
- 5 – мієлінове нервово волокно;
- 6 – ядро зернистого нейрона.

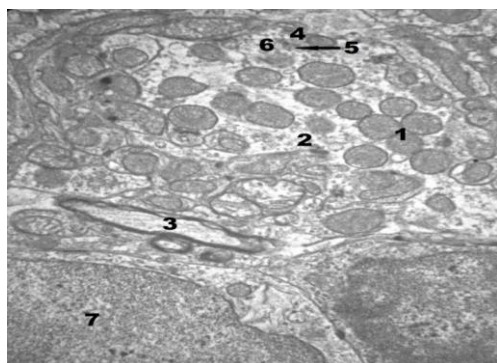


Рис. 6. Численні мітохондрії (1) у закінченні моховитого волокна (2) кори мозочка білого щура через 4 тижні введення налбуфіну. Електронна мікрофотографія. Зб.: x8000. Позначення:

- 3 – мієлінове нервово волокно;
- 4 – дендрит;
- 5 – синапс;
- 6 – синаптичні пухирці;
- 7 – ядро зернистого нейрона.

Гліюцити також реагують морфологічними змінами на вплив опіюду протягом 4 тижнів. Виявлено переважання маргінального розташування гетерохроматину в ядрах олігодендроцитів (рис. 7).

Ядерна оболонка потовщена, утворює випини. Спостерігається перинуклеарний набряк. У цитоплазмі міститься незначна кількість патологічно змінених органел. Канальці гладкої ендоплазматичної сітки та цистерни комплексу Гольджі розширені. Наявні невеликі мітохондрії підвищеної електронної щільності. Характерною є наявність вакуолей у цитоплазмі цих клітин. Гліюцити зміненої форми, з інвагінаціями та випинами ядерної оболонки, ядра містять гетерохроматин, що розміщений маргінально. Окремі грудки гетерохроматину розсіяні по всьому ядрі. Виявлено вакуолізацію цитоплазми. У цитоплазмі гліюцитів біля ядра виявлено розширені, а подекуди й зруйновані, канальці

гранулярної ендоплазматичної сітки та цистерни комплексу Гольджі, нечисленні мітохондрії високої електронної щільності та невеликих розмірів.

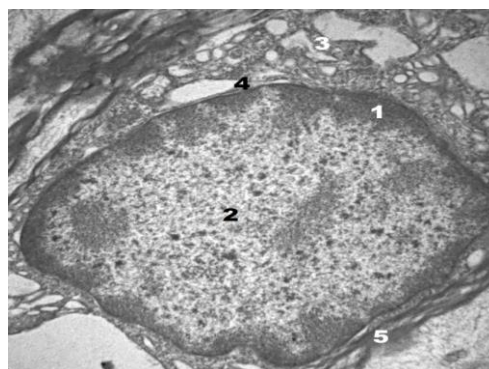


Рис. 7. Маргінально розташований гетерохроматин (1) в ядрі (2) олігодендроцита кори мозочка білого щура через 4 тижні введення налбуфіну. Електронна мікрофотографія. Зб.: x8000.

- Позначення:
- 3 – розширені канальці гладкої ендоплазматичної сітки;
 - 4 – вакуоля;
 - 5 – розшарована мієлінова оболонка.

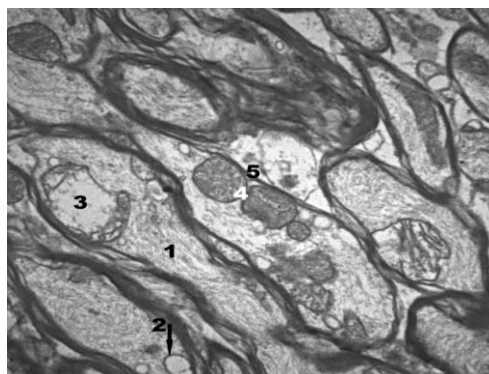


Рис. 8. Вакуолізація аксоплазми мієлінових нервових волокон кори мозочка білого щура через 6 тижнів введення налбуфіну. Електронна мікрофотографія. Зб.: x8000. Позначення:

- 1 – аксоплазма;
- 2 – вакуоля;
- 3 – зруйновані кристи мітохондрій;
- 4 – вогнищеве скупчення мітохондрій;
- 5 – стоншена мієлінова оболонка.

Деструктивні зміни нервових волокон наростають. Аксоплазма нерівномірної електронно-оптичної щільності. Наявні мітохондрії, що займають весь простір поперечного перерізу нервового волокна. Спостерігається збільшення об'єму та розрив зовнішньої перетинки мітохондрій, розгладжування та фрагментація крист, зменшення їхньої кількості. В аксоплазмі міститься велика кількість вакуолей (рис. 8).

Характерними є зміни структури й архітекτονіки нейрониток і нейральних мікротрубочок. Наявний периаksonальний набряк, що супроводжується деформацією осьових циліндрів. Спостерігається розволокання та гомогенізація мієлінової оболонки нервових волокон, порушення її ламелярної структури (рис. 9). У закінченнях моховитих волокон виявляються ділянки без синаптичних пухирців та нейрониток. Поодинокі мітохондрії дещо збільшені, з фрагментованими кристами. Проте, наявні ділянки вогнищевого скупчення

мітохондрій високої електронно-оптичної щільності. Трапляються лише поодинокі ділянки синапсів.

Висновки.

При електронно-мікроскопічному дослідженні кори мозочка білого щура в нормі виявлено острівці серед груп зернистих нейронів, в яких присутні значних розмірів і неправильної форми закінчення моховитих волокон. У разі утворення контакту між закінченнями моховитого волокна та дендритів зернистих нейронів засинаптична перетинка є значно щільнішою. В усіх шарах кори мозочка поміж нейронів розсіяні гліоцити, переважно астроцити й олігодендроцити.

Тривале введення налбуфіну викликає значні зміни ультраструктурної організації нервових волокон та клітин глії кори мозочка. Через 6 тижнів введення опіюїду виявлено периаksonальний набряк, вакуолізацію цитоплазми, розволокнення і гомогенізацію мієлінової оболонки нервових волокон, маргінальне розміщення гетерохроматину в ядрах олігодендроцитів та астроцитів.

Отримані результати є основою для подальших досліджень морфологів і клініцистів щодо розробки в

перспективі нових методів профілактики та лікування патології, зумовленої довготривалим застосуванням налбуфіну.

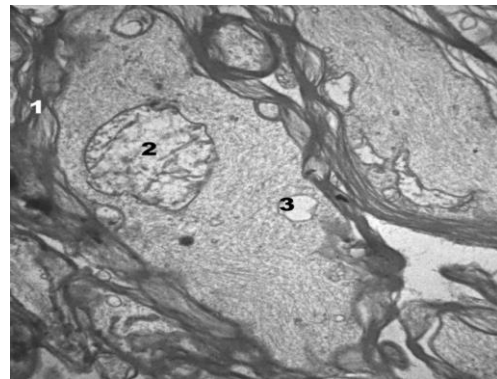


Рис. 9. Порушення ламелярної структури (1) мієлінової оболонки нервових волокон кори мозочка білого щура через 6 тижнів введення налбуфіну. Електронна мікрофотографія.

Зб.: x8000. Позначення:

2 – набрякла мітохондрія; 3 – вакуоля.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вільхова І. В. Зміни структури ниркового тільця на різних термінах хронічного опіюїдного впливу / І. В. Вільхова // Світ медицини та біології. – 2014. – Т. 4, № 46. – С. 78–81.
2. Головацький А.С. Зміни структурних компонентів часточок за груднинної залози після однотижневого впливу налбуфіну / А.С. Головацький, Т.В. Гарапко // Науковий вісник Ужгородського університету, серія «Медицина». – Вип. 1 (53), 2016. – С. 10–15.
3. Громовик Б. П. Дослідження асортименту опіюїдних анальгетиків на фармацевтичному ринку України / Б. П. Громовик, С. Є. Прокіп // Український журнал клінічної та лабораторної медицини. – 2012. – Т. 7, № 1. – С. 23–27.
4. Давидович О. В. Фармакотерапія больового синдрому / О. В. Давидович, В. С. Копча, К. О. Маслій // Рациональная фармакотерапия. – 2011. – № 4 (21). – С. 66–68.
5. Дісковський І. С. Особливості ультраструктури шкіри в ділянці загоєння рани за умов введення опіюїду (експериментальне дослідження) / І. С. Дісковський // Вісник морфології. – 2015. – Т. 21, № 1. – С. 12–15.
6. Кириченко А. Г. Захворюваність та інвалідність внаслідок патології нервової системи: провідні чинники та шляхи запобігання / А. Г. Кириченко // Медичні перспективи. – 2013. – Т. XVIII, № 3. – С. 144–153.
7. Логаш М. В. Дослідження зміни об'єму двоядерних гепатоцитів печінки щура під впливом опіюїдів в динаміці тритижневого експерименту / М. В. Логаш, С. О. Вовк, Ю. Я. Кривко // Acte Medical Leopoliensia. – 2015. – № 2. – С. 69–72.
8. Матешук-Вацеба Л. Р. Мікροструктурні зміни піднижньощелепної слинної залози за умов впливу опіюїду в експерименті / Л. Р. Матешук-Вацеба, М. М. Михалевич // Морфологія. – 2016. – Випуск 1, Т. 1, № 126. – С. 305–308.
9. Пат. №76564 У Україна, МПК А 61 К 31/00 Спосіб моделювання фізичної опіюїдної залежності у щурів/ заявники: Онисько Р.М., Пальтов С.В., Фік В.Б., Вільхова І.В., Кривко Ю.Я., Якимів Н.Я., Фітькало О.С.; патентовласник: Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького. – №u201207124; заявл. 12.06.2012; опубл. 10.01.2013, Бюл. №1.
10. Підвальна У. Є. Структурна організація органів і систем під впливом опіюїдів / У. Є. Підвальна // Експериментальна та клінічна фізіологія і біохімія. – 2014. – №1 (65). – С. 71–
11. Попик П. М. Ультраструктурна організація ендокринної частини та гемомікроциркуляторного русла підшлункової залози за умов довготривалого впливу опіюїду в експерименті / П. М. Попик, Л. Р. Матешук-Вацеба // Клініч. анатомія та операт. хірургія. – 2015. – Т. 14, № 2 (52). – С. 72–76.
12. Тайжанова Д. Ж. Морфологические изменения почек при хронической опийной интоксикации / Д. Ж. Тайжанова, Я. А. Дубровская, О. С. Кузнецова // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 6. – С. 64–65.
13. Якимів Н. Я. Мікροструктурна характеристика райдужно-рогівкового кута очного яблука щурів при опіюїдному впливі / Н. Я. Якимів, Ю. Я. Кривко // Світ медицини та біології. – 2013. – № 4. – С. 120–124.
14. Harapko T.V. Changes of structural components of thymus after two weeks of exposure of nalbuphine / T.V. Harapko // Proceedings of articles the international scientific conference «Science and life». – Czech Republic, Karlovy Vary. – 2017. – P. 202–205.
15. Harapko T.V. The features of arterial thymus at nalbuphine action / T.V. Harapko, A.S. Holovatsky // Eureka: Health Sciences. – № 2. – 2016. – P. 30–37.
16. Histological and morphometric studies of the cerebellar cortex and nucleolus organiser region (Ag-NORs) in Purkinje neurons of chronic morphine treated rats / Demeri O, Celik I, Seker M [et al.] // Proceedings of the XVII International Symposium on Morphological Science: Book of Abstracts (Timisoara, Romania, Sep 11-15, 2002). – Timisoara, 2002.
17. Histopathological and biochemical changes of morphine sulphate administration on the cerebellum of albino rats / S. H. Bekheet, S. A. Saker, A. M. Abdel-Kader [et al.] // Tissue Cell. – 2010. – Vol.42, № 3. – P. 165–175.
18. Josef Z. Attia Safety of nalbuphine on neural tissues of rats and its efficacy in the treatment of acute herpetic pain in children with acute lymphoblastic leukemia / Attia Z. Josef, Kamel Y. Maha, Yousef K Rehab // Research and opinion in anesthesia and intensive care. – 2015. – Vol. 2. – P. 89–95.
19. Lim Y. J. Morphine preconditions Purkinje cells against cell death under in vitro simulated ischemia-reperfusion conditions / Y. J. Lim, S. Zheng, Z. Zuo // Anesthesiology. – 2004. – Vol. 100. – P. 562–568.

REFERENCES

1. Vilkhova I.V. Changes in the structure of the ren in different terms of chronic opioid influence / I.V.Vilkhova // World of Medicine and Biology. - 2014. - Vol. 4, No. 46. - P.78-81.
2. Golovatsky A.S. Changes in the structural components of the parotid gland after one-week exposure to nalbuphine / A.S. Golovatsky, T.V. Garapko // Scientific Bulletin of Uzhgorod University, series "Medicine". - Vol. 1 (53), 2016. - pp. 10-15.
3. Hromovyk B.P. Investigation of the range of opioid analgesics in the pharmaceutical market of Ukraine / B.P. Hromovyk, S.Y. Prokop // The Ukrainian Journal of Clinical and Laboratory Medicine. - 2012. - Vol. 7, No. 1. - P. 23-27.
4. Davydovych O.V. Pharmacotherapy for pain syndrome / O.V. Davydovych, V.S. Kopcha, K.O. Masliy // Rational pharmacotherapy. - 2011. - No. 4 (21). - pp. 66-68.
5. Diskovsky I. S. Peculiarities of ultrastructure of the skin in the area of healing of the wound under conditions of opioid administration (experimental research) / I. S. Diskovsky // Bulletin of morphology. - 2015. - Vol. 21, No. 1. - pp. 12-15.
6. Kyrychenko A.G. The incidence and disability due to the pathology of the nervous system: the leading factors and ways of prevention / A.G. Kyrychenko // Medical perspectives. - 2013. - T. XVIII, No. 3. - pp. 144-153.
7. Logash M.V. Investigation of changes in the volume of dual nuclear liver hepatocytes of the rat under the influence of opioids in the dynamics of a three-week experiment / M.V. Logash, S.O. Vovk, Yu.Ya. Kryvko // Acte Medical Leopoldensia. - 2015. - № 2. - pp. 69-72.
8. Mateshuk-Vatseba L.R. Microstructural changes of the submandibular salivary gland under the influence of the opioid in the experiment / L. R. Mateshuk-Vatseba, M. M. Mikhaleyvych // Morphology. - 2016. - Issue 1, Vol. 1, No. 126. - pp. 305 - 308.
9. Pat. №76564 U Ukraine, MPK A 61 K 31/00 Method of modeling of physical opioid dependence in rats / Applicants: Onysko R.M., Paltov Ye.V., Fik V.B., Vilkhova I.V., Kryvko Yu.Ya., Yakymiv N.Ya., Fitcalo O.S.; patent holder: Danylo Halytsky Lviv National Medical University. - №201207124; stated. 12.06.2012; has published 10/01/2013, Byul. №1.
10. Pidvalna U. Ye. Structural organization of organs and systems under the influence of opioids / U. Ye. Pidvalna // Experimental and clinical physiology and biochemistry. - 2014 - №1 (65). - pp. 71-78.
11. Popyk P.M. Ultrastructural organization of hemomyocirculatory bed of endocrine part of pancreas under long-term opioid influence in experiment / P. M. Popyk, L. R. Mateshuk-Vatseba // Clinical. anatomy and surgery. - 2015. - Vol. 14, No. 2 (52). - pp. 72-76.
12. Taizhanova D. Zh. Morphological changes of the kidneys in chronic opioid intoxication / D. Zh. Taizhanova, Ya. A. Dubrovskaya, O. S. Kuznetsova // Successes of modern natural science. - 2014. - No. 6. - pp. 64-65.
13. Yakimova N. Ya. Microstructural characteristic of the iris-corneal angle of the eyeball of rats under the opioid exposure / N. Ya. Yakimova, Yu. Ya. Kryvko // World of Medicine and Biology. - 2013. - No. 4. - pp. 120-124.

Nerve fibers and glial cells of the cerebellar cortex in norm and under the long term influence of opioid in the experiment

L. R. Mateshuk-Vatseba, A. M. Bekesevych

Abstract. The investigations of the cerebellum and cerebellar cortex, in particular, in norm and under the long-term opioid influence have practical meaning, both in the medical and social aspects. The ultrastructure of nerve fibers and glial cells of cerebellar cortex was studied in norm and under the influence of 6-week action of nalbuphine. Among the groups of granule cells there are irregular shape islands, the endings of mossy fibers. In the case of contact between the endings of the mossy fibers and the dendrites of the granule cells, the postsynaptic membrane is much denser. In the dynamics of the 6-week administration of nalbuphine pathological changes of the nerve fibers and glial cells of the cerebellar cortex increase. Periaxonal edema, flocculation and homogenization of the myelin sheath of nerve fibers, development of deep dystrophic changes of astrocytes and oligodendrocytes are observed.

Keywords: cerebellum, glial cells, nerve fibers, nalbuphine, ultrastructure.

Нервные волокна и клетки глии коры мозжечка в норме и в условиях длительного воздействия опиоида в эксперименте

Л. Р. Матешук-Вацеба, А. М. Бекесевич

Аннотация. Исследование мозжечка, и коры мозжечка в частности, при длительном опиоидном воздействии безусловно имеет существенное практическое значение, как в медицинском так и в социальном аспекте. Проведено исследование ультраструктуры нервных волокон и клеток глии коры мозжечка в норме и в условиях 6-недельного введения налбуфина. Среди групп зернистых нейронов обнаружены островки, в которых присутствуют внушительных размеров и неправильной формы окончания мшистых волокон. В случае образования контакта между окончаниями мшистого волокна и дендритов зернистых нейронов постсинаптическая мембрана значительно плотнее. Характерны м есть нарастание патологических изменений со стороны нервных волокон и клеток глии коры мозжечка в динамике 6-недельного введения налбуфина. Наблюдается периаксональный отек, гомогенизация миелиновой оболочки нервных волокон, развитие глубоких дистрофических изменений астроцитов и олигодендроцитов.

Ключевые слова: мозжечок, клетки глии, нервные волокна, налбуфин, ультраструктура.

Засоби діагностики рухової функції дітей 5-11 років з розладами спектру аутизму

Є. В. Миценко

Центральноукраїнський державний педагогічний університет ім. Володимира Винниченка
Corresponding author. E-mail: JuraChub@Gmail.com

Paper received 26.04.18; Accepted for publication 03.05.18.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-172VI20-14>

Анотація. У статті висвітлено застосування спеціально підбраного набору фізичних вправ, як допоміжного засобу діагностики володіння тілом за шкалою CARS Еріка Шоплера у дітей 5-11 років з розладами спектру аутизму. Представлено результати застосування такого набору як самостійного засобу діагностики рухової функції у зв'язку з віком дитини та ступенем розладів спектру аутизму. Надано детальне описання вправ із числа зазначеного набору.

Ключові слова: аутизм, діагностика, рухова функція, розлади.

Вступ. Потреба оцінки рівня розвитку рухової функції дітей з розладами спектру аутизму витікає з практичної діяльності. Дрібна й груба моторика, рівень розвитку та здатність до засвоєння рухових навичок, а також рухова активність дитини загалом є важливим компонентом соціальної адаптації. Тому засоби діагностики відповідних можливостей дитини є актуальним суб'єктом дослідження. Обґрунтовуючи необхідність дослідження рухової функції дітей з розладами спектру аутизму, ми враховували те, що детальне дослідження особливостей дитини в процесі розробки програми педагогічного втручання сильно впливає на ефективність такого втручання в майбутньому, а також враховували один із принципів оцінки здібностей у дітей з розладами спектру аутизму, який говорить про необхідність різностороннього дослідження [7]. В даному випадку ми сконцентрувалися на підборі вправ для діагностики рухової функції як інструменту, що може бути використаний в комплексі з іншими та можливо в процесі наступних наукових розробок стати самостійним.

В процесі роботи ми розглядали діагноз раннього дитячого аутизму за МКХ-10, як більш точний, та вужчий за клінічними проявами і симптоматикою, ніж поняття розладів спектру аутизму. При цьому ранній дитячий аутизм, як медичний діагноз потребує перманентного уточнення та за словами батьків, як доводить їх попередній досвід, часто не підтверджується в процесі наступних етапів обстеження. В той же час всі без виключення батьки дітей, що приймали участь в дослідженні з посиланням на висновки лікарів говорять про беззаперечну наявність у їх дітей розладів спектру аутизму. Тому не дивлячись на те, що всі діти, з якими ми працювали мають медичний діагноз раннього дитячого аутизму, табл. 2, ми вирішили оперувати в процесі роботи поняттям розладів спектру аутизму. І зробили це з метою забезпечити стабільність умов дослідження протягом всіх його можливих наступних етапів.

Короткий огляд публікацій по темі. Серед попередніх досліджень які стосуються рухової функції дітей з розладами спектру аутизму можна виділити вивчення зв'язку між руховими навичками дітей та розладами спектру аутизму і рівнем інтелекту [6]. Зокрема доведено, що існує зв'язок між здатністю засвоєння рухових навичок та глибиною розладів спектру аутизму. Так само існує зв'язок між засвоєн-

ням рухових навичок і рівнем інтелекту. Інша робота стосується особливостей реакції дітей з розладами спектру аутизму, як характеристики рухової активності [8]. Результати свідчать про особливості показників часу реакції та часу підготовки руху у таких дітей.

Питанням діагностики рухової сфери дітей з розладами спектру аутизму вже піднімалися в дослідженнях проведених в Україні. Зокрема було наголошено на тому, що така діагностика має бути постійною складовою педагогічного процесу. Також окремі дослідники вважають її ефективною, як етап педагогічного впливу на рухову сферу глухих дітей з розладами спектру аутизму [3]. Слід втім зазначити, що автори публікації не представили результатів такої діагностики і обмежились описанням її застосування. Інші автори пропонують деталізований набір засобів корекції рухових порушень у дітей з раннім дитячим аутизмом. А також використання цих засобів в якості діагностичних, окремі дані цієї роботи ми пізніше використали в рамках власного дослідження [5]. В ході одного з досліджень яке ми взяли до уваги, автор пропонує використовувати заняття за методикою сенсорної інтеграції, як засіб в рамках загальної діагностики дітей з синдромом раннього дитячого аутизму. В цьому випадку діагностика рухової сфери проходила на ряду з когнітивною та емоційною [1]. В усіх наведених вище випадках вітчизняних досліджень, автори обійшли увагою конкретні, об'єктивні, виражені в числовій формі результати діагностики рухової сфери дітей з розладами спектру аутизму. З чого ми робимо висновок, що це є спільною проблемою для науковців які працюють в окресленому напрямі.

Окремої уваги в рамках нашої роботи заслуговують результати досліджень зв'язку між психомоторним розвитком та рівнем аутизму дітей з відповідним діагнозом [4], де автори представили кількісні характеристики змін ступеню аутизму за шкалою CARS та змін психомоторної сфери. Також продемонстрували зв'язок між динамікою двох відповідних показників. Особливо цікавим для нас є засіб діагностики психомоторного розвитку, яким скористались автори цієї роботи. Це методика Пер-Р. Е. Шоплера, Р. Райхлера, А. Бешфорда, яка діагностує стан дитини за сімома напрямками, три з яких стосуються рухової сфери. Під час підготовки практичної частини нашого дослідження виникли труднощі з доступом до публікацій

цієї методики, але в майбутньому ми розглядатимемо можливість її застосування.

Метою представленої наукової роботи, є пошук засобів загальної діагностики стану рухової функції дітей з розладами спектру аутизму. В процесі її досягнення нами вирішувався ряд основних задач: підбір фізичних вправ, для оцінки володіння тілом за шкалою CARS Еріка Шоплера у дітей 5-11 років з розладами спектру аутизму; оцінка такого володіння за шкалою CARS Еріка Шоплера на підставі виконання дітьми підібраних вправ, а також на основі їх поведінки на заняттях з фізичного виховання загалом; аналіз результатів виконання дітьми комплексу підібраних вправ, як самостійного діагностичного засобу.

Матеріали і методи. Матеріалами нашого дослідження є результати попередніх розвідок інших авторів у напрямі аналізу рухової функції дітей з розладами спектру аутизму та дані власних спостережень і педагогічних тестів. Серед методів застосованих в процесі роботи відповідно є аналіз наукової літератури, педагогічне тестування і спостереження, відео та фото-фіксація, статистична обробка даних.

Результати та їх обговорення. З метою діагностики стану рухової функції нами було використано ряд вправ. В процесі їх виконання діти проявляли рухову активність, яку ми в свою чергу характеризували за шкалою CARS [9]. Застосування цієї шкали не передбачає суворо регламентованих умов рухової активності, тому ми могли самостійно підібрати зазначені вправи. Для більшої об'єктивності та простішого порівняння в майбутньому результатів такої характеристики на наступних етапах діагностики нами було прийнято рішення про використання сталого набору вправ.

Маючи попередній досвід роботи загалом, та знаючи дітей із досліджуваного контингенту зокрема, ми керувались в процесі підбору вправ кількома критеріями. По перше рівень складності: він мав відповідати можливостям дітей; по друге інформативність, коли процес виконання має відображати суттєві сторони рухових можливостей дитини; по третє варіативність, коли за складністю та за сторонами рухових можливостей вправи мали відрізнятися одна від одної. Також ми вирішили розділити їх на два блоки: локомоції та маніпуляції з предметами. Де перший стосується будь яких видів переміщень тіла в просторі, а другий полягає у фізичній взаємодії тіла людини з рухомими предметами. Рішення про такий розподіл було прийнято на основі наших суб'єктивних суджень про раціональний аналіз рухових можливостей з урахуванням досвіду практичної роботи відповідного напрямку.

В процесі підбору засобів діагностики ми керувалися також принципами оцінки здібностей дітей з розладами спектру аутизму, які були раніше сформульовані та опубліковані [7]. Зокрема про можливість розвитку дитини. З огляду на це ми намагались підібрати ті засоби, які в майбутньому можна було б ускладнити для оцінки прогресу пов'язаних з ним здібностей. Також принципу про врахування нерівномірного рівня володіння різними навичками, коли діти з розладами спектру аутизму можуть демонструвати ненормально велику різницю в рівні розвитку різного роду здібностей. Іі ми маємо зафіксувати в

тому числі й цю різницю, а не просто вивести загальний середній рівень. Одним із принципів на які ми посперилися вище є варіативність поведінки дитини в залежності від зовнішніх обставин, тому в процесі підбору засобів діагностики ми також врахували можливість їх застосування в різних умовах. Плануючи дослідження за участю 13 осіб, ми усвідомлювали, що основна цінність буде полягати не у їх самостійних результатах, а у можливості аналізу спільно з даними отриманими іншими авторами.

Окрім аналізу за шкалою CARS, ми фіксували кількість виконаних кожною дитиною вправ. Оцінка доцільності застосування інформації про кількість виконаних вправ як діагностичний критерій є одним із завдань нашої роботи. При цьому визначаючи факт кожного конкретного виконання вправи ми керувалися теоретичним положенням про основу техніки, як сукупність рухів достатніх для досягнення поставленого рухового завдання [2], і якщо така основа була дотримана, то незважаючи на всі інші недоліки, вважали вправу виконаною. Наприклад в процесі перекочування в сторону лежачи на підлозі, достатньо було виконувати почергові перекати зі спини на живіт, намагаючись не допомагати собі кінцівками. Якщо під час цього дитина переміщувалася по нерівній траєкторії, несуттєво змінювала положення рук чи ніг, рухалася повільно або ж нерівномірно, ми все одно вважали вправу виконаною.

Отримані результати були систематизовані за двома принципами: по перше кількість вдалих виконань була підрахована для кожної окремої вправи, табл. 1; по друге для кожної окремої дитини, табл. 2.

В першому випадку можна говорити про те, які з набору вправ виявилися складнішими, а які простішими для виконання. В другому можна говорити про динаміку рухових можливостей з віком, зв'язок між кількістю виконаних вправ та показником володіння тілом за шкалою CARS, а також про такий зв'язок між кількістю виконаних вправ за кожним із двох виділених нами напрямів рухової активності.

Представляючи вправи передбачаємо, що труднощі з розумінням їх суті можуть виникнути стосовно вправи №11 з числа тих, що мають локомоторний характер. Ми виконували її за допомогою розкладених на підлозі перпендикулярно до напрямку руху дитини 4-х гімнастичних палиць. Палиці лежали на відстані 40-50 см. Дитина виконувала стрибки на місці перед першою палицею, а за командою перестрибувала її та продовжувала виконувати стрибки на місці. Подібна послідовність ді відбувалась доти, доки дитина не перестрибне останню палицю.

Серед вправ маніпуляційного характеру аналогічні питання можуть виникнути що до вправ №9, №10, та №11. Під час виконання вправи № 9 партнер по передачі м'яча стоїть біля стоп дитини яка лежить на спині. Вправа №10 виконується стоячи на підвищенні вистойою приблизно 30 см. При цьому слід кинути м'яч так, щоб він вдарився об підлогу в межах обруча. Вправа №11 виконується аналогічно, але замість одного обруча на підлозі поруч розташовані чотири різнокольорових, а дитина влучає м'ячем в той із них, який назве педагог. Для реалізації аналізу виконання вправ ми використовували простий метод відеофікса-

ції та подальшого перегляду відеозаписів. Такий прийом часто застосовується в процесі педагогічних досліджень, зокрема й у випадку діагностики аутизму за руховою активністю дитини [10].

Таблиця 1. Успішність виконання вправ, як діагностичний критерій

Основні засоби діагностики та кількість дітей, які змогли впоратися з їх виконанням					
№	Локомоторного характеру		№	Маніпуляції з предметами	
1	Повзання в колінно-ліктьовій позиції вперед	13	1	Взяти та покласти кульку з підлоги/на підлогу (діаметр кульки 7 см.)	12
2	Повзання в колінно-ліктьовій позиції назад	12	2	Взяти кульку у людини з руки та передати її назад	13
3	Перекичування в сторону лежачи на підлозі	10	3	Покотити м'яч партнеру сидячи на підлозі навпроти нього (гумовий дитячий м'яч діаметром біля 25 см.)	10
4	Ходьба на відстань 7 метрів	13	4	Прийняти покочений у відповідь партнером м'яч	13
5	Ходьба з почерговим подоланням трьох перешкод висотою 20 см. кожна	13	5	Ловля м'яча кинутого партнером з відстані 2-3 м.	10
6	Біг на дистанцію 15 метрів з установкою на максимальну швидкість	10	6	Передача м'яча партнеру у відповідь	9
7	Біг на дистанцію 10 метрів з поворотом на 360°	4	7	Передача м'яча з незвичних положень: двома руками з-за голови, однією рукою від плеча, та двома руками з поміж ніг	7
8	Стрибки на двох ногах вперед	9	8	Підкидання та ловля мішечка з баластом вагою приблизно 100 г. вгору двома руками перед собою	6
9	Стрибки на двох ногах назад	9	9	Ловля, передача м'яча в положенні лежачи на спині з партнером, який стоїть на підлозі біля стоп дитини	8
10	Стрибки на двох ногах з просуванням вперед по команді	8	10	Передача м'яча з ударом об підлогу в межах обруча	9
11	Переміщення стрибками приставним кроком, боком	9	11	Передача м'яча з ударом об підлогу в межах обруча з вибором кольору обруча за вказівкою педагога	9

Як видно з таблиці 3, результати по кількості вправ, які кожна дитина змогла виконати лежать у межах від 7 до 22, або від 32% до 100%. Середня кількість вправ, які змогли виконати діти – 8,4 та 8,2 для

групи локомоторного та маніпуляційного характеру відповідно. Ця кількість для обох видів рухової діяльності загалом дорівнює 16,6, або 75% та вірогідно корелює з віком дітей на рівні – $r=0,7$.

Таблиця 2. Результати діагностики дітей з розладами спектру аутизму

№	Ім'я	Стать	Діагноз за МКХ - 10	Вік	Кількість виконаних вправ			C.A.R.S (володіння тілом)
					Локомот. характеру	Маніпул. характеру	Загальна	
1	Ваня	ч	F.84.0	7	10	6	16	2
2	Даня	ч	F.84.0	9	11	11	22	2
3	Дмитро	ч	F.84.0	7	9	11	20	2
4	Б. Ілля	ч	F.84.0	7	11	11	22	2
5	Тарас	ч	F.84.0	9	11	11	22	3
6	Єгор	ч	F.84.0	5	7	3	10	2
7	Рома	ч	F.84.0	6	5	6	11	2
8	М. Ілля	ч	F.84.0	5	7	4	13	2
9	С. Ілля	ч	F.84.0	9	10	11	21	2
10	Нікіта	ч	F.84.0	8	11	11	22	2
11	Слава	ч	F.84.0	5	10	10	20	1
12	Регіна	ж	F.84.0	5	4	4	8	2
13	Сергій	ч	F.84.0	5	4	3	7	2

Висновок. Підібрані й представлені тут вправи можна використовувати для оцінки на їх прикладі рухової активності дітей з розладами спектру аутизму за шкалою CARS Еріка Шоплера. В разі застосування представленого набору вправ як самостійного діагностичного засобу, слід орієнтуватися на показник у 16,6 вправи, які успішно виконують діти від 5 до 11 років, та володіння тілом яких характеризується дру-

гою категорією за шкалою CARS Еріка Шоплера. Також слід враховувати, що показник суттєво варіює в межах зазначеного вікового періоду і впливає на результативність дитини у виконанні вправ. Для встановлення середніх показників у вужчих вікових межах потрібні додаткові дослідження з більшою кількістю учасників.

ЛІТЕРАТУРА

1. Косарева Г.М. Характеристика діагностичного інструментарію для виявлення особливостей раннього розвитку дітей з розладами аутистичного спектру // Оновлення змісту, форм та методів навчання і виховання в закладах освіти. – 2012. - №5. С.147-150.
2. Круцевич Т.Ю. Теорія і методика фізичного виховання: підручник для студентів вищих навч. закладів фіз. виховання і спорту: Т1. Загальні основи теорії і методики фізичного виховання / Т.Ю. Круцевич. – К., 2008. – С. - 76.
3. Кунінець О. О. Психолого-педагогічні умови корекції рухової сфери глухих дітей молодшого шкільного віку зі

- складним дефектом ранній дитячий аутизм / О.О. Кунінець, Н.Г. Байкіна // Вісник Запорізького національного університету. Педагогічні науки. – 2014. - № 1. С.110-119.
4. Островська К. О. Особливості психомоторного розвитку аутичних дітей Психологічні перспективи. – Вип. 14. – Луцьк, 2009. – С. 81–86.
 5. Поташнюк І.М. Корекція рухових порушень у дітей з раннім дитячим аутизмом // Сучасні оздоровчо-реабілітаційні технології. – 2013. - №8. С.82-87.
 6. Green, D., Charman, T., Pickles, A., Chandler, S., Loucas, T., Simonoff, E., et al. (2009). Impairment of movement skills of children with autistic spectrum disorders. *Dev. Med. Child Neurol.* 51, 311–316.
 7. National Research Council. (2001). *Educating children with autism*. Washington, DC: National Academy Press.
 8. Rinehart NJ, Bradshaw JL, Brereton AV, Tonge BJ. Movement preparation in high-functioning autism and Asperger disorder: a serial choice reaction time task involving motor reprogramming. *J Autism Dev Disord* 2001; 31: 79–88.
 9. Schopler E, Reichler RJ, DeVellis RF, Daly K (1980). "Toward objective classification of childhood autism: Childhood Autism Rating Scale (CARS)". *J Autism Dev Disord* 10 (1): 91–103.
 10. Teitelbaum, P., Teitelbaum, O., Nye, J., Fryman, J., and Maurer, R. G. (1998). Movement analysis in infancy may be useful for early diagnosis of autism. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 95.

REFERENCES

1. Kosareva G.M. Description of diagnostic tool for the exposure of early development features of children with autism spectrum disorders// Updating content, forms and methods of education and education in educational institutions. – 2012. - №5. P.147-150.
2. Krutsevych T.Y. Theory and methods of physical education: manual for high school students of physical education institutions: V. 1, General principles of the physical education theory and method – К., 2008. – P. - 76.
3. Kuninets K. Psycho-pedagogical conditions of motor services correction for deaf children of primary school age with complex defects infantile autism // Visnyk of Saporizhia National University. Pedagogical sciences. - 2014. - № 1. P.110-119.
4. Ostrovska K. Peculiarities of psychomotor development of autistic children. Psychological perspectives. Iss. 14. – Lutsk, 2009. – P. 81–86.
5. Potashniuk I.M. Correction of motor disorders by children with early childhood autism // Modern health-rehabilitation technologies. – 2013. - №8. P.82-87.

Diagnosis means of movement function of 5-11 years old children with autism spectrum disorders

Ye. V. Mytsenko

Abstract. The article dwells on the use of a specially selected set of physical exercises as an auxiliary means for diagnosing body fluency on the CARIC Eric Schopler scale by children aged 5-11 with autism spectrum disorders. The application results are presented as an independent diagnostics instrument of motor function in connection with the child's age and degree of autism spectrum disorders. A detailed description of exercises from a given set is given and prospects of further researches are outlined.

Keywords: autism, diagnosis, motor function, disorders.

Средства диагностики двигательной функции детей 5-11 лет с расстройствами спектра аутизма

Е. В. Мищенко

Аннотация. В статье освещено использование специально подобранного набора физических упражнений, как вспомогательного средства диагностики владения телом по шкале CARS Эрика Шоплера у детей 5-11 лет с расстройствами спектра аутизма. Представлены результаты использования такого набора в качестве самостоятельного диагностического средства двигательной функции в связи с возрастом ребёнка и степенью расстройств спектра аутизма. Представлено детальное описание упражнений из числа представленного набора.

Ключевые слова: аутизм, диагностика, двигательная функция, расстройства.

Обґрунтування системи заходів по збереженню здоров'я дітей в умовах позашкільних навчальних закладів спортивного профілю

О. О. Скиба, Ю. Л. Дяченко, Л. В. Пшенична, А. В. Вертель

Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка, Суми Україна
Corresponding author. E-mail: skiba_olga@mail.ua

Paper received 26.02.18; Accepted for publication 05.03.18.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-172VI20-15>

Анотація. Проведено комплексну гігієнічну оцінку умов та організації навчально-тренувального процесу в позашкільних навчальних закладах спортивного профілю. Визначено перевагу середнього рівня санітарно-гігієнічного благополуччя ($58,55 \pm 8,71\%$) серед позашкільних навчальних закладів спортивного профілю м. Суми. Розроблено та обґрунтовано заходи оптимізації умов та організації навчально-тренувального процесу в позашкільних навчальних закладах спортивного профілю, що спрямовані на збереження здоров'я дітей.

Ключові слова: позашкільні навчальні заклади спортивного профілю, санітарне благополуччя закладу, умови тренування, збереження здоров'я.

Вступ. Одним із пріоритетних завдань закладів освіти, у тому числі позашкільних навчальних закладів спортивного профілю є збереження та зміцнення здоров'я дітей та підлітків [4].

Загальновідомо, що заняття в позашкільних навчальних закладах спортивного профілю характеризуються різною спрямованістю та різним динамічним компонентом, що є одним із факторів впливу на функціональний стан організму дітей. У дослідженнях фахівців зі спортивної медицини та фізіології представлена значна кількість робіт, присвячених вивченню впливу фізичних навантажень на функціональний стан організму спортсменів [1, 2, 12], тоді як вивченню впливу умов тренування на стан здоров'я спортсменів надається значно менше уваги [6, 8].

Короткий огляд публікацій за темою. Фактори тренувального процесу розглядаються як сукупність вимог тренувальної діяльності до спортсмена. Основним фактором тренувального процесу є підвищене фізичне навантаження. Тренувальна діяльність, що пов'язана із виконанням м'язової роботи характеризується відповідним фізичним навантаженням і має специфічний характер в окремому виді спорту [8, 13].

Умови тренувальної діяльності визначаються як комплекс гігієнічних факторів (метеорологічних, біологічних), у яких здійснюється діяльність спортсмена [5, 10].

Особливістю критичних спортивних споруд, в яких проводиться навчально-тренувальна діяльність спортсменів (спортивних залів, стадіонів, манежів), є висока бактеріальна забрудненість, що виникає внаслідок недотримання гігієнічних норм щодо повітряно-теплового режиму [5, 8].

У природних умовах тренування (відкриті водоймища та місцевості з різними ландшафтними умовами) на організм спортсменів впливають біогенні, природні та техногенні (джерела фізичного, хімічного, радіаційного і бактеріального забруднення середовища та різних видів випромінювання) фактори, що сприяють зниженню імунного статусу спортсмена та підвищують ризик виникнення інфекційних захворювань [5].

За даними Т. Х. Герби, умови тренувальної діяльності суттєво впливають на стан здоров'я і працездатність спортсменів [3]. І. І. Солдак із співавторами вважають, що різні поєднання параметрів мікроклімату призводять до напруження фізіологічних функцій спортсменів [10]. Дослідження, що були присвячені підготовці спортсменів в екстремальних умовах навколишнього середовища, дозволили встановити залежність між показником частоти серцевих скорочень, рівнем енерговитрат і параме-

трами мікроклімату (температурою повітря, відносною вологістю повітря та швидкістю руху повітря) [7, 9].

Зважаючи на отримані дані, необхідним є вивчення навчально-тренувального процесу юних спортсменів, які займаються у системі дитячо-юнацьких спортивних шкіл, шляхом проведення комплексної гігієнічної оцінки умов і організації тренувальних занять із подальшим визначенням ступеня напруження адаптаційних механізмів і функціональних резервів організму дітей, що обумовлює актуальність даного дослідження.

Мета – розробка та обґрунтування заходів по збереженню здоров'я дітей в умовах позашкільних навчальних закладів спортивного профілю.

Матеріал та методи. Гігієнічну оцінку умов тренування проведено у 32 дитячо-юнацьких спортивних школах м. Суми та Сумської області з використанням загальноприйнятих санітарно-гігієнічних методів дослідження.

Визначення рівня санітарно-гігієнічного благополуччя навчального закладу проводили за методологію експертного оцінювання з визначенням вагових коефіцієнтів інформаційних показників: характеристика будівлі навчального закладу, характеристика ігрової зони, характеристика спеціалізованої зони за видами спорту, оцінка освітленості навчально-тренувальних приміщень, оцінка мікроклімату, характеристика допоміжних споруд та характеристика персоналу закладу [11].

Для розробки комплексної інтегральної оцінки санітарно-гігієнічного благополуччя дитячо-юнацьких спортивних шкіл (КЮ) використовувалися лише інформативні показники, значення яких були співставлені з діючими нормативними вимогами (Санітарні правила "Устройства и содержания мест занятий по физической культуре и спорту" СП 1567-76). Ступінь відповідності окремого показника гігієнічним нормативам було визначено в балах за умовною шкалою: 1 бал – показник відповідає санітарно-гігієнічним вимогам; 0,5 бала – показник частково не відповідає санітарно-гігієнічним вимогам; 0 балів – показник не відповідає санітарно-гігієнічним вимогам.

Загальна сума оцінок характеристик усіх блоків становила КЮ і розраховувалася за формулою середньозваженої арифметичної величини:

$$KIO = \frac{x_1 w_1 + x_2 w_2 + \dots + x_i w_i + \dots + x_n w_n}{w_1 + w_2 + \dots + w_i + \dots + w_n}$$

де КЮ – комплексна інтегральна оцінка санітарно-гігієнічного благополуччя дитячо-юнацьких спортивних шкіл;

x_1, x_2, x_n – оцінка в балах визначених показників;

w_1, w_2, w_n – вагові коефіцієнти показників.

Отриманий результат КІО розподілено на діапазони для трьох рівнів методом сигмальних відхилень ($M \pm 0,5\sigma$): низький рівень – менше 1,1 бала, середній – 1,1 – 1,4 бала, високий – більше 1,4 бала.

Низький рівень КІО характеризувався незадовільними умовами та організацією навчально-тренувального процесу, невідповідністю параметрів мікроклімату основних приміщень і споруд, що може негативно впливати на функціональний стан організму юних спортсменів; *середній рівень КІО* свідчив про незначні відхилення від гігієнічних норм та правил показників, що визначають відповідність ігрової зони загальної фізичної підготовки та спеціалізованої зони для технічної та тактичної підготовки вимогам конкретного виду спорту та параметрів мікроклімату основних приміщень і споруд; *високий рівень КІО* характеризувався відповідністю показників санітарно-гігієнічним вимогам щодо стану ігрової та спеціалізованої зон за видами спорту, мікроклімату та організації навчально-тренувального процесу, а також розвинутою інфраструктурою позашкільного навчального закладу спортивного профілю.

Результати та їх обговорення. Результати комплексного обстеження позашкільних навчальних закладів спортивного профілю свідчать про перевагу середнього рівня санітарно-гігієнічного благополуччя

($58,55 \pm 8,71\%$). Частка закладів із високим та низьким рівнями санітарно-гігієнічного благополуччя становила $25,18 \pm 7,67\%$ та $16,27 \pm 6,52\%$ відповідно.

Отримані дані вказують на необхідність оптимізації умов та організації навчально-тренувального процесу у дитячо-юнацьких спортивних школах, важливим аспектом якої, є відновлення знижених функціональних резервів організму в умовах інтенсивної спортивної діяльності з урахуванням вікових особливостей дітей та специфіки виду спорту та зниження ризику розвитку донозологічних станів.

Виходячи із результатів проведених досліджень встановлено, що заходи оптимізації повинні бути спрямовані на попередження (первинна профілактика) розвитку відхилень морфо-функціонального стану юних спортсменів під впливом фізичних навантажень і зниження негативного впливу санітарно-гігієнічних факторів внутрішньошкільного середовища на функціональні можливості організму дітей та успішність спортивної діяльності в цілому, а також на регламентацію впливу тренувальних навантажень і мінімізацію ймовірності розвитку донозологічних станів та спортивних травм у юних спортсменів (вторинна профілактика).

Для ефективного удосконалення навчально-тренувального процесу у дитячо-юнацьких спортивних школах необхідно:

Оптимізація умов та організації навчально-тренувального процесу в дитячо-юнацьких спортивних школах		
↓	↓	↓
дотримання санітарно-гігієнічних вимог щодо утримання місць для занять різними видами спорту	якісний професійний первинний відбір дітей до занять спортом	належна організація навчально-тренувального процесу в різних видах спорту відповідно до вікових особливостей та функціональних можливостей організму юних спортсменів
<ul style="list-style-type: none"> ➢ забезпечення достатньої площі навчально-тренувальних приміщень, що відповідають гігієнічним вимогам та потребам організації занять конкретного виду спорту; ➢ створення оптимальних параметрів мікроклімату спортивних споруд. 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ забезпечення поглибленого медичного обстеження; ➢ оцінка вихідних показників морфо-функціонального та психофізіологічного стану дітей; ➢ оцінка вихідних показників фізичної підготовленості дітей; ➢ дослідження зрушень показників морфо-функціонального та психофізіологічного стану дітей під впливом специфічних фізичних навантажень; ➢ дослідження приросту спортивних результатів за визначений період цілеспрямованих тренувань. 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ оптимальна тривалість окремого тренувального заняття та тижневого навантаження; ➢ оптимальне співвідношення фізичних навантажень та відпочинку дітей; ➢ раціональне планування тренувальних навантажень відповідно до функціональних можливостей організму дітей; ➢ раціональна побудова окремого тренувального заняття; ➢ раціональне чергування спеціальних та відновлювальних мікроциклів.

Рис.1. Заходи по збереженню здоров'я дітей в умовах позашкільних навчальних закладів спортивного профілю

1. забезпечення дотримання **санітарно-гігієнічних вимог щодо утримання місць для занять різними видами спорту**, а саме: створення оптимальних параметрів мікроклімату та достатньої площі навчально-тренувальних приміщень, що відповідають гігієнічним вимогам та потребам організації занять конкретного виду спорту.

2. здійснення **якісного професійного первинного відбору дітей** до занять різними видами спорту, що базується на даних поглиблених медичних оглядів, відповідності розвитку морфологічних, функціональних і психофізіологічних показників вимогам конкретного виду спорту, визначенні позитивних зрушень показників, що детермінують успішність спортивної діяльності під впливом специфічних фізичних навантажень, а також приросту спортивних результатів за визначений період;

3. дотримання **відповідно до вікових особливостей та функціональних можливостей організму юних спортсменів вимог щодо організації навчально-тренувального процесу в різних видах спорту** з чітко

визначеною тривалістю окремого тренувального заняття та тижневого навантаження, оптимальне співвідношення фізичних навантажень та відпочинку дітей з урахуванням віково-статевих та індивідуальних анатомо-фізіологічних особливостей організму юних спортсменів, раціональне планування тренувальних навантажень відповідно до функціональних можливостей організму дітей, раціональна побудова окремого тренувального заняття (наявність розминки, правильний підбір снарядів та інвентарю, вправ для активного відпочинку та зняття м'язового напруження, створення позитивного емоційного фону), раціональне чергування спеціальних та відновлювальних мікроциклів (рис. 1).

Запропоновані напрямки системної оптимізації умов та організації навчально-тренувального процесу у дитячо-юнацьких спортивних школах відображають традиційний для гігієни підхід, оскільки здійснюють вплив на стан внутрішньошкільного середовища, показники морфо-функціонального стану юних спортсменів та взаємодію між визначеними факторами.

Висновки. На основі гігієнічної оцінки факторів внутрішньошкільного середовища позашкільних навчальних закладів спортивного профілю розроблено заходи по збереженню здоров'я дітей, які їх відвідують.

Система заходів базується на дотриманні санітарно-гігієнічних вимог щодо утримання місць для занять

різними видами спорту, якісному професійному первинному відборі дітей до занять спортом та організації навчально-тренувального процесу в різних видах спорту з урахуванням вікових особливостей та функціональних можливостей організму юних спортсменів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ванюшин Ю.С., Ситдииков Ф.Г. Компенсаторно-адаптационные реакции кардиореспираторной системы при различных видах мышечной деятельности. Казань : Таглитат, 2003. 128 с.
2. Высокін Ю.В., Яценко Л.Г., Денисенко Ю.П. Проблемы устойчивости организма спортсменов к экстремальным воздействиям // Педагогика-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта, 2010. № 1 (14), С. 9–18.
3. Герба Т.Х. Физиологическая нагрузка гандболистов при изменении внешней температуры и влажности // Теория и практика физической культуры, 1995. 12, С. 56–57.
4. Грицина О.П., Транковская Л.В., Семанив Е.В. Влияние занятий в организациях дополнительного образования на физическую работоспособность и функциональные показатели детей // Здоровье. Медицинская экология. Наука, 2015. 4(62), С.74–78.
5. Калинин Л.А., Емельянов Б.А., Федосеев В.Г., Коротаев Н.А. Эколого-эпидемиологические аспекты спортивной деятельности // Вестник спортивной науки, 2006. 1, С. 27–31.
6. Кульчицкий З.И. Уровень физического состояния спортсменов гиревого спорта при разных погодных условиях // Физическое воспитание студентов, 2012. 1, 56–58.
7. Курко Я.В., Кульчицкий З.И. Особенности уровня физического состояния спортсменов за разных погодных условий // Педагогика, пси-

- хология та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту : наук. моногр. / за ред. проф. С. С. Єрмакова. Харків : ХДАДМ (ХХІІІ), 2011. 4, С. 98–100.
8. Левандо В.А., Калинин Л.А., Емельянов Б.А. Экология спорта как раздел спортивной науки. Механизм развития эндоекологических патогенных факторов при спортивной деятельности // Вестник спортивной науки, 2011. 2, С. 50–54.
9. Полиевский С.А., Смолова Л.Ю. Оценка факторов спортивной среды для занятий экстремальными видами спорта // Теория і практика фізичного виховання, 2012. 2. С. 153–160.
10. Солдак И. И., Максимович В. А., Мальцев В. А. Эквивалентность изменения микроклиматических параметров // Гигиена и санитария, 1995. 7, С. 36–38.
11. Скиба О.О., Волощук О.В., Антомонов М.Ю. Визначення значимості характеристик умов і організації навчально-тренувального процесу // Гігієна населених місць, 2013. 61. С. 295–301.
12. Adaptation Processes Affecting Performance in Elite Sport / R. J. Schinke, R. C. Battocchio, T. V. Dube [et all] // Journal of Clinical Sport Psychology. – 2012. – Vol. 6, Issue 2. – P. 180–195.
13. Mitchell R. Is physical activity in natural environments better for mental health than physical activity in other environments? // Social Science & Medicine. 2013. 91. P. 130–134.

REFERENCES

1. Vanjushin Ju.S., Sitdikov F.G. Compensatory-adaptive reactions of the cardiorespiratory system in various types of muscular activity. Kazan' : Taglitmat, 2003. 128 s.
2. Vysochin Ju.V., Jacenko L.G., Denisenko Ju.P. Problems of the stability of the athlete's organism to the extreme impact // Pedagogiko-psihologicheskie i mediko-biologicheskie problemy fizicheskoy kul'tury i sporta, 2010. № 1 (14), S. 9–18.
3. Gerba T.H. Physiological load of handballers when external temperature and humidity change // Teorija i praktika fizicheskoy kul'tury, 1995. 12, S. 56–57.
4. Gricina O.P., Trankovskaja L.V., Semaniv E.V. Influence of occupations in the organizations of additional education on physical working capacity and functional indicators of children // Zdorov'e. Medicinskaja jekologija. Nauka, 2015. 4 (62), S.74–78.
5. Kalinkin L.A., Emel'janov B.A., Fedoseev V.G., Korotaev N.A. Ecological and epidemiological aspects of sports activity // Vestnik sportivnoj nauki, 2006. 1, S. 27–31.
6. Kul'chickij Z.J. The level of physical condition of athletes kettlebell lifting in different weather conditions // Fizicheskoe vospitanie studentov, 2012. 1, 56–58.

7. Kurko Ja.V., Kul'chic'kij Z.J. Features of the level of physical fitness of athletes in different weather conditions // Pedagogika, psihologija ta mediko-biologichni problemi fizichnogo viovannja i sportu : nauk. monogr. / za red. prof. S. S. Єрмакова. Harkiv : HDADM (HHPI), 2011. 4, S. 98–100.
8. Levando V.A., Kalinkin L.A., Emel'janov B.A. Ecology of sport as a division of sports science. Mechanism of development of endoeological pathogenic factors in sports activity // Vestnik sportivnoj nauki, 2011. 2, S. 50–54.
9. Polievskij S.A., Smolova L.Ju. Evaluation of the factors of the sports environment for practicing extreme sports // Teorija i praktika fizichnogo viovannja, 2012. 2. S. 153–160.
10. Soldak I. I., Maksimovich V. A., Mal'cev V. A. Equivalence of changes in microclimatic parameters // Gigiena i sanitarija, 1995. 7, S. 36–38.
11. Skiba O.O., Voloshuk O.V., Antomonov M.Ju. Determination of the significance of the characteristics of conditions and the organization of the training process // Gigiena naselenih misc', 2013. 61. S. 295–301.

Justification of the system of measures for the preservation of children's health in conditions of out-of-school educational establishments of a sports profile

O. Skyba, Yu. Dyachenko, L. Pshenychna, A. Vertel

Abstract. A comprehensive hygienic assessment of the conditions and organization of the training process in out-of-school educational establishments of the sports profile was conducted. The advantage of the average level of sanitary-and-hygienic well-being ($58.55 \pm 8.71\%$) among the out-of-school educational institutions of the sports complex of Sumy city was determined. The measures of optimization of the conditions and organization of the training process in out-of-school educational establishments of the sports profile, aimed at preserving the health of children, were developed and substantiated.

Keywords: out-of-school educational establishments of a sports profile, sanitary prosperity of the institution, conditions of training, preservation of health.

Обоснование системы мероприятий по сохранению здоровья детей в условиях внешкольных учебных заведений спортивного профиля

О. А. Скиба, Ю. Л. Дяченко, Л. В. Пшеничная, А. В. Вертель

Аннотация. Проведена комплексная гигиеническая оценка условий и организации учебно-тренировочного процесса во внешкольных учебных заведениях спортивного профиля. Определено преимущество среднего уровня санитарно-гигиенического благополучия ($58,55 \pm 8,71\%$) среди внешкольных учебных заведений спортивного профиля г. Сумы. Разработаны и обоснованы мероприятия по оптимизации условий и организации учебно-тренировочного процесса во внешкольных учебных заведениях спортивного профиля, направленные на сохранение здоровья детей.

Ключевые слова: внешкольные учебные заведения спортивного профиля, санитарное благополучие заведения, условия тренировки, сохранения здоровья.

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