



#10 (26), 2017 część 1

**Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe**

(Warszawa, Polska)

**Czasopismo jest zarejestrowane i publikowane w**

**Polsce.** W czasopiśmie publikowane są artykuły ze

wszystkich dziedzin naukowych. Czasopismo

publikowane jest w języku polskim, angielskim,

niemieckim i rosyjskim.

Artykuły przyjmowane są do dnia 30 każdego  
miesiąca.

Częstotliwość: 12 wydań rocznie.

Format - A4, kolorowy druk

Wszystkie artykuły są recenzowane

Każdy autor otrzymuje jeden bezpłatny egzemplarz  
czasopisma.

Bezpłatny dostęp do wersji elektronicznej  
czasopisma.

**Zespół redakcyjny**

**Redaktor naczelny - Adam Barczuk**

**Mikołaj Wiśniewski**

**Szymon Andrzejewski**

**Dominik Makowski**

**Paweł Lewandowski**

**Rada naukowa**

**Adam Nowicki (Uniwersytet**  
**Warszawski)**

**Michał Adamczyk (Instytut Stosunków**  
**Międzynarodowych)**

**Peter Cohan (Princeton University)**

**Mateusz Jabłoński (Politechnika**  
**Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**

**Piotr Michalak (Uniwersytet**  
**Warszawski)**

**Jerzy Czarnecki (Uniwersytet**  
**Jagielloński)**

**Kolub Frennen (University of**  
**Tübingen)**

**Bartosz Wysocki (Instytut Stosunków**  
**Międzynarodowych)**

**Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)**

**Maciej Kaczmarczyk (Uniwersytet**  
**Warszawski)**

#10 (26), 2017 part 1

**East European Scientific Journal**

(Warsaw, Poland)

**The journal is registered and published in Poland.** The  
journal is registered and published in Poland.

Articles in all spheres of sciences are published in the

journal. Journal is published in **English, German, Polish**

**and Russian.**

Articles are accepted till the 30th day of each month.

Periodicity: 12 issues per year.

Format - A4, color printing

All articles are reviewed

Each author receives one free printed copy of the  
journal

Free access to the electronic version of journal

**Editorial**

**Editor in chief - Adam Barczuk**

**Mikołaj Wiśniewski**

**Szymon Andrzejewski**

**Dominik Makowski**

**Paweł Lewandowski**

**The scientific council**

**Adam Nowicki (Uniwersytet**  
**Warszawski)**

**Michał Adamczyk (Instytut Stosunków**  
**Międzynarodowych)**

**Peter Cohan (Princeton University)**

**Mateusz Jabłoński (Politechnika**  
**Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**

**Piotr Michalak (Uniwersytet**  
**Warszawski)**

**Jerzy Czarnecki (Uniwersytet**  
**Jagielloński)**

**Kolub Frennen (University of**  
**Tübingen)**

**Bartosz Wysocki (Instytut Stosunków**  
**Międzynarodowych)**

**Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)**

**Maciej Kaczmarczyk (Uniwersytet**  
**Warszawski)**

**Dawid Kowalik (Politechnika  
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**  
**Peter Clarkwood(University College  
London)**  
**Igor Dzedzic (Polska Akademia Nauk)**  
**Alexander Klimek (Polska Akademia  
Nauk)**  
**Alexander Rogowski (Uniwersytet  
Jagielloński)**  
**Kehan Schreiner(Hebrew University)**  
**Bartosz Mazurkiewicz (Politechnika  
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**  
**Anthony Maverick(Bar-Ilan University)**  
**Mikołaj Żukowski (Uniwersytet  
Warszawski)**  
**Mateusz Marszałek (Uniwersytet  
Jagielloński)**  
**Szymon Matysiak (Polska Akademia  
Nauk)**  
**Michał Niewiadomski (Instytut  
Stosunków Międzynarodowych)**  
**Redaktor naczelny - Adam Barczuk**

**1000 kopii.**

**Wydrukowano w «Aleje Jerozolimskie  
85/21, 02-001 Warszawa, Polska»**

**Wschodnioeuropejskie Czasopismo  
Naukowe**

Aleje Jerozolimskie 85/21, 02-001  
Warszawa, Polska

**E-mail:** [info@eesa-journal.com](mailto:info@eesa-journal.com) ,

**<http://eesa-journal.com/>**

**Dawid Kowalik (Politechnika  
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**  
**Peter Clarkwood(University College  
London)**  
**Igor Dzedzic (Polska Akademia Nauk)**  
**Alexander Klimek (Polska Akademia  
Nauk)**  
**Alexander Rogowski (Uniwersytet  
Jagielloński)**  
**Kehan Schreiner(Hebrew University)**  
**Bartosz Mazurkiewicz (Politechnika  
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**  
**Anthony Maverick(Bar-Ilan University)**  
**Mikołaj Żukowski (Uniwersytet  
Warszawski)**  
**Mateusz Marszałek (Uniwersytet  
Jagielloński)**  
**Szymon Matysiak (Polska Akademia  
Nauk)**  
**Michał Niewiadomski (Instytut  
Stosunków Międzynarodowych)**  
**Editor in chief - Adam Barczuk**

**1000 copies.**

**Printed in the "Jerozolimskie 85/21, 02-  
001 Warsaw, Poland»**

**East European Scientific Journal**

Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warsaw, Po-  
land

**E-mail:** [info@eesa-journal.com](mailto:info@eesa-journal.com) ,

**<http://eesa-journal.com/>**

# СОДЕРЖАНИЕ

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Zotin A.A.**  
DEFINITION OF GENERA AND SPECIES OF THE FAMILY MARGARITIFERIDAE (BIVALVIA,  
UNIONIDA) ..... 4
- Birichevskaya L.L., Zinchenko A.I., Zhukova M.V., Kisel M.A.**  
PHOSPHATIDIC ACID SYNTHESIS USING BACTERIAL PHOSPHOLIPASE D ..... 10

## ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Alibekov L.A., Ostanaqulov T.E.**  
GLOBAL CHANGE OF CLIMATE AND ECOSYSTEMS OF CENTRAL ASIA ..... 14
- Alibekov L.A., Alibekova S.L., Allanov K.A.**  
THE ROLE OF THE GEOGRAPHICAL FACTOR IN THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE CITY  
SAMARKAND ..... 18

## МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

- Kaluzhenina A.A.**  
PROBLEMS OF PRIMARY TUBERCULOSIS ..... 24
- Слабкий Г.О., Білак-Лук'янчук В.Й.**  
ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУПИ ВІЛ-ПОЗИТИВНИХ ОСІБ, УЗЯТИХ ПІД МЕДИЧНИЙ НАГЛЯД З  
ВПЕРШЕ ВСТАНОВЛЕНИМ ДІАГНОЗОМ ВІЛ В ЗАКАРПАТСЬКІЙ ОБЛАСТІ ..... 28
- Brodskaya E.**  
HEALTH STATE AND LIFE QUALITY OF THE MODERN STUDENTS ..... 35
- Чернякова Г.М., Мінухін В.В., Горголь Н. І.**  
МОРФОЛОГІЧНІ ЗМІНИ У ШКІРІ МИШЕЙ З ТЕРМІЧНИМИ ОПІКАМИ, ІНФІКОВАНИМИ  
СИНЬОГНІЙНОЮ ПАЛИЧКОЮ, В ПРОЦЕСІ ЛІКУВАННЯ КОМПЛЕКСНИМ АПЛІКАЦІЙНИМ  
СОРБЕНТОМ. .... 41

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Гасанов Х. Ш., Ключка Ю.П.**  
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛОВИЗОРОВ .... 45
- Mieczysław Szyszkowicz**  
ANALOGOWE METODY KWADRATURY KOŁA ..... 50
- Елькина О.В.**  
МОНИТОРИНГ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ГОРОДОВ КОНГРУЭНТИВНЫХ ГОРОДУ  
КИРОВУ. .... 54
- Мельник В.Н., Карачун В.В.**  
ОБ ОСОБЕННОСТЯХ КООРДИНАТНЫХ ФУНКЦИЙ ПОПЛАВКОВОГО ПОДВЕСА ГИРОСКОПА В  
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ ..... 65

## ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Працьовитий М.В., Дрозденко В.О.**  
СТОХАСТИЧНА ВПОРЯДКОВАНІСТЬ ТА МЕТРИКА ПОРОДЖЕНІ ПРИНЦИПАМИ БАР'ЄРНОГО  
ПЕРЕСТРАХУВАННЯ..... 70

**Zotin A.A.**

*doctor of biology,*

*Koltsov' Institute of Developmental Biology RAS*

## DEFINITION OF GENERA AND SPECIES OF THE FAMILY MARGARITIFERIDAE (BIVALVIA, UNIONIDA).

**Summary:** On the basis of own and literature data the method for the definition of genera and species of the family Margaritiferidae is proposed. Features distinguishing Margaritiferidae mussels from other families are also given. The family includes 4 genera and 12 species. Proposed key features allow simple detection of the genera by morphology of the shells. A description of the species includes basic synonyms, characteristic features, length of the shell, length of the glochidia, host fish, and distribution.

**Key words:** Margaritiferidae, Unionida, Bivalvia, key features, definition of the species,

**Problem statement.** A noncritical approach to the description of new taxa, the use for their definition key features do not allowing clearly distinguish this species from related species leads to confusion in taxonomy.

This applies, in particular, to a small family Margaritiferidae (Bivalvia). Depending on the author's preferences it includes from 1 [1–3] to 35 genera [4]. To a large extent, this is due to the description of new species on the basis of such features as the ratios of the shell measurements: length, height and convexity [5]. A so-called comparator method was also proposed, consisting in a comparative analysis of the curvature of the shell [6]. However, recent data shows that the ratios of sizes, as well as the comparator method, do not allow a clear definition of the species [7, 8]. Moreover, genetic analysis shows that some of the species described by these methods as different are in fact the same ones [9].

### **Analysis of recent researches and publications.**

It should be noted that there are different interpretations concerning the number of genera included in the Margaritiferidae. Many authors believe that the family includes only one genus *Margaritifera* [1–3]. Others distinguish one more genus *Cumberlandia* [10, 11]. Araujo *et al.* [12] consider one more genus *Margaritanopsis* to be valid.

Smith [13] identified 3 genera of the Margaritiferidae: *Margaritifera*, *Pseudunio* and *Margaritanopsis*. I accept Smith's classification as a whole. But I cannot agree with the attribution of some species to the genus *Margaritanopsis*. Smith included in this genus species found in the basin of the North Pacific, which the majority of researchers refer to the genus *Margaritifera* [2, 10]. This point of view is confirmed by the data of genetic and morphological analysis [9]. I cannot also agree with the merger of the genera *Margaritanopsis* and *Cumberlandia*. Representatives of these monospecific genera strongly differ from each other, primarily in the structure of the teeth: *Mp. laosensis* has sharp pseudocardinal and two or three lateral teeth on each valve [14]. *C. monodonta* has only one pseudo-cardinal tooth on the right valve. Lateral teeth are detected only in juveniles [11]. The generic names of these two species were established, and were accepted by a large number of researchers. In my opinion, there are no reasons to join them in one genus.

### **Selection of the unsolved parts of generic problem.**

Previously, the synonymy of generic and species names of Margaritiferidae was composed [15]. The number of generic names somehow or other related to the family exceeds 100, and the number of species names exceeds 200. I believe that 4 generic and 12 species names are valid. The data on genetic and morphological analysis confirm the validity of these species [2, 9, 12, 16, 17]. Thus, in this work Margaritiferidae includes 4 genera: *Cumberlandia*, *Margaritifera*, *Pseudunio* and *Margaritanopsis*. I did focus on key features allowing quickly and reliably identify the species. A full description of the species can be found in the literature listed below. The location of the features used to determine the species is shown in fig. 1.

**Purpose of article.** This article is devoted to the definition and description of Margaritiferidae genera and species

### **1. The features common to all species of Margaritiferidae**

The shell is oval or elongate-oval, often kidney-shaped with a shorter anterior part of the valves. The pseudo-heterodont hinge consists of pseudo-cardinal and lateral teeth. Larvae (glochidia) are relatively small (40-190 μm), without hooks. They parasitize in the gills of fish. Mussels inhabit flowing freshwater bodies.

Key features that distinguish Margaritiferidae from other families [13]:

1. Gill demibranchs equipped with separate solid vascularized interlamellar junctions, becoming variously coalesced or fused to form incomplete septa, arranged in oblique linear rows.
2. All four demibranchs marsupial
3. Gills not fused with mantle posteriorly.
4. Small mantle attachment scars present on inner surface of shell extending diagonally from beak cavity ventrally and posteriorly and limited by the pallial border.

### **2. Definition of the genera.**

- 1 (4) Lateral tooth on each valve is single or absent.
- 2 (3) There are no pseudo-cardinal teeth on the left valve – *Cumberlandia*.

3 (2) Pseudo-cardinal teeth are present on both valves – *Margaritifera*.

4 (1) Left valve have 2–3 lateral teeth.

5 (6) Right valve have one lateral tooth – *Pseudunio*.

6 (5) Right valve have two lateral teeth – *Margaritanopsis*.

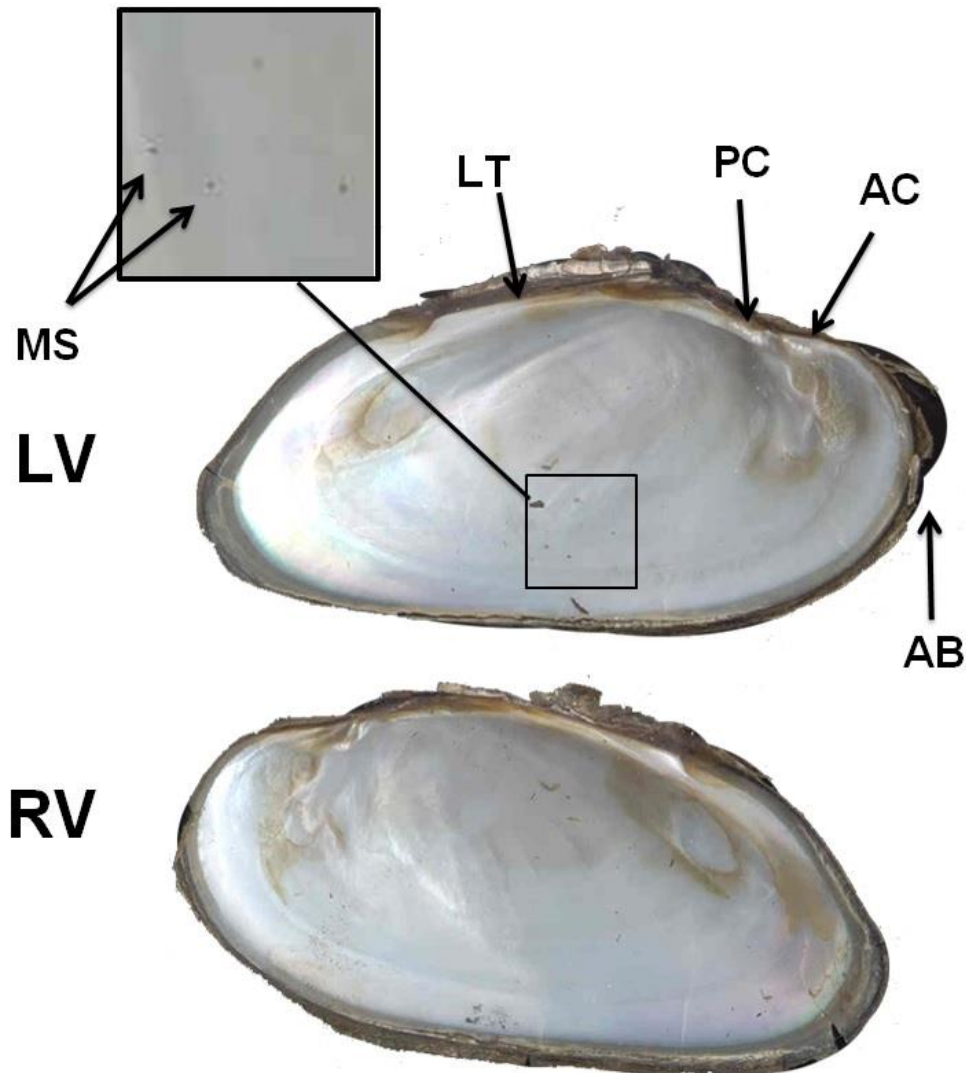


Figure 1. Location of the features used for determination of genera and species. LV – left valve; RV – right valve; AB – anterior border of the shell; LT – lateral tooth; PC – posterior cusp of pseudo-cardinal tooth; AC – anterior cusp of the pseudo-cardinal tooth; MS – mantle attachment scars.

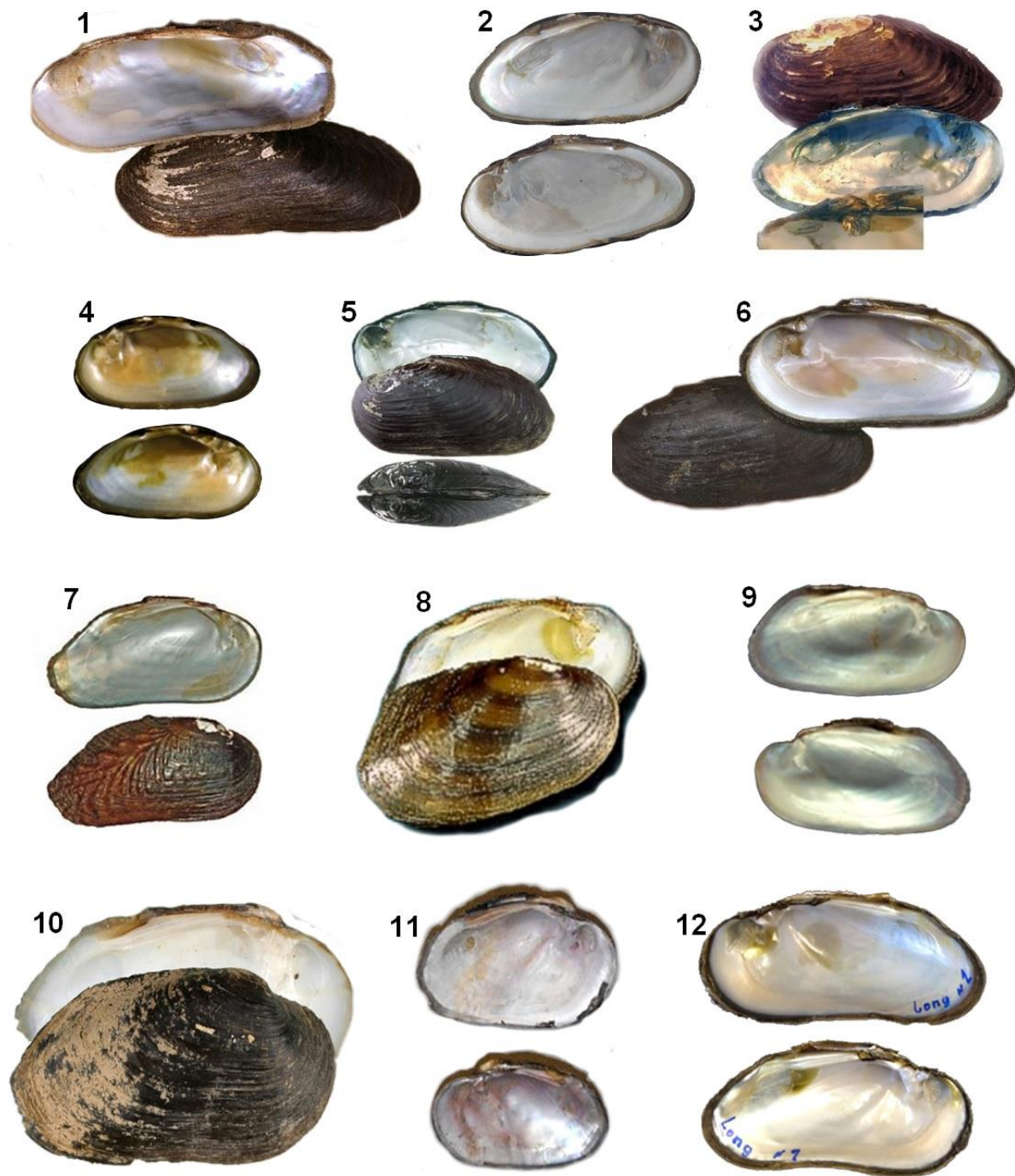
### 3 Definition and description of the species.

Genus *Cumberlandia* Ortmann, 1912

*C. monodonta* Say, 1829 (fig. 2-1)

Basic synonyms. *Margaritifera monodonta* Say, 1829; *Margaritanopsis monodonta* Smith, 2001; *Unio soleniformis* Lea, 1831 (total 8 items).

Characteristic features. The shell is elongated. There is only one pseudo-cardinal tooth on the right valve. Lateral teeth are detected only in juveniles. Mantle attachment scars are few, slightly pronounced.



**Figure 2.** Species of Margaritiferidae. 1 – *Cumberlandia monodonta* (photo from [18]); 2 – *Margaritifera margaritifera*; 3 – *M. laevis* (photo from [19]); 4 – *M. middendorffi* (photo from [20]); 5 – *M. dahurica* (photo from [19]); 6 – *M. falcata* (photo from [18]); 7 – *Pseudunio marrianae* (photo from [21]); 8 – *P. hembeli* (photo from [22]); 9 – *P. maroccanus* (photo from [12]); 10 – *P. auricularius* (photo from [23]); 11 – *P. homsensis* (photo from [1]); 12 – *Margaritanopsis laosensis* (photo from [14]).

Length of the shell. Up to 19 cm.

Length of the glochidia. About 60 µm.

Host fish. Perhaps *Notropis amblpos*, *Mokostoma macrolepidotum*.

Distribution. USA: basin of the Mississippi.

References. [11, 13, 15, 18].

**Genus *Margaritifera* Schumacher, 1816**

1 (4) Mantle attachment scars are numerous, well distinguishable.

2 (3) Anterior cusp of the pseudo-cardinal tooth of the left valve is well developed. Lateral teeth are reduced. Distribution: North-West Russia, Northern and Western Europe, Baltic States, Atlantic coast of North America – *M. margaritifera*.

3 (2) Anterior cusp of the pseudo-cardinal tooth of the left valve is reduced. Lateral teeth clearly expressed. Distribution: Pacific coast of Russia and Japan – *M. laevis*.

4 (1) Mantle attachment scars are few or weakly expressed.



5 (8) Lateral teeth are reduced or absent.

6 (7) Pseudo-cardinal tooth of the right valve is narrowly triangular. Distribution: Pacific coast of Russia and Japan – *M. middendorffi*.

7 (6) Pseudo-cardinal tooth of the right valve is pyramidal. Distribution: Far East of Russia – *M. dahurica*.

8 (5) Lateral teeth clearly expressed. Distribution: Pacific coast of North America – *M. falcata*

#### *M. margaritifera* L., 1785 (fig. 2-2)

Basic synonyms. *Mya margaritifera* L., 1785; *Unio margaritifera* L., 1785; *Margaritifera elongata* Lamarck, 1819; *M. durrovensis* Phillips 1928; *M. borealis* Westerlund, 1871; *M. arcuata* Barnes, 1823 (total 55 items).

Characteristic features. The shell is elongated-oval or kidney-shaped. Each valve has one reduced lateral tooth. Pseudo-cardinal teeth are well developed. Mantle attachment scars are numerous, well distinguishable.

Length of the shell. Up to 16 cm.

Length of the glochidia. About 60 µm.

Host fish. *Salmo salar*, *S. trutta*.

Distribution. North-West Russia, Northern and Western Europe, Baltic States, Atlantic coast of North America from Delaware in the USA to Newfoundland in Canada.

References. [1, 2, 5, 7, 10, 13, 24].

#### *M. laevis* Haas, 1910 (fig. 2-3)

Basic synonyms. *Dahurinaia shigini* Zatravkin & Bogatov, 1987; *D. kurilensis* Zatravkin & Starobogatov 1984; *Kurilinaia zatravkini* Bogatov *et al.*, 2003; *Margaritana sachalinensis* Zhadin, 1938; *Margaritanopsis laevis* Smith, 2001 (total 16 items).

Characteristic features. The shell is elongated-oval. Each valve has one well-defined lateral tooth. The pseudo-cardinal tooth of the right valve is high, massive. The anterior cusp of the pseudo-cardinal tooth of the left valve is reduced. Mantle attachment scars are numerous, well distinguishable.

Length of the shell. Up to 14 cm.

Length of the glochidia. About 80 µm.

Host fish. *Oncorhynchus keta*, *O. nerka*, *O. masu*, *Salvelinus fontinalis*.

Distribution. Russia: Sakhalin, Kunashir; Japan: Hokkaido, and Honshu.

References. [1, 2, 10, 13, 15, 19, 24–27].

#### *M. middendorffi* Rozen, 1926 (fig. 2-4)

Basic synonyms. *Dahurinaia middendorffi* Rozen, 1926; *Kurilinaia middendorffi* Rozen, 1926; *K. kamchatica* Bogatov *et al.*, 2003; *Margaritifera togakushiensis* Kondo & Kobayashi, 2005; *Margaritanopsis middendorffi* Smith, 2001 (total 10 items).

Characteristic features. The shell is shortened oval. Lateral teeth strongly reduced or absent. Pseudo-cardinal tooth of the right valve is narrowly triangular. Mantle attachment scars are single, hardly distinguishable.

Length of the shell. Up to 9 cm.

Length of the glochidia. No information was found.

Host fish. *Salvelinus fontinalis*, possibly species of the genus *Oncorhynchus*.

Distribution. Russia: Kamchatka, Kuril Islands, Sakhalin; Japan: Hokkaido, and Honshu.

References. [1, 2, 10, 13, 15, 20, 24, 26–28].

#### *M. dahurica* Middendorff, 1850 (fig. 2-5)

Basic synonyms. *Dahurinaia dahurica* Middendorff, 1850; *D. ussuriensis* Bogatov *et al.*, 2003; *D. transbaicalica* Klishko, 2008; *D. tinovae* Bogatov & Zatravkin, 1988; *D. suffunensis* Moskvicheva, 1973; *D. prozorovae* Bogatov & Starobogatov, 2003; *D. komarovi* Bogatov *et al.*, 2003; *Margaritanopsis dahurica* Smith, 2001 (total 17 items).

Characteristic features. The shell is elongated-oval. Lateral teeth strongly reduced or absent. Pseudo-cardinal teeth are low, pyramidal. Mantle attachment scars are single, well distinguishable.

Length of the shell. Up to 18 cm.

Length of the glochidia. No information was found.

Host fish. Perhaps species of the genus *Oncorhynchus*.

Distribution. Russia: basins of the rivers Amur, Ussuri, Razdolnaya and some other rivers of Primorsky territory, Khabarovsk territory, Transbaikal territory and the Amur Region.

References. [1, 2, 9, 10, 13, 15, 19, 24, 26, 27].

#### *M. falcata* Gould, 1850 (fig. 2-6)

Basic synonyms. *Alasmodon falcata* Gould, 1850; *A. yubaensis* Trask, 1855; *Margaritanopsis falcata* Smith, 2001 (total 5 items).

Characteristic features. The shell is large, elliptical. Each valve has one well-defined lateral tooth. The pseudo-cardinal tooth on the right valve is well defined. Mantle attachment scars are single, well distinguishable.

Length of the shell. Up to 12.5 cm.

Length of the glochidia. About 60 µm.

Host fish. *Salmo trutta*, *Oncorhynchus tshawytscha*, *O. clarki*, *O. mykiss*, *O. nerka*, *Salvelinus fontinalis*, *Richardsonius egregius*, *Rhinichthys osculus*, *Catostomus tahoensis*.

Distribution. Pacific coast of North America from Alaska and British Columbia in the north to California in the south, Nevada, Wyoming, Utah and Montana in the east.

References. [1, 13, 15, 18, 29, 30].

#### Genus *Pseudunio* Haas, 1910

1 (2) Almost the entire posterior part of the outer surface of the shell is folded from the dorsal to the ventral border. Distribution: USA, Alabama – *P. marrianae*.

2 (1) Outer surface of the shell is smooth or folded only in the dorsal region of the posterior part of the shell.

3 (6) Anterior cusp of the pseudo-cardinal tooth does not touch the dorsal border of the shell.

4 (5) Anterior cusp of the pseudo-cardinal tooth of the left valve is reduced. Distribution: USA, Louisiana – *P. hembeli*.

5 (3) Anterior cusp of the pseudo-cardinal tooth of the left valve is well defined. Distribution: Morocco – *P. maroccanus*.

6 (4) Anterior cusp of the pseudo-cardinal tooth is adjacent to the dorsal border of the shell.

7 (8) Mantle attachment scars are numerous, well distinguishable. Distribution: Spain – *P. auricularius*.

8 (7) Mantle attachment scars are weak and few in number. Distribution: Anterior Asia – *P. homsensis*.

#### ***P. marrianae* Johnson 1983** (fig. 2-7)

Basic synonyms. *Margaritifera marrianae* Johnson 1983; *Margaritana marrianae* Johnson 1983.

Characteristic features. The shell is oval. Almost the entire posterior part of the outer surface of the shell is folded from the dorsal to the ventral border. There are two lateral teeth in the left valve. Right valve has one lateral tooth. Pseudo-cardinal teeth are moderately thick, obtuse, triangular. Mantle attachment scars are few, hardly distinguishable.

Length of the shell. Up to 11 cm.

Length of the glochidia. No information was found.

Host fish. No information was found.

Distribution. USA: Alabama, basins of Conekyku River, Alabama River, Tombigbi River.

References. [1, 13, 21, 31, 32].

#### ***P. hembeli* Conrad, 1838** (fig. 2-8)

Basic synonyms. *Unio hembeli* Conrad, 1838; *Margaritifera hembeli* Conrad, 1838; *Complanaria hembelii* Agassiz, 1852 (total 7 items).

Characteristic features. The shell is oval or kidney-shaped, usually smooth, but some individuals have folds in the dorsal region of the posterior part of the shell. Left valve has two lateral teeth. Right valve has one lateral tooth. Anterior cusp of the pseudo-cardinal tooth does not touch the dorsal border of the shell and reduced. Mantle attachment scars are clearly distinguishable.

Length of the shell. Up to 12 cm.

Length of the glochidia. Mean length of glochidia encysted in the fish gills are 187.5 µm.

Host fish. *Noturus phaeus*, possibly *Notropis chrysocephalus*, *N. umbratilis*, *Notemigonus crysoleucas*.

Distribution. USA: Louisiana. Currently, only two subpopulations in the Red River are known.

References. [1, 13, 15, 22, 33–35].

#### ***P. maroccanus* Pallary, 1918** (fig. 2-9)

Basic synonyms. *Margaritifera marocana* Spengler, 1793; *M. dernaica* Pallary, 1928; *M. redomica* Pallary, 1923 (total 6 items).

Characteristic features. The shell is elongated-oval. Left valve has two lateral teeth. Right valve has one lateral tooth. Posterior cusp of the pseudo-cardinal tooth of the right valve is flattened. Anterior cusp of the pseudo-cardinal tooth does not touch the dorsal border of the shell. Mantle attachment scars are clearly distinguishable.

Length of the shell. Up to 15 cm.

Length of the glochidia. No information was found.

Host fish. Presumably *Anguilla anguilla*, *Salmo macrostigma*, *Barbus* spp., *Varicorhinus* spp.

Distribution. Morocco.

References. [1, 12, 13, 15].

#### ***P. auricularius* Spengler, 1793** (fig. 2-10)

Basic synonyms. *Margaritifera auricularia* Spengler, 1793; *M. sinuata* Lamark, 1819; *Unio auricularius* Spengler, 1793; *Baryana baryus* Locard, 1889; *Dichonca crassissima* Klein, 1753 (total 29 items).

Characteristic features. The shell is elongated-oval, usually smooth, but in some individuals there are folds on the dorsal region of the posterior part of the shell. Left valve has two lateral teeth. Right valve has one lateral tooth. Posterior cusp of the pseudo-cardinal tooth of the right valve is well defined, conical. Anterior cusp of the pseudo-cardinal tooth is adjacent to the dorsal border of the shell. Mantle attachment scars are numerous, well distinguishable.

Length of the shell. Up to 18 cm.

The length of the glochidia. 127–144 µm.

Host fish. *Salaria fluviatilis*, *Acipenser sturio*.

Distribution. Spain.

References. [1, 13, 15, 23, 36–41].

#### ***P. homsensis* Lea, 1864** (fig. 2-11)

Basic synonyms. *Unio barroisi* Drouet, 1893; *U. episcopalis* Tristram, 1865; *U. homsensis* Lea, 1864; *Margaritifera homsensis* Lea, 1864; *Margaritana syriaca* Pallary, 1929 (total 13 items).

Characteristic features. The shell is oval-elongate, usually smooth, but in some individuals there are folds on the dorsal region of the posterior part of the shell. Each valve has two lateral teeth. A deep serrated triangular cardinal tooth and well-pronounced serrated lateral tooth were observed in the right valve. Two serrated cardinal teeth were observed in the left valve. The anterior cusp of the pseudo-cardinal tooth was smaller and pointed; the posterior one was larger with a rotund top. Mantle attachment scars are weak and few in number.

Length of the shell. Up to 15 cm.

Length of the glochidia. No information was found.

Host fish. No information was found.

Distribution. Turkey, Lebanon, and Syria: basin of the rivers Orontes and Nahr-el-Kabir River.

References. [1, 13, 15, 17].

#### **Genus *Margaritanopsis* Haas, 1910**

##### ***M. laosensis* Lea, 1863** (fig. 2-12)

Basic synonyms. *Margaritanopsis woodthorpi* Godwin-Austen, 1919; *Unio sula* Simpson, 1900; *Margaritifera laosensis* Lea, 1863 (total 7 items).

Characteristic features. The shell is elongated-oval or kidney-shaped. Left valve has two-three lateral teeth. Right valve has two lateral teeth. Pseudo-cardinal tooth of the left valve is reduced. Mantle attachment scars are single, hardly distinguishable.

Length of the shell. Up to 11 cm.



Length of the glochidia. No information was found.

Host fish. No information was found.

Distribution. Indochina.

References. [13–15].

**Conclusions and suggestions.** The proposed method will allow determine the Margaritiferidae species by conchological features directly after the collection of the mussels.

The work was carried out with the financial support of the Presidium of the Russian Academy of Sciences (program "Biodiversity of living systems").

#### References:

- Graf D., Cummings K. The MUSSEL Project: MUSSELp. – 2014. – <http://mussel-project.uwsp.edu/>
- Bolotov I. N., Bespalaya Yu. V., Vikhrev I. V., Aksenova O. V., Aspholm P. E., Gofarov M. Y., Klishko O. K., Kolosova Yu. S., Kondakov A. V., Lyubas A. A., Paltser I. S., Konopleva E. S., Tumpeesuwan S., Bolotov N. I., Voroshilova I. S. Taxonomy and distribution of freshwater pearl mussels (Unionoida: Margaritiferidae) of the russian Far East // PLoS ONE. – 2015. – V. 10. – No 5. – e0122408. doi:10.1371/journal.pone.0122408
- Galli C. Family: Margaritiferidae // WMSDB - Worldwide Mollusc Species Data Base by Bagni Liguria. – 2015. – <http://www.bagniliggia.it/WMSD/HtmFamily/MARGARITIFERIDAEL.htm>
- Starobogatov Ja. I. Fauna of mollusks and zoogeographical zoning of continental reservoirs of the globe. Leningrad: Nauka, 1970.
- Zatravkin M. N., Bogatov V. V. Large bivalve mollusks of fresh and brackish waters of the Far East of the USSR. Vladivostok. – Izdatel'stvo DVO AN SSSR. – 1987.
- Bogatov V. V. Is there a future in the comparator method for the diagnosis of large bivalve mollusks (Bivalvia: Unionida)? // Izvestija RAN. Serija biologicheskaja. – 2014. – No. 3. – C. 309–320.
- Sergeeva I. S., Bolotov I. N., Bespalaya Yu. V., Makhrov A. A., Artamonova V. S., Bukhanova A. L. Freshwater Pearl mussels of the genus *Margaritifera* (Mollusca: Bivalvia) described as *M. elongata* (Lamarck, 1819) and *M. borealis* (Westerlund, 1871) should be classified with *M. margaritifera* (Linnaeus, 1758) // Biology Bulletin. – 2008. – V. 35. – P. 102–105.
- Bolotov I. N., Makhrov A. A., Bespalaya Yu. V., Vikhrev I. V., Aksenova O. V., Aspholm P. E., Gofarov M. Y., Ostrovskii A. N., Popov I. Yu., Pal'tser I. S., Rudzite M., Rudzitis M., Voroshilova I. S., Sokolova, S. E. Results of testing the comparative method: the curvature of the shell valve frontal section is inappropriate as a systematic character for the freshwater pearl mussel of the genus *Margaritifera* // – Biology Bulletin. – 2013. – V. 40. – P. 221–231.
- Klishko O. K. Pearl mussels of the genus *Dahurinaia* (Bivalvia, Margaritiferidae): differently sized groups of *Margaritifera dahurica* Middendorff, 1850 // Biology Bulletin. – 2014. – V. 41. – P. 434–443.
- Ziuganov V., Zotin A., Nezhlin L., Tretiakov V. The freshwater pearl mussels and their relationships with salmonid fish. Moscow: VNIRO Publ. House, 1994.
- Baird M. S. Life history of the spectaclecase, *Cumberlandia monodonta* Say, 1829 (Bivalvia, Unionoidea, Margaritiferidae). Master thesis. Springfield, Mo.: Southwest Missouri State University, 2000.
- Araujo R., Toledo C., Van Damme D., Ghamizi M., Machordom A. *Margaritifera marocana* (Pallary, 1918): a valid species inhabiting moroccan rivers // J. Mollusc. Stud. – 2009. – V. 75. – P. 95–101.
- Smith D. G. Systematics and distribution of the recent Margaritiferidae. Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida // Ecol. Stud. – 2001. – V. 145. – P. 33–49.
- Bolotov I., Vikhrev I., Bespalaya Yu., Artamonova V., Gofarov M., Kolosova Ju., Kondakov A., Makhrov A., Frolov A., Tumpeesuwan S., Lyubas A., Romanis T., Titova K. Ecology and conservation of the endangered Indochinese freshwater pearl mussel, *Margaritifera laosensis* (Lea, 1863) in the Nam Pe and Nam Long rivers, Northern Laos // Mongabay.com Open Access J. – Tropical Conserv. Sci. – 2014. – V. 7. – P. 706–719.
- Zotin A.A. Synonymy in the family Margaritiferidae (Bivalvia, Unionida) // Zoologija bespozvochnykh. – 2018. – (in press).
- Bolotov I. N., Vikhrev I. V., Bespalaya Yu. V., Gofarov M. Y., Kondakov A. V., Konopleva E. S., Bolotov N. N., Lyubas A. A. Multi-locus fossil-calibrated phylogeny, biogeography and a subgeneric revision of the Margaritiferidae (Mollusca: Bivalvia: Unionoida) // Mol. Phylogenet. Evol. – 2016. – V. 103. – P. 104–121.
- Vikhrev I. V., Bolotov I. N., Altun A., Gofarov M. Y., Dvoryankin G. A., Kondakov A. V., Ozcan T., Ozcan G. The revenant: rediscovery of *Margaritifera homsensis* from Orontes drainage with remarks on its taxonomic status and conservation (Bivalvia: Margaritiferidae) // Syst. Biodivers. – 2017. – DOI: 10.1080/14772000.2017.1343876
- Kohl M. Freshwater Molluscan Shells. – 2017. – <http://mkohl1.net/FWshells.html>
- Klishko O. K. List of species of mollusks included in the Red Data Book of the Transbaikal territory. Krasnaja kniga Zabajkal'skogo kraja. Zhivotnye. Novosibirsk: OOO Novosibirskij izdatel'skij dom, 2012.
- Kondo T., Kobayashi O. Revision of the genus *Margaritifera* (Bivalvia: Margaritiferidae) of Japan, with description of a new species // Venus. – 2005. V. 64. – P. 135–140.
- Williams J. D., Butler R. S., Warren G. L., Johnson N. A. Freshwater mussels of Florida. Univ. Tuscaloosa: Alabama Press, 2014.
- Division of Molluscs - Freshwater Mussel Collection. The Ohio State University. – 2017. – <http://www.biosci.ohio-state.edu/~molluscs/gallery/margaritiferidae.htm>
- Species summary for *Margaritifera auricularia*. AnimalBase. – 2017. <http://www.animalbase.uni-goettingen.de/zooweb/servlet/AnimalBase/home/species?id=3016>

24. Zhadin V. I. Mollusks of fresh and brackish waters of the USSR. Moscow: Izdatel'stvo AN SSSR, 1952.
25. Awakura T. The ecology of parasitic glochidia of the fresh-water pearl mussel, *Margaritifera laevis* (Haas) // Scientific Reports of the Hokkaido Salmon Hatchery. – 1968. – V. 17. – P. 1–21.
26. Bogatov V. V., Prozorova L. A., Starobogatov Ya. I. The family Margaritiferidae (Mollusca: Bivalvia) in Russia // *Ruthenica*. – 2003. – V. 13. – P. 41–52.
27. Bolotov I. N., Mahrov A. A., Vihrev I. V., Bepalaja Ju. V., Zotin A. A., Klishko O.K. Scientific heritage of V.I. Zhadin and modern malacology: definition of freshwater pearl mussels (Bivalvia: Unionoida: Margaritiferidae) of Russian fauna // *Zoologicheskij Zhurnal*. – 2018. – (in press).
28. Yoshihiro A. B., Taira U. The freshwater pearl mussel *Margaritifera togakushiensis* from Shari River basin, Northern Japan // *Shiretoko Museum*. – 2014. – V. 36. – P. 5–8.
29. Murphy G. Relationships of the fresh-water mussels to trout in the Truckee River // *Calif. Fish Game*. – 1942. – V. 28. – P. 89–102.
30. Jepsen S., Labar C., Zarnoch J. *Margaritifera falcata* (Gould, 1850) Western pearlshell. Bivalvia: Margaritiferidae. – 2012. – <https://idfg.idaho.gov/>
31. Johnson R.I. *Margaritifera marrianae*, a new species of Unionacea (Bivalvia: Margaritiferidae) from the Mobile-Alabama-Coosa and Escambia River systems, Alabama. // *Occas. pap. mollusk*. – 1983. – V. 4. – P. 299–304.
32. Pilarczyk M. M., Stewart P. M., Shelton D. N., Williams D. J. Current and recent historical freshwater mussel assemblages in the gulf coastal plains // *South-east. Nat.* – 2006. – V. 5. – P. 205–226.
33. Hill A.M. The glochidia (larvae) of the fresh-water mussel *Margaritifera hembeli* (Unionacea: Margaritiferidae), fish host species, morphology and period of fish host infection. M.S. Thesis. Natchitoches, Louisiana: Northwestern State College of Louisiana, 1987.
34. Cummings K., Cordeiro J. *Margaritifera hembeli*. The IUCN Red List of Threatened Species. e.T12803A509782. – 2012. – <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012-1.RLTS.T12803A509782.en>
35. Louisiana pearlshell (*Margaritifera hembeli*). ECOS. Environmental Conservation Online System. Conserving the Nature of America. – 2017. – <https://ecos.fws.gov/ecp0/profile/speciesProfile?spcode=F02C>
36. Araujo R., Ramos M. A. Description of the glochidium of *Margaritifera auricularia* (Spengler, 1793) (Bivalvia, Unionoidea) // *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* – 1998. – V. 353. – P. 1553–1559.
37. Araujo R., Ramos M. A. A critical revision of the historical distribution of the endangered *Margaritifera auricularia* (Spengler, 1782) (Mollusca: Margaritiferidae) based on museum specimens // *J. Conchol.* – 2000. – V. 37. – P. 49–59.
38. Araujo R., Moreno R. Former Iberian distribution of *Margaritifera auricularia* (Spengler) (Bivalvia: Margaritiferidae) // *Iberus*. – 1999. – V. 17. – P. 127–136.
39. Altaba C. R., López M. A. Experimental demonstration of viability for the endangered giant pearlshell *Margaritifera auricularia* (Bivalvia: Unionoida) in its natural habitat // *Bolleti de la Societat d'Historia Natural de les Balears* – 2001. – V. 44. – P. 15–21.
40. Araujo R., Reis J., Machordom A., Toledo C., Madeira M. J., Gómez I., Velasco J. C., Morales J., Barea J. M., Ondina P., Ayala I. Las náyades de la península Ibérica // *Iberus*. – 2009. – V. 27. – P. 7–72.
41. Araujo R. *Margaritifera auricularia*. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de las especies de interés comunitario en España: Invertebrados. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid: Sociedad Española de Malacología, 2012.

**Birichevskaya L.L.,**

PhD; senior researcher,

*Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus*

**Zinchenko A.I.,**

Sc.D., professor, head of the laboratory,

*Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus*

**Zhukova M.V.,**

researcher,

*Institute of Bioorganic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus*

**Kisel M.A.,**

Sc.D., professor, head of the laboratory,

*Institute of Bioorganic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus*

## PHOSPHATIDIC ACID SYNTHESIS USING BACTERIAL PHOSPHOLIPASE D

**Summary:** Herein, the enzymatic synthesis of phosphatidic acid from soy bean lecithine was carried out using phospholipase D (PLD) from earlier selected strains of *Streptomyces netropsis* and *Streptomyces cinnamoneus*. The title substance according to literary data stimulates protein synthesis in human and animal skeleton muscles. Hydrolytic activity of PLD was shown to rise upon addition of chloroform into reaction mixture. *S. cinnamoneus* enzyme catalyzes reaction in the presence of chloroform at slower rate than *S. netropsis* enzyme. However, removal of organic solvent resulted in more dramatic decrease of *S. netropsis* hydrolytic activity vs *S.*

*cinnamoneus* enzyme. Application of *S. cinnamoneus* PLD for enzymatic synthesis of phosphatidic acid in aqueous buffer reaction mixture in the presence of  $\text{Ca}^{2+}$  ions allows to attain the yield of the end product over 90 mol.% in 3.5–4 h.

**Keywords:** phosphatidic acid, phospholipase D, enzymatic synthesis, *Streptomyces netropsis*, *Streptomyces cinnamoneus*.

**Introduction.** Skeletal muscles are known to account for about half of human body weight and they are vital both for motion ability and heat release during cold stress [1]. The mass of skeletal muscles may be built up by regular workout combined with massive ingestion of protein [2] and special diet additives. On the cellular level myostimulation by power exercises coupled to intake of protein and bioactive diet ingredients activate the specific multiprotein complex mTOR (mechanistic target of rapamycin) [3, 4], attracting keen interest of sport medical experts and coaches of power sport disciplines [5]. It should be noted that promotion of mTOR-activity by mechanical stimuli is mediated by linked phosphatidic acid [6].

Phosphatidic acid (Figure 1) is phospholipid structurally composed of glycerol skeleton, two fatty acid residues and phosphate group. Two fatty acid moieties are adjoined to two neighboring carbon atoms in sn-1 and sn-2 positions, whereas phosphate is linked to C-atom in sn-3 position. Fatty acid in sn-1 position is often saturated, while fatty acid in sn-2 position, as a rule, is unsaturated [7].

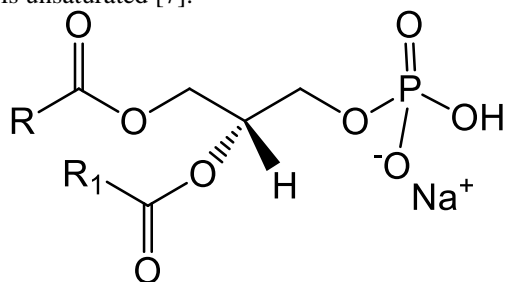


Fig. 1. Structural formula of phosphatidic acid:  
*R* and *R*<sub>1</sub> – alkyls

Fatty acid composition of phosphatidic acid seems critical in terms of its ability to activate mTOR complex. It was found that phosphatidic acid specimens containing one or two chains of unsaturated fatty acid enhance mTOR activity both in human kidney cells and *in vitro*, in contrast to saturated acid variants showing no significant effect [8]. Moreover, in comparative studies phosphatidic acid derived from soybeans proved more effective than hen egg preparation in regard to induction of mTOR signaling in  $\text{C}_2\text{C}_{12}$ -myoblasts [9]. It was presumed that this distinction was grounded on different contents of unsaturated fatty acids.

The authors of studies carried out in the period from 2013 to 2016 [5, 9, 10], recommend for the athletes such application schedule of phosphatidic acid: 450 mg dose 30 min before practice and 300 mg as follow-up. The day-off regime of phosphatidic acid administration: 450 mg during breakfast and 300 mg with dinner. Thus, scientific substantiation has been formulated for use of phosphatidic acid as ingredient of bioactive food additives to provide pharmacological support of athletes specializing in power sports.

This study was aimed at experimental confirmation of potential feasibility to engage bacterial phospholipase D (PLD) for synthesis of phosphatidic acid.

**Materials and methods.** Previously selected strains *Streptomyces netropsis* BIM B-235 and *Streptomyces cinnamoneus* BIM B-236 were chosen as PLD (EC 3.1.4.4) producers.

The bacteria were cultured and dry enzyme preparations were derived by acetone precipitation as described earlier [11]. Soybean phosphatidyl choline Epikuron 200 (Lucas Meyer, Germany) and Lipoid S-100 (Lipoid GmbH, Germany) served as PLD substrate for production of phosphatidic acid.

Analytical syntheses of phosphatidic acid were conducted in biphasic water-organic reaction mixture (60% of chloroform, v/v and 40 aqueous phase, v/v), and in water-buffer reaction mixture. 1 ml of the mixture comprised 30 mM of phosphatidyl choline, 0.2 M of sodium acetate buffer (pH 6.0), 20  $\mu\text{l}$  of 5 M of  $\text{CaCl}_2$  solution (when needed) and 2 mg (for water-organic reaction mixture) or 4 mg (for chloroform-free medium) of dry enzyme preparation. Upon addition of PLD solution the mixtures were incubated at 37 °C. Reaction process was controlled using thin-layer chromatography (TLC) in the solvent system: chloroform-methanol-25% aqueous ammonia (13:7:1 volume ratio). The substances were detected on the plates with the aid of phospholipid-specific reagent [12].

Enzyme amount sufficient for generation of 1 nanomole of phosphatidic acid in one min under appropriate reaction conditions was assumed as one unit of PLD activity. The activity was expressed in u/mg of dry enzyme preparation.

For quantitative evaluation of phospholipid composition the samples were taken from the reaction mixtures, PLD was inactivated by heating and phospholipids were extracted by Folch technique [13]. After separation of aqueous and chloroform phases by centrifuging (3 min, 3000 g) the organic phase was gently collected, the substances were separated by TLC and quantified according to Vaskovsky method [12].

**Results and discussion.** Our team has demonstrated a vast record of research related to biotechnological production of a series of valuable phospholipid compounds for medicine and agriculture [14–16]. We succeeded in selection of bacterial strains – sources of PLD capable to phosphatidylate efficiently primary hydroxyl groups of nucleosides, serine and other substances.

This investigation was focused on potential application of microbial PLD isolated from previously selected cultures for production of phosphatidic acid from soybean lecithine.

At the first stage hydrolytic activity of *S. netropsis* and *S. cinnamoneus* enzymes was analyzed in the routine aqueous-buffer medium and in the reaction system supplied with chloroform. It was reported in literature

[17, 18], that phase division boundary with large surface area formed by adding water-immiscible organic solvents in the reaction mixture facilitated considerable rise in catalytic activity of many phospholipase enzymes. We also obtained the evidence of drastic in-

crease of *S. netropsis* PLD transphosphatidylating activity in aqueous-chloroform reaction system as compared to the activity in the solvent-free medium.

Table 1 presents data on hydrolytic activity of PLD from *S. netropsis* and *S. cinnamoneus*, assayed in water and aqueous-chloroform media in the presence of calcium ions.

Table 1. Hydrolytic activity of PLD from *S. netropsis* and *S. cinnamoneus* in water and aqueous-chloroform reaction media.

Enzyme source	Phosphatidic acid yield, mol.% (reaction time, h)		PLD activity, un/mg	
	water medium	aqueous-chloroform medium	water medium	aqueous-chloroform medium
<i>S. netropsis</i>	18 (3)	90 (2)	8	900
<i>S. cinnamoneus</i>	87 (3)	65 (2)	34	525

The provided data indicate that hydrolytic activity of both microbial enzymes was higher in chloroform-supplemented medium in comparison with aqueous-buffer system. However, in case of *S. netropsis* enzyme the difference turned out to be more striking. Available chloroform raised enzymatic activity over 100 times; the yield of phosphatidic acid reached 90 mol.% by 2 h of the reaction as opposed to the buffer medium where 18 mol.% yield was achieved by 3 h at double level of the enzyme preparation.

PLD of *S. cinnamoneus* carried out reaction in the medium with chloroform supply at somewhat slower

rate than *S. netropsis* enzyme (525 u/mg and 900 u/mg, respectively), yet, the exclusion of organic solvent from the mixture resulted in only 15-fold decline of hydrolytic activity.

Further on we compared dynamics of end product accumulation in the optimal variant employing PLD of *S. netropsis* in the medium with added chloroform versus conventional buffer medium involving PLD *S. cinnamoneus*. The obtained findings are illustrated by Figure 2.

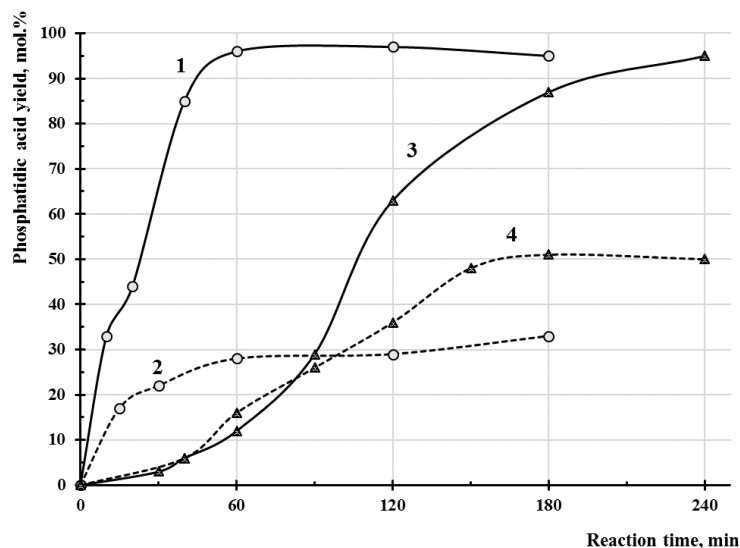


Fig. 2. Dynamics of phosphatidic acid accumulation in the course of lecithine enzymatic hydrolysis: 1, 2 – PLD of *S. netropsis* in aqueous-chloroform reaction medium (1 – in the presence, 2 – in the absence of calcium ions); 3, 4 – PLD of *S. cinnamoneus* in water reaction medium (3 – in the presence, 4 – in the absence of calcium ions)

According to literature reports, expression of PLD enzyme activity largely depends on availability of  $\text{Ca}^{2+}$  ions in the medium. It appears from our data, that both enzymes are calcium-independent and capable to accomplish hydrolysis reaction in  $\text{Ca}^{2+}$  free medium (curves 2, 4), however, the latter accelerate synthesis of

phosphatidic acid at initial stage (more evident for *S. netropsis* enzyme) and dramatically increase the ultimate product yield (from 35–50 to over 90 mol.% for both enzymes) (curves 1, 3). The use of *S. cinnamoneus* PLD in the medium containing calcium ions and lacking organic solvent has enabled to attain superior yields

of phosphatidic acid under eco-friendly reaction conditions, although it took longer time (curve 3).

Analyzing dynamics of phosphatidic acid accumulation in the reaction medium, some points should be emphasized. For instance, curves 1 and 2 (PLD of *S. netropsis*, water-chloroform medium) are of classic shape reflecting the maximum enzyme activity at the onset of the reaction followed by gradual plateauing. In contrast, curves 3 and 4 (PLD of *S. cinnamoneus*, aqueous reaction medium) are distinguished by the so-called initial lag-phase, with the peak-rate of product generation shifted forward in time. Such pattern of biosynthesis may be correlated with certain properties of enzyme catalyst (e.g. its activation by the reaction product – phosphatidic acid). Alternative interpretation may be grounded on the assumption that physical parameters of the reaction medium are altered at the initial stage of phosphatidic acid biosynthesis. Thus, the emergence in originally homogeneous reaction system, containing pure phosphatidyl choline molecules, of some amount of phosphatidic acid could affect surface tension and form of micelles, which, in turn, is likely to boost the rate of biosynthesis.

**Conclusion.** Summing up, dry enzyme preparations of PLD derived from *S. cinnamoneus* and *S. netropsis* cultures might find use as catalysts of biotechnological processes of phosphatidic acid production. In our opinion, especially promising approach should be based on application of *S. cinnamoneus* enzyme in the reaction mixture devoid of organic solvents in the presence of calcium ions, allowing to achieve target product yields exceeding 90 mol.% by 3.5–4 h.

#### References:

1. Karagounis LG, Hawley JA. Skeletal muscle: increasing the size of the locomotor cell: *Int. J. Biochem. Cell Biol.*; 2010; Vol. 42, N 9; 1376–1379.
2. Churchward-Venne TA, Burd NA, Phillips SM. Nutritional regulation of muscle protein synthesis with resistance exercise: strategies to enhance anabolism: *Nutr. Metab.*; 2012; Vol. 9, N 1, 40. DOI: 10.1186/1743-7075-9-40.
3. Dibble CC, Manning BD. Signal integration by mTORC 1 coordinates nutrient input with biosynthetic output: *Nat. Cell Biol.*; 2013; Vol. 15, N 6; 555–564.
4. Bond P. Regulation of mTORC 1 by growth factors, energy status, amino acids and mechanical stimuli at a glance: *J. Int. Soc. Sports Nutr.*; 2016; Vol. 13, 8. DOI: 10.1186/s12970-016-0118-y.
5. Bond P. Phosphatidic acid: biosynthesis, pharmacokinetics, mechanisms of action and effect on strength and body composition in resistance-trained individuals: *Nutr. Metab.*; 2017; Vol. 14, 12. DOI 10.1186/s12986-017-0166-6.
6. O'Neil TK, Duffy LR, Frey JW, Hornberger TA. The role of phosphoinositide 3-kinase and phosphatidic acid in the regulation of mammalian target of

rapamycin following eccentric contractions: *J. Physiol.*; 2009, Vol. 587, N 14; 3691–3701.

7. Castro-Gómez P, Garcia-Serrano A, Visioli F, Fontecha J. Relevance of dietary glycerophospholipids and sphingolipids to human health: Prostaglandins, Leukot. Essent. Fatty Acids; 2015; Vol. 101; 41–51.

8. Yoon MS, Rosenberger CL, Wu C, Truong N, Sweedler JV, Chen J. Rapid mitogenic regulation of the mTORC1 inhibitor, deptor, by phosphatidic acid: *Mol. Cell.*; 2015; Vol. 58, N 3; 549–556.

9. Joy JM, Gundermann DM, Lowery RP, Jäger R, McCleary SA, Purpura M, Roberts MD, Wilson S, Hornberger TA, Wilson JM. Phosphatidic acid enhances mTOR signaling and resistance exercise induced hypertrophy: *Nutr. Metab.*; 2014; Vol. 11, 29. DOI: 10.1186/1743-7075-11-29.

10. Escalante G, Alencar M, Haddock B, Harvey P. The effects of phosphatidic acid supplementation on strength, body composition, muscular endurance, power, agility, and vertical jump in resistance trained men: *J. Int. Soc. Sports Nutr.*; 2016; Vol. 13, 24.

11. Birichevskaya LL, Titovich OI, Kisel MA, Zinchenko AI. Application of *Streptomyces netropsis* phospholipase D for synthesis of phosphatidylserine: *Biotechnology, Biodegradation, Water and Foodstuffs*. New York, 2009; 65–71.

12. Vaskovsky VE, Kostetsky EY, Vasenzin IM. A universal reagent for phospholipid analysis: *J. Analit. Chromatogr.*; 1975; Vol. 114, N 1; 129–141.

13. Folch J., Lees M, Sloane Stanley GH. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues: *J. Biol. Chem.*; 1957; Vol. 226, N 1; 497–509.

14. Birichevskaya LL, Eroshevskaya LA, Kisel' MA, Zinchenko AI. Substrate requirements of phospholipase D from *Streptomyces netropsis* in the transphosphatidilation synthesis of phospholipids: *Chem. Nat. Comp.*; 2006; Vol. 42, № 1; 32–35.

15. Birichevskaya LL, Kvach SV, Sivets GG, Kalinichenko EN, Zinchenko AI, Mikhailopulo IA. A comparison of enzymatic phosphorylation and phosphatidylation of  $\beta$ -L- and  $\beta$ -D-nucleosides: *Biotechnol. Lett.*; 2007; Vol. 29, N 2/3; 585–591.

16. Vasilkevich A, Birichevskaya L. Phospholipase D as the catalyst for synthesis for biologically active phospholipids: *Dialogues on Science: 3<sup>rd</sup> Intern. Scientific Conference of Young Researchers*. Yerevan (Armenia), June 23-26<sup>th</sup>, 2015; 63.

17. Hirche F, Koch MHJ, König S, Wadewitz T, Ulbrich-Hofmann R. The influence of organic solvents on phospholipid transformations by phospholipase D in emulsion systems: *Enzyme Microbiol. Technol.*; 1997; Vol. 20, N 6; 453–461.

18. Mansfeld J, Ulbrich-Hofmann R. Modulation of phospholipase D activity in vitro: *Biochim. Biophys. Acta*; 2009; Vol. 1791, N 9; 913–926.

## **ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ**

*Alibekov L.A., Ostanaqulov T.E.*

- 1. Alibekov Lapas Alibekovich Doctor of Geographical Sciences, Honored Scientist of the Republic of Uzbekistan, professor of the Samarkand State University.*
- 2. Ostanaqulov Toshtemir Eshimovich. Doctor of the agricultural sciences. Professor of the Samarkand Agricultural institute.*

### **GLOBAL CHANGE OF CLIMATE AND ECOSYSTEMS OF CENTRAL ASIA**

Technological progress in the last century led mankind to the dangerous illusion to reduce the role of the climate. This was aided by the relative stability of climatic conditions in the XIX-XX centuries in most parts of the Earth. The situation changed in the 70 years of the last century. Severe drought in the Sahel, frequent floods and droughts, as well as the long forgotten the harsh winter in Europe and America began to cause serious concern. At this time, it was found to increase the content of atmospheric carbon dioxide, methane, chlorofluorocarbons, which creates in the system "Earth-atmosphere" greenhouse effect, ie reduces the radiation of the Earth to outer space. The hypothesis that increasing the concentration of so-called "greenhouse gases" (predominantly CO<sub>2</sub>) should increase the average temperature of the Earth's atmosphere, generally justified. According to the IPCC (Intergovernmental expert group on Climate Change), the global average temperature of the air for 100 years has increased compared to pre-industrial levels to 0,3-0,6 °C, and the sea level rose by 10-20 cm. It is expected that by 2050 It happens doubling of CO<sub>2</sub> concentrations in the atmosphere, if not immediate measures to reduce certain industrial emissions are taken. Associated with this rate of increase of global temperature will be 0.3 °C With over 10 years. It is expected that through the breadth of the warming will occur unevenly. In some areas, including in Central Asia, is expected to increase precipitation, but in others - are tougher drought. The increase in the danger of drought is the most serious of the negative consequences of climate change. In general, mixing is expected towards the poles of the boundaries of climatic zones and at the same time the landscape (ecosystem) (Chub, 2007.).

The main indicator of global climate change is considered to be near-surface air temperature averaged over a large area, because it is the most studied and, as a rule, from its ranks easily select signal.

Evaluation of global climate change, is made mainly according to the mean annual surface air temperature over the continents of the northern hemisphere due to the reliability and the highest volume of this information.

Global climate change is expressed primarily in the growth of average air temperature increased in the number and intensity of weather events, such as particularly hot days, droughts, heavy precipitation, sudden thaws and frosts, floods, landslides, avalanches.

Targeted studies climate change in Central Asia mostly began in the 80 years of the twentieth century. Central Asia Climate Study as a whole showed that the observed changes in the region of the various components of the climate system. Based on analysis of observations revealed the existence of a trend of positive temperature series, the warming trend observed throughout the region in both cold and warm halves.

For 100 years the average annual air temperature in Tashkent rose 1,20S. The average rate of warming over the past 70 years on the territory of the region exceeds 0,20S. per decade, that is, the rate of warming is higher than the average for the northern hemisphere (Chub, 2007).

For precipitation characterized by the alternation of periods of surplus and deficit. In the era of warming rainfall has not undergone any changes. This has led to increased aridity in Central Asia, a decrease in river flows and increased drought frequency superimposed on intensification of anthropogenic desertification and pollution.

The ongoing climate change has a significant impact on the climatic characteristics, components of water balance and water resources of the region. In the mountainous part there is degradation of glaciers and reduction of their area (see. Photo).





*Pic.1. Retreat of Fedchenko glacier tongue*

Source: <http://naked-science.ru/article/top/23-06-2013-108>

Observational data for snow cover in mountain river basins of Central Asia show a steady decrease in carryover of snow cover. Glaciers are recognized as one of the most sensitive indicators of climate change. They significantly increase in size during climate cooling (ie, "small ice ages") and the decrease in global warming. For example, the degradation of glaciation Zhetysu (Jungar Alatau) as a whole in 34 years (1956-1990) glaciation area decreased by 35%, losing an average of 1,03% year. The volume of glaciers has decreased by 37% in 34 years when the degradation rate of 1,1% year.

During the period of twenty years (1960-1980) in Central Asia, glaciers have decreased in size 19% (Chub, 2000). Eventually, this process leads to desertification vast territory.

The region's climate change plays a significant role deforestation in the mountains of the region. Modern forest cover of the mountains of Central Asia is the lowest. The forest area is 2,5%, and mountains of Uzbekistan just 0,75%. However, there are numerous historical and scientific evidence about the past widespread forests in the mountains. Deforestation has been a powerful factor in arid, xerophytization vegetation. It features increased aridity in the entire Central Asian region, has contributed to desertification in the plains, steppe formation lower and middle parts of the mountains, the shrinkage of glaciers in the high mountains. All this, along with the intensification of erosion, increased the redistribution of the material in the "Mountain-Plains" system and leads to various socio-economic consequences and increased repeatability glacial floods in Kazakhstan, Tajikistan and Uzbekistan (Alibekov, 2010).

Global warming will continue to increase the number of extreme weather conditions in the region, that is, periods of drought and high summer temperatures. In connection with climate change, it is expected that the incidence of severe and medium drought change. The

drought is accompanied by high summer air temperatures at low precipitation.

In the plains of Central Asia, the growth temperature leads to an increase in volatility. Research has established that due to the warming layer evaporation in the Aral Sea has increased by 20% compared to 1950. In recent years, the population in the Southern Aral Sea region ranks cities and towns feel the impact of a further negative impact of climate change - the process of desertification and forced to carry away the material losses - malicious activity intensively spreading in the region of termites. There are two common species of termites belonging to the genus *Anacanthotermes*: *Turkestanicus* (A. *Turkestanicus* Jacobs) and the trans-Caspian (A. *Ahngerianus* Jacobs). termites spread is promoted by a number of reasons, chief among them - aridity and fundamental change of ground and soil conditions (soil salinity).

Drought increases the evaporation of water in rivers, lakes and glaciers. 2000 in Uzbekistan has been extremely dry (67% of the amounts of long-term annual rate of precipitation). The sharp decline in precipitation in Central Asia in 2000 and 2001 yy reduced the volume of river flow. For example, the volume of water in the Zarafshan River in 2001 was 40% less perennial. 2000-2001, in Central Asia, especially in the lower reaches of the Amu Darya was severe drought that exacerbated the desertification processes and led to an unprecedented water shortage, the scale of the disaster from which only in Karakalpakstan are estimated in the order of \$ 66 million.

The impact of drought on society is diverse. Especially significant damage to agricultural drought. In general, the dry lands of Uzbekistan in dry years (2000-2001) the yield decreased by 90-100%. On irrigated land, drought has reduced in agricultural yield of 40%. Thus, in fact drought catalysts are desertification.

On the territory of Central Asia focuses on eight major ecosystems (landscape type) different local climate change and the current state of the intensity of the

process of desertification due to climate change (Table 1).

Expert assessment of the intensity of desertification in Central Asia in the context of climate change has shown that changes occur in all components of the landscape (ecosystem), but the most significant restructuring capture the Aral Sea region (48 points), and the lower reaches of the river (the ancient dry deltas) (36 points) and sand deserts (32 points), the smallest high mountains and midlands. Radical changes are characteristic of the Aral Sea region and the lower reaches of the river (the ancient dry deltas), where the change in the hydrological regime in a changing climate leads to the disappearance of vegetation and the emergence of solonchak wasteland.

It should be noted that the work performed, evaluation of ecosystems to climate change is needed in the first place at the regional level, to reduce the risks associated with climate change. Consequently, changes in the ecosystems of mountains and plains of Central Asia, caused by climate change are an important factor

in the discussion of appropriate policies. Estimation of the basic indicators of the intensity of the process of desertification in the future periods according to climate scenarios developed will be useful for planning the development of agriculture, health and others. Taking into account climate change. Therefore, in the future it is very promising to develop such studies.

#### **List of literature:**

1. Alibekov L.A. The band lives between the mountains and deserts. Ed. "Nauka", Moscow, 1992, 176 p.
2. Alibekov L.A. Ecological and geographical problems of Central Asia. Edited by Academician Babayev A.G. Samarkand, 2010. 421 p.
3. The problems of climate change. Tashkent, 2000. 224 p.
4. Chub V.E. Climate change and its impact on hydrometeorological processes, agro-climatic and water resources of the Republic of Uzbekistan. Tashkent, 2007. 134 p.

**Assessment of desertification in Central Asia ecosystems**

**Table 1**

<b>TYPES OF LANDSCAPES</b>										
	Processes	High-lands	Mid- dle	Low- land	Foot- hill- Plain (lo- ess de- sert)	Irri- gated the up- per part of the river valleys	Irri- gated bot- tom of the river val- leys	Sand de- sert	Aral Sea re- gion	Sum- mary scores
<b>Climatic</b>	Temperature increase	+	+	+	++	++	+++	+++	+++	<b>16</b>
	Decreased precipitation	+	+	+	+	+	++	+	++	<b>10</b>
	Changing humidity	-	-	+	+	+	+	++	++	<b>8</b>
	Changing the wind speed	-	-	-	+	+	+	++	++	<b>6</b>
	Increasing frequency of storms pylepeschannyh	-	-	+	++	+	++	+++	+++	<b>12</b>
	Increased precipitation	+	+	-	-	-	-	-	-	<b>2</b>
	Reduction of the glaciers	+								<b>1</b>
<b>Hydrological</b>	Increasing salinity surface waters	-	-	-	+	++	+++	-	+++	<b>9</b>
	Increasing mineral. Groundwater	-	-	-	+	++	+++	++	+++	<b>11</b>
	Reduction of water re- sources	+	+	++	++	+	++	++	+++	<b>14</b>
	Increased groundwater	-		-	+	+	++	++	+++	<b>9</b>
	The drying up of water sources	-	+	++	+	+	++	+	++	<b>10</b>
<b>Soil</b>	Increased water erosion	++	++	++	+	+	-	-	-	<b>8</b>
	Increased wind erosion	-	-	-	+	-	+	++	++	<b>6</b>
	Secondary salinization	-	-	-	+	-	+++	+	+++	<b>8</b>
	Soil Dehumusitation	-	-	-	-	+	++	-	++	<b>5</b>
	Contamination by toxic substances	-	-	-	-	+	++	+	+++	<b>7</b>
<b>Biological</b>	Deforestation	++	++	+++	-	-	-	-	-	<b>7</b>
	The withering away of trees and shrubs	+	+	++	+	++	++	+	++	<b>13</b>
	Degradation of grass cover +	+	+	++	+	-	+	++	++	<b>10</b>
	Reducing biologist. Productivity	+	+	++	++	+	++	++	+++	<b>14</b>
	Intensive development of termites	-	-	-	-	-	++	--	+++	<b>5</b>
<b>Geomorpho-</b>	Strengthening desert relief formation	-	-	-	-	-	-	++	++	<b>4</b>
	Acceleration of erosion	++	++	+	++	-	-	++	-	<b>10</b>
	Loss dose cover the slopes	+	+	++	-	-	-	-	-	<b>5</b>
	Migration of population	-	+	+	-	-		++	++	<b>6</b>
	The total scores	15	16	23	21	19	36	32	48	
	The intensity of the process		+++ Very strong	++ strong	+	weak	Do not mani- fested			

**Alibekov L.A., Alibekova S.L., Allanov K.A.**

*Alibekov Lapas Alibekovich Doctor of Geographical Sciences, Honored Scientist of the Republic of Uzbekistan, professor of the Samarkand State University.*

*Alibekova Saodat Lapasovna candidate of geographical sciences, associate professor of the Samarkand State University.*

*Allanov Kilich Allaqulovich candidate of geographical sciences, associate professor of the Termez State University.*

## THE ROLE OF THE GEOGRAPHICAL FACTOR IN THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE CITY SAMARKAND

The oldest state formations in Central Asia were Bactria, Khorezm, and Sogdiana. Sogdiana occupied the Zaravshan valley and adjacent Kashka-Darya basin. The main city of Sogdiana was Samarkand.

In the Zaravshan valley, irrigation based agriculture continued to evolve and improve. Horticulture and viticulture were very sophisticated.

Edward Schaefer, the largest orientalist (researcher of Chinese culture of the Tang epoch), University of California, in his famous book with the exotic name of «The Colden peaches of Samarkand» [Schaefer, 1981], wrote: «The title of this book - «The Golden Peaches of Samarkand» - was chosen because it resembles many things at the same time: the golden apples of the Hesperides, the peaches of immortality, Chinese legend places far to the West, the «Golden journey to Samarkand» by James Elroy Flecker, and the melodies of Frederick Delius «The Road to Samarkand» for Flecker's play «Hassan.» But if you leave out these vague associations with the myths and music, the golden peaches existed in reality. Twice in the VII<sup>th</sup> century, the Samarkand kingdom sent these unusual yellow peaches as a gift to the Chinese court. «They were as big as goose eggs, and because the color was like gold, they were called: the golden peaches. A few young trees, which produced these regal fruits were brought by the embassy convoy through the desert Serinda and planted in the palace gardens of Chanani. Now we can only guess what sort of a peach it was and what was its taste. Attractive, due to their inaccessibility, the golden peaches of Samarkand symbolized, in the Heavenly Empire Tang, all exotic and desirable, all unknown, and appealing» (p. 14). Further, Edward Schaefer wrote: «Although the fruits once existed as a «reality», they have become mythic subjects, whose life went on in the form of a literary image, metaphor. In the word format, they belonged to a much greater extent to the world of representations, imaginary, than to the world real, physical» (p. 15).

Handicrafts, especially ceramics, as well as the art of building, became increasingly important. In nearby mountain ranges Karatau, Nurata, Gobduntau, and others, gold, copper, iron, and precious stones, including turquoise, were mined. In Sogdiana, there flourished urban settlements, among which Samarkand was, undoubtedly, the largest and busiest commercial and cultural center. In Samarkand, a great «lead channel» was built, which was similar to the famous aqueducts of Rome.

Extremely favorable geographical position, the relatively cool climate, abundant natural sources with

excellent water, which is not without reason called Samarkand «Obi-Rahmat»-»mercy water», the proximity of the mountains with abundant game, the large Zaravshan River running nearby that served, from time immemorial, for timber rafting from the mountains - all this provided favorable conditions for human settlements in the area where a few centuries before our era, fortifications, castles, stately buildings, and Samarkand mosques emerged.

Sogdiana and its metropolitan center - Samarkand, in all phases of their history, played a crucial role in the relations between people of East and West and in establishment of trade and cultural contacts between them. Of particular significance was the fact that Samarkand had a favorable geographical position at the crossroads of caravan routes on their way from north to south and from west to east, which defined it as the dominant center, accumulating relaying cultural achievements of the great civilizations of antiquity and the Middle Ages. But Sogdians themselves, in turn, were spreading the achievements of their civilization to the West - to Europe, and to the East - to Japan and China. This was made possible by the creation of the great transcontinental road that, in science, received the name of the Great Silk Road.

### THE NATURAL ENVIRONMENT OF SAMARKAND AND ITS ADJACENT TERRITORIES

The geographical location and natural environment played an important role in the formation, establishment, and sustainable development of Samarkand. Samarkand has a variety of natural conditions. Within its territory, very different landscapes of Central Asia are in direct contact. The Zaravshan River basin and especially its middle part - the Zaravshan valley, where Samarkand is located, has been one of the centers of the world's civilization; from ancient time it was considered one of the best areas for settlement. The territory of the city, which lies in the center of the Zaravshan basin, is at the junction of the two landscapes: the northern part is in the terraced alluvial plain of the Zaravshan River valley, the southern part is in the proluvial inclined plain. From the south, the city borders (15-20 km) with the powerful mountains of the Zaravshan Range; from the north and north-east - the Turkestan Range and its continuation, i.e., the Gobduntou and Karagchitou.

The middle part of the Zaravshan valley is generally flat and reaches, at the meridian of Samarkand, 40-50 km in width. The mountains and their ridges, as well as the basin itself, are gradually declining in the direc-

tion from east to west reaching, at the meridian of Samarkand - the Zaravshanskiy Ridge, 1,680 m above sea level (The Ottoman- Karachi Pass).

All these above-mentioned geographical features of Samarkand determine the specificity of the natural conditions of the city. The natural conditions and geographical environment of these different landscapes, which has long been used by man in his productive activity, has promoted concentration, in the middle of the Zaravshan valley, of economy and population. At the connection of mountains and plains, orographic, climatic, and hydrological, (the presence of numerous permanent springs) conditions create the best environment for the development of a diversified economy and for living. The development and expansion of Samarkand occurred at the contact of mountainous-plain middle part of the Zaravshan basin, within a vast piedmont plain, suitable for the development of gravity irrigation that carried many tributaries of the Zaravshan River (Agalyksay, Amanku-tansay, etc) to it.

The mountain ridges that surround the Zaravshan valley, affecting the circulation of the atmosphere, contribute to a year-around prevalence of east (26-43%) and southeast (32-35%) winds that «air» the Zaravshan valley and fill it with clean mountain air. Therefore, Samarkand and the surrounding areas have a relatively cool climate.

#### **HISTORICO-GEOGRAPHICAL ANALYSIS**

The book «Samaria» written in the XIX<sup>th</sup> [Abu Tahir Hodja, 1889] states:»The city's climate is fine and temperate - it is absolutely not the cause of predisposition to disease and death. For this reason, Samarkand is called «firdaus monand» - **like the paradise**. Summer time in Samarkand is relatively hot and cold times are considered moderate. Blowing from all directions, a nice, quiet breeze and the air multiplying the joy, bring peace of mind».

The natural conditions of the Zaravshan River basin (especially in the middle of its course) during the Quaternary have been favorable for the life of primitive people, as evidenced by the abundance of archaeological monuments of different eras. At present, a few hundred of them have been found cities, castles, villages, and sites. Abundance of the Stone Age artifacts and their nature leave no doubt that the Zaravshan River basin was one of the most habitable areas of Central Asia.

In prehistoric times, and at the dawn of civilization, people usually lived in caves that were formed in the limestone due to the slow but continuous dissolution of calcium carbonate in natural waters. The northern slopes of the Zaravshan Ridge are composed of Zaravshan karst-forming Devonian limestones. Therefore, the Zaravshanskiy mountains have abundance of ancient karst caves. It is these simple natural factors (the cave in the limestone and the presence of water in small canyons, forested mountain slopes, etc.) that have determined the location of some of the earliest settlements that have arisen in those ancient times when our ancestors had to find shelter. For this reason, the northern slopes of the Zaravshan mountains bordering the Samarkand territory were populated from ancient time and there were discovered a number of Paleolithic sites: Aman-Kutan, Takaliksay, Kuturbulak, Zirabulak, etc.

Among them, the world-renowned man-site -Aman-Kutan cave (south of Samarkand, 40 km). It is located on the northern slope of the Zaravshan Range at 1,400 m. About 100 thousand years ago, the cave was inhabited by primitive hunters of the Old Stone Age. Another monument dating back to the middle Paleolithic period - Takaliksay cave, located 50 km southeast of Samarkand, at an altitude of 2000 meters above sea level was also inhabited by primitive hunters.

In the caves of Aman-Kutan, Takaliksay, and others, a handful of Neanderthals huddled; they spent most of their time in the foothills to the south of Samarkand and hid in caves from the weather and predators. In the Zaravshan valley, as elsewhere, the first dwellings of primitive man were mainly caves. Later prehistoric man «came out of the cave» and began exploring new territory not only in the mountains, but in the foothills also.

An example is the Neolithic (New Stone Age) man-sites in the foothills of the northern slope of the Zaravshan Ridge in the villages of Tym and Sazagan, located 27 km southwest of Samarkand on the Sazagansai bank, who hunted, fished, and gathered edible wild plants.

In 1939, in the heart of the city of Samarkand on the right side of the Chashma-Siab valley, the Samarkand Upper Paleolithic man site was discovered. The site is a long-term settlement on the bank of a small stream gully; it was the primary location of activities of the primitive man. The Samarkand site relates to a much older, than Aman-Kutan and Takaliksay, time and is dated with the second half of the Old Stone Age.

In the Bronze Age (second millennium BC), the main sectors of the economy, characteristic of previous eras, lost their role; in the foothills, there emerged new industries - agriculture and animal husbandry, dramatically increasing productivity. The Bronze Age monuments have been studied in the villages Muminobod and Jans near Katakurgana and other places.

Samarkand originated in a place inhabited in the prehistoric era. Abundant mountain streams (now called Aman-Kutan, Agalyksay, Sazagan etc.), formed on the northern slopes of the Zaravshan Ridge, flew toward the Zaravshan valley. Wild bushes in the lower reaches of the streams and the Zaravshan valley had abundant supplies of water, fuel, game, and fruit. The Zaravshan River valley, almost within its entire length, was covered with dense riparian thickets and was an ideal habitat for many species of animals. These natural geographical conditions were favorable to the settlement of the region of Samarkand by tribes of hunters and gatherers of the Upper Paleolithic and Neolithic and by farmers and herdsmen of the Bronze Age.

Specifically the nature of the topography determined the location of the first settlements that eventually turned into a great city of Samarkand.

The town was founded in the heart of Sogdiana as a stronghold of the Sogdiana alliance of tribes and always remained an important location in the Middle Zaravshan. This was due to the geographic, strategic, and economic advantages of the location of the city.

Natural factors have always been essential elements of the city, identifying its location and territorial

structure. It is known that the most favorable sites in choosing a place to lay-out a future city, is an elevated place, so farming and stock-raising tribes chose the hilly Afrosiab upland, located north of modern Samarkand, the ancient part of town, and «a long frozen» Afrosiab settlement -this is the territory of ancient and medieval Samarkand. The geographical location of Afrosiab was advantageous for defensive purposes: it was surrounded on three sides by the natural channels with deep ravines. The urban settlement on Afrosiab emerged in the IX—VIII<sup>th</sup> centuries BC.

Samarkand, like all cities of the world, was formed and developed as a city on the common objective laws of historical development of human society – the development of crafts, trade, centralization of power, and the emergence of large public entities, etc. The inhabitants of the valley were able to create amazing material and cultural values. The natural environment had a strong influence on the emergence and growth of Samarkand, on the originality of this great city. The influence of environment on the development of Samarkand was versatile; it depended on the social system and the level of development of productive forces. At different time, different environmental conditions and natural resources were the primary factor.

In the beginning, the spatial factor had great importance in the formation of Samarkand. The spatial factor was manifested in the emergence and develop-

ment of Samarkand in the form of a combination of several elements of nature: its location, proximity to the rivers of the Zaravshan and Zaravshan Ridge, and other opportunities for communicating with other localities. When all the elements harmonize with each other, a structure, called by geographers the junction area, is formed. There, large cities usually emerge.

The Zaravshan River is the natural junction structure formed by natural elements. In ancient time, before railroads and highways, the Zaravshan River was one of the main ways by which people and goods were j moved (e.g., timber rafting down from the J mountains). Foot and horseback routes | stretched along the Zaravshan River valley. I People fished in the river; the valley was used as hayfields, vegetable gardens, etc.

The territory of Samarkand is extremely rich in groundwater at a depth of 1 to 20 m. As the distance from the Zaravshan mountains increases, groundwater comes closer to the ancient surface; at low sites of the valley, there are active springs with substantial flow rate (see Fig. 1). In ancient time, the springs were the main water resources of Samarkand, which is supported by a fact that there is an Upper Paleolithic man-site found on the right bank of the Chashma-Siab creek feeding from springs. Undoubtedly, the springs located in the areas of planned construction of the city, could not but attract the attention of the ancient city planners [Mukhamedzhanov, 1969].

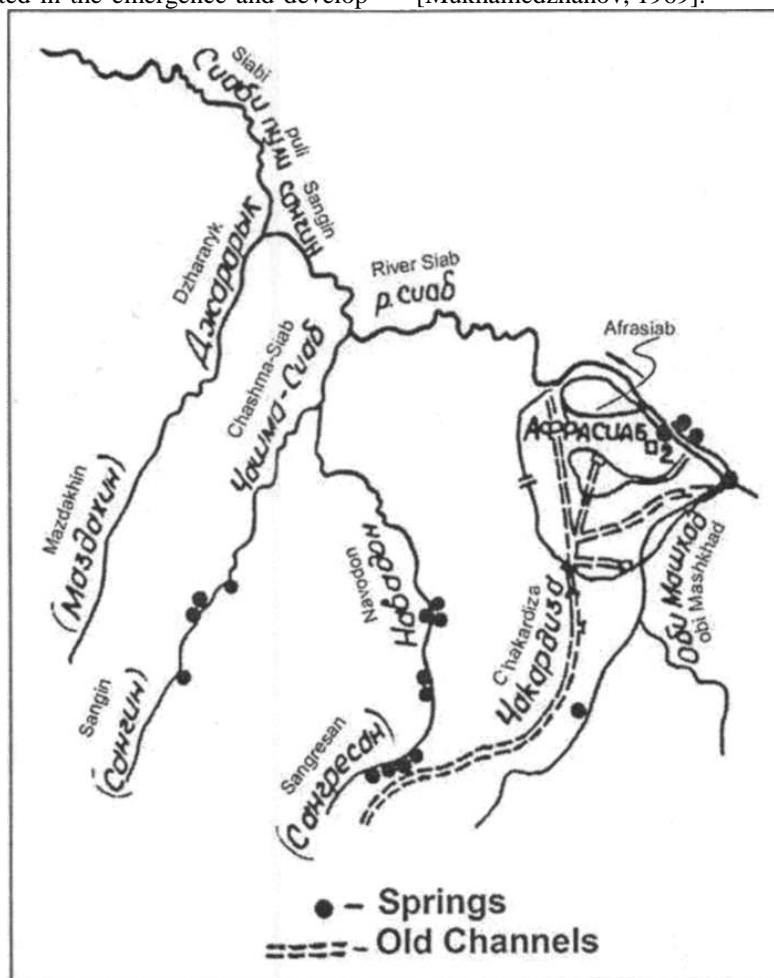


Fig. 1. Schematic representation of the irrigation system of ancient Samarkand (first centuries BC; based on [Mukhamedzhanov, 1969])



Probably, in ancient time, the springs made their way and opened in several places within the territory of the modern Samarkand along its merideian. Forming, on their way, small puddles and swamps covered with bushes and reeds, waterways of springs flew into the Siab River and into the Zaravshan River through it. Urban channels Obi-Mashhad, Navodon, Chashma-Siab, etc. may be considered natural creeks of spring feeding. The configuration of the river network has had a noticeable effect on the layout of the city in the past and at present.

Navodon was the largest of the streams of Samarkand with the total production rate equal to 0,072 mVsec (or 72 l/sec, which is more than 6 mln. l/day) [Butov, 1932]. This volume of water could meet the everyday needs of not only ancient Afrasiab, but densely populated Samarkand of the Timur and the Timurid epoch [Mukhamedzhanov, 1969].

In addition to a very advantageous location of the old Samarkand, many of its aspects of life and its appearance were influenced by the dense forest cover of the Zaravshan mountains. An expert on Central Asia, Professor M.E. Masson believed that in ancient time, the mountains between Shahrisabz and Samarkand were covered with thick forests [Masson, 1966]. Most likely, it was a juniper forest. The life of all peoples inhabiting places where the juniper grows has long been associated with this tree. Specifically the juniper beams still retain many of the arches of the ancient buildings of Samarkand. When people learned how to smelt metal, juniper still played an important role: juniper charcoal was used in smelting. With the development of civilization, juniper continuously found new applications. There can be a number of historical examples, like those presented above. They convince us that the fate of ancient Samarkand largely evolved depending on the local environmental conditions and the surrounding Zaravshan mountains.

It should be noted that a variety of environmental conditions of the mountains and foothills of Central Asia, contrasting sharply with poor and monotone surrounding arid plains, contributed to the formation in the foothills of the ancient civilizations of Central Asia. The proximity of the desert plains created continuing threat for the population and the economy, both climatic (drought, dust storms, etc.) and military (from the nomadic tribes). This forced the residents of foothill plains to tie their fate to the mountains, especially in the early stages of development. The proximity to the mountain areas predetermined emergence of transhuman grazing and dry farming. The latter ensures the stability of yields. Later, the residents learned how to use the waters of mountain streams. The pockets of ancient cultures found in the foothill plains of Central Asia point to the fact that favorable conditions of the surrounding mountains and plains have long been strategically and purposefully used by people.

In general, the mountains were a powerful stabilizing factor in economic activity for the early civilizations of Central Asia. The foothills of Central Asian are populated especially densely. They are associated with rich oases and last settlements. Almost all of the numer-

ous cities and all of the capitals of the republics of Central Asian countries (Ashgabat, Dushanbe, Tashkent, Bishkek, Alma-Ata) are located in the foothills and have had a long and active life.

However, it should be noted that the analysis of the history of the ancient cities and their growth and decline clearly reflects the rise and fall of the ancient civilizations in the Zaravshan valley.

Professor V.M. Masson [1966] called Central Asia a «country of thousand cities». Indeed, in this region in the historical period, there were thousands of cities. Only in the Zaravshan valley, there were hundreds of cities, such as the springs located in the areas of planned construction of the city, could not but attract the attention of the ancient city planners [Mukhamedzhanov, 1969].

Probably, in ancient time, the springs made their way and opened in several places within the territory of the modern Samarkand along its merideian. Forming, on their way, small puddles and swamps covered with bushes and reeds, waterways of springs flew into the Siab River and into the Zaravshan River through it. Urban channels Obi-Mashhad, Navodon, Chashma-Siab, etc. may be considered natural creeks of spring feeding. The configuration of the river network has had a noticeable effect on the layout of the city in the past and at present.

Navodon was the largest of the streams of Samarkand with the total production rate equal to 0,072 m<sup>3</sup>/sec (or 72 l/sec, which is more than 6 mln. l/day) [Butov, 1932]. This volume of water could meet the everyday needs of not only ancient Afrasiab, but densely populated Samarkand of the Timur and the Timurid epoch [Mukhamedzhanov, 1969].

In addition to a very advantageous location of the old Samarkand, many of its aspects of life and its appearance were influenced by the dense forest cover of the Zaravshan mountains. An expert on Central Asia, Professor M.E. Masson believed that in ancient time, the mountains between Shahrisabz and Samarkand were covered with thick forests [Masson, 1966]. Most likely, it was a juniper forest. The life of all peoples inhabiting places where the juniper grows has long been associated with this tree. Specifically the juniper beams still retain many of the arches of the ancient buildings of Samarkand. When people learned how to smelt metal, juniper still played an important role: juniper charcoal was used in smelting. With the development of civilization, juniper continuously found new applications. There can be a number of historical examples, like those presented above. They convince us that the fate of ancient Samarkand largely evolved depending on the local environmental conditions and the surrounding Zaravshan mountains.

It should be noted that a variety of environmental conditions of the mountains and foothills of Central Asia, contrasting sharply with poor and monotone surrounding arid plains, contributed to the formation in the foothills of the ancient civilizations of Central Asia. The proximity of the desert plains created continuing threat for the population and the economy, both climatic (drought, dust storms, etc.) and military (from the nomadic tribes). This forced the residents of foothill

plains to tie their fate to the mountains, especially in the early stages of development. The proximity to the mountain areas predetermined emergence of transhuman grazing and dry farming. The latter ensures the stability of yields. Later, the residents learned how to use the waters of mountain streams. The pockets of ancient cultures found in the foothill plains of Central Asia point to the fact that favorable conditions of the surrounding mountains and plains have long been strategically and purposefully used by people.

In general, the mountains were a powerful stabilizing factor in economic activity for the early civilizations of Central Asia. The foothills of Central Asian are populated especially densely. They are associated with rich oases and last settlements. Almost all of the numerous cities and all of the capitals of the republics of Central Asian countries (Ashgabat, Dushanbe, Tashkent, Bishkek, Alma-Ata) are located in the foothills and have had a long and active life.

However, it should be noted that the analysis of the history of the ancient cities and their growth and decline clearly reflects the rise and fall of the ancient civilizations in the Zaravshan valley.

Professor V.M. Masson [1966] called Central Asia a «country of thousand cities». Indeed, in this region in the historical period, there were thousands of cities. Only in the Zaravshan valley, there were hundreds of cities, such as

Vardanzi, Varakhsha, Paikend, etc. Many towns and villages have disappeared. The remains of ancient settlements are under the aeolian sands or became undistinguishable small hills.

However, in existing urban areas, primarily in Samarkand, there are magnificent medieval monuments that remain the object of universal admiration.

What is the cause of prosperity of the ancient Samarkand? Here, again, we must emphasize the role of the environment and geographical location. The territory of Samarkand is located between the mountain ranges (Zaravshan and Turkestan) and the Zaravshan River valley, i.e., in the foothills (piedmont plain). Indeed, almost all major cities of Central Asia emerged in the foothills. Foothills (the piedmont plains) of Central Asia are the contact zone between highland and lowland areas; it is the band of emergence and zenith of ancient civilizations and the modern world [Alibekov, 1992],

The major cities found at the junction of mountains and plains prove to be practically immortal. Apparently, there is some critical size at which a city as a phenomenon of political, economic, and cultural life becomes indestructible. The fully functional structure of the territory where it is founded is also important.

In Central Asia, functional connections are oriented along the foothills, i.e., they represent «longitudinal» links. The fact that in Central Asia and Kazakhstan, the main transport axis goes along a strip at the joint of the mountain and lowland areas is no accident; it has only enhanced, in this belt, the conditions for concentration of households and population, caused primarily by the natural-geographical situation itself.

In fact, the railway, high-voltage line, oil, gas, and other product pipelines, and irrigation and dry channels

here are aligned, in general, in parallel along the mountains or along the ridges interwoven into a powerful infrastructure.

Foothills, because of the diversity and mobility of environmental factors, react in a more versatile way and are generally more elastic. The natural links in the landscapes may be deformed but do not break, and it is encouraging. Therefore, due to these natural features, the foothills of Central Asia have always been an arena of civilization.

Thus, the foothills exhibit more stable conditions. Thus, for example, the flow of the Zaravshan River is considered relatively stable: 34% of its flow is fed by ground waters, 31% - glacier water, 34% - snow water, and only 1% - rainfall. For this reason, the seasonal regime of the Zaravshan River depends little on weather conditions and rainfall. In a drastically dry year (1917), the Zaravshan flow was only 9% lower than the multi-year average; the flow of other rivers dropped 40%. Stability of flow could not but promote sustainable prosperity of Samarkand.

The city can neither be studied nor designed separately from its natural and geographical environment. However to date, very little attention is given to the environmental conditions in cities and existing urban landscapes, as well as to the impact of the urban economy on the interaction of individual components of the landscape. However, in urban areas, specifically these factors determine the territorial division into individual districts and even city zones with different layout and different degrees of development.

It is known that the natural landscape conditions of a city have a great impact on its inner and outer appearance - the character of the buildings, architecture, structures, and squares. Despite a very strong effect of humans on nature within the city, the city just changes and adapts to the city's improvement; but it still preserves the main features of the natural (native) landscape.

The territory of Samarkand and its adjacent areas are not uniform physico-geographically;

they are located at the junction of three natural systems that divide the city and the surrounding areas in three sharply distinct parts: 1) sloping piedmont-flat proluvial natural system, 2) hilly-ridge Paleozoic natural system with residual hills, and 3) terraced alluvial-plain natural complex.

In Samarkand, until the second half of the XXth century there remained relatively favorable living conditions for the population and for preservation of historical monuments in their original form. However, due to the anthropogenic load, i.e., increase in population, transport, and industry, a relative balance in the system «city-nature-man» within Samarkand and its surrounding areas was broken. Now, most of the Samarkand territory and its suburbs are associated with adverse environmental conditions. This has led to an increase in the overall disease incidence, the rapid destruction of the exteriors of the buildings, and other negative phenomena. Adverse geotechnical processes and phenomena are developing; they can have a profound impact on the preservation of historical monuments.

### CONCLUSIONS

The history of Samarkand reflects centuries of experience of the people, reflecting the climatic conditions of the city and its surrounding landscape. The traditional type of Samarkand buildings helped creating a favorable living environment. Samarkand of the Timur era represented a model of an environmentally friendly city. The city was surrounded by thirteen gardens - a broad green ring.

Ambassador from distant Spain Ruy Gonzalez de Clavijo who visited Samarkand in 1404, wrote: «Samarkand lies on the plain. It is surrounded by orchards and vineyards. There are so many of these orchards and vineyards that when approaching the city, you see the forest of high trees and, in the middle, the city itself. The city and the gardens have many aqueducts» [In: Aleskerov, 1973].

The modern territory of Samarkand is a special and unique type of ecosystem (landscape); it is an anthropologic-environmental system that includes the natural base, urban population, and urban environment not only with its material substrate, but with specific socio-cultural space, i.e., intellectual, language, and communicative, as well.

Residents of Samarkand and the surrounding areas came from different cultures and have different historical experience of inhabiting different landscape

niches; they have developed their own and often unique form of social adaptation to the environment, their distinctive «genetic code», and original way of life; to some extent, all that allowed maintaining stability in specific historical and geographical environment. All that is the guarantee and imperative of sustainable development, as far as it possible, in today's ever more globalized world.

### List of literature:

1. Abu Tahir Hodja (1889) Samaria. Descriptions of Antiquities and the Muslim shrines of Samarkand. Trans. V.L. Vyatnik. Samarkand.
2. Aleskerov Yu.N. (1973) Years equal to ages. Pages from the History of Samarkand. Publ. «Uzbekistan». Tashkent.
3. Alibekov L.A. (1992) Band of life between the mountains and deserts. M. «Nauka».
4. Butov P.I. (1932) On the water supply of the city of Samarkand. M-L.
5. Masson V.M. (1966) Country of thousand cities. M. «Nauka».
6. Mukhamedzhanov A.R. (1969) On the supply of Afrasiab. At Sat: «Afrasiab», Vol. 1. T. Ed. «Fan».
7. Schaefer, E.E. (1981) Golden Peaches of Samarkand. M.

## МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

*Kaluzhenina A.A.*

*MD, PhD, lecture in phthiopolmonology department,  
Volgograd state medical university*

### PROBLEMS OF PRIMARY TUBERCULOSIS

**Summary:** primary tuberculosis is most common form of tuberculosis in children. We need to control it and predict especially in serious situations.

**Key words:** tuberculosis, Mantox test, diaskintest, BCG vaccination.

**Introduction.** Primary tuberculosis arises as a tubercular infection of the people who are not infected with mycobacteria tuberculosis (MBT) and is characterized for the first time by positive reaction on tuberculin, lymphogenic and hematogenic spread of an infection with specific (caseous) inflammation of intrathoracic and other groups of lymph nodes, high reactivity of an organism in response to introduction of the causative agent of a disease.

Among for the first time revealed suffering from tuberculosis respiratory organs - primary tuberculosis is diagnosed in 0.8 — 1% of cases. Children, teenagers and seldom young people get sick generally. At children primary tuberculosis is the main form, among suffering from tuberculosis teenagers and persons of young age it is diagnosed in 10 — 20% of cases.

Sometimes pensioners suffered from primary tuberculosis. Their disease consider as reactivation of the tubercular process which began to live in the childhood in lymph nodes (reinfection of primary tuberculosis).

In practice primary tuberculosis meets seldom. Lethal outcomes at the uncomplicated course of primary tuberculosis at children and teenagers are not observed. Primary tuberculosis can be a cause of death if presents such complications as meningitis, acute miliary tuberculosis.

Chronic primary tuberculosis can be found out in the old men who died from did not diagnose during lifetime tuberculosis or from other diseases.

There are 4 clinical forms of primary tuberculosis:

- tubercular intoxication;
- tuberculosis of intrathoracic lymph nodes;
- primary tubercular complex;
- chronic primary tuberculosis.

The main forms of primary tuberculosis are tuberculosis of intra thoracic lymph nodes, primary tubercular complex and tubercular intoxication [1].

**Purpose:** to show main points of primary tuberculosis and evaluate risk of development tuberculosis in children in clinical practice (clinical case).

Pre-natal infection with tuberculosis of the child occurs extremely seldom. If mother is sick with the progressing form of tuberculosis, then MBT through a placenta on vessels can get into a fetus. Such children are born weakened, with deficiency of body weight. In response to intracutaneous injection of BCG, they could have in the place of injection of vaccine the reaction of hypersensitivity in 2 — 3 days (at healthy newborns local postvaccinative reaction appears in 4 — 6 weeks).

Most of people become first time infected due to mycobacteria through airways less often — through digestive tract.

MBT occupied by alveolar macrophages are exposed to considerable changes and stay in lymph nodes where they cause nonspecific and paraspecific inflammatory reactions ("small" tubercular changes) and also initial reactions of specific inflammation in the form of epithelioid cells with or without caseous necrosis.

During infection with a high dose of mycobacteria in the place of their involvement (in a bronchus, an intestine wall) there is an alternative reaction and then a proliferation of cells of a histiocytic series, mononuclear, segmented leucocytes develop and lymphoplasmastic and histiophage focuses are formed. Later at this place tubercular granulomas are formed with single multinuclear cells and caseous necrosis.

Nonspecific and paraspecific reactions (lymphoid and lymphohistiocytic nodules and infiltrates, macrophagic infiltration without specific cellular reaction and a caseous necrosis) can develop in tissues of lungs, spleen, liver, heart, kidneys, on mucous and serous covers, skin and in marrow. Disturbances of functions of these organs are shown by various clinical syndromes or "masks" of primary tuberculosis infection.

Development of primary tuberculosis infection can end at a stage of formation of the paraspecific reactions reflecting the immune processes happening in an organism. These reactions are short-term and disappear with transformation of bacterial MBT into persistent L-forms. Such state can remain a long time without any clinical picture.

During development of specific changes due to formation bacterial forms of micobacteria take part in the organism gets the hypersensitivity of the slowed-down type defined with the help the tuberculin tests.

The period from the infection moment to identification for the first time of positive reaction to a tuberculin is called preallergic. It makes from 2 — 3 to 8 weeks. Emergence of sensitivity to a tuberculin (a bend of sensitivity to a tuberculin) demonstrates formation of specific antituberculous immunity.

Primary infected due to MBT of the most people isn't followed by disturbance of their health and other symptoms of disease. But, considering the existing risk of a disease of tuberculosis, the period from a virage of tuberculin reaction during 1 year is called the early period of primary tuberculosis infection.

In the most of the children and teenagers which vaccinated by BCG, MBT infection usually doesn't

cause a disease, and the early period of primary tuberculosis infection comes to the end with formation of permanent immunity.

Primary infection can cause a disease of tuberculosis in the children and teenagers who aren't vaccinated or poor vaccinated.

The earliest form of primary tuberculosis developing immediately after primary infection is called tubercular intoxication.

The course of tubercular intoxication at the majority cases led to recovery. In a tuberculosis focuses inflammation remits, granulations are transformed to a connecting tissue, in caseoses, calcium salts are developed.

Parallel to this process there is a transformation of mycobacteria in weak virulent or L-forms. Modification of mycobacteria accelerates under the influence of antitubercular drugs.

The organism still infected for all next years. At the same time the remaining infection on the one hand can be a source of reactivation of tuberculosis, with another — to be the reason of maintenance of antitubercular immunity.

Tubercular intoxication without treatment, and sometimes and with specific treatment can get a long chronic course. In these cases need to research lymphatic system, various organs, using X-ray tomography, a computer tomography, endoscopy with a biopsy with the purpose to reveal the center of inflammation and to carry out adequate treatment.

When primary tuberculosis progresses infection could be spread and could be revealed mainly in lymphatic system. First of all intra thoracic lymph nodes.

During lymphogenic spread of primary tuberculosis, other lymph vessels and nodes, bronchi and lungs tissue can be involved in process.

The primary tuberculosis of respiratory organs is characterized by damage of lymph nodes in the form of specific caseous inflammation is called tuberculosis of intra thoracic lymph nodes.

From tubercular lymphadenitis specific process can extend in pulmonary tissue. MBT gets into peripheral departments of a lung (subpleural) on lymphatic vessels or on bronchial tubes where there is a center of lobular pneumonia nonspecific.

The pulmonary affect and lymphadenitis are formed primary tubercular complex. At aerogenic infection with a high dose of high-virulent MBT the pulmonary affect is formed in the beginning. In the place of gate of an infection in well ventilated departments of a lung there is subpleural focus of primary tubercular pneumonia, usually with a wide zone of peripheral inflammation.

Inflammation on lymphatic vessels extends in regional lymph nodes in which after a short-term nonspecific exudative phase of inflammation develops caseous necrosis.

Alimentary infection developing due to primary tuberculosis of intestines is possible. In this case primary tubercular center is formed in an intestine's wall, it is alcerated quickly, and lymphatic vessels of abdomen, MBT extend in regional abdominal lymph nodes

which are exposed to a caseous necrosis. Primary tubercular complex of intestines is formed. Primary alimentary infection of MBT can lead to damage only of abdominal lymph nodes.

During healing primary tubercular complex in lungs the peripheral inflammation resolves and productive reaction begins to prevail. In the pulmonary center the granulation are transformed to fibrosis, caseous is condensed, calcium salts are developed, Ghosn's focus is formed.

Treatment of the lymphogitis is followed by fibrotic consolidation of peribronchial and perivascular tissue. Progressing of primary tuberculosis happens by lymphohematogenic generalization of an infection in lungs, urinogenital tract and other organs, and systems. The inflammation from lymph nodes extends to surrounding tissue of the root of the lungs, a mediastinum and lungs.

During the progression of primary tubercular complex the periphocal inflammation around the pulmonary center increases, caseous liquified, and drainage through bronchi and cavity (primary cavity) is formed.

The lymph component of primary complex more often progresses. Caseouses lymph nodes increase, the zone of a periphocal inflammation extends. The inflammation of number of the located bronchi can lead to its obturation and developing of an atelectasis.

Formation of bronchionodular fistula with excretion of caseouses though bronchial way is possible. Distribution caseous with MBT though bronchial way can lead to formation of the broncogenic centers. On lymphatic vessels inflammatory process extends to other groups of lymph nodes.

Primary tuberculosis can get a chronic, long current. In this case in primary center, and in lymph nodes tubercular process the long time (several years) remains active. Remain hypersensitivity to a tuberculin with patients and lead to a limphogenic and hematogenic dissemination. Such form of tuberculosis which is found at children and at adults is called chronical primary tuberculosis. Less often chronic primary tuberculosis develops in patients with caseous peripheral lymphadenitis.

Patomorphologically patients with tubercular intoxication is found by so-called small tubercular changes as a type of paraspecific inflammatory reactions, single tubercular nodules. The place of their localization usually are intra thoracic lymph nodes.

Single tubercular granulomas in patients with tubercular intoxication can be found out also due to biopsy of peripheral lymph nodes. At children with it is long the tubercular intoxication we can revealed in peripheral lymph nodes tubercular granulomas and posttubercular fibrosis. Similar changes find also in a spleen, interstitial tissue, in lungs, liver.

Primary tubercular complex arises in children of younger age more often and proceeds usually with a clinical picture of an acute or subacute inflammatory disease of lungs. At children of advanced age, teenagers and young people it comes to inspection concerning unsharply expressed symptoms of intoxication, incidental temperature increase of a body or for the first time positive reaction to tuberculin.

Data of an objective research of respiratory organs depend on the size of the pulmonary center and first of all distribution of a periphocal inflammation and also prevalence of lymph nodes. At patients with uncomplicated primary complex at which the pulmonary center does not exceed 2 — 3 cm in the diameter, percussion and an auscultation it is not possible to reveal damages of lungs.

At the considerable periphocal inflammation extended on 1 — 2 segment and more it is possible to find dullness, to listen weakened of lung sound (with the strengthened exhalation) to breath and occasionally small amount of damp rattles. The big informational content of percussion, characteristic of primary tubercular complex, in comparison with an auscultation is noted.

Active primary tuberculosis at children and teenagers can be followed by paraspecific reactions in various organs and tissues. Clinically they are shown eritema Nodosum on the lower extremities, a keratoconjunctivitis, enlargement of liver and spleen, to arise dystrophic changes of a myocardium with corresponding changes of the ECG. At teenage girls menstruation of the first periods could be late or could be stop on the period of a disease.

At the complicated course of primary tuberculosis patients have additional complaints. Persistent dry cough indicates bronchial tube tuberculosis. Emergence or strengthening of dyspnea and temperature increase and are demonstrated development of an atelectasis or pleurisy. The most serious complications are hematogenic spreading of MBT and an inflammation of soft membranes of a brain.

At the patient with tubercular meningitis intoxication phenomena accrue, there are meningeal symptoms, disorders of function of the autonomic nervous system, consciousness is broken. At a hematogenic dissemination in lungs and development of sharp disseminate tuberculosis in the patient intoxication symptoms sharply increase, there is expressed short dyspnea, body temperature rises up to 39 — 40 °C.

MBT in a pleura leads to development of pleurisy. In the pulmonary center the cavity can be formed. As a complication consider also formation of chronic primary tuberculosis.

#### **Clinical case**

The patient "C" 11 months and 26 days, came to tubercular dispensary with the diagnosis: Generalized tuberculosis, encephalomeningitis tubercular etiology, primary tubercular complex of the upper lobe right lung in a phase of disintegration and lymphogenic dissemination. In a serious condition — a coma 1–2 degrees.

The child was born from the third pregnancy proceeding against the background of tobacco smoking, vegeto-vascular dystonia on cardiac type, threats of interruption in 16 weeks. Mother of the patient was registered on pregnancy on the term of 8-9 weeks. Screening 3-multiply is carried out by ultrasonography. At ultrasonography screening in 26–27 weeks the rhabdomyoma of heart of a fetus is revealed. At the subsequent ultrasonography, on 35–36 week, in medicogenetic consultation of oncologic center - the rhabdomyoma of heart of a fetus is confirmed. The child was born

weighing 3210 g, 56 cm in height. Assessment on a scale Apgar was 8-9 points, satisfactory condition. In dynamics in the period of early neonatal adaptation the clinic of disadaptation, in the form of emergence of neurologic symptomatology (a syndrome of oppression of central nervous system, hypotonia, a hyporeflexion, a mramornost of integuments) was noted. Treatment of "elkar" and piracetam was carried out, and the child was transferred to hospital. BCG was not done and mother refused from hepatitis B inoculation.

Was 5 days with the diagnosis in office of pathology of newborns: Ischemia of a brain of 1 degree. Sharp period. Oppression syndrome. Tumor of the left ventricle (rhabdomyoma). The remained oval opening. Chronic heart insufficiency 0. Bilateral to a hydroselle.

It is advised by the cardiologist with diagnosis: A tumor of the left ventricle (rhabdomyom) the Remained oval window. Consequences of cerebral ischemia, recovery period. It was recommended to continue treatment in the conditions of pediatric department.

Mother refused further treatment and took away the child from hospital.

Primary medical patronage to the child was carried out at the age of 11 days, then 14 days and 21 days.

At the age of 1 month researches are conducted: Ultrasonography screening, the ECG, the general blood test (leukocytes — 8,6, erythrocytes — 4,9, hemoglobin — 127, stab — 3, segmentoyaderny — 32, lymphocytes — 66, ESR 2 mm/h) the general analysis of urine — without pathology. He was examined by: the surgeon — it is healthy, the oculist — pathology is not revealed, the neurologist — a state after ischemia of a brain of first degree, a syndrome of muscular hypotonia; the local pediatrician — a condition of the child satisfactory, the weight of 4400 g, height is 58 cm.

For the first month the child put on the weight of 1200 grams, was on breastfeeding. Diagnosis: syndrome of motive violations, rhabdomyoma of heart. The cardiologist recommended medical branch from all inoculations till 1 year. At the age of 3, 6, 10 months the child had a acute respiratory diseases and child was treated in hospital. At the age of 11 months mother caused emergency medical service due to high temperature in the child up to 37,5.

The child is brought in hospital and was examined by the doctor on duty and the pediatrician. Diagnosis: sharp pharyngitis. Treatment is appointed: antiviral medicines, spray to a tantum-verde. Next day he was visited at home actively by the pediatrician. The state without positive dynamics, remains subfebril temperature, the hospitalization was recommended. Mother and the child were not in a hospital, came to reception to the pediatrician every other day with complaints to once liquid chair, temperature increase, small appetite. During examination local pediatrician revealed serious condition of child due to high intoxication. The child in policlinic is examined by the oculist — hypostasis of arches of an optic nerve, the neurologist — the diagnosis: acute respiratory disease complicated by meningitis? ENT specialist: acute respiratory disease. Child was hospitalized in children's department of local hospital with the diagnosis: acute respiratory disease. Rhabdomyoma of heart. Scarce anemia. The X-ray analysis



of thorax is carried out, consultation of the oncologist for an exception of metastatic damage of lungs is recommended. The child is transferred to oncologic center where CT of thorax, the heads and neck were done. The tubercular process is suspected and consultation of the tubercular physician was recommended. Then, the patient was transferred to tubercular dispenser.

At receipt: serious condition. Skin surfaces are pale, pure. Peripheral lymph nodes in two groups to the fourth size. In a pharynx it is quiet. The thorax symmetrically participates in the act of breath. Breathe rates 44 in a minute. Auscultation of chest: is listened pueril breath, there were no rattles. Tones of heart rhythmical, are muffled, heart rates 180 in a minute. Arterial pressure of 80/40 mm of mercury. The stomach is soft, it is available to a palpation in all departments. Liver of +3 cm, spleen of +4 cm. Urination on a catheter free. Consciousness is absent, on survey reaction undifferentiated. Eye cracks are close not completely,  $D \geq S$  pupils, photoreaction is absent. Tendinous reflexes from extremities are not caused. Periodically – a hyper tone of movements in the right hand. Rigidity of muscles of a nape  $\pm$ . A big fontanel of 1x1 cm at the level of bone edges.

Inspection and treatment in compliance with the order No. 109 MZ of the Russian Federation of 21.03.2003 is appointed. Despite the carried-out treatment in 11 days of finding of the patient in a hospital death is verified.

#### **Discussion. Conclusions.**

##### **The possible reasons which led to a lethal outcome:**

- Existence of an oncopathology – is risk factor for development of tuberculosis.
- Lack of vaccination additional and important risk factor of development of tuberculosis.
- There are no data on conducting Mantoux test with 2TE at the age of 6 months (the order MZ Russian Federation No. 109 of 21.03.2003).

- Perhaps immunodefficiency (acute respiratory disease 3 times a year).

- Tubercular contact (with close relatives, it became clear already in Regional Antitubercular Clinic").

All of this could lead to development of quickly progressing generalized tuberculosis in this patient.

##### **Features of development and current of primary tubercular complex at children of early age:**

- generally children, from close contact with TB patients,

- however the contact with mycobacteria short-term, single – can also lead to development of a disease,

- often sharp beginning,

- proceeds behind a mask of pneumonia, obstructive bronchitis,

- Mantoux test with 2TE – can be negative – a secondary anergy (to repeat test through – 4 weeks from an initiation of treatment),

- test the Diaskintest – can be negative,

- often generalization of process,

- very rare self-healing,

- difficulties of collection of sputum for research acid fast bacteria due to early age. Therefore material for a research are washing waters of a stomach or washing waters of bronchial tubes.

##### **Features of tubercular meningitis of early age**

- The sharpest, lightning course of tubercular meningitis when, despite early the begun treatment, quickly comes death meets at children of early age.

- It is connected with widespread tubercular process in internal organs and in the central nervous system.

#### **References**

1. Kaluzhenina A.A. Generalized tuberculosis in children // Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal) 2016/ T. 14. № 1. P. 87-88.

**Gennady Slabkyi**  
MD, Professor, Head of the Department of Public Health  
Uzhhorod National University  
**Victoria Bilak-Lukianchuk**  
Head of the Monitoring and Evaluation Department  
Transcarpathian Center for Prevention and Control of AIDS

**Слабкий Геннадій Олексійович**  
доктор медичних наук, професор,  
завідувач кафедри громадського здоров'я  
Ужгородський Національний університет  
**Білак-Лук'янчук Вікторія Йосипівна**  
керівник центру моніторингу і оцінки  
Закарпатський центр з профілактики та боротьби із СНІДом

**CHARACTERISTICS OF THE HIV-POSITIVE PEOPLE  
UNDER MEDICAL SUPERVISION WITH NEWLY DIAGNOSED HIV  
IN TRANSCARPATHIAN REGION  
DURING 2012 - 2016**

**ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУПИ ВІЛ-ПОЗИТИВНИХ ОСІБ, УЗЯТИХ ПІД МЕДИЧНИЙ НАГЛЯД З  
ВПЕРШЕ ВСТАНОВЛЕНИМ ДІАГНОЗОМ ВІЛ В ЗАКАРПАТСЬКІЙ ОБЛАСТІ  
ЗА 2012 – 2016 РОКИ**

**Summary:** The epidemic of HIV/AIDS in the Transcarpathian region continues to spread, incidence rates increase yearly -- from 6.5 per 100 000 of population in 2012 to 8.4 per 100 000 of population in 2016. Many of new HIV cases are diagnosed in the stage of AIDS -from 20% in 2012 to 51% in 2016. The main way of transmission is heterosexual contact - the average percentage for 2012 - 2016 is 74.1% of all HIV-positive adults under medical supervision. Every year the mostly affected by the epidemic of HIV infection is a group of people of reproductive and working age of 24-49 (averagely 75% during 2012-2016).

**Key words:** Transcarpathian region, HIV-positive people, newly diagnosed, registration, level, structure.

**Анотація:** Епідемія ВІЛ-інфекції/СНІДу в Закарпатській області продовжує поширюватись, показники захворюваності з року в рік зростають: з 6,5 на 100 тисяч населення в 2012 році до 8,4 на 100 тисяч населення в 2016 році. Значна частина нових випадків ВІЛ-інфекції діагностується в стадії СНІДу - від 20% в 2012 році до 51% в 2016 році. Провідним шляхом інфікування залишається статевий гетеросексуальний шлях - середній відсоток за 2012 – 2016 роки склав 74,1% з усіх ВІЛ-позитивних, взятих під диспансерне спостереження. Щорічно найбільш ураженою епідемією ВІЛ-інфекції є група осіб працездатного репродуктивного віку 24-49 років (в середньому 75% за 2012-2016 роки).

**Ключові слова:** Закарпатська область, ВІЛ-інфіковані особи, вперше встановлений діагноз, реєстрація, рівень, структура.

**Постановка проблеми**

За оцінками ЮНЕЙДС, з початку епідемії ВІЛ-інфекції у світі інфікувалися ВІЛ 78 млн. осіб та 35 млн. осіб померли від захворювань, зумовлених СНІДом. На початок 2016 року на планеті проживало 36,7 млн. ВІЛ-інфікованих людей (ЛЖВ). В східній частині Європейського регіону ВІЛ-інфекція залишається головною проблемою громадської охорони здоров'я, оскільки епідемія тут розвивається найбільш стрімкими темпами.

Згідно даних Європейського регіонального бюро Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) та Об'єднаної програми ООН з ВІЛ/СНІДу (ЮНЕЙДС) в Україні спостерігається друга за величиною епідемія ВІЛ-інфекції серед країн Східної Європи та Центральної Азії [4]. За оціночними даними в Україні мешкає 19% людей, які живуть з ВІЛ, від загальної кількості ЛЖВ в цьому регіоні та припадає 25% смертей від оціночної кількості смертей від СНІДу, розрахованої для країн Східної Європи та Центральної Азії [5].

Соціально-економічна криза та військові дії на сході країни, що почалися в 2014 році, змінили політичні та економічні пріоритети в Україні. Військові дії відбуваються на територіях, де проживає 5,2 млн. населення, включно з територією Донецької області, яка є найбільш уражена ВІЛ та туберкульозом. В результаті збройного конфлікту 40% ЛЖВ, які перебували під медичним наглядом, та до 50% ЛЖВ, які отримували антиретровірусну терапію, опинилися на території, що не підконтрольна органам державної влади України [6, с. 9-10].

У червні 2016 року Генеральною асамблеєю ООН під час зустрічі високого рівня з питань боротьби з ВІЛ/СНІДом проголошено Стратегію прискороного подолання епідемії ВІЛ-інфекції Fast Track, яка поставила перед міжнародною спільнотою амбітні цілі: до 2020 року виявити 90% людей, які живуть з ВІЛ, надати 90% з них антиретровірусну терапію (АРТ) та забезпечити ефективність лікування для 90% осіб, які отримують АРТ [2].

Застосування підходу ЮНЕЙДС дозволить передити до 2030 року приблизно 28 млн. нових випадків ВІЛ-інфекції, 21 млн. смертей, обумовлених СНІДом, уникнути додаткових витрат у зв'язку з ВІЛ у розмірі 24 млрд. доларів США та взагалі ліквідувати глобальну пандемію ВІЛ-інфекції.

На сьогодні, Україна має оновлену національну стратегію (Fast Track) щодо подолання епідемії ВІЛ-інфекції, яка затверджена на законодавчому рівні та є обов'язковою для виконання для усіх органів державної влади, стосується як всього суспільства, так і кожного громадянина зокрема. Діяльність у даному напрямі здійснюється у тісній співпраці з громадськими та міжнародними організаціями. Для розробки заходів з виконання національної стратегії на регіональному рівні визначальне значення має рівень поширення ВІЛ-інфекції [5].

#### **Аналіз останніх досліджень и публікацій**

В Україні продовжують надаватися основні послуги з лікування та профілактики ВІЛ-інфекції, які дозволяють зберігати досягнення та позитивні тенденції в боротьбі з ВІЛ/СНІДом. Так, за період 2006 – 2015 рр., кількість осіб які отримують антиретровірусну терапію, збільшилась майже в 20 разів, рівень передачі ВІЛ від матері до дитини знизився в 7 разів [6, с. 10]. Проте, незважаючи на загальну стабілізацію у кількості випадків смертей, пов'язаних з СНІДом, більше 50% нових випадків ВІЛ-інфекції діагностуються разом зі СНІДом, що обумовлено пізнім зверненням за медичною допомогою. Високий рівень стигматизації та дискримінації у зв'язку з ВІЛ/СНІДом є одним з факторів, що сприяє поширенню епідемії ВІЛ-інфекції у країні [3].

Зусилля охорони здоров'я на світовому рівні призвели до значних успіхів в напрямку реалізації Стратегії «Прямуювання до Нуля» [1]. Тому основні зусилля необхідно зосередити на активізації профілактики ВІЛ-інфекції, забезпеченні лікуванням ВІЛ-позитивних осіб, зниженні рівня стигми і дискримінації по відношенню до людей, які живуть з ВІЛ.

За даними моніторингу епідемічної ситуації в Україні відмічаються такі позитивні тенденції розвитку епідемії ВІЛ-інфекції: зменшення випадків інфікування ВІЛ серед молоді, зниження рівнів передачі ВІЛ від матері до дитини, смертності серед ВІЛ-інфікованих пацієнтів, поширеності ВІЛ серед таких уразливих до інфікування груп населення, як особи секс-бізнесу та споживачі ін'єкційних наркотиків [7, с. 11].

Найбільш ураженими епідемією є східні та південні регіони України: Одеська (865,8 на 100 тисяч населення – 20 562 особи), Дніпропетровська (797,5 на 100 тисяч населення – 25 824 особи), Миколаївська (713,8 на 100 тисяч населення – 8 232 особи) області та місто Київ (432,6 на 100 тисяч населення – 12 402 особи).

Загалом по Україні в 2015 році відбулось зниження кількості зареєстрованих ВІЛ-інфікованих осіб на 17,7% у порівнянні з 2014 роком – під медичний нагляд узято 15 869 осіб (37,0 на 100 тис.

населення), у 2014 році – 19 273 осіб (44,8 на 100 тис. населення). Значне зменшення відбулось переважно за рахунок відсутності даних по тимчасово окупованій території АР Крим, м. Севастополь з 2014 року та частині зони проведення антитерористичної операції з 2015 року [4]. Однак, за 6 місяців 2016 року в Україні відмічається зростання кількості зареєстрованих ВІЛ-інфікованих громадян. За цей період узято під медичний облік 7 610 ВІЛ-інфікованих осіб, що на 201% більше, ніж за аналогічний період 2015 року (7 453 особи) [7, с. 15].

#### **Виділення раніше не вирішених частин загальної проблеми**

В Закарпатській області основна робота по заходах боротьби з епідемією ВІЛ-інфекції/СНІДу проводиться спеціалізованою службою протидії ВІЛ-інфекції/СНІДу, яка в районах представлена мережею кабінетів «Довіра». Згідно з проведеним аналізом, простежується прямий зв'язок між рівнями матеріально-технічного і кадрового забезпечення кабінетів «Довіра» та основними якісними і кількісними показниками роботи служби протидії ВІЛ-інфекції/СНІДу в районах (наразі в області функціонують 14 кабінетів «Довіра» -13 на базі районних лікарень та 1 на базі обласного Центру з профілактики та боротьби із СНІДом) [8, с.44].

Свій внесок в боротьбу з ВІЛ-інфекцією/СНІДом вносять загальна медична мережа та неурядові організації, які переважно працюють з представниками груп підвищеного ризику інфікування ВІЛ. Їх діяльність скерована на залучення до обстеження в першу чергу декретованих груп населення, представників груп підвищеного ризику інфікування ВІЛ, загального населення. В напрямку догляду та підтримки успішно працює благодійна організація «Закарпатське благодійне товариство Мережі ЛЖВ».

В Закарпатській області епідемічна ситуація та тенденції розвитку епідемії мають свої особливості. Так, станом на 1 січня 2017 року з моменту реєстрації першого випадку інфікування ВІЛ офіційно зареєстровано 903 особи з вперше в житті встановленим діагнозом ВІЛ-інфекції, в тому числі дітей, народжених ВІЛ-інфікованими жінками, – 193; 298 особам встановлено діагноз СНІД. За весь період епідеміологічного нагляду 110 осіб знято з обліку у зв'язку зі смертю від захворювань, зумовлених захворюваннями стадії СНІД, із них 3 дітей. Із всіх зареєстрованих 86 осіб (9,5%) є споживачами ін'єкційних наркотиків. На диспансерному обліку перебуває 484 ВІЛ-інфіковані особи, із них 159 осіб хворі на СНІД. На обліку перебуває 45 дітей, народжених ВІЛ-інфікованими матерями, в тому числі у 36 дітей діагноз ВІЛ-інфекції в стадії підтвердження, іншим ВІЛ-інфекцію підтверджено.

Розподіл диспансерної групи ВІЛ-інфікованих осіб в області за шляхами інфікування наступний: 379 осіб (78,3%) інфікувалися ВІЛ статевим гетеросексуальним шляхом, 9 (1,9%) – статевим гомосексуальним шляхом, 35 осіб (7,2%) інфікувались при вживанні наркотиків ін'єкційним шляхом, 2 особи (0,4%) – парентеральним шляхом

при інших немедичних маніпуляціях (немедичні контакти з кров'ю інфікованих людей), 43 (9,3%) – вертикальним, у 9 осіб (1,9%) – шлях інфікування не визначено.

Найбільшу частку ВІЛ-інфікованих диспансерної групи складають особи вікової категорії 25-49 років (75,8%), відсоток молоді у віці 18-24 роки в даній структурі склав 5,7%. Частка дітей віком 0 – 14 років склала 10,5%, підлітків – 0,2%, особи віком 50 років і старше склали 7,8%.

ВІЛ-інфікованих чоловіків зареєстровано більше, ніж жінок (52,3% проти 47,7% відповідно). Таке співвідношення спостерігається і в основній віковій групі 25-49 років: 52% чоловіків, 48% жінок. Проте у віковій групі 18-24 роки переважають жінки (62,5%), а у віковій групі 50 років і старше навпаки – чоловіки (69,7%).

Розподіл за клінічними стадіями диспансерної групи серед дорослих та дітей віком 15-18 років включно (438 осіб) є наступний: I клінічна стадія, безсимптомна – 128 осіб (29,2%), I клінічна стадія, поширена генералізована лімфаденопатія (ПГЛ) – 36 осіб (8,2%), II клінічна стадія – 82 (18,7%), III клінічна стадія – 37 (8,4%), IV клінічна стадія (СНІД) – 155 (32,0%).

Частка протестованих на СД4 склала 73,3%, в тому числі кількість СД4 менше 200 кл/мкл у 18,4% (59 осіб), 200-349 кл/мкл – 17,8% (57 осіб), 350-499 кл/мкл – 16,2% (52 особи) та більше 500 кл/мкл – 47,7% (153 особи).

Серед ВІЛ-інфікованих дітей віком до 14 років, з підтвердженням ВІЛ-статусом, у двох дітей діагностована I клінічна стадія, ПГЛ (20%), у 3 дітей – II клінічна стадія (30,0%), у двох дітей – III клінічна стадія (20,0%) та у трьох діагностовано IV клінічну стадію (СНІД) (30,0%).

За 2016 рік в Закарпатській області зареєстровано 105 нових випадків інфікування ВІЛ, в тому числі народжено ВІЛ-інфікованими жінками 21 дитина.

Показник захворюваності на ВІЛ-інфекцію в 2016 році склав 8,4 на 100 тисяч населення проти 6,6 на 100 тисяч населення у 2015 році, діагноз СНІД вперше в житті було встановлено 54 особам.

Прибули на проживання та зареєстровані в обласній базі даних 4 ВІЛ-інфіковані пацієнти із Донецької області, в тому числі двом з них вперше діагностовано захворювання в медичних закладах Закарпатської області.

Серед вперше виявлених ВІЛ-інфікованих осіб структура шляхів інфікування була наступною: статевий шлях при гетеросексуальних стосунках – 70,4% (74 особи), статевий шлях при гомосексуальних стосунках – 5,7% (6 осіб), парентеральний шлях при ін'єкційному введенні наркотиків – 2,9% (3 особи), діти, народжені ВІЛ-інфікованими жінками – 20,0% (21 дитина), шлях інфікування не встановлено – 0,9% (1 особа).

Протягом 2016 року диспансерним наглядом охоплені 62,8% з вперше виявлених протягом року ВІЛ-інфікованих осіб. Нижче середньообласних

показників є рівні охоплення диспансерним наглядом в Міжгірському, Перечинському, Свалявському, Рахівському, Хустському районах області. 49,2% ВІЛ-позитивних мешканців області знаходяться під диспансерним спостереженням не в кабінетах «Довіра» за місцем проживання, а в обласному Центрі з профілактики та боротьби із СНІДом. Основна причина – страх можливого розголошення ВІЛ-позитивного статусу.

За 2016 рік знято з диспансерного обліку 57 осіб: 14 (24,6%) – зникнення антитіл до ВІЛ в крові дітей, 11 (19,3%) – у зв'язку зі смертю (від захворювань безпосередньо пов'язаних з ВІЛ-інфекцією), 11 (19,3%) – у зв'язку зі смертю від захворювань та причин, не пов'язаних з ВІЛ-інфекцією, в одному випадку (1,8%) причина смерті невідома, 13 (22,8%) – зміна місця проживання, 7 (12,3%) – з інших причин (не проходили диспансерне обстеження більше 5 років, відмова).

Тенденції розвитку епідемії ВІЛ-інфекції в області відрізняються від таких в Україні в цілому. Станом на кінець 2016 року епідемію ВІЛ-інфекції уражені всі райони області. Показник поширеності ВІЛ-інфекції в Закарпатській області значно нижчий за середньо український показник. Так, на початок 2017 року він склав 38,5 на 100 тисяч населення (показник по Україні 306,8 на 100 тисяч населення) та є вищим показника на 1 січня 2016 року – 33,5 на 100 тисяч населення. Показник поширеності СНІДу зріс: з 9,9 на 100 тисяч населення станом на 01.01.2016р. до 12,7 на 100 тисяч населення станом на 01.01.2017року.

Показник поширеності ВІЛ-інфекції в Закарпатській області значно нижчий і в порівнянні з сусідніми областями: Івано-Франківська область – 68,8 на 100 тисяч населення, Львівська область – 126,5 на 100 тисяч населення, Чернівецька область – 95,9 на 100 тисяч населення.

Показники поширеності ВІЛ-інфекції в розрізі адміністративно-територіальних одиниць області станом на 01 січня 2017 року представлені на рис. 1. Найбільш ураженими є місто Ужгород (66,0 на 100 тисяч населення), Хустський (62,0 на 100 тисяч населення), Свалявський (57,5 на 100 тисяч населення), Тячівський (52,6 на 100 тисяч населення), Мукачівський (42,8 на 100 тисяч населення) райони [10].

Середній рівень ураженості ВІЛ-інфекцією реєструється в Ужгородському (28,89 на 100 тисяч населення), Рахівському (24,80 на 100 тисяч населення), Воловецькому (24,60 на 100 тисяч населення), Берегівському (23,90 на 100 тисяч населення), Великоберезнянському (18,70 на 100 тисяч населення), Іршавському (18,00 на 100 тисяч населення) та Виноградівському (17,40 на 100 тисяч населення) районах області.

Низький рівень показника поширеності ВІЛ-інфекції (до 15 на 100 тисяч населення) зареєстровано в Міжгірському (12,50 на 100 тисяч населення) та Перечинському (9,30 на 100 тисяч населення) районах.

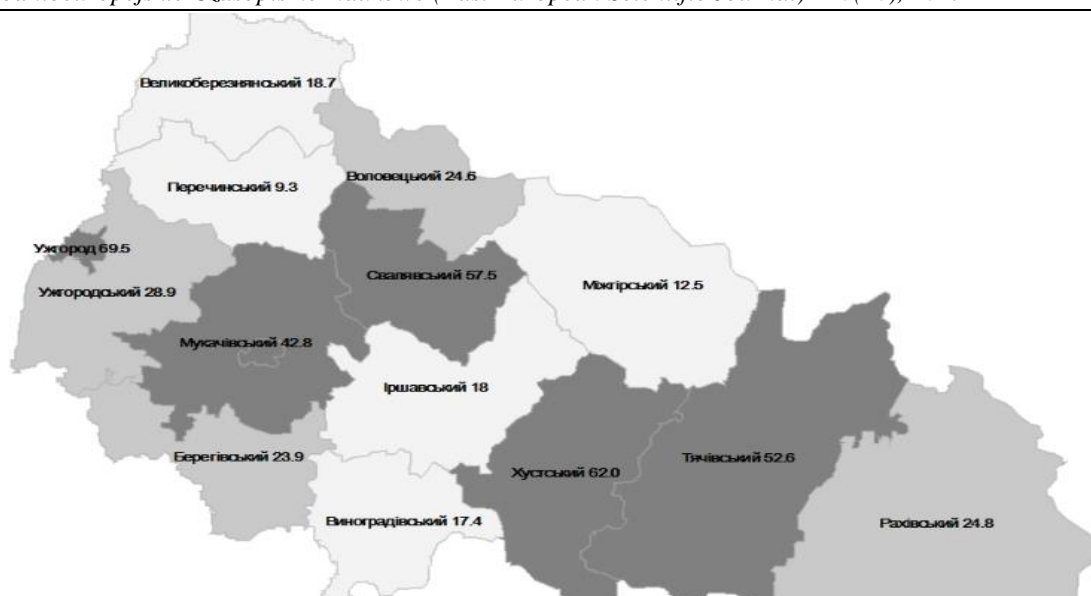


Рис.1. Поширеність ВІЛ-інфекції в Закарпатській області станом на 01.01.2017 року (на 100 тис. населення)

Середній показник захворюваності на ВІЛ-інфекцію по області за даними 2012 – 2016 років складає  $6,7 \pm 0,7$  на 100 тисяч населення, що свідчить про відносно стабільний рівень захворюваності протягом років, які аналізувались. Проте, у 2012 та 2016 роках реєструвались високі темпи приросту захворюваності на ВІЛ-інфекцію (+30,2% та +47,9% відповідно). Найбільш уражені за достовірними значеннями середнього показника захворюваності адміністративно-територіальні одиниці області є м. Ужгород ( $12,5 \pm 3,1$  на 100 тис. населення), м. Хуст ( $21,9 \pm 4,9$  на 100 тис. населення), Тячівський ( $9,5 \pm 0,7$  на 100 тис. населення) та Хустський ( $8,3 \pm 2,3$  на 100 тис. населення) райони області. Середній показник захворюваності на всіх інших адміністративно-територіальних одиницях не можна вважати достовірним через невисокі значення абсолютних даних та високий рівень похибки показників.

Невирішена проблема полягає в тому, що за проведеними розрахунками в Закарпатській області проживає до 800 ВІЛ-інфікованих осіб, що відповідає рівню поширення ВІЛ-інфекції 63,7 на 100 тис населення. Встановлена достовірна

невідповідність статистичних та прогностичних показників, що і зумовило актуальність дослідження.

#### Мега статті

Представити результати аналізу характеристики групи ВІЛ-позитивних пацієнтів, узятих під медичний нагляд з вперше встановленим діагнозом ВІЛ, в Закарпатській області протягом 2012 – 2016 років та основних особливостей і тенденцій розвитку епідемії ВІЛ-інфекції в Закарпатській області.

#### Виклад основного матеріалу

В Закарпатській області в 2016 році відбулось збільшення кількості зареєстрованих ВІЛ-інфікованих осіб на 27,5% у порівнянні з 2012 роком. Так, під медичний нагляд в 2012 році взято 87 осіб (з них 82 з вперше встановленим діагнозом ВІЛ), у 2016 році взято під нагляд 120 осіб (з них 105 з вперше встановленим діагнозом ВІЛ). Кількість дітей, народжених ВІЛ-позитивними матерями, щороку коливається. Найменша кількість пологів у ВІЛ-позитивних жінок зареєстрована в 2015 році (12 дітей). В 2015 році народилось 25 дітей від ВІЛ-інфікованих матерів (рис. 2).

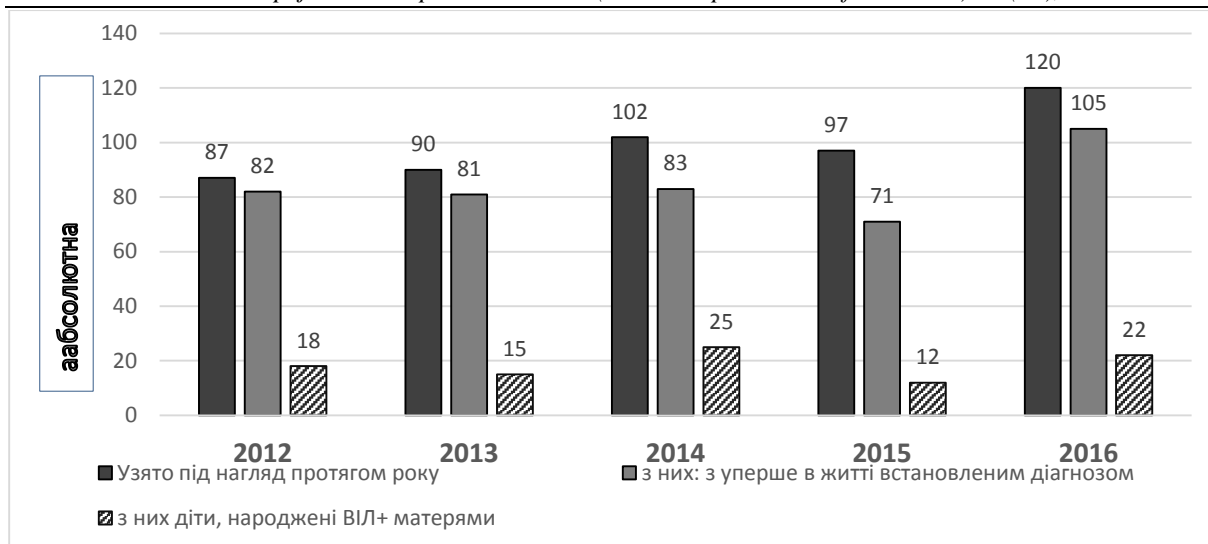


Рис. 2. Динаміка кількості осіб, узятих під медичний нагляд з вперше встановленим діагнозом ВІЛ в Закарпатській області за 2012 – 2016 роки, абсолютна чисельність

В Закарпатській області, на відміну від загальнонаціональних показників, традиційно зберігається щорічне превалювання частки сільських жителів серед осіб з вперше встановленим діагнозом ВІЛ: 56,1% в 2012 році, 51,4% в 2016 році. В Україні епідемія ВІЛ-інфекції сконцентрована у містах: 73% нових випадків ВІЛ-інфекції в 2015 році було зареєстровано серед міського населення [4].

Як представлено на рис. 3, щорічно зростає частка ВІЛ-інфікованих з вперше встановленим діагнозом ВІЛ в області осіб вікової категорії 25-49 років: від 69,4% в 2012 році до 73,5% в 2016 році (по Україні – 66,4% в 2015 році) [4].

По Закарпаттю частка молоді у віці 15-24 років в структурі диспансерної групи коливався від 21,9% та 22,7% в 2012-2013 роках відповідно до 5,1% - 10,8% в 2015 – 2016 роках відповідно. З групи підлітків 15-17 років – тільки в 2013 році виявлено 1 особу, що склало 1,5% від усіх взятих на облік. Надалі в цій віковій групі випадків ВІЛ не виявлено. Частка осіб віком 50 років і старше з року в рік зростає: з 9,4% в 2012 році до 15,6% в 2016 році, що свідчить про «постаріння» епідемії ВІЛ-інфекції в регіоні.

Отже, в структурі групи з вперше встановленим діагнозом ВІЛ щорічно найбільш ураженою епідемією ВІЛ-інфекції є група осіб працездатного репродуктивного віку старше 25 років.

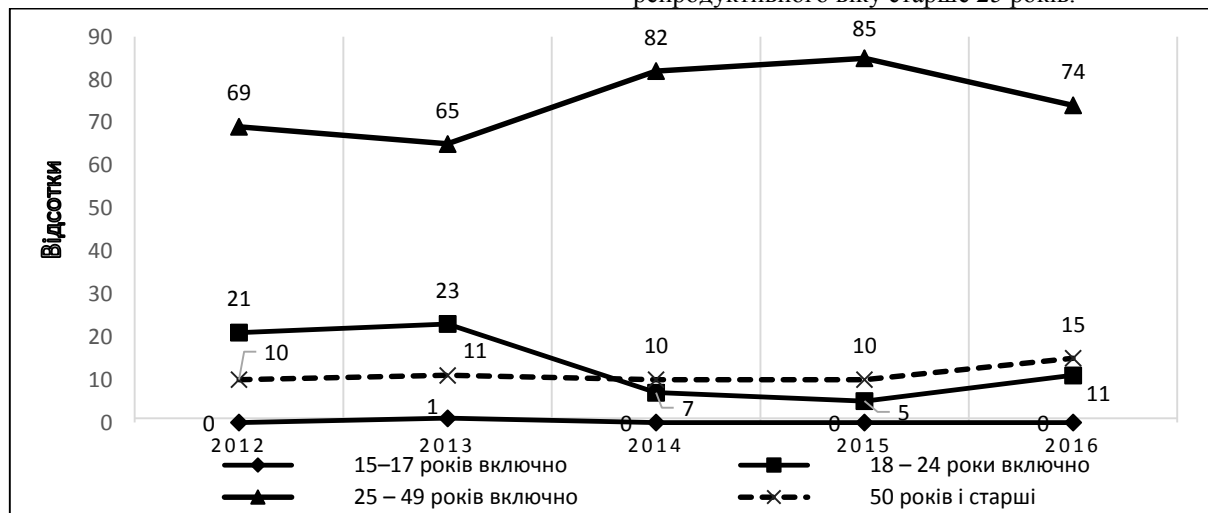


Рис. 3. Віковий розподіл осіб, взятих під медичний нагляд, з вперше встановленим діагнозом ВІЛ в Закарпатській області за 2012 – 2016 роки, %

За весь період епідемії провідним шляхом інфікування був і залишається статевий гетеросексуальний шлях. Коливання за роками спостереження склали від 74,4% в 2012 році до 76,2% в 2016 році. Середня частка осіб, інфікованих статевим гетеросексуальним шляхом, з усіх ВІЛ-позитивних,

взятих під диспансерне спостереження, за 2012 – 2016 роки склала 74,1%.

До груп підвищеного ризику інфікування ВІЛ (споживачі ін'єкційних наркотиків - СІН, особи секс-бізнесу - ОСБ, чоловіки, що практикують секс з чоловіками - ЧСЧ,) в Закарпатській області долу-

чаються і трудові мігранти та їх найближче оточення (постійні статеві партнери). Закарпатська область належить до регіонів з найвищим рівнем зовнішньої міграції на території України. За даними Головного Управління статистики в Закарпатській області показники зовнішньої трудової міграції коливаються за районами області від 3,7% до 23,8% кількості постійного населення.

За період спостереження (2012-2016 рр.) загалом 59,7% всіх осіб чоловічої статі, взятих під медичний нагляд з встановленим діагнозом ВІЛ-інфекції, були трудовими мігрантами. Серед жінок, взятих під медичний нагляд з діагнозом ВІЛ-інфекції, 47,8% були пов'язані з трудовою міграцією. У зв'язку з цим в Хустському, Мукачівському, Іршавському, Перечинському, Виноградівському, Березівському та Тячівському районах області (райони з найвищими показниками об'ємів зовнішньої трудової міграції) здійснюється консультування і тестування на ВІЛ трудових мігрантів та їх постійних статевих партнерів швидкими тестами. Протягом 2016 року за допомогою швидких тестів обстежено на ВІЛ 842 трудових мігранти та їх постійних статевих партнерів, що складає 0,1% дорослого населення вказаних районів.

Продовжує набувати все більш суттєвого епідемічного значення статевий гомосексуальний шлях передачі ВІЛ. В 2012 році випадків інфікування ВІЛ гомосексуальним шляхом виявлено не було, в 2013 році він склав 1,51%, в 2016 році вже займав 7,23% в структурі шляхів інфікування серед нових випадків ВІЛ-інфекції в області. Проте, існує суттєве недобрахування випадків інфікування ВІЛ, пов'язаних із сексуальними стосунками між чоловіками, через низку причин. В першу чергу це утаювання правдивої інформації представниками цієї групи через побоювання проявів стигми та дискримінації з боку медичних працівників та суспільства в цілому. При цьому треба враховувати, що

практика бісексуальних контактів є фактором ризикованої поведінки ЧСЧ та відіграє суттєву роль у поширенні ВІЛ від ЧСЧ до загального населення.

За даними офіційної статистики в області зросла частка парентерального шляху інфікування при вживанні ін'єкційних наркотиків серед дорослих осіб, взятих під медичний нагляд з вперше встановленим діагнозом ВІЛ. Показники коливались від 1,6% в 2012 році до 3,6% в 2016 році. Згідно результатів дослідження «Моніторинг поведінки та поширення ВІЛ-інфекції серед споживачів ін'єкційних наркотиків та їх статевих партнерів, як компонент епідагляду за ВІЛ другого покоління» зросла поширеність ВІЛ серед СІН з 19,7% у 2013 році до 21,9% у 2015 році в середньому по країні [9, с. 26].

В 2013 році в Закарпатській області був єдиний випадок інфікування ВІЛ парентеральним шляхом під час проведення немедичних маніпуляцій. Зменшилась частка випадків, коли шлях інфікування не визначено: з 2,4% в 2012 році до 0,9% в 2016 році.

Вертикальний шлях інфікування серед осіб, взятих під медичний нагляд з вперше встановленим діагнозом ВІЛ, (в тому числі особи з діагнозом ВІЛ-інфекції в стадії підтвердження) коливався від 16,0% та 16,9% в 2013 та 2015 роках відповідно до 20,0% в 2016 році, (рис. 4).

Щороку зберігається висока кількість дітей, народжених ВІЛ-позитивними матерями. Найбільша кількість пологів у ВІЛ-позитивних жінок була в 2014 році – 25. Але завдяки налагодженій співпраці служби протидії ВІЛ-інфекції та акушерсько-гінекологічної служби забезпечено майже стовідсоткове взяття на облік ВІЛ-позитивних вагітних та своєчасне призначення їм терапії для попередження передачі ВІЛ до дитини. Як наслідок, досягнуто цільового рівня вертикальної передачі ВІЛ-інфекції - 0% вже 5-й рік поспіль.

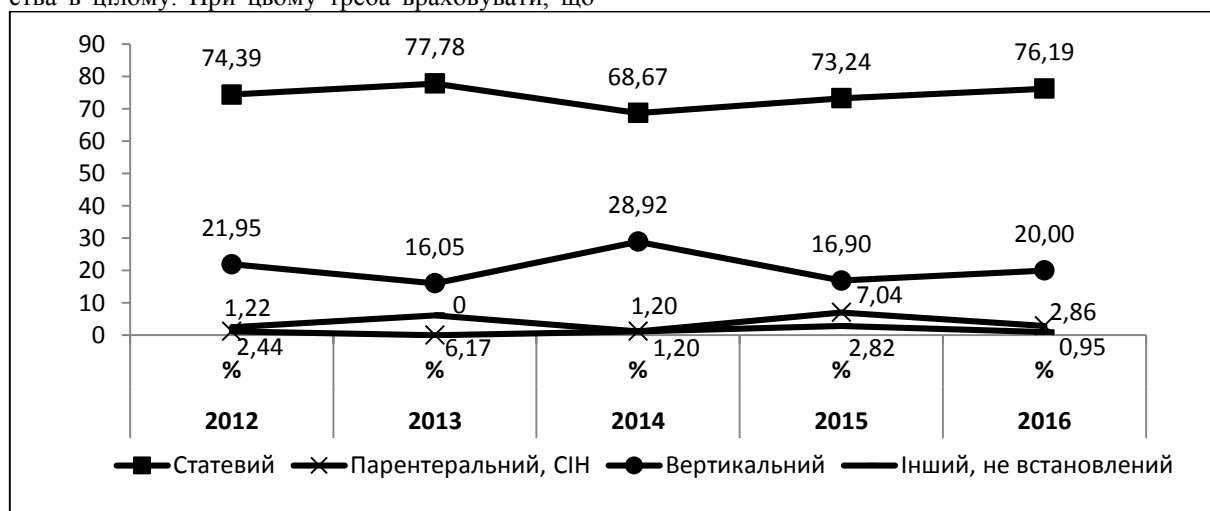


Рис. 4. Структура шляхів передачі ВІЛ-інфекції серед осіб, взятих під медичний нагляд, з вперше встановленим діагнозом ВІЛ в Закарпатській області за 2012 – 2016 роки, %

Щороку в області поряд із зростанням кількості виявлених ВІЛ-позитивних осіб зростає частка осіб, взятих під медичний нагляд з вперше

встановленим діагнозом ВІЛ в IV клінічній стадії захворювання –СНІД (середній показник по Україні складає більше 50%).



Як бачимо на рис. 5, частка хворих, виявлених в IV клінічній стадії захворювання зростала від 20% в 2012 році до 51% в 2016 році. В 2012 – 2014 роках

превалювала частка вперше виявлених хворих на ВІЛ-інфекцію в I клінічній стадії захворювання.

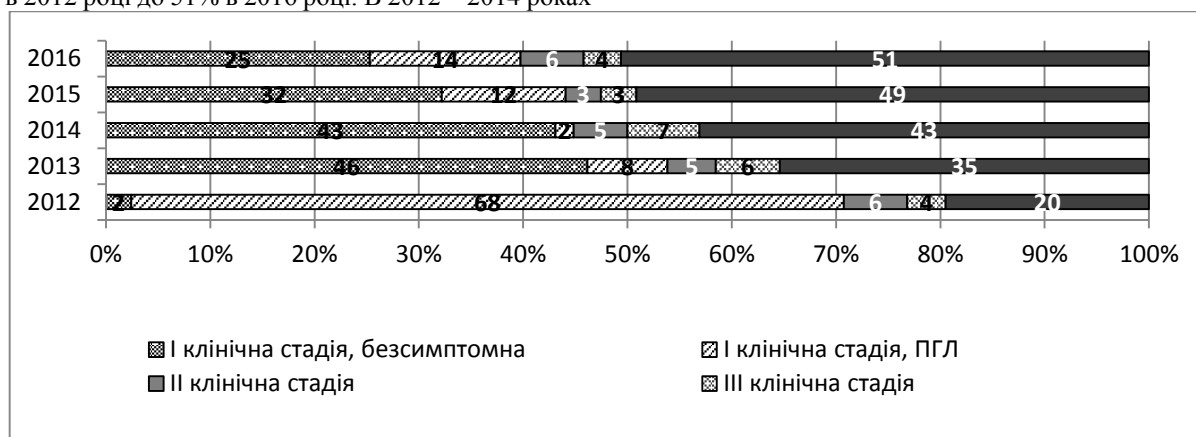


Рис. 5. Частка осіб, взятих під медичний нагляд, з вперше встановленим діагнозом ВІЛ в Закарпатській області за 2012 – 2016 роки, залежно від стадії захворювання, %

Стан охоплення диспансерним наглядом осіб з вперше встановленим діагнозом ВІЛ за місцем проживання потребує покращення, хоча і є тенденція до зростання показника охоплення: 2012 рік - 46,8%, 2013 – 54,2%, 2014 рік – 59,3%, 2015 рік – 59,5%, 2016 рік – 62,2%.

Показник охоплення диспансерним наглядом в районах області (без урахування м. Ужгорода) нижче середньо-обласного і складає 61,5% (проти 62,2% по області). Серед охоплених диспансерним наглядом 50,8% пацієнтів зареєстровані в кабінетах «Довіра» районів області, інші – в обласному Центрі з профілактики та боротьби зі СНІДом.

В 2016 році всі особи з вперше встановленим діагнозом ВІЛ - мешканці Перечинського, Великоберезнянського та Ужгородського районів були взяті на облік лише в обласному Центрі з профілактики та боротьби із СНІДом, а не за місцем проживання. Значно нижчими за середньо-обласний є показники охоплення диспансерним наглядом кабінетами «Довіра» в Іршавському (25,0%), Рахівському (33,3%) та Свалявському (50,0%) районах.

В 2015 – 2016 роках переважна більшість випадків ВІЛ-інфекції діагностовано у пацієнтів, госпіталізованих в заклади третинного (високоспеціалізованого) рівня надання медичної допомоги. За результатами 2016 року в 43% випадків направлення крові для тестування на ВІЛ здійснювалось закладами третинного рівня надання медичної допомоги.

Враховуючи те, що показники поширеності ВІЛ стійко залишаються на рівні, який не перевищує 1%, серед населення Закарпатської області загалом, поширеність ВІЛ-інфекції не сягає більше 5% в будь-якій групі населення, в Закарпатській області реєструється концентрована стадія епідемії ВІЛ-інфекції (згідно даних біоповедінкових досліджень в області в 2009, 2011, 2013, 2015 років серед споживачів ін'єкційних наркотиків та їх статевих партнерів, серед осіб секс-бізнесу, серед чоловіків, що практикують секс з чоловіками, даних спеціального епідеміологічного дослідження щодо

причетності до трудової міграції вперше взятих на диспансерний облік ВІЛ-інфікованих, яке проводиться починаючи з 2011 року, даних бази сероепідеміологічного моніторингу Закарпатського Центру з профілактики та боротьби із СНІДом).

#### Висновки і пропозиції

Епідемія ВІЛ-інфекції/СНІДу в Закарпатській області продовжує розвиватись, показники захворюваності та поширеності ВІЛ-інфекції/СНІДу з року в рік зростають. Значна частина нових випадків ВІЛ-інфекції діагностується в стадії СНІДу. Провідним шляхом інфікування залишається статевий гетеросексуальний шлях (74,1%). Щорічно найбільш ураженою епідемією ВІЛ-інфекції є група осіб працездатного репродуктивного віку 24-49 років (75%).

В області реєструється концентрована стадія епідемії ВІЛ-інфекції.

Ситуація протягом 2012-2016 років в Закарпатській області свідчить про недостатній рівень ефективності роботи в напрямку надання послуг консультування та тестування на ВІЛ на первинній і вторинній ланках медичної допомоги населенню. Низький рівень охоплення диспансерним наглядом опосередковано свідчить про недостатню якість до- і післятестового консультування при тестуванні на ВІЛ. Організація тестування на ВІЛ потребує вдосконалення та акценту на роботі первинної і вторинної ланки надання медичної допомоги.

Особливої актуальності це набуває в умовах поширення ВІЛ в регіональній групі підвищеного ризику інфікування ВІЛ - трудові мігранти та їх постійні статеві партнери. Трудові мігранти та їх постійні статеві партнери залишаються ключовою групою підвищеного ризику інфікування ВІЛ області.

#### Список літератури:

1. Декларация о приверженности делу борьбы с ВИЧ/СПИДом: резолюция S-26/2 специальной сессии Генеральной Ассамблеи ООН от 27 июня 2001 года. [Електронний документ]. – Режим доступу: [http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/995\\_846](http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/995_846) – Назва з екрана.



2. Стратегія Об'єднаної програми ООН з ВІЛ/СНІДу (ЮНЕЙДС) до 2020 року [Електронний документ]. – Режим доступу: <http://www.unaids.org/ru/regionscountries/countries/ukraine> – Назва з екрана.

3. Гармонізований звіт України про досягнутий прогрес у здійсненні національних заходів у відповідь на епідемію СНІД (GARPR Ukraine). Звітний період: січень 2012 р. – грудень 2014 р. [Електронний документ]. – Режим доступу: [http://www.unaids.org/sites/default/files/country/documents/UKR\\_narrative\\_report\\_2015.pdf](http://www.unaids.org/sites/default/files/country/documents/UKR_narrative_report_2015.pdf) – Назва з екрана.

4. Гармонізований звіт України про досягнутий прогрес у здійсненні національних заходів у відповідь на епідемію СНІД (GARPR - Global AIDS Response Progress Reporting 2016) Звітний період: січень 2015р. – грудень 2015 р. [Електронний документ]. – Режим доступу: [http://ucdc.gov.ua/pages/diseases/hiv\\_aids/monitoring/garpr](http://ucdc.gov.ua/pages/diseases/hiv_aids/monitoring/garpr) – Назва з екрана.

5. Закон України від 20 жовтня 2014 року N 1708-VII «Про затвердження Загальнодержавної цільової соціальної програми протидії ВІЛ-інфекції/СНІДу на 2014 - 2018 роки» [Електронний документ]. – Режим доступу: <http://www.document.ua/pro-zatverdzhennja-zagalnodержavnoyi-cilovoyi-socialnovo-pr-doc208991.html> – Назва з екрана.

6. Інформаційний бюлетень № 45, 2016. «ВІЛ-інфекція в Україні». ДУ «Український центр контролю за соціально небезпечними хворобами МОЗ

України», ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб ім. Л.В.Громашевського Національної академії медичних наук України». – 152 с.

7. Інформаційний бюлетень № 46, 2016. «ВІЛ-інфекція в Україні». ДУ «Український центр контролю за соціально небезпечними хворобами МОЗ України», ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб ім. Л.В.Громашевського Національної академії медичних наук України». -43 с.

8. Профілактична медицина. Епідеміологія, мікробіологія, вірусологія, паразитологія, інфекційні хвороби. Матеріали третьої національної науково-практичної конференції «За кожне життя разом: прискорення до мети 90-90-90», № 3-4 (27)/2016, додаток. ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб ім. Л.В.Громашевського Національної академії медичних наук України» - 177 с.

9. Моніторинг поведінки та поширеності ВІЛ серед людей, які вживають ін'єкційні наркотики, та їхніх статевих партнерів / Барська Ю. Г., Сазонова Я. О. – К.: МБФ «Альянс Громадського Здоров'я», 2016. – 130 с.

10. Поширеність ВІЛ в Закарпатській області станом на 01.01.2017: [Електронний документ]. – Онлайн-карти (платформа ArcGIS) / Режим доступу:

[http://www.arcgis.com/apps/View/index.html?appid=591a052659\\_bc4f9192db1d73722d613d](http://www.arcgis.com/apps/View/index.html?appid=591a052659_bc4f9192db1d73722d613d) – Назва з екрана.

*Elina Brodskaya*

*Ukraine, State Establishment "Dnipropetrovsk Medical Academy of the Ministry of Health of Ukraine"  
Teacher of Department of Social Medicine and Health Care Management*

## HEALTH STATE AND LIFE QUALITY OF THE MODERN STUDENTS

### Summary:

The global social changes and instability of economic development, being observed in the last decades, and especially in the last year, in our country, influence all aspects of the young peoples' lives, leading to the particular changes of the life quality structure, namely to the deterioration of diet, living and housing conditions, psychological and family disadvantages, lack of motor activity, spreading of bad habits. Furthermore, the intensification of the learning process, increase of the information volume, raise of requirements to the quality of the young specialists' training make the task of preservation and strengthening of the students' health quite crucial and necessary.

**Key words:** population health, youth health, quality of life, risk factors, health indicators.

**Goal of the research:** Comprehensive study of the factors, reasons related to the negative impact on the students' health. Study of the health state both of the students and population in general is not only important social development indicator, reflecting the social and economic, and health-related welfare of the country, but a strong economic, labour, defensive and cultural potential of the society.

**Material and methods.** There were dealt with more than 250 information sources while working on this study, 90 of which were selected for the enhanced study using the system analysis, bibliography method, the method of establishing the cause and effect relationship between the factors and consequences.

### Results.

In the modern world, which entered the third millennium, Ukraine's development is determined in the context of the European integration with commitment to the fundamental values of the Western culture. Due to the acceleration of scientific and technical progress, the requirements to the qualitative potential of the labour force, involved in generation, development and introduction of the new technological ideas, are raised. Under such circumstances, the consideration of the factors of social and economic development, among which a considerable role is allotted to the human factor, becomes especially crucial for our country. The education system takes on especial significance. The highly-educated youth is the main strategic reserve of the social and economic reforms in Ukraine, without which the

further development of society is impossible [Horpunych O.V., 2004 (*Горпуніч О.В.*), 2004)].

The current political situation, the reforms being implemented in the country became an objective reality and convince of the need to influence the students' life quality [Tulaidan V. Comparative characteristics of the life quality of the students of different specialties / V. Tulaidan // *Young sports science of Ukraine*. – 2010. – Vol. 2 – p. 253-258 (Тулайдан В. Порівняльна характеристика якості життя студентів різних спеціальностей / В. Тулайдан // *Молода спортивна наука України*. – 2010. – Т.2. – С. 253-258)]. The downward dynamics of practically all health indicators of the students as the future of our country gives rise to especial concern.

Training of the highly-skilled professionals at the higher education institutions under the current conditions of rapid development of science and techniques is one of the most important prerequisites for the successful solving of the problems related to economic, cultural and social development of society [Blinova Ye.G., Kuchma V.R. Fundamentals of social and hygienic monitoring of the students/ learning environment in higher educational institutions. *Hygiene and Sanitary* 2012 (1):35-40 (Блинова Е. Г., Кучма В. Р. Основы социально-гигиенического мониторинга условий обучения студентов высших учебных заведений. *Гигиена и санитария* 2012 (1):35-40)]. This should be the priority task not only for the education system but also the main task of the country in general.

### **1.1 Modern students – psychophysiological aspects**

There is nowadays no concurrent view of how the media influence the human mind, as well as of what consequences such influence has. However it is beyond doubt that the media profoundly affect the peoples' attitudes and world view, that they actually may change the social reality in a person's mind. Especially, when this refers to the young immature persons, in particular students.

The analysis of the results allowed to find that the information influence affects the nervous and mental state of students of different psychological types, but the testes of cycloid psychological type (hostility scale, state anxiety scale, "autonomic disorders") and schizoid psychological type (scale "autonomic disorders", "obsessive and phobic disorders", "hysteria," "asthenia") are most affected as watching of the positive movies did not allow to stabilize and return to the original indicators of the students' neuropsychic state according to the scales in view of such psychotypological features as susceptibility, reduced tolerance to elementary stressors (cycloid psychological type) and low tolerance to social and psychological stress situations and any impacts (schizoid psychological type). The testes of epileptoid psychological type (scale "autonomic disorders", trait anxiety) and those of hysteroid psychological type (hostility scale, trait anxiety scale) are less affected by the information as, after positive information influence, their performance (according to many scales) stabilized. It can be attributed to such perception features of the representatives of this psychological type as emotionality and expressiveness, as well as superficiality (epileptoid psychological type) and artificiality of the external emotional expressions, feelings

(hysteroid psychological type). Thus, we can state that the media have reached such a point of development that they may have a great influence on the society. [Yershova D.A., Yesayan M.L. INFLUENCE OF THE MEDIA ON THE STUDENTS' NEUROPSYCHIC STATE UNDER THE CONDITIONS OF INTENSIVE INCREASING OF INFORMATION FLOW. *North Caucasian Federal University*. 2014 (Ершова Д.А., Есаян М.Л. «ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ МАССОВОЙ ИНФОРМАЦИИ НА НЕРВНО- ПСИХИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО УВЕЛИЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОТОКА» Северо-Кавказский федеральный университет. 2014)].

It was found long before that the strong emotions, especially adverse ones, most often disorganize mental and motor activities, causing the expressed adverse changes in various body systems. Therefore, when it refers to optimization of the learning activity, the great attention is recently paid to the emotions, the influence of the emotional stressors on the information accessibility, as the emotions perform the function of regulating the human activity through reflecting the significance of the external and internal situations for ensuring life activities [Gerashchenko L.L. Manipulation in modern media. Moscow, 2006 (Герашенко Л.Л. Манипуляция в современном СМИ. М., 2006)].

In 2011, the experts of the UN World Health Organization published the report according to which about 1 million people commit suicide annually, i.e. every 40 seconds someone in the world takes his / her own life. While about half a million people committed suicide in 1970s, it is expected one and a half million cases in a year by 2020 according to WHO forecasts.

According to the Ministry of Emergency Situations, about 20 suicides are committed per 100.000 people in Ukraine. It is less than, for instance, in such economically developed countries as Finland (37/100.000), Switzerland (34/100.000), Austria (31/100.000), Hungary (27/100.000), Norway (24/100.000). But it is more than in poor African countries, poor Latin America, Islamic countries. But while suicides are mostly committed by the adults in Europe, mainly by men aged 55 and older, the rate of suicides among young people is much higher than that among the older generation. The highest mortality rate as a result of completed suicides was recorded in the industrial regions of Eastern Ukraine (33.6 per 100.000 on average) and in the regions, affected by the Chernobyl accident (34.5 on average). But the sociologists argue that the official statistics of suicides is much lower than the actual figures (in 2-4 times), because it includes only the obvious cases. The cases of the failed attempts to commit suicide, the number of which is 7-10 times more, are not recorded. [Ukrainian young people increasingly take their own lives. TSN (Television News Service). April 2012. – Svetlana Yeremina (Українська молодь все чаще сводит счеты с жизнью. ТСН. Апрель 2012. – Светлана Еремина)]

It shall be noted that the data of different researches show the leading role of the social and hygienic environment in creation of the conditions, determining the level

of the main life quality indicators such as mental, physical, psychological and moral health of students. In turn, the students' mental and physiological status is determined by the specific nature of the teaching and learning activities, the level of physical training, the anxiety level (mentioned above) etc. [Ivanova A.A., Mamedova N.D., Subbotin K.S., Pichugina N.N. Evaluation of the first-year students' psychoemotional state. Bulletin of the medical online conferences, 2013 (Иванова А.А., Мамедова Н.Д., Субботин К.С., Пичугина Н.Н. Оценка психоэмоционального состояния студентов-первокурсников. Бюллетень медицинских интернет-конференций 2013)].

The effectiveness of vocational training at the higher education institutions, the preservation of mental capacity at an optimal level, maintenance of a stable emotional state, prevention of didactogenic and other painful conditions may be undoubtedly ensured only by a set of scientifically based hygienic, as well as social measures at the national level.

### **1.2 Students' health as the most important criterion of social and economic welfare of society**

The health status of students and the population in general is not only an important indicator of social development, reflecting the social and economic and hygienic welfare of the country, but a strong economic, labour, defensive and cultural potential of the society, a factor and a component of welfare. Therefore, the study of the principles of its formation is very important, both for the state in general and for each citizen. Traditionally, the health status of the population is characterized by a system of the statistical factors, determining the features of reproduction (medical and demographic characteristics), reserve of physical strength or capability (physical development index), particularities of adaptation to environmental conditions (morbidity rate).

There are a lot of definitions of the term "health". The most known definition is that of the World Health Organization: "Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity" (1958).

Health is one of the most important values of human society. The preservation and strengthening of health is the major problem of almost all countries of the world. The health of the nation is regarded nowadays as an indicator of the country's civility, reflecting the social and economic status of the society. In view thereof, the health status of the Ukrainian population, especially that of the part which refers to working-age population, has become an issue of national safety.

The students' health is especially important because, according to the experts, about 75 per cent of the adults' diseases is the result of living conditions in childhood and youth. According to T.Yu. Krutsevich, more than 70 per cent of students have low or below-average levels of somatic health. In Ukraine, the population is mostly affected by cardiovascular, endocrine, oncological, infectious, hereditary diseases, as well as diseases of the nervous system. The cardiovascular diseases are responsible for over 60 per cent of premature deaths of the Ukrainian citizens [World health report // Public health action for healthier children and populations. – Geneva: World Health Organization, 2005. –

153 pp. (Состояние здравоохранения в мире // Действия общественного здравоохранения в целях улучшения здоровья детей и всего населения. – Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2005. – 153 с.)].

Health is influenced by the social environment both through the material conditions of life (the amount and composition of food, air and water contamination levels, solar radiation level, etc.), which change as a result of industrialization, urbanization and economic differentiation of social groups, as well as through perception of the social environment.

The modern society is characterized by the growing importance of mental health factors. The students' health state is a prerequisite and determining factor of welfare of the society and its progressive development.

This issue is especially crucial in the current situation, when the economic difficulties lead to scaling the system of free medical care down, deterioration of diet quality, intensification of teaching and learning activities, liquidation of the effective forms of physical education, limitation of opportunities to get vocational education. This, in its turn, causes increased incidence rate, social alienation of students, and, in particular, university students ["The content of the process of the foreign students' adaptation to study at the Ukrainian higher education institutions". Taras Shevchenko National University of Luhansk-2012 («Содержание процесса адаптации иностранных студентов к обучению в вузах Украины». -ЛНУ им. Тараса Шевченко-2012)].

Therefore, the analysis of the research results shows the adverse trend related to the students' health state, and conditions the necessity of the further, more enhanced study of the factors, influencing it. All this shows the need to improve a person's valeological culture, contributing to the formation and preservation of the students' physical and mental health.

### **1.3 Students' lifestyle and health state**

Lifestyle is named as one of the first risk factors, influencing the health, in the WHO strategy for prevention of diseases. According to the estimates of various domestic and foreign experts, the health state depends on the state of environment (20-40 per cent), genetic factors (15-20 per cent), lifestyle (25-50 per cent) and the activities of the public health authorities (10 percent).

Lifestyle is a concept characterizing the peculiarities of peoples' daily life, covering work, household activities, ways to use free time, to meet the material and spiritual needs, participation in political and public life, norms and rules of human behaviour, skills in the field of strengthening own health, medical activities [Kuchma V.R. et al., 2000; Yakovenko M.L., 2002 (Кучма В.Р. и др., 2000; Яковенко М.Л., 2002)].

A great number of factors affecting the students' health may be divided into:

- objective, related to the organization of living conditions: duration of an academic day; academic load density; diet and its frequency; sleep and its duration; organized physical activity, etc.

- subjective, personal characteristics: orderliness and discipline; motivation for a healthy lifestyle; the

presence of harmful habits; formation of the person's physical education and its active component.

The specialists in traditional medicine cannot solve the problem of formation, preservation and strengthening of the students' health, as the peculiarities of the process related to education of the students, presupposes that the student himself / herself shall be obliged to have conscientious attitude to his / her health. Therefore, the promotion and inculcation of the principles of a healthy lifestyle are the most important direction for improvement of the youth health. [MONITORING OF THE HEALTH STATE OF THE STUDENTS OF THE KHARKIV HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS / Balamutova N.M., Kolomyitseva O.E. - National University "Yaroslav the Wise Law Academy of Ukraine". - 2013 (МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ ХАРЬКОВСКИХ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ/ Баламутова Н. М., Коломийцева О.Э. - Национальный университет «Юридическая академия Украины им. Ярослава Мудрого». - 2013]

But what can be observed in our country today?

The number of working first-year students grew tenfold over the last 11 years. The modern students are much more concerned with the work but not with the study. The Ukrainian young people who grew up under capitalism, put a priority on making money, and begin to work, being the first-year students. According to the weekly "Focus", which referred to Director of the State Institute for Family and Youth Policy Andrey Mishin, while earlier the young people began to work alongside studies, being the third-year students, now every third first-year student already works or had experience of getting a job, though in 2001, the number of part-time employees among the first-year students was tenfold less. Andrey Mishin was also sure that the students employed consider themselves more successful, that is why they find work as soon as they enter the higher education institution. According to the Institute, 47 per cent of students do not work in the field of their future profession. One more popular reason for working is commercialization of education: the students have to pay for the hostel, buy course books, spend money on other education-related services. Only 15 per cent of students begin to work for the sake of self-fulfilment. According to the weekly, the issue is about the education system as well: the European student attends 1-5 courses, while the Ukrainian one — 10 and more. Under such circumstances, it is simply to lose interest in studying. [issue of the weekly news magazine "Focus". - December 2012 (выпуск еженедельного журнала «Фокус».-декабрь 2012)]

As for the issues related to diet, it is important to note that the organization of healthy diet is one of the factors, determining the health state of not only the present generation, but also of the future ones. The study of the processes of adaptation of foreign and domestic students to new living conditions and diet has shown that a significant proportion (50.4 per cent) noted unusual nature of food. Most students (76 per cent) use the services of the public catering enterprises. But the number of students, attending canteens instead of refectory, what is

connected with the deterioration of their financial situation. The violation of dietary pattern most often reflects in the absence of breakfast and reduction of the number of eating occasions during a day [Sutula V.A. Prerequisites for formation of the demand for a healthy lifestyle within the society. Pedagogy, psychology and biomedical problems of physical education and sports: collected scientific papers [edited by prof. S.S. Yermakov. - Kharkiv: Kharkiv State Academy of Design and Arts, 2011 (Сутула В.А. Предпосылки формирования в обществе потребности в здоровом образе жизни. Педагогіка, психологія та медикобіологічні проблеми фізичного виховання і спорту: зб. наук. пр.[за ред. проф. С.С. Єрмакова. - Харків: ХДАДМ, 2011].

The formation of the students' physical education in the educational process of the higher education institution is manifested in their attitude to the physical education values and the level of their own physical education development. The students, who participated in the research, according to the survey, depending on their attitude to physical education and the level of physical and sports activities, may be conditionally divided into four typological groups by time spent on exercises: 1. Students who do not show any physical and sports activity; they spend no more than 1 hour per week on exercises (14.8 per cent of respondents). 2. Students with low physical and sports activity; they spend less than 6 hours per week on exercises (60.0 per cent of respondents). 3. Students with the optimal physical and sports activity; they spend 6-7 hours per week on exercises (17.2 per cent of respondents). 4. Students with a relatively high physical and sports activity;

they work out 8 hours and more per week (8.0 per cent of respondents).

The analysis of the data shows that the following factors significantly influence the level of the students' physical and sports activity: desire

to improve their physical fitness (52.1 per cent); the need to optimize the weight and improve the body shape (49.6 per cent); the need to get a credit

in Physical Education (44.5 per cent); the possibility to relax, increase efficiency (22.4 per cent); to train a will, to form a character (12.1 per cent).

According to the students, their needs, interests and motives of involving into the physical and sports activities are determined by the state of the material and sports resources,

direction of the learning and training processes, availability of equipment, sports suits, friendly atmosphere.

The internal factors which prevent the formation of motivation and a positive attitude to physical and sports activities are the following: lack of time, lack of demand for physical and sports activities, bad habits (alcohol, smoking, etc.), health state etc. [Belykh S.I. Peculiarities of the modern university students' values and mental health // Pedagogy, psychology and biomedical problems of physical education and sports. – 2013. – No. 7 – p. 7-14 (Бельх С.И. Особенности ценностей и психического состояния студентов современного университета // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2013. – № 7 – С. 7-14) ]

It is mostly typical for the students non-compliance with the sleep pattern, what causes the development of neurotic disorders, developing, in turn, into chronic diseases. The average duration of the students' sleep is 6-7 hours a day, what is not sufficient for this category of the population [Tulaidan V. Comparative characteristics of the life quality of the students of different specialties / V. Tulaidan // Young sports science of Ukraine. – 2010. – Vol. 2 (Тулайдан В. Порівняльна характеристика якості життя студентів різних спеціальностей / В. Тулайдан // Молода спортивна наука України.– 2010.– Т.2)].

It is known that bad habits are responsible for the occurrence, and aggravate the progress of almost all somatic and neuropsychiatric human diseases, disrupt expansion, development, formation of mental abilities of children and adolescents, dramatically reduce efficiency, the duration of active life, cause irreparable damage to the family, society, state, create a number of challenges related to ensuring of the youth's health culture.

The main reasons for smoking are the following: smoking friends – 46.9 per cent; respondents want to look older – 24.4 per cent; smoking people around – 14.2 per cent; smoking parents – 4.4 per cent; respondents failed to explain the reason related to tobacco addiction – 2.0 per cent; other reasons – 8.1 per cent. The concern is that, among non-smokers, their friends smoke in 30.6% of cases. In our opinion, it is not only passive smoking, but it may cause the occurrence of this bad habit in future. [New methodologies and criteria for monitoring the efficiency of the Ukrainian current comprehensive program *Physical Education – Health of the Nation* - G.V. Okhromii, O.M. Kasiuha (Dnipropetrovsk). -2013 (Нові методології та критерії контролю ефективності діючої в Україні комплексної програми «Фізичне виховання – здоров'я нації» - Г.В. Охромій, О.М. Касюга (Дніпропетровськ). -2013)].

It is required to strengthen the preventive measures aimed at ensuring the students' healthy life-style.

#### **1.4 Life quality: concept, assessment methodology**

The history of the life quality science originated in 1947, when professor at Columbia University (USA) D.A. Karnofsky published his work: *Clinical Evaluation of Chemotherapeutic Agents in Cancer*, where he comprehensively studied the person, suffering from somatic diseases. Since the 1980s, the snowballing growth of the scientific publications concerning the fundamental research of life quality has been recorded [Fletcher A.E. et al., 1987; Guyatt G.H. et al., 1993; Guyatt G.H. et al., 1991]. In the early 21st century, the concept "life quality" has become a subject of scientific researches, as well as it has become more precise - "health-related life quality" Now it is a reliable, informative and efficient method of assessing the patient's health both at the individual and group levels.

The approaches to the determination of life quality for the most common chronic diseases are being intensively developed and improved in the world in view of the recognition of the life quality criteria as an integral part of the comprehensive analysis of new methods of

diagnostics, treatment and prevention, innovation in the field of health care, evaluation of the results of treatment, quality of care provided, etc. There is a boom in research of life quality in the world, and Ukraine does not stay on the sidelines. The researches of life quality in our country are declared to be priority. The scientific researches conducted using the multi-purpose instruments which meet the requirements of social, regional and linguistic differences, are also recognized.

It is appropriate to divide the objective factors of life quality into the social and biological ones. The social status of a family, which is conditioned by financial support of a family, quality of the family members' diet, as well as the housing conditions, plays an important role in ensuring the life quality. In addition to the above-mentioned, the characteristics related to the state of environment, health care and education (being the subject of separate research) are the quantitative parameters. Today, the information support begins to play a very important role, as the availability, completeness and promptness of the data required create a new mode of modern human behaviour, influence his character and redistribute the nature of physical and mental loads [Analysis of the main life quality parameters of the students of different specialties. Kulchitskyi Z.Y., Kurko Ya.V. Ternopil Ivan Puliui National Technical University. - 2013 (Анализ основных параметров качества жизни студентов разных специальностей Кульчицкий З.Й., Курко Я.В. Тернопольский национальный технический университет им. Ивана Пулюя.-2013)]

The inadequate assessment of health and the lack of personal responsibility for its state are typical for the student-age population: low level of the students' general and hygienic culture, the shortcomings in the organization of catering, health care, sanitary and hygienic living and learning conditions at the education institutions. It was established that the students' health state, as rule, deteriorates for the period of studying. Medical activity (timely visit to a doctor, taking of medicines according to the doctor's advice) is observed in less than 20 per cent of cases.

The living conditions are also characterized by significant poorness. The situation of the students, who live in hostels, is particularly unfavourable. Living in insanitary and overcrowded conditions, being typical for the hostels, increases the likelihood of chronic diseases, what, in turn, leads to deterioration of self-esteem, health state and life quality of most students.

#### **CONCLUSIONS**

Summing up the analysis of the domestic researchers' main works, the following most important issues related to the students' life quality may be singled out. Despite the active study of the problem, the role of the main social and economic, biomedical, psychological and pedagogical factors in forming the students' life quality, has not been largely determined. In the meantime, there are a lot of the data indicating the acuteness of the existing problems related to health, mental and physical development of the student-age population of our country.

The global social changes and instability of economic development, being observed in the last decades,

and especially in the last year, in our country, influence all aspects of the young peoples' lives, leading to the particular changes of the life quality structure, namely to the deterioration of diet, living and housing conditions, psychological and family disadvantages, lack of motor activity, spreading of bad habits. Furthermore, the intensification of the learning process, increase of the information volume, raise of requirements to the quality of the young specialists' training make the task of preservation and strengthening of the students' health quite crucial and necessary.

At the same time, the issues related to the monitoring of the youth's life have not been properly recognized yet. Moreover, the methodological framework of such researches remains undeveloped.

In view of the foregoing, it may be concluded that, despite the great importance of the issue related to the life quality of the population of our country, and the significant number of researches, a lot of issues remain unsolved. The need for the further study of the issue related to the students' life quality in the modern Ukraine is especially pressing.

#### References:

1. Horpunych O.V., 2004 (Горпинич О.В., 2004)
2. Tulaidan V. Comparative characteristics of the life quality of the students of different specialties / V. Tulaidan // Young sports science of Ukraine. – 2010. – p. 253-258 (Тулайдан В. Порівняльна характеристика якості життя студентів різних спеціальностей / В. Тулайдан // Молода спортивна наука України.– 2010.– Т.2.– С. 253-258.)
3. Blinova Ye.G., Kuchma V.R. Fundamentals of social and hygienic monitoring of the students' learning environment in higher educational institutions. Hygiene and Sanitary 2012 (1):35-40 (Блинова Е. Г., Кучма В. Р. Основы социально-гигиенического мониторинга условий обучения студентов высших учебных заведений. Гигиена и санитария 2012 (1):35-40)
4. Yershova D.A., Yesayan M.L. INFLUENCE OF THE MEDIA ON THE STUDENTS' NEUROPSYCHIC STATE UNDER THE CONDITIONS OF INTENSIVE INCREASING OF INFORMATION FLOW. North Caucasian Federal University. 2014 (Ершова Д.А., Есаян М.Л. «Влияние средств массовой информации на нервно-психическое состояние студентов в условиях интенсивного увеличения информационного потока» Северо-Кавказский федеральный университет. 2014)
5. Gerashchenko L.L. Manipulation in modern media. Moscow, 2006 (Герашченко Л.Л. Манипуляция в современном СМИ. М., 2006)
6. [Ukrainian young people increasingly take their own lives. TSN (Television News Service). April 2012 – Svetlana Yeremina (Украинская молодежь все чаще сводит счеты с жизнью. ТСН. Апрель 2012. – Светлана Еремина)
7. Ivanova A.A., Mamedova N.D., Subbotin K.S., Pichugina N.N. Evaluation of the first-year students' psychoemotional state. Bulletin of the medical online conferences, 2013 (Иванова А.А., Мамедова Н.Д., Субботин К.С., Пичугина Н.Н. Оценка психоэмоционального состояния студентов-первокурсников. Бюллетень медицинских интернет-конференций 2013)
8. World health report // Public health action for healthier children and populations. – Geneva: World Health Organization, 2005. – 153 pp. (Состояние здравоохранения в мире // Действия общественного здравоохранения в целях улучшения здоровья детей и всего населения. – Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2005. – 153 с.)
9. "The content of the process of the foreign students' adaptation to study at the Ukrainian higher education institutions". Taras Shevchenko National University of Luhansk-2012 («Содержание процесса адаптации иностранных студентов к обучению в вузах Украины». -ЛНУ им. Тараса Шевченко-2012)
10. Kuchma V.R. et al., 2000; Yakovenko M.L., 2002 (Кучма В.Р. и др., 2000; Яковенко М.Л., 2002)
11. Monitoring of the health state of the students of the kharkiv higher education institutions / Balamutova N.M., Kolomyitseva O.E. - National University "Yaroslav the Wise Law Academy of Ukraine". - 2013 (мониторинг состояния здоровья студентов харьковских высших учебных заведений/ Баламутова Н. М., Коломийцева О.Э. - Национальный университет «Юридическая академия Украины им. Ярослава Мудрого». – 2013)
12. [issue of the weekly news magazine "Focus". - December 2012 (выпуск еженедельного журнала «Фокус».-декабрь 2012)
13. Belykh S.I. Peculiarities of the modern university students' values and mental health // Pedagogy, psychology and biomedical problems of physical education and sports. – 2013. – No. 7 – p. 7-14 (Белых С.И. Особенности ценностей и психического состояния студентов современного университета // Педагогика, психология та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2013.– № 7 – С.7-14)
14. Tulaidan V. Comparative characteristics of the life quality of the students of different specialties / V. Tulaidan // Young sports science of Ukraine. – 2010. – Vol. 2 (Тулайдан В. Порівняльна характеристика якості життя студентів різних спеціальностей / В. Тулайдан // Молода спортивна наука України.– 2010.– Т.2.)
15. New methodologies and criteria for monitoring the efficiency of the Ukrainian current comprehensive program *Physical Education – Health of the Nation* - G.V. Okhromii, O.M. Kasiuha (Dnipropetrovsk). -2013 (Нові методології та критерії контролю ефективності діючої в Україні комплексної програми «Фізичне виховання – здоров'я нації» - Г.В. Охромій, О.М. Касюга (Дніпропетровськ). -2013)
16. Fletcher A.E. et al., 1987; Guyatt G.H. et al., 1993; Guyatt G.H. et al., 1991
17. Analysis of the main life quality parameters of the students of different specialties. Kulchitskyi Z.Y., Kurko Ya.V. Ternopil Ivan Puliui National Technical University. - 2013 (Анализ основных параметров качества жизни студентов разных специальностей Кульчицкий З.Й., Курко Я.В. Тернопольский национальный технический университет им. Ивана Пулюя.-2013)

**Cherniakova G. M.**

graduate student of the prof. D. P. Grynyov  
department of microbiology, virology and immunology  
Kharkiv National Medical University, Ukraine.

**Minukhin V. V.**

Doctor of Medical Sciences, Professor,  
Kharkiv National Medical University, Ukraine.

**Horhol N. I.**

Associate professor of the department of Pathological anatomy,  
Kharkiv National Medical University Ukraine.

**Чернякова Г. М.**

аспірант кафедри мікробіології,  
вірусології та імунології ім. проф. Д. П. Гриньова  
Харківський Національний Медичний Університет, Україна

**Мінухін В. В.**

доктор медичних наук, професор кафедри мікробіології, вірусології та імунології  
ім. проф. Д. П. Гриньова

Харківський Національний Медичний Університет, Україна

**Горголь Н. І.**

доцент кафедри патологічної анатомії,  
Харківський національний медичний університет,  
Україна

## **MORPHOLOGICAL CHANGES IN THE SKIN OF MICE WITH THERMAL BURNS INFECTED PSEUDOMONAS AERUGINOSA DURING TREATMENT WITH A COMPLEX APPLICATION SORBENT.**

### **МОРФОЛОГІЧНІ ЗМІНИ У ШКІРІ МИШЕЙ З ТЕРМІЧНИМИ ОПІКАМИ, ІНФІКОВАНИМИ СИНЬОГНІЙНОЮ ПАЛИЧКОЮ, В ПРОЦЕСІ ЛІКУВАННЯ КОМПЛЕКСНИМ АПЛІКАЦІЙНИМ СОРБЕНТОМ.**

**Abstract.** The purpose of this study was to investigate the morphological features of treatment of burned wounds infected by *Pseudomonas aeruginosa* with the use of an experimental application sorbition agent. In the experimental group of the animals treated with the application of sorbent the inflammatory infiltrate contained a rapid change in neutrophil granulocytes in the monocyte-macrophage cell population, which resulted in a rapid purification of the wound from purulent necrotic detritus. The enhanced proliferation of fibroblasts has intensified the processes of fibroplasia, the maturing of granulation tissue and epithelialization of the wound. Acute abscesses formation in the hypodermis, delayed formation of HT and epithelization of the wound defect were noted in the animals that received the local drug-comparison-silver sulfadiazine. The obtained data indicate that the experimental group of animals treated with the application sorbent differed from other groups by accelerated healing of damaged tissues and an optimal therapeutic effect. So, we can conclude that the sorbent application is promising in the local treatment of burn with *Pseudomonas* - infection.

**Keywords:** burned infections, experimental study, application sorbent, *Pseudomonas aeruginosa*.

**Анотація.** Метою дослідження було вивчення морфологічних особливостей загоєння опікових ран, інфікованих синьогнійною паличкою, у тварин на тлі лікування аплікаційним сорбентом оригінального складу. В експериментальній групі тварин, які отримували місцеве лікування розробленим аплікаційним сорбентом, у складі запального інфільтрату відбувалася швидка зміна нейтрофільних гранулоцитів (НГ) на моноцитарно-макрофагальну клітинну популяцію. Це спричинювало швидке очищення рани від гнійно-некротичного детриту, посилення проліферації фібробластів та дозрівання ГТ і, як наслідок, прискорювало епітелізацію рани порівняно з іншими групами. У тварин, які отримували для місцевого лікування препарат-порівняння – сульфадіазин срібла, у динаміці ранового процесу відзначалося утворення гострих абсцесів у гіподермі, гальмувалися утворення ГТ та епітелізація ранового дефекту. Отримані дані свідчать про те, що експериментальна група тварин, яких лікували аплікаційним сорбентом, відрізнялася від інших груп більш швидкою репарацією ушкоджених тканин, що підтверджувалося патоморфологічними дослідженнями. Зазначене вище дозволяє стверджувати, що терапевтичне застосування аплікаційного сорбційного засобу є перспективним напрямком у місцевому лікуванні опікової *Pseudomonas*-інфекції.

**Ключові слова:** опікова інфекція, експериментальне дослідження, аплікаційний сорбент, *Pseudomonas aeruginosa*.

Термічні опікові ушкодження є основною причиною смертності та інвалідності у більшості країнах світу. Довготривала госпіталізація, високовартісні ліки та численні оперативні процедури призводять до значних витрат у системі охорони здоров'я [1, 2]. Відомо, що *Pseudomonas aeruginosa* є важливим опортуністичним патогеном, який може серйозно ускладнювати перебіг опікової рани, особливо у пацієнтів з ослабленим імунітетом. У таких умовах прискорення процесу загоєння ран є життєво необхідним [3]. Сприяння прискореному загоєнню ран, запобігання післяопіковим ускладненням, таким як приєднання інфекції та надлишкове рубцювання, є основними завданнями терапії при опіках [4].

Відомо багато препаратів для лікування інфікованих опіків, але постійно триває пошук нових, більш досконалих ліків, які повною мірою відповідали всім вимогам сучасної медицини. З літературних джерел відомо про використання сорбентів для місцевого лікування ран [5]. Перспективним, на нашу думку, є розроблення комплексного препарату, який мав би не тільки сорбційні, а ще й антибактеріальні та ранозагоєвальні властивості.

**Метою** роботи було вивчення динаміки загоєння опікових ран, інфікованих синьогнійною паличкою, при лікуванні експериментальним аплікаційним сорбційним засобом.

**Матеріали та методи.** Дослідження проводилося на 54-х 6-ти місячних мишах-самцях лінії NMRI, вагою 18-20 г. Для експериментів була використана модель контактного термічного опіку за Ц. К. Чантурія (1982 г.) [6] в модифікації В. В. Мінухіна і співавт. (1997 г.) [7] з авторськими доповненнями. Під ефірним рауш-наркозом у лабораторних тварин відтворювали опік III-б ступеня на 10% поверхні тіла. Безпосередньо після нанесення термічної травми, тваринам на шкірно інокулювали 0,1 мл добової агарової культури клінічного полірезистентного штаму *P. aeruginosa* 3101, який було виділено від хворого з опіками, в дозі  $1,5 \cdot 10^8$  КУО/мл, що відповідає  $LD_{50}$  відпрацьованої для зовнішнього застосування. На другу добу після термічної травми і зараження під опіковий струп вводили 0,1 мл мікробної суспензії, що містила аналогічну дозу синьогнійної палички. На третій день під місцевою анестезією 0,5% розчином новокаїну опіковий струп видаляли.

Усі експериментальні тварини були поділені на 3 групи: I-а - тварини, яких після опіку інфікували, але не лікували (контроль); II-а - тварини, яким після опіку та інфікування, на рану наносили розроблений аплікаційний сорбент на основі високодисперсного кремнезему (ВДК) з іммобілізованою на його поверхні протимікробною сумішшю, яка містила антибіотик левофлоксацин та інші компоненти; III-я - тварини, яким після опіку та інфікування на поверхню рани наносили мазь з 1% сульфадіазином срібла (препарат-контроль). Далі починали лікування обпалених тварин шляхом щоденного оброблення рани перекисом водню у тварин першої групи, оброблення перекисом водню

та нанесенням на рану дослідного аплікаційного сорбенту (3-5мм) тваринам другої групи та контрольного препарату (0,5г) тваринам третьої групи відповідно протягом 21 доби.

Утримання тварин та експеримент відбувалися згідно з вимогами Європейської конвенції по захисту хребетних тварин (Страсбург, 18.03.1986 р.), директиви Ради Європейського економічного товариства по захисту хребетних тварин (Страсбург, 24.11.1986), Directive 2010/63/EU of European Parliament and Council on the protection of animals used for scientific purposes. Експериментальних тварин виводили з експерименту на 7-у, 14-у і 21-у добу від початку експерименту шляхом декапітації. Матеріалом для морфологічного дослідження слугували фрагменти шкірної рани, висічені після виведення тварин з експерименту. Матеріал фіксували в 10% водному розчині нейтрального формаліну. Готували серійні зрізи завтовшки  $4-5 \cdot 10^{-6}$  м. Оглядові препарати, забарвлені гематоксиліном та еозином, використовували для оцінки стану досліджуваних тканин і мікрофотографування (мікроскоп Olympus VX-41).

Результати дослідження обробляли статистично із застосуванням стандартного пакету програм Microsoft Office Excel 2003. Для оцінювання достовірності відмінності вибірок, що мають нормальний розподіл, застосовували параметричний t-критерій Стьюдента. За достовірне брали відмінність при рівні ймовірності 95% і більше ( $p < 0,05$ ).

**Результати та обговорення.** Аналіз результатів експериментального дослідження показав, що у всіх піддослідних тварин розвинувся однотипний термічний опік шкіри III б ступеня, що характеризувався ураженням всієї товщі шкіри з повною загибеллю волосяних фолікулів, потових і сальних залоз. Шкіра на місці опіку була щільна, нерухлива, та не чутлива до больових подразників. Навколо рани відзначалася зона гіперемії шириною 3-5мм. У піддослідних тварин першої групи протягом 3-х діб після нанесення опікової травми спостерігалися загальні прояви опікової хвороби (порушення координації руху, млявість, відмова від їжі), відзначалася втрата маси тіла до 10% від початкової. Крім того, на поверхні рани були виявлені тріщини, з яких виділявся ексудат з домішками крові.

На 7-у добу лікування у тварин першої групи поверхня рани була з гнійно-некротичним детритом, м'які тканини набрякли та гіперемовані. Мікроскопічно спостерігалася глибока зона некрозу із запальною нейтрофільною інфільтрацією. На дні та по краях рани було виражене гнійне запалення і поширені васкуліти. У прилеглих до рани дермі і гіподермі зберігалися ознаки набряку та інфільтрації нейтрофільними гранулоцитами (НГ). Судини були повнокровні, у їхніх стінках виявлялися фібриноідні зміни, а в просвітах - еритро-, лейкоцитоз та тромби. Периваскулярно визначалися діapedезні крововиливи, базальні мембрани судин були дещо потовщені та розволокнені. Ендотелій був набряклим, частково десквамованим. Також відзначався периневральний набряк і запальна інфільтрація стінок *vasa nervorum*.



У тварин II-ї групи, які отримували аплікаційний сорбент, рана поверхня була чистою, не містила гнійно-некротичного детриту. Відзначалася невелика набряклість і гіперемія м'яких тканин. Мікроскопічно в шкірній рані спостерігали некроз, який поширювався на дерму. Гіподерма в проекції дна рани, а також в прилеглих до рани ділянках, була набряклою, з дифузною інфільтрацією НГ. Відзначалися циркуляторні порушення у вигляді повнокров'я судин, з еритро-і лейкоцитами, іноді - мікротромбозом, а також периваскулярні діапедезні крововиливи. Стінки судин були з явищами фібриноїдного некрозу, інфільтровані НГ. Ендотелій судин був набряклим та вогнищево десквамованим.

У тварин третьої групи на тлі лікування сульфадіазином срібла на 7-у добу спостереження опікова рана була очищена від гнійно-некротичного детриту. По краях рани візуалізувалися острівці грануляційної тканини (ГТ). У 2/3 спостережень рана характеризувалася наявністю зони некрозу, при цьому він поширювався углиб епідермісу та дерми, подекуди проникаючи до гіподерми. Зона некрозу й гіподерма були дифузно інфільтровані НГ, однак ступінь запальної інфільтрації був слабшим, ніж у групі контролю. У м'язових волокнах виявлялися вогнища міоцитолізу. Дерма була набряклою, сполучнотканинні волокна розволонені, фрагментовані. Мікросудини повнокровні, з еритро-і лейкоцитарним стазами, мікротромбами. Стінки судин були з явищами фібриноїдного некрозу. Базальні мембрани судин дещо потовщені. В 1/3 спостережень на тлі вищеписаних змін у гіподермі виявлялися як дифузні запальні зміни, так і гострі абсцеси. Навколо абсцесів візуалізувалася ГТ. Вона була юною, набряклою, містила повнокровні капіляри синусоїдного типу, камбіальні елементи, фібробласти, нечисленні макрофаги і ніжну мережу колагенових волокон.

На 14-у добу спостереження в групі контролю опікова рана не була очищеною від гнійно-некротичного детриту. Порівняно з попереднім терміном дещо зменшилася набряклість і гіперемія м'яких тканин. Мікроскопічно в рані зберігалися некроз і запальна інфільтрація. Циркуляторні порушення у вигляді повнокров'я судин, лейко-, еритростазів і тромбозу мікросудин були виражені слабше, ніж на 7-му добу. Базальні мембрани судин були потовщені, набрякли, ендотелій вогнищево десквамований. Набряк і запальна інфільтрація гіподерми і міжм'язової сполучної тканини дещо зменшилися. На дні та краях рани у вигляді невеликих острівців виявлялася ГТ з численними капілярами синусоїдного типу. Серед клітинних елементів переважали камбіальні елементи і фібробласти. Зрілі форми клітин фібробластичного ряду не були виявлені.

У II групі тварин при використанні аплікаційного сорбенту опікова рана по всій своїй поверхні не містила гнійно-некротичного детриту. Відзначалося формування ГТ, яка мала зернистий вигляд. З країв рани, а в частині спостережень, протягом усього ранового дефекту, відбувалася епітелізація. Мікроскопічно у меншій частині тварин у рані зберігалася невелика зона некрозу. У більшості

спостережень запальний процес характеризувався зміною фази ексудації фазою проліферації. У складі запального інфільтрату серед НГ у великій кількості визначалися макрофаги. Вони були функціонально активними, про що свідчили великі розміри та світла цитоплазма цих клітин. Формування в рані лімфоцитарних інфільтратів, у поєднанні зі значно вираженою макрофагальною реакцією, завершувало повне очищення рани на даному етапі репаративного процесу.

У тварин III-ї групи, яких лікували маззю з сульфадіазином срібла, на 14-у добу лікування опікова рана була очищена від гнійно-некротичного детриту. По краях рани візуалізувалися острівці ГТ, відзначалася крайова епітелізація. Мікроскопічно тривало дозрівання ГТ, що виражалася у наростанні кількості колагенових волокон, які формували впорядковані пучки, зменшенні кількості судин і клітинних елементів. Серед останніх переважали фібробласти, з'являлися фіброцити. Периваскулярно виявлялися невеликі лімфоцитарні інфільтрати з домішкою окремих макрофагів і НГ. У більшій частині спостережень до даного терміну завершувався процес фіброплазії, регресували та зникали судини, тобто мало місце утворення сполучнотканинного рубця, відзначалася його крайова епітелізація. Епітеліальний пласт був потовщеним, не мав чітко виражених шарів.

На 21-у добу в нелікованих тварин, макроскопічно, опікова рана була очищена від гнійно-некротичного детриту. Набряклість і гіперемія м'яких тканин була незначною. Мікроскопічно відзначали повне відторгнення зони некрозу. Однак у глибоких шарах дерми зберігалася запалення, у вигляді вогнищевих скупчень НГ. У судинах мікроциркуляторного русла еритро- і лейкостази відзначалися рідко, інфільтрація судинних стінок була слабо вираженою та непостійною. Базальні мембрани судин були дещо потовщені, а ендотелій судин активно проліферував. У ГТ, поряд зі зменшенням запальних і циркуляторних порушень, збільшилася кількість колагенових волокон, частково редукувалися синусоїдні капіляри і зменшувалася кількість камбіальних клітинних елементів. Епітеліальний регенерат був дещо потовщеним, порівняно з прилеглими ділянками інтактної шкіри, його шари не мали чіткого диференціювання. Епітелізація мала нестійкий характер за рахунок повільного дозрівання ГТ.

У II групі до даного терміну рана епітелізувалася повністю, були відсутні набряклість і гіперемія м'яких тканин. У більшій частині спостережень відбулося загоєння ранового дефекту з утворенням сполучнотканинного регенерату та його епітелізацією. Епітеліальний пласт за товщиною не відрізнявся від такого в інтактних ділянках, мав чітко диференційовані шари. Проліферативна активність в базальному шарі епідермісу була зниженою до нормального рівня. У деяких спостереженнях зберігався невеликий рановий дефект, запальна інфільтрація при цьому була відсутньою. У краях та на дні рани ГТ характеризувалася дозріванням, містила велику кількість колагенових волокон, які були сформовані у пучки. Серед клітинних елементів переважали клітини фібробластичного ряду, також визначалися

макрофаги та лейкоцити. Судини ГТ були здебільшого скорочені.

У III-й групі на 21-у добу лікування спостерігали епітелізацію ранової поверхні. У більшій частині спостережень у ГТ прогресував процес фіброплазії, регресували й зникали судини, мало місце утворення сполучнотканинного рубця. Визначався епітеліальний регенерат, дещо потовщений порівняно з прилеглими ділянками інтактної шкіри, його шари були без чіткого диференціювання. У базальному шарі епітеліального пласти спостерігалася проліферативна активність клітин базального шару.

Таким чином, результати проведеного дослідження свідчать, що у тварин, які отримували апікаційний сорбент, рановий процес характеризувався послідовною зміною фаз запалення. До кінця першого тижня гнійно-некротичні та циркуляторні зміни в рані зберігалися. Вже на 14-у добу відзначалося зменшення нейтрофільної складової в запальному інфільтраті, у грануляційній тканині спостерігалася інтенсивна проліферація клітинних елементів фібропластичного та макрофагального рядів, а в результаті активного утворення колагену формувалися волокнисті структури. Усе це сприятливо впливало на процес епітелізації [8].

Цей експеримент довів, що застосування апікаційного сорбенту збільшує швидкість загоєння інфікованих опікових ран третього ступеня у мишей порівняно з сульфадіазиним срібла, який застосовується при традиційній терапії опікових ушкоджень, що було підтверджено морфологічними дослідженнями. З літературних джерел відомо про побічні ефекти лікування сульфадіазиним срібла, а саме: затримка загоєння ран, алергійні реакції на сульфадіазинові фрагменти та забарвлення сріблом опікової рани [9,10]. Наш препарат виключає всі ці ускладнення. Він демонструє виражене зменшення ранової площі та розвиток реепітелізації менш ніж за 21-у добу після опіку, не залишаючи ніяких рубців або інших порушень після загоєння.

Результати цього дослідження дозволяють стверджувати, що використання апікаційного сорбенту як нового терапевтичного засобу для місцевого лікування опікової рани, інфікованої синьогнійною паличкою, є перспективним методом її лікування. Однак потрібні подальші комплексні дослідження для визначення механізмів дії нового апікаційного сорбенту.

гнійною паличкою, є перспективним методом її лікування. Однак потрібні подальші комплексні дослідження для визначення механізмів дії нового апікаційного сорбенту.

#### Перелік літератури:

1. The Tenth Plan (Poverty Reduction Strategy Paper) 2002-2007. Washington: International Monetary Fund - 2003. - pp. 46-7.
2. Комбустиология / Э.Я. Фисталь, Г.П. Козинец, Г.Е. Самойленко [и др.]. – Донецк.–2006.–236с.
3. Moazami-Goudarzi S. Assessment of Carbapenem Susceptibility and Multidrug-Resistance in *Pseudomonas aeruginosa* Burn Isolates in Tehran/ S. Moazami-Goudarzi, F. Eftekhari // *Jundishapur J Microbiol.* - 2013;6(2) doi: 10.5812/jjm.5036.
4. Salas Campos L. Topical chemotherapy for the treatment of burns/ L. Salas Campos, M. Fernandes Mansilla, A.M. Martinez de la Chica// *Rev Enferm.* - 2005;28(5).- P.67-70.[PubMed: 15981974].
5. Медицинская химия и клиническое применение диоксида кремния / под ред. А.А. Чуйко. – Киев: Наукова думка, 2003. – 415 с.
6. Чантурия Ц.К. Сравнительная оценка эффективности антибиотиков и иммунопрепаратов при профилактике и лечении синегнойной инфекции. Автореф. Дис..к.м.н. Публ. М., 1982; 23-56
7. Мінухін В.В. Мікробіологічне обґрунтування розробки препаратів для профілактики і лікування синьогнійної інфекції. Дис. д-ра мед. наук: 14.02.05. Харків, 1997; 237-57.
8. Dorai AA. Wound care with traditional, complementary and alternative medicine. *Indian J Plast Surg.* 2012;45(2):418-24.doi:10.4103/09700358.101331.[PubMed: 23162243].
9. Cho Lee AR, Leem H, Lee J, Park KC. Reversal of silver sulfadiazineimpaired wound healing by epidermal growth factor. *Biomaterials.* 2005;26(22):4670-6.doi:10.1016/j.biomaterials.2004.11.041.[PubMed: 15722137].
10. Fraser JF, Cuttle L, Kempf M, Kimble RM. Cytotoxicity of topical antimicrobial agents used in burn wounds in Australasia. *ANZ J Surg.* 2004;74(3):139-42. [PubMed: 14996161].

## **ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

*Гасанов Х. Ш.,  
адъюнкт, НУГЗУ,*

*Ключка Ю. П.,  
д.т.н., с.н.с., начальник кафедры, НУЦЗУ*

### **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛОВИЗОРОВ**

В работе показано, что между убытком от пожара и временем до его ликвидации или локализации отсутствует корреляционная связь. Проведена экспертная оценка результативности использования тепловизоров при пожарах.

Получены оценки эффективности тушения пожаров с использованием тепловизоров по критерию площади пожара и вероятности его локализации, ликвидации. Проведен комплекс экспериментальных исследований по определению температур при пожаре и его воздействию на внешние конструкции, воздействию опасных факторов пожара на остекление.

**Ключевые слова:** пожар, тепловизор, повышение эффективности тушения, вероятность.

*Yu.P. Kluchka,*

*Doctor of technical sciences, senior researcher, head of the Department, NUCDU*

*Kh.Sh. Hasanov,  
PhD student NUCDU*

### **ESTIMATION OF EFFICIENCY OF EXHAUSTING FIRE WITH USING HEATERS**

The paper shows that there is no correlation between the loss from the fire and the time before its elimination or localization. The expert evaluation of the effectiveness of the use of thermal imagers in fires is carried out.

Estimates of the effectiveness of fire extinguishing using thermal imagers have been obtained by the criterion of the fire area and the probability of its localization, liquidation.

**Keywords:** Fire, thermal imager, increased quenching efficiency, probability.

**Постановка проблемы.** Во многих сферах деятельности человека все чаще применяются специализированные устройства, которые помогают человеку при выполнении тех или иных работ [1-6]. Одним из таких является тепловизор, применение которого возможно при тушении пожаров. Однако проблемой является отсутствие нормативной базы по их применению и рекомендаций по применению.

**Анализ последних исследований и публикаций.** В работе [6] проведен детальный анализ использования тепловизоров при тушении пожаров. В работе показано, что отсутствуют научно обоснованные рекомендации касательно тактических действий на основе анализа инфракрасного изображения, как при тушении пожара, так и при его разведке.

Несмотря на работы [7-16], остается открытым вопрос по оценке эффективности применения тепловизоров при тушении пожаров.

**Постановка задачи.** Целью работы является оценка эффективности тушения пожаров с использованием тепловизоров. При этом необходимо

определить критерии, по которым непосредственно будет определяться данная эффективность.

**Изложение основного материала.** Оценка эффективности тушения пожаров может проводиться по различным критериям, а именно:

- количество жертв на пожаре;
- материальный ущерб от пожара;
- время локализации и тушения пожара;
- количество потраченных огнетушащих средств;
- площадь пожара и др.

Для того чтобы определиться с критерием оценки эффективности тушения необходимо проанализировать статистику пожаров. Данный анализ [17] позволил построить следующие зависимости времени до локализации пожара от времени до прибытия от момента его возникновения (рис. 1) и времени до ликвидации пожара от времени до локализации от момента его возникновения (рис. 2).

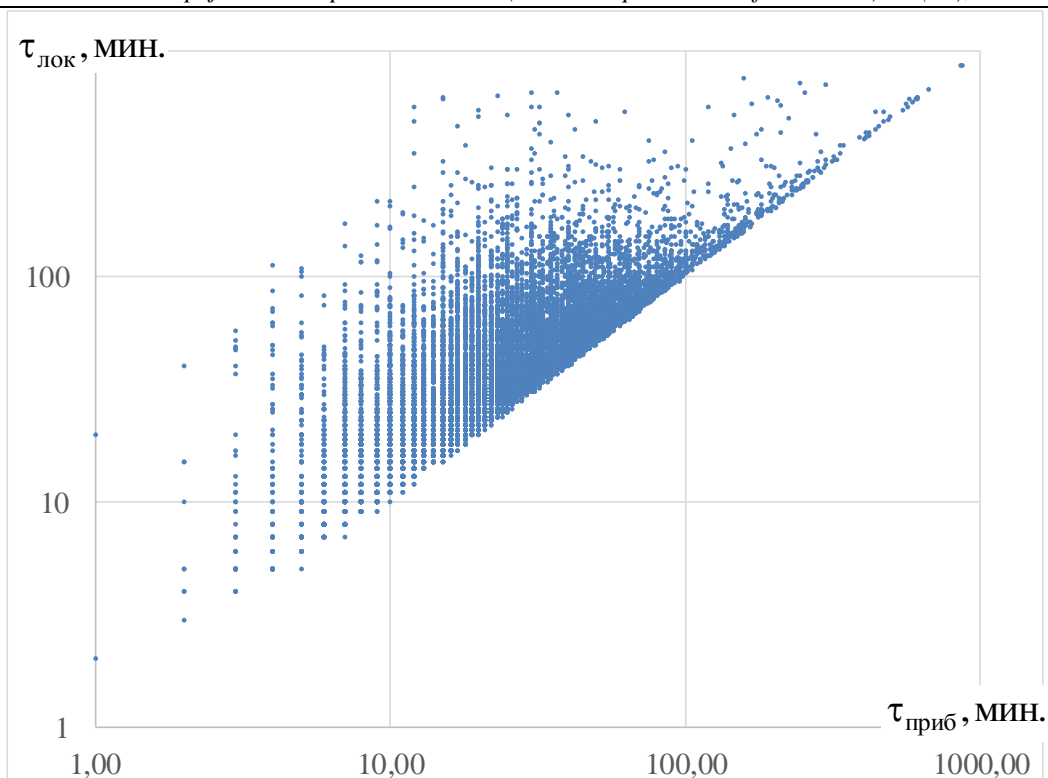


Рис. 1. – Зависимость времени до локализации пожара от времени до прибытия от момента его возникновения

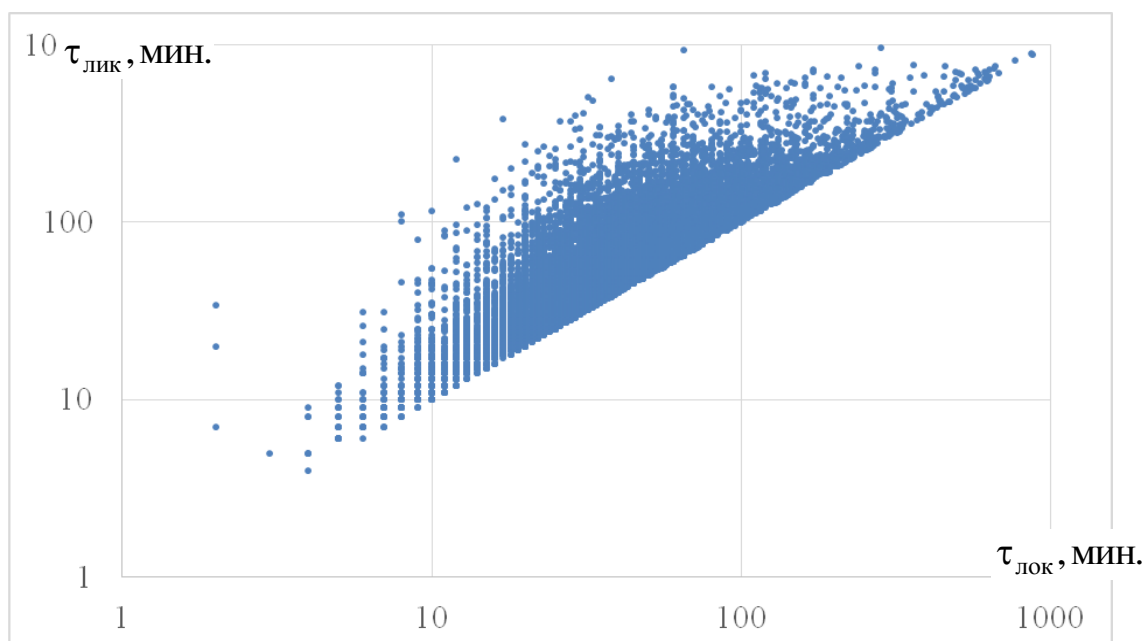


Рис. 2. – Зависимость времени до ликвидации пожара от времени до локализации от момента его возникновения

На основе анализа более 50000 пожаров в [18], установлено, что случайная величина времени до момента прибытия, локализации и ликвидации может быть описана распределением Рэлея

$$f(\tau_i) = \frac{\pi\tau}{2\mu_i^2} \cdot \exp\left(-\frac{\tau^2\pi}{4\mu_i^2}\right), \quad \tau \in [0; +\infty). \quad (1)$$

Также показано, что случайная величина времени выполнения той или иной операции во время

ликвидации пожара может иметь значения математического ожидания и дисперсии в соответствии с выражением

$$\sigma_i = 0,914\mu_i + 8,747, \quad \mu_i \in [28,13; 75,9] \quad (2)$$

Таким образом одним из критериев эффективности использования тепловизоров может быть вероятность локализации, ликвидации

пожара, которая определяется в соответствии с выражением

$$F = 1 - \exp\left(-\frac{\pi\tau^2}{4\mu_i^2}\right). \quad (3)$$

На рис. 3, в соответствии с (2) и (3), приведена зависимость вероятности выполнения операции от математического ожидания и времени.

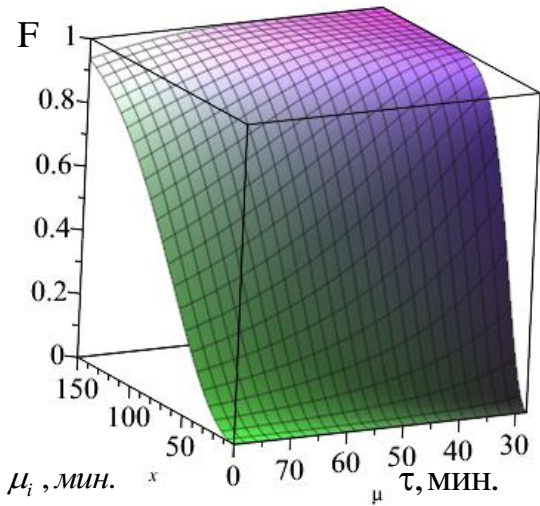


Рис. 3. – Вероятность выполнения операции от математического ожидания и времени

Анализ рис. 4 показывает, что величина  $\gamma$  принимает максимальные значения при малых значениях времени.

Экспертная оценка (анкетирование сотрудников ГСЧС Украины) показала, что использование

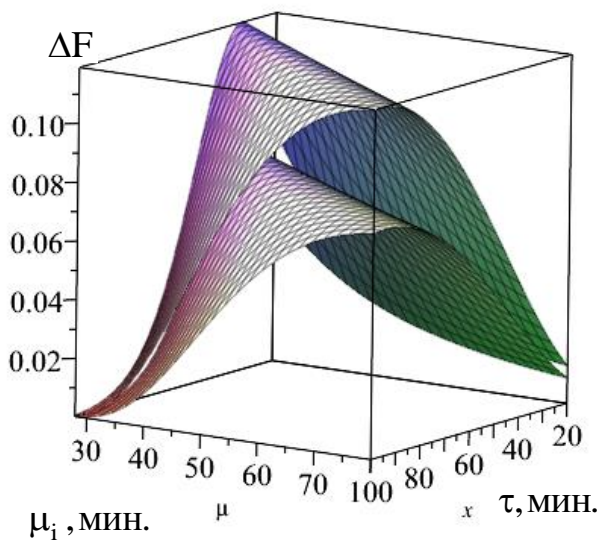


Рис. 4. – Изменение вероятности выполнения операции в зависимости от математического ожидания и времени от начала пожара:

$$1 - \mu_i^* = 0,9\mu_i; \quad 2 - \mu_i^* = 0,85\mu_i$$

На рис. 4 приведена зависимость вероятности выполнения операции от математического ожидания и времени в соответствии с выражением

$$\gamma_F = \frac{F(\mu_i - z; \tau) - F(\mu_i; \tau)}{F(\mu_i; \tau)}, \quad (4)$$

где  $z$  – время, которое экономится при использовании тепловизоров.

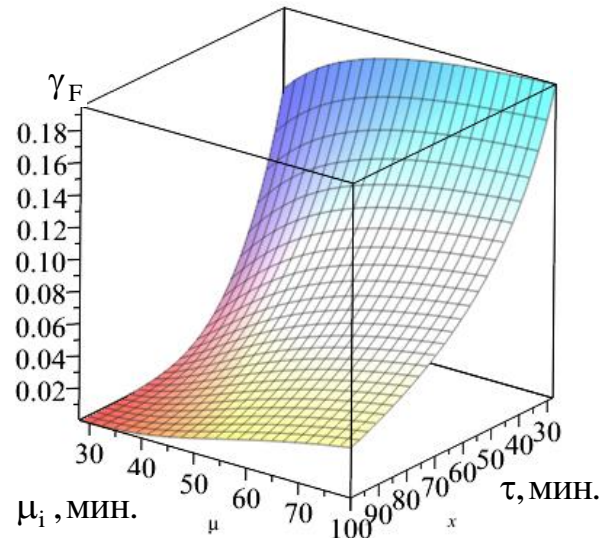


Рис. 4. – Относительное изменение вероятности выполнения операции от математического ожидания и времени ( $z=3$  мин.)

тепловизора, по их мнению, может сократить на величину до 10 минут время от момента возникновения до его тушения или же до 10-15%.

На рис. 4 и 5 приведены зависимости изменения вероятности выполнения операции в зависимости от математического ожидания и времени от начала пожара.

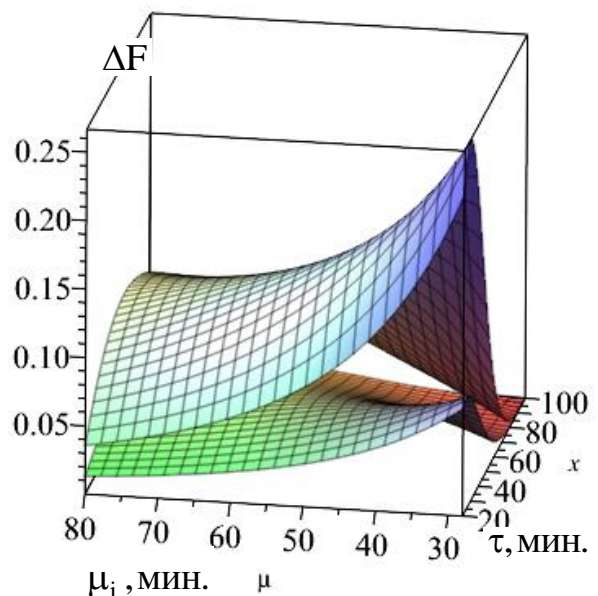


Рис. 5. – Изменение вероятности выполнения операции в зависимости от математического ожидания и времени от начала пожара: 1 –  $z=10$  мин.; 2 –  $z=3$  мин.

Таким образом, установлено, что вероятность выполнения операции может увеличиваться на величину до 0,25.

Одним из важных показателей пожаров является ущерб от них. Анализ статистики пожаров

показал, что средние прямые убытки от пожара составляют 21,6 тыс. грн., а косвенные 90,4 тыс. грн.

На рис. 6 приведены точки, которые отражают ущерб от пожара и времени до его ликвидации.

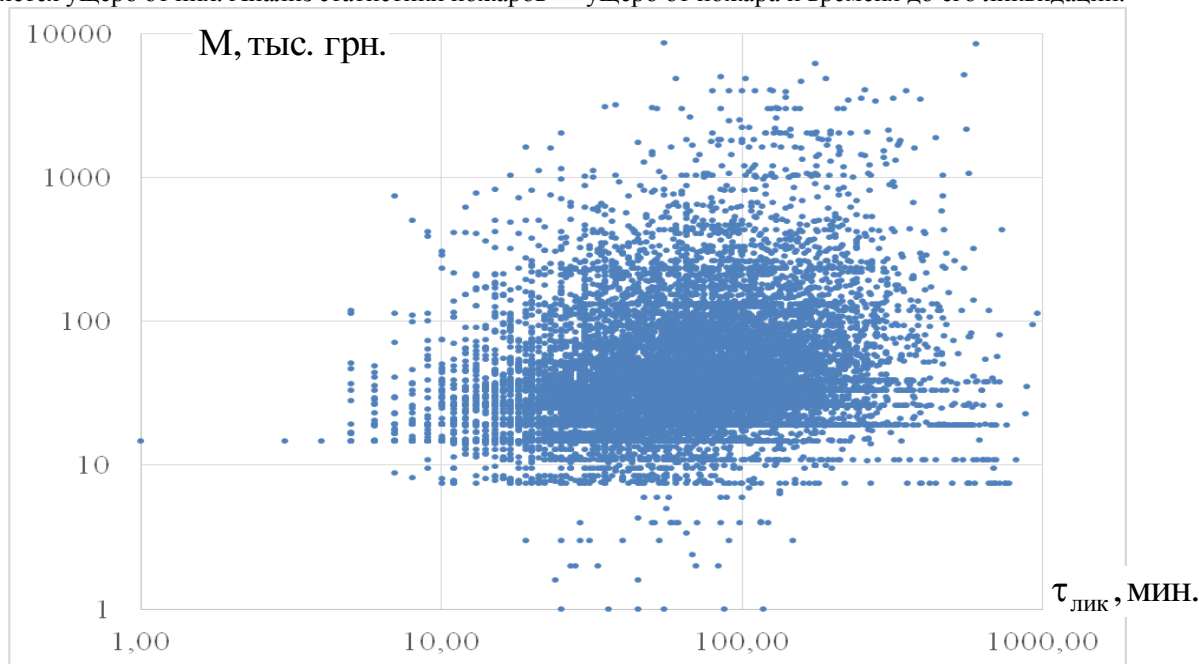


Рис. 6. – Зависимость ущерба от времени до ликвидации от момента его возникновения

Выборка из более 50000 пожаров была разбита на диапазоны с граничными значениями  $(\tau_{i(\min)}; \tau_{i(\max)})$ , исходя из следующего выражения [19]

$$n = 3,3 \cdot \lg(N) + 1. \quad (5)$$

На рис. 7 приведены полученные средние значения материального ущерба от времени до ликвидации пожара.

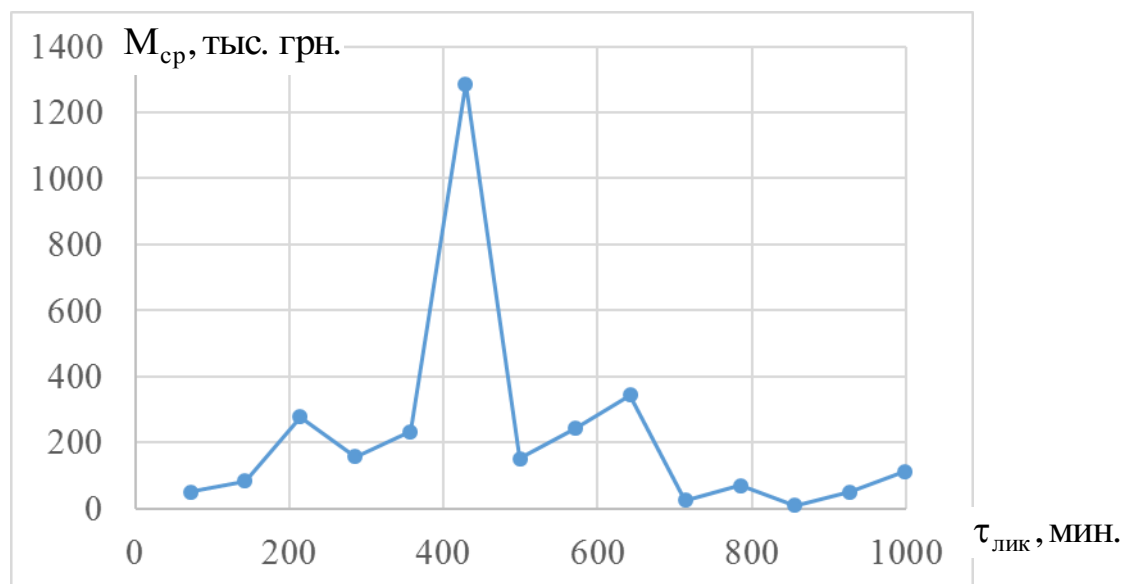


Рис. 7. – Зависимость средней величины материального ущерба от времени до ликвидации пожара

Анализ рис. 7 показывает, что отсутствует корреляция между величинами материального ущерба и времени до ликвидации пожара.

В связи с этим проведем оценку влияния изменения времени локализации и ликвидации пожара на материальный ущерб через площадь пожара. Площадь пожара прямо пропорционально зависит от времени при прямоугольной форме пожара или

пропорционально квадрату времени при круговой форме пожара

$$S_{\Pi} = w \cdot \pi R_{\Pi}^2, \quad (6)$$



где  $R_{п}$  – радиус пожара;  $w$  – коэффициент, который зависит от формы пожара.

Радиус пожара после 10 минут свободного развития определяется в соответствии с выражением

$$R_n = 0.5V_{л} \cdot 10 + V_{л} \cdot (\tau_{св} - 10), \quad (7)$$

$V_{л}$  – линейная скорость распространения пожара;  $\tau_{св}$  – время свободного развития пожара.

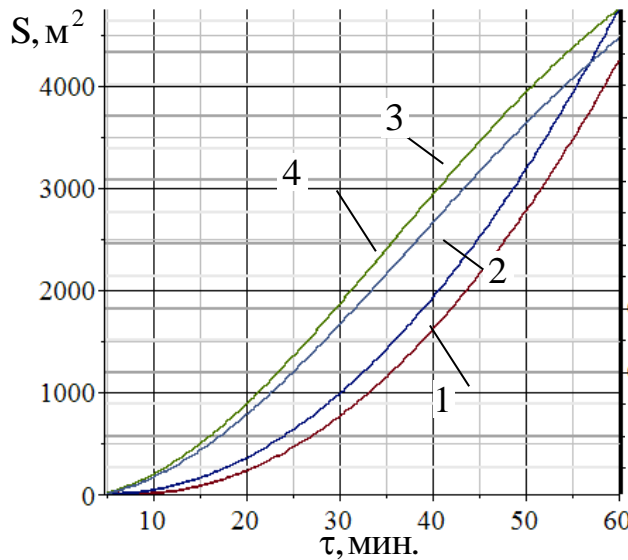


Рис. 8. – Зависимость площади пожара и вероятности локализации от времени: 1 –  $S$ ; 2 –

$$S|_{z=3}; 3 – F|_{\mu=47}; 3 – F|_{\mu=44};$$

Анализ рис. 9 показывает, что применение тепловизоров может приводить к сокращению площади развития пожара от 5% до 100% и повышению вероятности локализации пожара до 10% в интервале времени до 60 минут.

Поскольку применение тепловизоров требует наличия научно обоснованных рекомендаций, номограмм и т.д., для подтверждения математических моделей полученных в [7, 18], был проведен комплекс экспериментальных исследований по: определению температур при пожаре и его воздействию на внешние конструкции (в условиях пожара); воздействию опасных факторов пожара на остекление (лабораторная установка); и другие. В результате было установлено, что относительная разбежность математической модели и экспериментальных данных не превышает 26%, что является приемлемым результатом для такого рода исследований.

**Выводы.** В результате проведенной работы:

- показано, что между убытком от пожара и временем до его ликвидации или локализации отсутствует корреляционная связь;
- получены оценки эффективности тушения пожаров с использованием тепловизоров

Тогда при круговой форме пожара площадь будет определяться выражением

$$S_n = w \cdot \pi (V_{л} (\tau_{св} - 5))^2.$$

На рис. 8 представлены зависимости площади пожара и вероятности локализации от времени, а также относительно изменение этих показателей при изменении  $z$  (рис. 9).

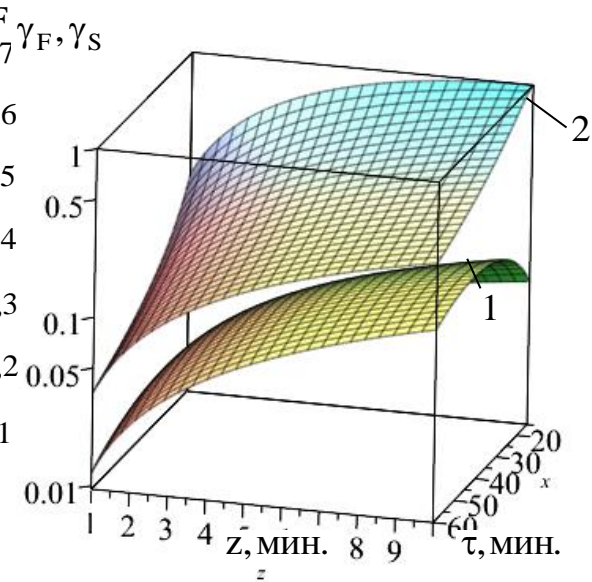


Рис. 9. – Относительное изменение площади пожара и относительное изменение вероятности локализации от времени и величины  $z$ : 1 –  $\gamma_F$ ; 2 –  $\gamma_S$

по критерию площади пожара и вероятности его локализации, ликвидации;

- проведена экспертная оценка результативности использования тепловизоров при пожарах и установлено, что использование последних может сократить на величину до 10 минут время от момента возникновения до его тушения или же до 10-15%;

- проведен комплекс экспериментальных исследований по определению температур при пожаре и его воздействию на внешние конструкции, воздействию опасных факторов пожара на остекление и другие. При этом относительная разбежность математической модели и экспериментальных данных не превышает 26%.

#### Литература

1. Тепловизоры для пожарных [Электронный ресурс] // Режим доступа: [http://www.pergam.com.ua/catalog\\_103.htm?PHPSSES SID=j5848etppm6l6v4h9d9tbl08c1](http://www.pergam.com.ua/catalog_103.htm?PHPSSES SID=j5848etppm6l6v4h9d9tbl08c1).
2. Тепловизор для пожарных [Электронный ресурс] // Режим доступа: [http://ircam.ru/teplovizor\\_pozharny.htm](http://ircam.ru/teplovizor_pozharny.htm).
3. Тарасов В.В. Инфракрасные системы «смотрящего» типа / В.В. Тарасов, Ю.Г. Якушенков. – М.: Логос, 2004. – 452 с.

4. Вавилов В.П. Тепловизоры и их применение / В.П. Вавилов, А.Г. Климов. – М.: Интел универсал, 2002. – 88 с.
5. Жилкин Б.П. Применение тепловизионного метода для обнаружения очагов пламенного горения / Б.П. Жилкин [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. – 2012. – Т. 21. № 4. – С. 38–40.
6. Ключка Ю.П. Анализ применения тепловизоров при тушении пожаров / Ю.П. Ключка, Х.Ш. Гасанов, Н.В. Крынская // Проблемы пожарной безопасности. - 2014. - Вып. 36. - С. 109-116.
7. Klyuchka Y. P. Impact model of hazard emergency situation on the testimony of a thermal imager / Y. P. Klyuchka, N. V. Krynska, S. H. Hasanov // Проблеми надзвичайних ситуацій. - 2015. - Вип. 22. - С. 70-77.
8. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. Под общ. ред. В.В. Клюева. Т.5: В 2 кн. Кн. 1: Тепловой контроль / В.П. Вавилов. – М.: Машиностроение, 2004. – 679 с.
9. Dozier, K., “Thermal Imaging Technology: What’s Right for your Department?”, *Fire Engineering*, 152:7, 95-97, 1999.
10. Yokohama City Fire Bureau, “Development of Pneumatic Atomizing Water Discharger for Firefighters Put Air Gas Cylinder to Use”, *Bosai Kenkyu*, 33: 17-21, 2002.
11. Нестерук Д.А., Вавилов В.П. Тепловой контроль и диагностика. Учебное пособие для подготовки специалистов I, II, III уровня / Нестерук Д.А. – Томск., 2007. – 104 с.
12. Widmann, J.F. and Duchez, J., “The effect of water sprays on fire fighter thermal imagers”, *Fire Safety Journal*, 39, 217-238, 2004.
13. Amon, F., Bryner, N., and Hamins, A., “Thermal Image Research Needs for First Responders: Workshop Proceedings”, NIST Special Publication 1040, 2005.
14. Yoshimura, S., Kanenishi, T., Honjo, M., Miura, D., Tsuruda, T., Suzuki, T., Ogawa, Y. and Ohta, J., “Research and Development of Fire Fighter Activity Support System”, *Proceedings of Annual Symposium of Japan Association for Fire Science and Engineering*, pp. 6-9, 2006.
15. Ino, Y., “Research and Development of Fire Fighter Activity Support System”, *Proceedings of 54th National Fire Fighting Engineer Conference*, pp. 41-46, 2006.
16. Ohta, J., Tsuruda, T., Suzuki, T., Ogawa, Y., Kanenishi, T., Yoshimura, S., Honjo, M. and Miura, D., “Advanced Fire Fighting Technology Using Wearable Thermal Imaging Camera”, *Proceedings of Safety Engineering Symposium 2006*, pp. 235-238, 2006.
17. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2014 році [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.mns.gov.ua/content/annual\\_report\\_2014.html](http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2014.html).
18. Klyuchka Y. P. Impact model of hazard emergency situation on the testimony of a thermal imager / Y. P. Klyuchka, N. V. Krynska, S. H. Hasanov // Проблеми надзвичайних ситуацій. - 2015. - Вип. 22. - С. 70-77.
19. Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций/ А.А.Свешников – М.: Наука, 1968. – 464 с.

*Mieczysław Szyszkowicz*  
112 Four Seasons Dr.  
Ottawa, K2E 7S1, Canada

## ANALOGOWE METODY KWADRATURY KOŁA

**Abstrakt.** Kwadratura koła czy rozprostowanie okręgu jest nieustającym wyzwaniem dla ludzi od kilku tysięcy lat. Pod koniec XIX wieku stało się jasne, że jest niemożliwe dokonać dokładnej klasycznej kwadratury koła. Jednak zawsze da się wykonać w miarę dobre jej aproksymacje. Praca przedstawia nowe metody takich konstrukcji geometrycznych. Metody te mogą być zrealizowane w postaci prostych przyrządów.

**Słowa kluczowe:** ekiemka, liczba pi, koło, kwadrat, przyrząd, tangens, wzorzec

## SQUARING THE CIRCLE USING ANALOG METHODS

**Abstract.** Squaring the circle and rectification of the circle has been a permanent challenge for human beings for over a thousand years. In the late 19th century, it became clear that the squaring of the circle was impossible to accomplish using classical approach. However, it is always possible to do a good enough approximation. This work presents new methods to perform such geometrical constructions. The methods can be applied to constructing simple geometrical devices.

**Keywords:** circle, device, number pi, set square, square, tangent, template

### 1. Wprowadzenie

Jeden z postulatów Euklidesa powiada, że „przez dwa nieidentyczne punkty przestrzeni przechodzi tylko jedna prosta”. Takie sformułowania i całe rozumienie geometrii polegają właśnie na tego typu abstrakcji. Euklides nie mówi tu nic o samym rysowaniu, np. jak grubo ma być rysik ołówka, aby sprawnie

przeprowadzić linię prostą między danymi punktami. W takim też sensie należy rozumieć zadanie kwadratury koła. Trzeba w nim zbudować kwadrat o równym polu, jakie ma dane koło. Kwadrat taki należy wytyczyć używając tylko cyrkla i liniału bez podziałki. Archimedes wykazał, że bok takiego kwadratu wynosi pierwiastek arytmetyczny z liczby pi ( $\pi$ ) razy promień



koła ( $r$ ). Tak więc pole takiego kwadratu o boku  $r\sqrt{\pi}$ , a i zarazem pole koła, to jest szeroko znane  $\pi r^2$ . Od roku 1882 wiadomo, że zadanie klasycznej kwadratury koła nie da się rozwiązać. Bowiem w tym to właśnie roku niemiecki matematyk Carl Louis Ferdinand von Lindemann opublikował pracę, w której wykazał, że liczba pi ( $\pi$ ) jest liczbą niealgebraiczną [1]. W konsekwencji tej własności liczby pi, nie da się jej zbudować geometrycznie. Kładzie to kres konstrukcjom kwadratu cyrklem i linijką, którego pole jest równe polu z góry zadanego koła.

Innego rodzaju jest geometria niewłaściwa, zwykle oparta na urojonych dogmatach typu „przez trzy nieidentyczne punkty przestrzeni przechodzi tylko jedna prosta, jeśli jest ona dostatecznie szeroka”. Oczywiście jest to żart, a zrazem prawda, jeśli linia prosta to rzeczywiście w miarę szeroki pas płaszczyzny. A tak nie jest. Zazwyczaj na takich postulatach opiera się wiele „genialnych” odkryć kwadratury koła dokonanych przez niefrasobliwych amatorów. Często w takich „dziełach” właśnie istotna jest grubość rysika ołówka czy własność taśmy mierzącej długość okręgu. Zatem odkrycia te są z gruntu fałszywe (zwykle ich autor popełnia zasadniczy błąd) lub w najlepszym razie są to już znane lepsze czy gorsze aproksymacje rozwiązania problemu kwadratury. Oczywiście nie ma nic zdrożnego w konstrukcjach przybliżonych.

Dopuszczenie innych elementów do konstrukcji lub zmiana jej warunków pozwala wyznaczyć kwadrat o takim samym polu co ma koło. Już w starożytnej Grecji znano co najmniej dwa sposoby dokonania kwadratury koła. Jednym z nich jest spirala Archimedesesa [2, 3], zaś drugim kwadratura Hippiasza [4]. W obu wypadkach są to krzywe i wymagają odwzorowania koła. Jednym z ograniczeń w klasycznej kwadraturze koła, poza użyciem tylko cyrkla i linijki, jest wykonanie procesu w skończonej liczbie kroków. Stosując spiralę Archimedesesa czy kwadraturę Hippiasza w sumie, wykonujemy ciągły proces (nieskończoną liczbę kroków) przy konstrukcji pożądanego kwadratu.

Innym zagadnieniem związanym z kołem jest wyznaczenie długości jego obwodu. Często ta konstrukcja jest nazywana wyprostowanie

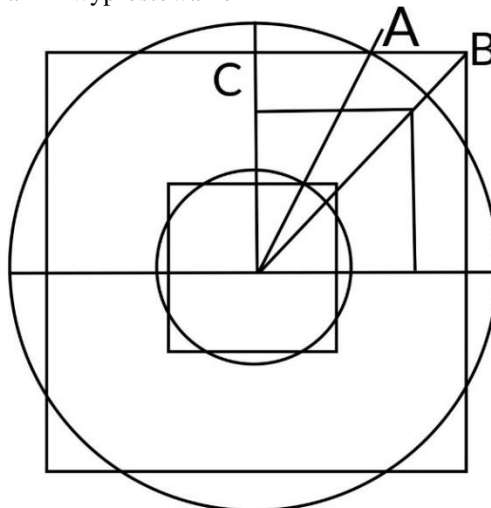
(rektyfikacja) okręgu. Jest ona równoważna kwadraturze koła. Jak wykazał Archimedes, pole koła to pole trójkąta prostokątnego o bokach przy kącie prostym równym  $r$  oraz  $2\pi r$ , gdzie  $2\pi r$  to właśnie długość okręgu. Mamy bowiem zależność: pole koła = pole trójkąta =  $r * \frac{2\pi r}{2} = \pi r^2$ .

W tej pracy podane są dwa sposoby dokonania (przybliżonej) kwadratury koła oraz przez analogię podobne dwa sposoby rozprostowania okręgu. W sumie przedstawione są tu narzędzia. Można rzecz ekierki, podobnie jak w przypadku ekierki Binga [5, 6], które ulokowane w dowolnym kole wskazują bok szukanego kwadratu, czy to dla kwadratury koła czy dla rektyfikacji okręgu.

## 2. Przybliżona kwadratura koła

### Metoda A.

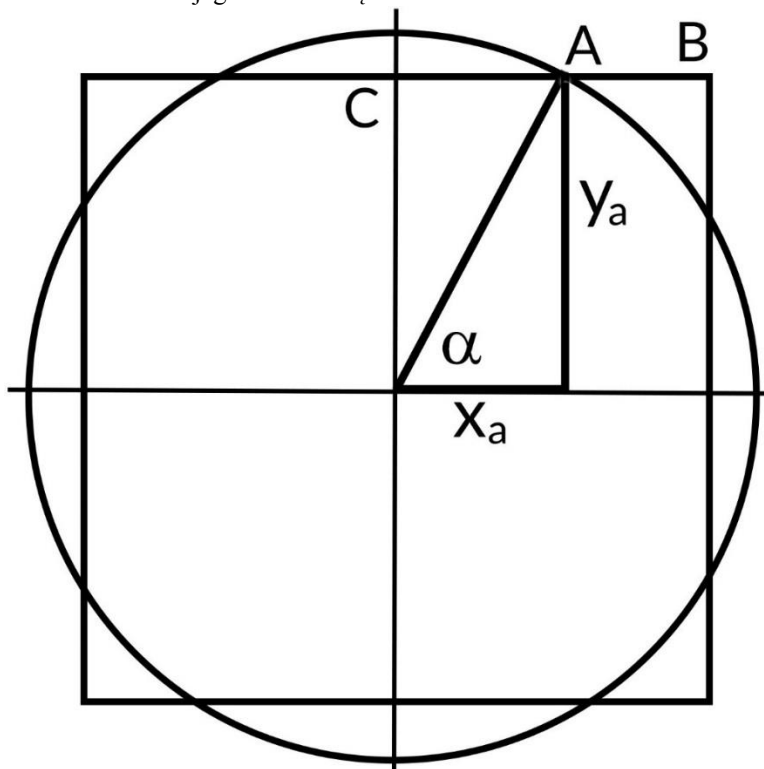
Metoda tu przedstawiona opiera się na już „dokonanej i zapamiętanej” kwadraturze koła. Istnieje wiele technik dokonania kwadratury koła. Oczywiście nie w sposób klasyczny, z użyciem tylko cyrkla i liniału, a innymi sposobami, chociażby spiralą Archimedesesa. W sumie ludzkość zajmuje się zagadnieniem kwadratury koła ponad 4 tysiące lat i mamy zapewne niezłe wzorce. Właśnie wzorce. Podejście jest następujące. Utrwalamy dokonaną (znaną) kwadraturę koła jako wzorzec (kalkę). Powiedzmy w kwadracie jednostkowym na jednym z jego boków zaznaczamy punkt, w którym ten bok przecina się z okręgiem koła. Ze środka koła prowadzimy prostą przechodzącą przez punkt przecięcia okręgu z kwadratem. Ten punkt przecięcia jest odwzorowany na zadany okrąg koła, dla którego szukamy kwadratu. Kwadratury kół dokonujemy na bazie wzorca i skalowania do aktualnej sytuacji. Tutaj jeden kwadrat traktujemy jako wzorzec dla kwadratury koła. Popatrzmy na zamieszczoną ilustrację na Rysunku 1. Mniejszy kwadrat oraz okrąg pozwalają wyznaczyć punkt A na dużym okręgu. Lokalizacja tego punktu określa jednoznacznie bok szukanego kwadratu. Pozostałe potrzebne punkty leżą na przekątnej kwadratu (punkt B) oraz promieniu koła (przecięcie promienia z okręgiem, punkt C). Odcinek CB jest połową boku wyznaczanego kwadratu.



Rys. 1. Wzorcowy kwadrat (mały) pozwala dokonać kwadratury koła (dużego).

## Metoda B

Rozpatrzmy sytuację jak na Rysunku 2. Mamy na nim okrąg koła i zaznaczony kwadrat. Kwadrat ten ma takie same pole jak dane koło. Jest on jego kwadraturą.



Rys. 2. Kwadratura koła za pomocą trójkąta prostokątnego o bokach  $x_a$  i  $y_a$ .

Tu dla rozważań przyjmujemy, że koło jest jednostkowe ( $r=1$ ). Otrzymane wyniki są prawidłowe dla dowolnych kół. Współrzędne punktu B to  $(\frac{\sqrt{\pi}}{2}, \frac{\sqrt{\pi}}{2})$  oraz C  $(0, \frac{\sqrt{\pi}}{2})$ . Teraz wyznaczmy położenie punktu A o współrzędnych  $(x_a, y_a)$ . Z równania koła  $x^2 + y^2 = 1$  oraz z tego, że  $y_a = \frac{\sqrt{\pi}}{2}$  dostajemy wartość  $x_a = \frac{\sqrt{4-\pi}}{2}$ . Prosta przechodząca przez środek okręgu oraz punkt A ma zawsze takie same nachylenie. Tutaj mówimy o relacji koło-kwadrat, gdzie obie figury mają takie same pola. Oznaczmy ten kąt przez  $\alpha$ . Innymi słowy zachodzi następująca zależność  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{y_a}{x_a} = \frac{\frac{\sqrt{\pi}}{2}}{\frac{\sqrt{4-\pi}}{2}}$ . Ta wartość w przybliżeniu jest równa 1.9130583802711, a odpowiadający jej kąt wynosi 62.4°. Wartość  $\operatorname{tg} \alpha$  przybliżymy ułamkiem łańcuchowym. Dla 9 pierwszych jego wartości mamy [1; 1 10 1 1 126 3 45 7] oraz reduktę odpowiednio z licznikami 1, 2, 21, 23, 44, 5567, 16745, 759092, 5330389 oraz mianownikami 1, 1, 11, 12, 23, 2910, 8753, 396795, 2786318. Zatem wartość tangensa możemy zastąpić zwykłym ułamkiem. W sumie proporcją dwóch liczb naturalnych przybliżamy jego wartość. Daje to możliwość zbudowania ekierki o bokach w takich proporcjach jak licznik ( $y_a$ ) do mianownika ( $x_a$ ). Ekierka taka pozwala dokonywać przybliżonej kwadratury danego koła. Z równania na tangens łatwo

jest wyliczyć, że  $\pi = 4(1 - \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha + 1})$ , zaś z tej zależności możemy szacować dokładność kolejnych przybliżeń ułamkami. Tak na przykład przybliżenie w proporcji 44:23 prowadzi do  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{y_a}{x_a} \approx \frac{23}{44} \approx 1.91304347826087$  i to daje  $\pi \approx 3.14158215010142$ . Tak więc jak zbudujemy ekierkę o bokach w proporcji 44:23, to jej zastosowanie do wykonania kwadratury daje liczbę pi z czterema poprawnymi miejscami (3.1415).

### 3. Przybliżone rozprostowanie okręgu Metoda C

Zagadnienie rozprostowania okręgu i kwadratura koła są zadaniami równoważnymi. Mając rozwiązanie jednego z tych problemów automatycznie mamy rozwiązanie drugiego zadania. Wynika to z wspomnianych już osiągnięć Archimedesesa. Tutaj rozprostowanie okręgu zdefiniujemy jako wyznaczenie kwadratu o takim samym obwodzie co obwód danego koła. Oczywiście taki kwadrat ma pole mniejsze od pola koła. Z drugiej strony mając długość okręgu łatwo jest zbudować kwadrat o takim samym polu. Wymaga to zbudowania odcinka o długości  $r\sqrt{\pi}$ . Do rektyfikacji okręgu, a tu do zbudowania kwadratu o obwodzie równym długości okręgu, użyjemy takiej samej metody jak w przypadku kwadratury koła (Metoda A). Zatem uzyskujemy i „zapamiętujemy” takie rozwiązanie geometryczne, które daje rozprostowanie okręgu. Mamy je w formie kwadratu. Jego obwód ma taką samą

długość jak okrąg. Dalej postępujemy dokładnie identycznie, jak to pokazano na Rysunku 1. Nasz punkt A przesunie się teraz bliżej rogu kwadratu. Jesteśmy w stanie zawsze go wyznaczyć. Otrzymany kwadrat jest oczywiście teraz mniejszy niż w metodzie A dla kwadratury koła.

#### Metoda D

Znów przez analogię jak w przypadku kwadratury koła (Metoda B, Rys. 2) dostajemy współrzędne punktów  $B = \left(\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{4}\right)$ ,  $C = \left(0, \frac{\pi}{4}\right)$  oraz  $A = \left(\frac{\sqrt{16-\pi^2}}{4}, \frac{\pi}{4}\right)$ . Teraz mamy relację  $tg\alpha = \frac{y_a}{x_a} = \frac{\pi}{\sqrt{16-\pi^2}}$ . W przybliżeniu jest to liczba równa 1.26883638027861. Wartość tę aproksymujemy ułamkiem łańcuchowym o 9 wyrazach. Dostajemy odpowiednio [1;3 1 2 1 1 3 5 1] oraz reduktę z licznikami 1, 4, 5, 14, 19, 33, 118, 623, 741 oraz mianownikami 1, 3, 4, 11, 15, 26, 93, 491, 584. Teraz podobnie możemy zbudować odpowiednią ekierkę. Dla jej boków w proporcji 741:584 dostajemy przybliżenie dla liczby pi równe 3.14159192896106. Tu wartość liczby pi wyznaczamy z zależności  $\pi = 4 \sqrt{1 - \frac{1}{tg^{2\alpha+1}}}$ . Stały kąt nachylenia przeciwprostokątnej w trójkącie prostokątnym teraz wynosi 51.8°.

#### 4. Dyskusja

W tej krótkiej pracy przedstawione są dwie metody na kwadraturę koła (Metoda A i B) oraz odpowiednio na rozprostowanie okręgu (Metoda C i D). Proponowane tu metody możemy zrealizować w postaci przyrządów w rodzaju ekierek. Takie narzędzia mogą być bardzo pomocne w nauczaniu matematyki. Również w przypadku inżynierii stosowanej, możliwość dokonania automatycznej kwadratury może być bardzo pomocna. Trudno jest ocenić dokładność metod A i C. Mamy tu trochę sytuację „grubości rysika ołówka”. Dla metod B i D jesteśmy w stanie orzec jaką wartość dla liczby pi otrzymujemy przyjmując dana proporcję boków ekierki.

Tu warto wspomnieć konstrukcję rektyfikacji połowy okręgu wynalezioną przez polskiego

matematyka Adama Kochańskiego [7-9]. Piękno jego konstrukcji geometrycznej polega na prostocie, użyciu tylko liniału i cyrkla, gdzie w całym procesie cyrkiel ma tylko jedno stałe rozwarcie (wielkości r). Autor tej pracy wprowadził klasę wielokątów „napisanych” (onscribed) na kole [10]. Leżą one pomiędzy wielokątami foremnymi opisanymi na kole i wpisanyymi w koło. Ich konstrukcji można dokonać właśnie posługując się metodą A.

#### Bibliografia

- [1] Lindemann, F. Über die Zahl  $\pi$ . *Mathematische Annalen*. 20 (1882): pp. 213–225.
- [2] Strona na temat spiral. [https://en.wikipedia.org/wiki/On\\_Spirals](https://en.wikipedia.org/wiki/On_Spirals). (Dostęp 12.04.2017).
- [3] Strona na temat kwadratury spiral Archimedes. [http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/history/HistTopics/Squaring\\_the\\_circle.html](http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/history/HistTopics/Squaring_the_circle.html) (Dostęp 12.04.2017).
- [4] Strona na temat kwadratury Hippiasza. [https://en.wikipedia.org/wiki/Quadratrix\\_of\\_Hippias](https://en.wikipedia.org/wiki/Quadratrix_of_Hippias) (Dostęp 12.04.2017).
- [5] Szyszkowicz M. Krótka historia ekierki Binga (in Polish: A short history of Bing's set square) *East European Scientific J (EESJ)*. 2016; 8(12): 57-60.
- [6] Szyszkowicz M. Approximate quadrature of the circle using a set square. *The Mathematical Gazette*. 2017 (July). Accepted.
- [7] Kochański, A.A. *Observationes cyclometricae ad facilitandam praxin accomodatae*. *Acta Eruditorum* 4, 394–398 (1685) Google Scholar.
- [8] Fukś H. *Observationes cyclometricae* by Adam Adamandy Kochański – Latin text with annotated English translation (2011). URL <http://arxiv.org/abs/1106.1808>
- [9] Fukś H. Adam Adamandy Kochański's approximations of  $\pi$ : reconstruction of the algorithm. (29 May 2014): <https://arxiv.org/pdf/1111.1739.pdf>.
- [10] Szyszkowicz M. Approximations of the Number  $\pi$  Using Onscribed Regular Polygons. *British Journal of Mathematics & Computer Science*. 2016; 14(5). DOI: 10.9734/BJMCS/2016/23947.

*Елькина О.В.**аспирант кафедры «Архитектура»**ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет».**Россия, 610007, Кировская область, г.Киров*

## МОНИТОРИНГ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ГОРОДОВ КОНГРУЭНТИВНЫХ ГОРОДУ КИРОВУ.

**Ключевые слова:** конгруэнция, мониторинг, архитектурно-планировочное наследие, историко-архитектурное и градостроительное наследие.

*O. V. Elkina*

### MONITORING OF DOMESTIC AND FOREIGN CITIES CONGRUENT TO THE KIROV CITY.

The study is devoted to the definition of the city with the most effective system of measures to preserve the architectural planning and urban heritage.

Congruence is a phenomenon of matching the architectural and planning solutions of the city to the architectural and planning decisions of other cities. Described a method for determining congruent cities to the Kirov city. Conducted a comprehensive analysis of the state of the historical buildings territory and architectural monuments of the Kirov, showed that the risk of loss of the architectural monuments and urban planning in the city of Kirov 2.8 times higher than in urban areas, which according to the study congruent the city of Kirov.

The study identified the cities with the developed and tested program systems, activities for the successful regeneration of the architectural and planning framework of the city, the preservation and restoration of historic buildings, an experience that should operate in the formation program for the Kirov city.

Keywords: congruence, monitoring, architectural planning heritage, urban heritage.

Исследование посвящено определению города с наиболее эффективной системой мероприятий по сохранению архитектурно-планировочного и градостроительного наследия.

Конгруэнция-это явление соответствия архитектурно-планировочного решения одного города к архитектурно планировочным решения других городов. Описана методика определения конгруэнтных г.Кирову городов. Проведённый комплексный анализ состояния территории исторической застройки и памятников архитектуры г. Кирова показал, что опасность утраты памятников градостроительства и архитектуры г. Кирова в 1,4 раза выше по сравнению с городами, которые по данным исследования конгруэнтны городу Кирову.

В исследовании определены города с разработанными и апробированными системами программ, мероприятий по успешной регенерации архитектурно-планировочного каркаса города, сохранению и восстановлению исторической застройки, опытом которых следует оперировать при формировании программ, для города Кирова.

Проблема исследования заключается в низкой эффективности системы мероприятий по сохранению архитектурно-планировочного и градостроительного наследия городов, следствием чего является утрата культурного наследия.

Целью исследования является определение города с отлаженной системой мероприятий по сохранению архитектурно-планировочного и градостроительного наследия.

Конгруэнция - это явление адаптации, соразмерности, соотношения, соответствия архитектурно-планировочного решения одного города к

архитектурно-планировочным решениям других городов.

Задача, поставленная автором статьи, заключается в выявлении конгруэнтных г.Кирову городов, но с отлаженной разработанной системой мероприятий по сохранению историко-архитектурного и градостроительного.

Объектом исследования являются: архитектурно-планировочное и градостроительное наследие, архитектурно-пространственный каркас города; экономические, социальные, культурные показатели развития; природно-климатические особенности размещения городов.

Предметом исследования статьи является города конгруэнтные городу Кирову.

В качестве способов исследования используются историко-библиографические, историко-архивные, картографические методы.

Гипотеза исследования состоит в: определении конгруэнтного г.Кирову города; применении мероприятий, повышающих эффективность сохранения историко-архитектурного наследия в архитектурно-планировочной системе города Кирова по итогам мониторинга конгруэнции исследуемых городов.

#### 1. Анализ существующего опыта исследования городов.

В 1970-е, 1980-е годы проведено немало исследований отечественными учёными по теме поиска подходов в изучении городов, сохранения архитектурно-исторической среды. В этих исследованиях принимали участие учёные и архитекторы: Абесадзе М.О., Васильев Б.Л., Груза Иржи, Гутнов А.Э., Заикин Г.С., Зарембска Т., Коротковский А.Э.

Лавров В.А., Лахтин В.Н., Ляпцев Н.Н., Оглы Б.И., Островский В., и другие.

В 2000-е годы наиболее значимые исследования, основанные на принципе сравнения и сопоставления городов, были проведены отечественными учёными, архитекторами и градостроителями: Агеев С.А., Бондаренко И.А., Вавилонская Т.В., Крогиус Р.В, Сосновский В.А., Русакова Н.С, Щенков А.С. и другие.

Новизна этого исследования заключается в конгруэнции архитектурно-планировочного, архитектурно-градостроительного наследия, природно-климатических особенностей исследуемых городов.

В основу проводимого исследования легли научные труды: Груза Иржи, который провёл исследование по градостроительным теориям (идеальные города, города утопистов, города 19 века), сформулировал современные градостроительные теории по формам и система расселения с перспективой на общество будущего, сформулировал основные принципы перспективного развития городов и их расселения [5]; Крогиуса Р.В и Лаврова В.А., в которых проанализирован процесс формирования современного исторического города, определены критерии характеризующие, а также описаны меры, которые необходимо предпринимать в городах для сохранения и рационального использования единых комплексов памятников истории и культуры [14-17]; Коннова В.Ю. и Щенкова А.С., где изложены принципы проведения предпроектных исследований исторических поселений, методические принципы разработки историко-культурного опорного плана поселений и их фрагментов, проекта зон охраны объектов культурного наследия. Рассматриваются типы реконструктивных работ в исторически сложившейся застройке, решаемые при этом композиционные задачи охраны наследия. Проанализированы специфические функциональные и инженерно-технические проблемы, возникающие при реконструкции исторически ценных территорий [12,32-34]. В итоге, наблюдая результаты действия программ сохранения архитектурного наследия других городов, разрабатывается и адаптируется алгоритм сохранения историко-архитектурного наследия города Кирова, а также развитие планировочной структуры современного города в соотношении с другими городами [6-9, 19, 29, 30].

## 2. Методика исследования.

Разрабатываемая методика исследования обеспечения сохранения исторической застройки по-

строена на основе комплексного мониторинга архитектурно-пространственного каркаса городов [24,25,30-32]. Мониторинг – это система постоянного наблюдения и регулярного контроля, в основу которой положена определенная программа действий для оценки текущего состояния архитектурно-пространственного каркаса города, анализа всех происходящих в нём в разный временной период процессов, а также заблаговременного выявления возможных тенденций его изменения, мероприятий по предупреждению и устранению возможных негативных процессов. Цель мониторинга – проведение наблюдений за состоянием исторической застройки, своевременным выявлением возможных тенденций ее изменения, разработка мероприятий по предупреждению и устранению возможных негативных последствий, обеспечение сохранности существующей исторической застройки, памятников архитектурного и градостроительного наследия.

Существующие методические указания [23-25] и научные труды [1-22,26-34] способствовали формированию алгоритма исследования и определению характеризующих критериев городов.

В основу критериев исследования, характеризующих города, легли: основные композиционно-планировочные оси и узлы городов, которые и в настоящее время являются градоформирующими; природно-климатические условия (в частности наличия водного ресурса, реки); соотношение географического положения города и его структуры; возраст города, количество памятников архитектурного наследия, количество населения, статус города.

В качестве объектов исследования приняты города из разных областей России: Владимирская (г.Гороховец), Тульская (г.Тула), Московская (г.Дмитров, г.Звенигород, г.Коломна), Костромская (г.Кострома), Тверская (г.Тверь) области. Города для исследования выбраны по критериям максимально приближенным к характеристикам города Кирова: численность населения, наличие реки, город не моложе 1610 года. Таким образом, исследовав города разных областей России были выбраны восемь конгруэтивных г.Кирову городов (см. Таблица 1.). Исходная информация для исследования принята из официальных сайтов администрации исследуемых городов, отчётов о проделанной работе органов местного самоуправления, сайта Главного информационно-вычислительного центра Министерства культуры Российской Федерации.

Мониторинг городов России конгруэнтных городу Кирову

№ п/п	Наименование города	Наименование области	Кол-во человек, тыс. (на 2015 г.)	Площадь города, кв. км	Наличие рядом реки	Год основания (на 2015 г.)	Кол-во лет городу (на 2015 г.)
1	Гороховец	Владимирская область	13,233	13	Клязьма	1168	847
2	Тула	Тульская область	487,841	153.52	Упа	1146	869
3	Киров	Кировская область	493,336	169.73	Вятка	1181	834
4	Дмитров	Московская область	65,716	26	Яхрома	1154	861
5	Звенигород	Московская область	19,384	48.1	Москва	1152	863
6	Коломна	Московская область	144,253	65.10	Ока	1177	838
7	Кострома	Костромская область	276,09	144.5	Волга	1152	863
8	Тверь	Тверская область	413,96	152.22	Тьмака	1135	880

Представленная Таблица 1. отражает, что при сравнительно одинаковых значениях параметров анализа: возраст города, численность населения, физико-географическое положение и т.д. развитие

города значительно отстаёт от сравниваемых значений параметров: площадь города и численность жителей (см. Рис.1.), что приводит к сильной погрешности при сопоставлении аналитических данных городов.

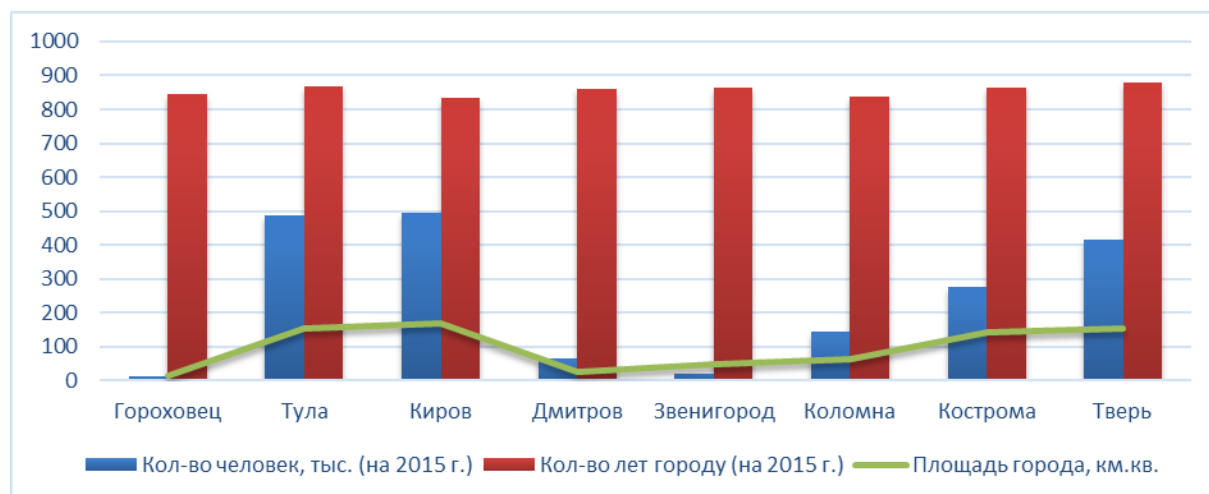


Рис. 1 Диаграмма соотношения возраста города, численности населения и площади развития территории города (авторское).

По итогам графо-аналитического анализа диаграммы (Рис.1) было принято решение, что для дальнейшего исследования г.Кирова с другими городами следует сузить спектр сравниваемых горо-

дов по критериям численности населения и площади города. Таким образом, сравниваемыми городами с городом Киров остаются: г.Тула, г.Тверь, г.Кострома (см. Таблица 2.) т.е города наиболее конгруэнтные городу Кирову.

Таблица 2.

**Суженный спектр городов России конгруэнтных городу Кирову**

№ п/п	Наименование города	Наименование области	Кол-во человек, тыс. (на 2015 г.)	Площадь города, кв.км	Наличие рядом реки	Год основания (на 2015 г.)	Кол-во лет городу (на 2015 г.)
1	Тула	Тульская область	487,841	153.52	Упа	1146	869
2	Киров	Кировская область	493,336	169.73	Вятка	1181	834
3	Кострома	Костромская область	276,09	144.5	Волга	1152	863
4	Тверь	Тверская область	413,96	152.22	Тьмака	1135	880

Для визуального восприятия и подтверждения подобности выборки городов данные Таблицы 2. были сформированы в диаграмму (см. Рис.2), которая представлена соотношениями: численность

населения, возраст города, площадь развития территории города.

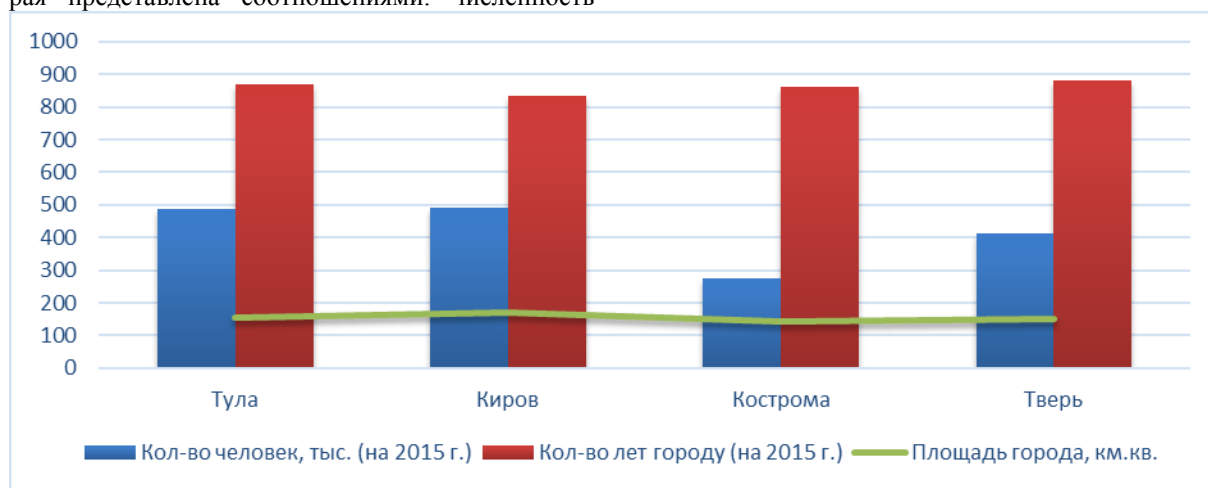


Рис. 2 Диаграмма соотношения возраста города, численности населения и площади развития территории города по суженному спектру городов (авторское).

Представленный график на диаграмме (см. Рис.2) свидетельствует тому, что города: Тула, Тверь, Кострома соответствуют сравнительными характеристиками городу Кирову. Для анализа степени сохранности памятников архитектурного

наследия был проведён мониторинг сохранности объектов культурного наследия в области (см. Таблица 3.), что позволяет определить эффективные программы, технологии и подходы в области по сохранению культурного наследия.

Таблица 3.

**Объекты культурного наследия областей России.**

№ п/п	Наименование области	Кол-во объектов культурного наследия области на 2014 год	Кол-во объектов культурного наследия области, федерального значения на 2014 год	Кол-во объектов культурного наследия области, регионального значения на 2014 год	Кол-во объектов культурного наследия области, местного (муниципального) значения на 2014 год	Выявленные объекты на 2014 год	Кол-во объектов культурного наследия области требующих реставрации на 2014 год
1	Тульская область	3736	273	840	111	2623	720
2	Кировская область	1114	507	337	1	269	75
3	Костромская область	3577	1032	2545	208	0	2308
4	Тверская область	9565	5408	1652	1	2505	6696

По полученным данным сохранности объектов культурного наследия областей России, осуществляем построение диаграммы (см. рис.3). Задача диа-

граммы – определить область с наибольшим количеством объектов культурного наследия требующих реставрации.



Рис. 3 Диаграмма объектов культурного наследия областей России не требующих реставрации на 2014 год, в процентах (авторское)

Исследование диаграммы (см. рис.3) свидетельствует тому, что Кировская область лидирует среди исследуемых областей по объектам культурного наследия не требующим реставрации. Мониторинг результатов исследования диаграммы (рис.3) позволяет сказать, что наиболее результативные мероприятия по сохранению объектов культурного наследия проводятся в Кировской и Тульской областях, а Костромская и

Тверская области примерно в три раза отстают по эффективности применяемых программ (применяемые долгосрочные программы по сохранению и использованию памятников истории и культуры областей см. Таблица 4). Таким образом выявлен комплекс программ действия которого способствуют сохранению архитектурно-градостроительного наследия области.



**Программы по сохранению и использованию памятников истории и культуры областей.**

№ п/п	Наименование области	Перечень долгосрочных программ по сохранению и использованию памятников истории и культуры области
1	Тульская область	-2013-Федеральная целевая программа «Культура России (2012-2018 годы)», областная целевая программа «Культура Тульской области (2012-2016 годы)» -2014-государственная программа Тульской области «Развитие культуры и туризма Тульской области» -Федеральная целевая программа «Культура России (2012-2018 годы)» -областная целевая программа «Культура Тульской области (2012-2016 годы)»
2	Кировская область	-Федеральная целевая программа «Культура России (2006-2010 годы)» -Областная целевая программа «Развитие культуры Кировской области на 2009-2013 годы» -Ведомственная целевая программа «Сохранение, использование, популяризация и государственная охрана объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации, расположенных на территории Кировской области, в 2009-2011 годах» -государственная программа Кировской области «Развитие культуры» на 2013-2020 годы, утвержденная постановлением Правительства Кировской области от 28.12.2012 №189/834.
3	Костромская область	-2011-2012 федеральная целевая программа «Культура России на 2006-2011 годы» -план проведения мероприятий по сохранению, популяризации и государственной охране объектов культурного наследия Костромской области за счет средств областного бюджета -план мероприятий ОГБУ «Наследие» по сохранению объектов культурного наследия в 2011 году за счет денежных средств, поступающих от сдачи в аренду недвижимого имущества - программа сохранения объектов культурного наследия муниципальными образованиями Костромской области -2014- План мероприятий ОГБУ «Наследие» по сохранению объектов культурного наследия за счет средств, поступающих от сдачи в аренду недвижимого имущества на 2014 год -Муниципальные программы сохранения объектов культурного наследия Костромской области на 2014-2016 годы. -федеральная целевая программа «Культура России» (2012-2018 годы)
4	Тверская область	-2011-участие в Федеральной целевой программе «Культура России (2006-2011годы)» - комплексная областная целевая программа «Культура Тульской области (2009-2012 годы)» - 2013, 2014 - подпрограмма 3 «Сохранение культурного наследия Тверской области» государственной программы «Культура Тверской области» на 2013-2018 годы

Анализ действия областных долгосрочных программ по сохранению и использованию памятников истории и культуры в исследуемых отечественных городах (см. Таблица 5) позволяет оценить действие программы применительно к сохранению архитектурного наследия городов: Тула, Киров, Кострома, Тверь. Несмотря на продолжительность и количество применяемых программ в каждом городе, результативность проводимых и

действующих программ в г.Кирове ниже среднеарифметического значения программ конгруэнтных городов в 1,4 раза (принято из среднего арифметического значения утраченных памятников архитектурного наследия г.Тула и г.Кострома по отношению г.Киров), что соответствует значению неэффективности проводимых программ и мероприятий в городе по сохранению культурного наследия.

Таблица 5.

## Мониторинг архитектурного наследия городов на 2015 год.

№ п/п	Наименование города	Кол-во памятников архитектурного наследия города на 2015 год	Информационная база	Кол-во утраченных памятников архитектурного наследия города на 2015 год	Информационная база
1	Тула	287	Сайт администрации г.Тула <a href="http://www.tula.ru/administration/info/investors/300/general_plan/GP_7.php">http://www.tula.ru/administration/info/investors/300/general_plan/GP_7.php</a>	37	Государственное учреждение культуры Тульской области "Центр по охране и использованию памятников истории и культуры" <a href="http://pamkultura.ru/2-uncategorised/24-tulskaya-oblast">http://pamkultura.ru/2-uncategorised/24-tulskaya-oblast</a>
2	Кострома	603	Сайт Департамента культуры Костромской области <a href="http://www.dkko.ru/okn_na_terrko">http://www.dkko.ru/okn_na_terrko</a>	41	Сайт Департамента культуры Костромской области <a href="http://www.dkko.ru/okn_na_terrko">http://www.dkko.ru/okn_na_terrko</a>
3	Тверь	345	Главное управление по государственной охране объектов культурного наследия Тверской области <a href="http://gokn.tvercult.ru/node/41">http://gokn.tvercult.ru/node/41</a>	нет данных	
4	Киров	206	Правила землепользования и застройки г.Кирова	27	Правила землепользования и застройки г.Кирова с изменениями от МБУ «Архитектура»

В результате сравнения и сопоставления табличных исследований (см Таблица 3, Таблица 4, Таблица 5) установлено, что результаты анализа действия программ по сохранению архитектурно-градостроительного наследия России относительно областей противоречат результатам, полученным

при исследовании действия программ относительно городов конгруэнтных городу Кирову. В связи с этим для снижения уровня погрешности принимаем данные мониторинга архитектурного наследия относительно городов (см.рис4).

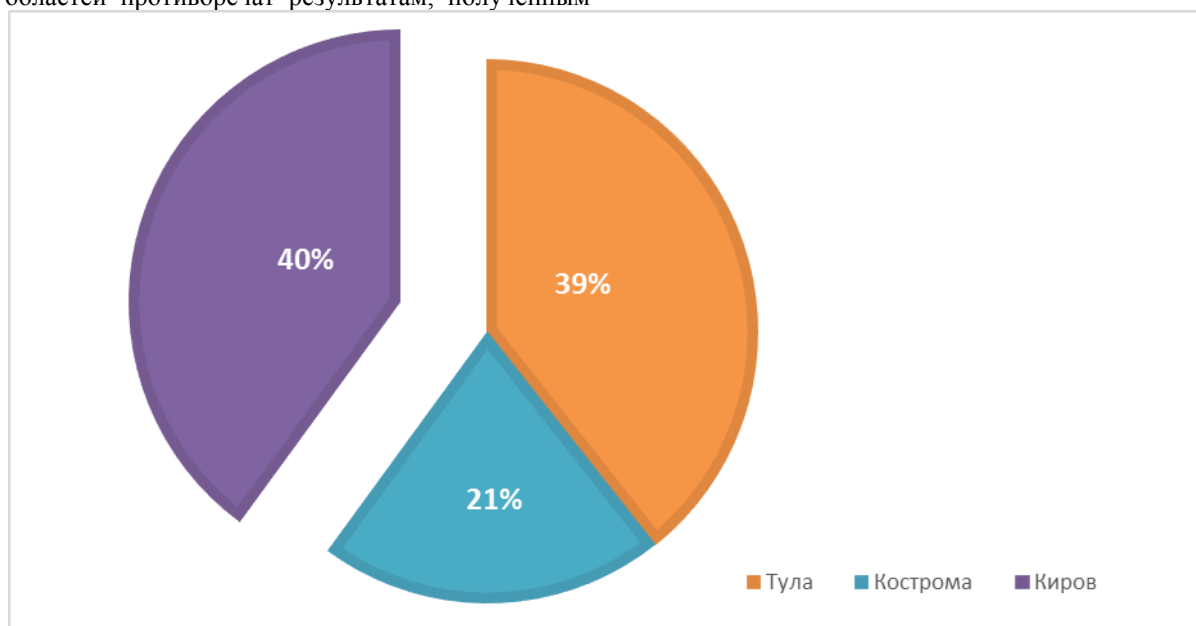


Рис. 4 Диаграмма утраченных памятников архитектурного наследия городов: Тулы, Костромы, Кирова (авторское).

Исследование диаграммы (см. рис. 4) свидетельствует тому, что наибольший процент утрачен-

ных памятников архитектурного наследия находится в г.Киров и г.Тула, а наименьшее значение в

г.Кострома не смотря на то, что численность населения в 1,7 раза меньше среднего арифметического значения численности населения г.Тверь, г.Тула, г.Киров (часть налогов с населения города идёт на реализацию программ по реставрации, сохранению культурного наследия). В результате сравнительного исследования отечественных городов (г.Тула и г.Кострома) с г.Киров пришли к тому, что перечень программ и мероприятий по сохранению объектов культурного наследия, принятых к реализации в г.Кострома, самые эффективные и отлаженно работающие. Следовательно, методы, программы, подходы по сохранению архитектурно-планиро-

вочного и архитектурно-градостроительного наследия городу Кирову необходимо совершенствовать, опыт перенимать у города Кострома.

В качестве зарубежных объектов исследования приняты города Европы, которые имеют характеристики конгруэнтные городу Кирову. Основные характеристики для анализа зарубежных городов приняты такие же, как и для исследования отечественных городов. В результате исследования городов европейских стран, городами конгруэнтными городу Кирову (см. Таблица 6) являются: Нелаш, Барселуш (Португалия); Гомель (Белоруссия); Копенгаген (Дания); Любек, Бад Тёльц (Германия), Виктория-Гастейс, Доностия-Сан-Себастьян (Испания).

Таблица 6.

**Мониторинг конгруэнтных городу Кирову городов зарубежья.**

№ п/п	Наименование города	Страна	Кол-во человек, тыс.	Год основания	Кол-во лет городу	Площадь города, км.кв.
1	Нелаш	Португалия	14.283	1140	875	127.82
2	Барселуш	Португалия	123.831	1140	875	378.70
3	Гомель	Белоруссия	527.691	1142	873	135.34
4	Любек	Германия	210.577	1143	872	214.14
5	Копенгаген	Дания	569.557	1167	848	86.20
6	Виктория - Гастейс	Испания	235.66	1181	834	276.81
7	Бад Тёльц	Германия	17.65	1180	835	42246
8	Доностия-Сан-Себастьян	Испания	182.9	1180	835	60.89

Анализ исходных данных (см.Таблица 6) осуществляем построением диаграммы (см.рис.5),таким образом при изучении европейских городов

было выявлено, что из представленных городов конгруэнтны городу Кирову следующие города: Гомель и Копенгаген (см. Таблицу 7).

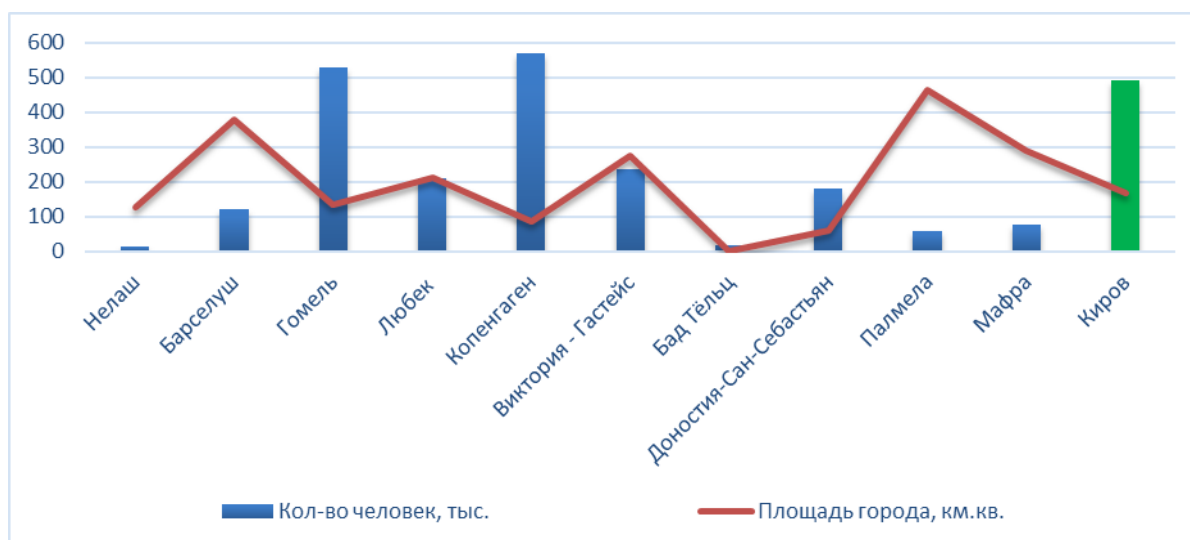


Рис. 5 Диаграмма сравнения конгруэнтности зарубежных городов городу Кирову (авторское).

Суженый спектр городов Европы конгруэнтных городу Кирову.

№ п/п	Наименование города	Страна	Кол-во памятников архитектурного наследия города	Информационная база
1	Копенгаген	Дания		нет точной информации
2	Гомель	Белоруссия	167	Сайт Гомельского городского исполнительного комитета <a href="http://www.gorod.gomel.by/Culture/kulturnyekashtounasci.aspx">http://www.gorod.gomel.by/Culture/kulturnyekashtounasci.aspx</a>

В результате мониторинга конгруэнтности города Кирова с другими городами России и Европы пришли к тому, что сохранённых памятников архитектурно-планировочного и

градостроительного наследия г.Киров в 1,7 раза меньше среднего арифметического значения других исследуемых городов (см. рис.6).

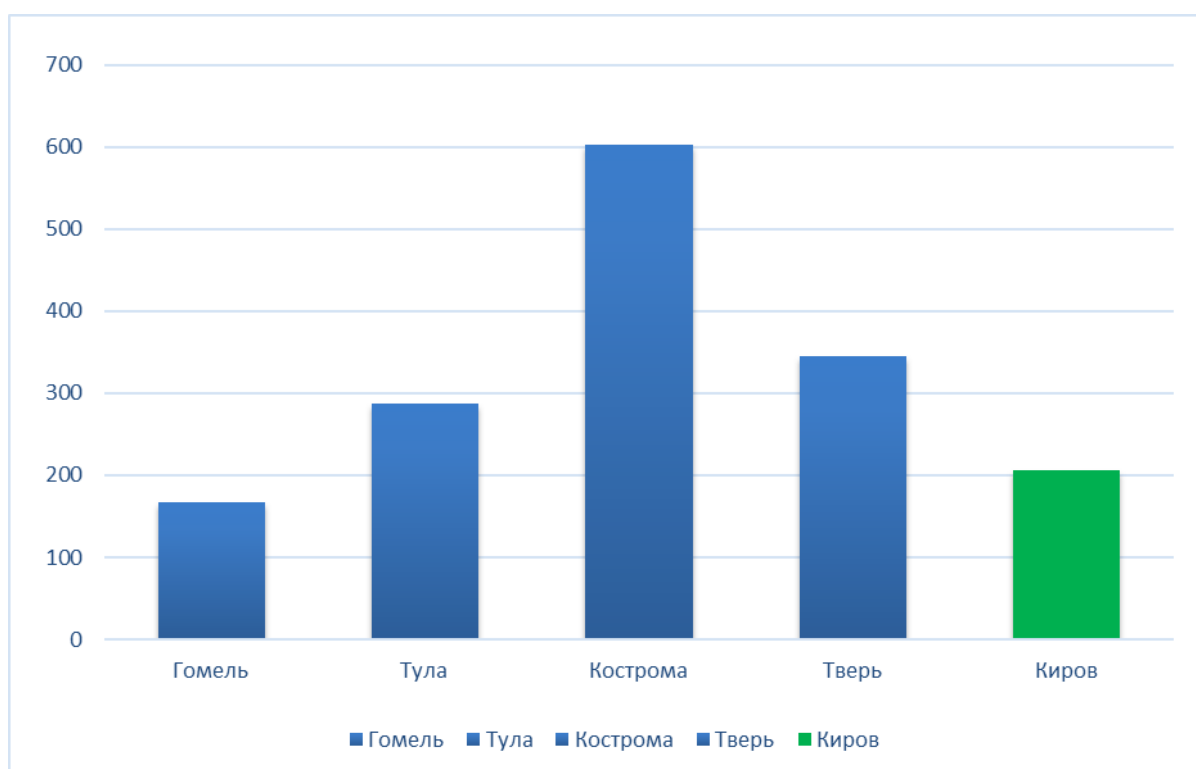


Рис. 6 Диаграмма сохранённых памятников архитектурного наследия отечественных и зарубежных городов (авторское).

Исследуя диаграмму (см. рис.6) сопоставляя г.Гомель с г.Киров замечаем, что сохранение памятников историко-архитектурного и градостроительного наследия в г.Киров выше в 1,2 раза, чем в г.Гомель. Следовательно, деятельность существующих программ по сохранению культурного наследия в г.Гомель малорезультативна и общий сравнительный анализ необходимо проводить среди отечественных городов.

### 3.Основные выводы и результаты исследования.

1.Проведенный комплексный анализ состояния территории исторической застройки и памятников архитектуры г. Кирова показал, что опасность утраты памятников градостроительства и архитектуры г. Кирова высока (см. рис.6). В

исследовании определены города с разработанными и апробированными системами программ, мероприятий по успешной регенерации архитектурно-планировочного каркаса города, сохранению и восстановлению исторической застройки, опытом которых следует оперировать при формировании «пакета» программ, адаптированных к условиям и особенностям города Кирова.

2.Мониторинг исторической застройки должен иметь государственный статус. Такой подход обеспечивает получение комплексной информации об исторической застройке, минимизацию затрат на функционирование системы наблюдений и принятия оперативных мероприятий, направленных на сохранение культурного наследия.

3.Существующие памятники архитектуры и градостроительства должны стать прочной основой

историко-культурного каркаса, таким образом будут созданы благоприятные условия для развития туризма, повысится конкурентоспособность регионального туристического продукта г. Кирова и Кировской области. Это позволит в итоге сохранить как историческую застройку, так и позволит городу развиваться.

#### Библиографический список

1. Абесадзе М.О. Влияние архитектурно-градостроительного наследия на формирование пространственной структуры городов Грузинской ССР. В сб.: Роль научных исследований в практике градостроительного проектирования. М., Стройиздат, 1980. - 7с. (дата обращения: 23.02.2015).
2. Агеев С.А. Сохранение локальных исторических комплексов методами градостроительного регулирования: дис. канд. архит. – М., 2005 (дата обращения: 12.03.2015).
3. Бондаренко И.А. Архитектурно-градостроительный процесс: Регламентации и свобода. – М.: ЛЕНАНД, 2013. – 400 с. (дата обращения 05.02.2015)
4. Вавилонская Т.В. Градостроительное регулирование архитектурно-исторической среды (на примере Самарской области): дис. д-ра. архит. – Санкт-Петербург, 2010. – 349 с. (дата обращения: 12.03.2015)
5. Васильев Б.Л. Проблема сохранения исторически сложившегося облика крупных городов в скандинавских странах и Финляндии. В кн.: Скандинавский сборник, С 15, 1970, с.234-244 (дата обращения: 1.05.2015).
6. Груза Иржи. Теория города. Пер. с чеш. М., Стройиздат, 1972. -247с, илл. (дата обращения 05.09.2015)
7. Гутнов А.Э. Влияние изменчивости городской среды на принципы ее проектирования. Автореф. дис. на соиск.учен. степени к-та архит-ры. М., 1970. -23с. (дата обращения: 26.04.2015)
8. Гутнов А.Э. Эволюция современного градостроительного мышления. В кн.: Проблемы архитектуры. М., Стройиздат, с.24-30 (дата обращения: 26.04.2015)
9. Гутнов, А.Э., Лежава И.Г. Будущее города. М., Стройиздат, 1977, 126с. илл. (дата обращения: 26.04.2015)
10. Заикин Г.С. Архитектурно-градостроительные принципы комплексного сохранения и использования историко-архитектурных памятников в условиях Уральского региона. Автореф. дисс. на соиск. учен. степени к-та архит-ры. М., 1977. -24с. (дата обращения: 23.02.2015).
11. Зарембска Т. Историко-градостроительные исследования к генеральным планам реконструкции старых городов. В кн.: Город и время. М., Стройиздат, 1973, с.218-235 (дата обращения: 8.09.2015).
12. Коннов В.Ю. Архитектурно-планировочные особенности исторических городов Саратовской области (конец XVIII - начало XX вв.). Автореф. дис. на соиск.учен. степени к-та архит-ры. Нижний Новгород, 2010, с.26 (дата обращения: 8.09.2015).
13. Коротковский А.Э. О концепциях регионализма в градостроительстве. В сб.: Уральского политехнического института № 169. Свердловск, 1969. - с.3-14(дата обращения: 27.10.2015).
14. Крогиус Р.В. Исторические Города России как феномен её культурного наследия. –М.: Прогресс-, Традиция, 2009.- 312с., илл. (дата обращения: 14.07.2015).
15. Лавров В.А. Развитие планировочной структуры реконструируемых городов. Известия Академии строительства и архитектуры. 1962, J\* 3, с. 12-29, илл. (дата обращения: 26.07.2015)
16. Лавров В.А. Развитие планировочных структур исторически сложившихся городов. М., Стройиздат, 1977. 176с, илл. (дата обращения: 26.07.2015).
17. Лавров В.А. Формирование облика города. Архитектура СССР. 1969, 6. - с.32(дата обращения: 26.07.2015).
18. Лахтин В.Н. Система расселения и архитектурно-планировочная структура городов Урала. ГЛ., Стройиздат, 1977. 127с, илл. (дата обращения: 19.09.2015)
19. Лахтин В.Н. О методике разработки научных прогнозов развития городов Урала. Архитектура СССР, 1970, В 5. - с.18 (дата обращения: 19.09.2015).
20. Ляпцев Н.Н. Объемно-пространственные композиции исторически сложившихся малых городов Урала (к проблеме реконструкции). Автореф. дис. на соиск.учен. степени к-та архит-ры. М., 1974. -23с. (дата обращения: 13.11.2015).
21. Ляпцев Н.Н. Композиционные типы городов Урала ХУ-ХУП вв.- Известия вузов, 1974, IS 9, с.58-62 (дата обращения: 13.11.2015).
22. Ляпцев Н.Н. Роль ландшафта в композиции уральских городов. В сб.: Вопросы теории и практики архитектурной композиции. I. М., 1976, с.47-52 (дата обращения: 13.11.2015).
23. Методические указания об использовании памятников истории и культуры как градоформирующих факторов при разработке генеральных планов и проектов 166 детальной планировки городов // ЦНИИП градостроительства 25.02.2011 г. [Сетевой ресурс]. – URL: <http://bestpravo.ru/sssr/yizakony/u0w.htm> (дата обращения: 4.05.2015)
24. Методика выполнения историко-культурных исследований с определением территорий объектов культурного наследия (произведений ландшафтной архитектуры и садово-паркового искусства), зон их охраны, предмета охраны, режимов использования земель и градостроительных регламентов в границах зон охраны объекта культурного наследия (произведений ландшафтной архитектуры и садово-паркового искусства) – М.: Комитет по архитектуре и градостроительству г. Москвы ГУП НИИПИ Генплана Москвы, 2009 (дата обращения: 4.10.2015).
25. Методические указания по проведению визуально-ландшафтного анализа условий восприятия объектов культурного наследия в их исторической и природной среде – М.: МинКультуры РФ. 2009 (дата обращения: 4.10.2015).

26. Оглы Б.И. Развитие композиционно-планировочной структуры городов Сибири центров расселения. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры. Новосибирск, 1973. 42с. (дата обращения: 18.08.2015)

27. Основы советского градостроительства. Т.1-1У. М., Стройиздат, 1966-1969. -115с. илл. (дата обращения: 18.08.2015).

28. Основы формирования архитектурно-художественного облика городов. ЦНИИП градостроительства. М., Стройиздат, 1987. 190с. (дата обращения: 18.08.2015).

29. Островский В. Комплексы исторической застройки в современном городе. В кн.: Город и время. М., Стройиздат, 1973, с.180-199 (дата обращения: 18.08.2015).

30. Сохранение исторических кварталов, городов и мест и их включение в современное окружение. Приложение к окончательному докладу. ООН, Париж, 1976, 6с. (дата обращения: 4.10.2015)

31. Сосновский В.А., Русакова Н.С. Прикладные методы градостроительных исследований: учебное пособие. – М.: «Архитектура-С», 2006. – 112с. (дата обращения 05.09.2015).

32. Щенков А.С. и др. Основы реконструкции исторического города:

учебное пособие / А.С. Щенков – М., 2008 (дата обращения 24.07.2015).

33. Щенков А.С. Пособие по предпроектным исследованиям исторических поселений. [Текст]: / А.С. Щенков. – М., 2003. – 80с. (дата обращения 24.07.2015).

34. Щенков А.С. Реконструкция исторических городов / Учебное пособие в 2 частях: Основы реконструкции исторических городов. Исторический опыт развития архитектурного ансамбля. - М: Памятники исторической мысли, 2013. - 420 с. (дата обращения 24.07.2015).

#### The bibliographic list:

1. Abesadze M.O. The influence of architectural and urban heritage to the formation of the spatial structure of the Georgian SSR cities. *Sat. : The role of scientific researches in the practice of urban planning*. M. Stroyizdat, 1980. - 7с. (the date of circulation: 02.23.2015).

2. Ageev S.A. The preservation of local historical complexes by methods of urban management: *dis.cand.of arch.* - Moscow, 2005 (the date of circulation: 03.12.2015).

3. Bondarenko I.A. *The Architectural and urban planning process: regulation and freedom.* - M. : LENAND, 2013. - 400 p. (date of treatment 02.05.2015)

4. Vavilonskaya T.V. The urban management of architectural and historical environment (on the example of the Samara region): *Dis. Drs. architect.* - St. Petersburg, 2010. - 349 p. (the date of circulation: 03.12/2015)

5. Vasilev B.L. The problem of preservation historical appearance of large cities in Scandinavia and

Finland. In the book *.: Scandinavian collection* From 15, 1970, s.234-244 (date of circulation: 01.05.2015).

6. Gruza Jirgi. *The theory of the city.* Trans. with the Czech. M. Stroyizdat, 1972. -247s, Fig. (date of treatment 05.09.2015)

7. Gutnov A.E. The impact of variability of the urban environment on the principles of its design. *Author. Dis. on comp.of architectural cand.degree.* M., 1970. - 23s. (the date of circulation: 04.26.2015)

8. Gutnov A.E. The evolution of modern urban thinking. In the book *.: Problems of architecture.* M. Stroyizdat, s.24-30 (date of treatment: 04.26.2015)

9. Gutnov A.E., Lezhava I.G. *The future of the city.* M. Stroyizdat, 1977, 126с. Fig. (the date of circulation: 04.26.2015)

10. Zaikin G.S. The architectural and urban planning principles of integrated conservation and use of historical and architectural monuments in the conditions of the Ural region. *Author. Diss. on comp.of architectural cand.degree.* M., 1977. -24s. (the date of circulation: 02.23.2015).

11. Zaremska T. The Historical and urban studies to the general plan of the old cities reconstruction. In the book *.: City and time.* M. Stroyizdat 1973, s.218-235 (date of circulation: 08.09.2015).

12. Konnov V.Y. The architectural and planning features of the historic cities of Saratov region (the end of the eighteenth century - beginning of the twentieth century.). *Author. dis.cand.of arch.* Nizhni Novgorod, 2010, p.26 (the date of circulation: 08.09.2015).

13. Korotkovsky A.E. The concepts of regionalism in urban planning. In *Sat. : Ural Polytechnic Institute № 169.* Sverdlovsk, 1969. - s.3-14 (date of circulation: 10.27.2015).

14. Krogus R.V. The historic cities of Russia as a phenomenon of its cultural heritage. -M.: Progress-, Tradition, 2009.- 312с., Fig. (the date of circulation: 07.14.2015).

15. Lavrov V.A. The development of planning structure reconstructed cities. *Proceedings of the Academy of Construction and Architecture.* 1962, J \* 3, p. 12-29, ill. (the date of circulation: 07.26.2015)

16. Lavrov V.A. The development of planning structures of the historically formed cities. M. Stroyizdat, 1977. 176s, Fig. (the date of circulation: 07.26.2015).

17. Lavrov V.A. The formation of the city image . *Architecture of the USSR.* 1969 6. - p.32 (the date of circulation: 07.26.2015).

18. Lahtin V.N. The settlement system and architectural planning structure of the cities in the Urals. *Ch., Stroyizdat,* 1977. 127s, Fig. (the date of circulation: 09.19.2015)

19. Lahtin V.N. About the method of developing the scientific forecasts of the Ural cities. *Architecture of the USSR,* 1970, in 5 - p.18 (the date of circulation: 09.19.2015).

20. Lyaptsev N.N. The spatial arrangement of the historically formed small cities of the Urals (the problem of reconstruction). *Author. dis.cand.of arch..* M., 1974. -23s. (the date of circulation: 11.13.2015).

21. Lyaptsev N.N. Composite types of cities in the Urals XV-XVII cent.- Proceedings of Higher Education, 1974, IS 9, p.58-62 (date of circulation: 11.13.2015).
22. Lyaptsev N.N. The role of landscape in the composition of the Ural cities. In the book.: Questions of the theory and practice of architectural composition. I. M., 1976, s.47-52 (date of circulation: 11.13.2015).
23. Metodical guidance on the use of historical and cultural monuments as a city-forming factor in the development of master plans and projects of detailed urban planning // Urban Development TSNIIP 25.02.2011g. [Network resource]. - URL: <http://bestpravo.ru/sssyr/yi-zakony/u0w.htm> (date of treatment: 04.05.2015)
24. The method of performing historical and cultural studies with the definition of areas of cultural heritage (works of landscape, architectural and garden art) of their surroundings, the object of protection, modes of land use and town planning regulations within the borders of protection zones of cultural heritage (works of landscape, architectural and garden art) - M.: Committee on Architecture and Urban Planning of Moscow Genplan Institute of Moscow, 2009 (the date of circulation: 04.10.2015).
25. Metodical guidance for visual landscape analysis of the conditions of perception of cultural heritage in their historical and natural environment - M.: Ministry of Culture of the Russian Federation. 2009 (the date of circulation: 04.10.2015).
26. Ogly B.I. The development of composite-planning structure of urban settlement centers of Siberia. The author, dis.cand.of arch.. Novosibirsk, 1973. 42c. (the date of circulation: 08.18.2015)
27. The Basics of the Soviet city planning. T.1-1U. M. Stroyizdat, 1966-1969. -115s. Fig. (the date of circulation: 08.18.2015).
28. The Basics of the formation of architectural and artistic image of cities. TsNIIPgradostroitelstva. M. Stroyizdat, 1987. 190C. (the date of circulation: 08.18.2015).
29. Ostrovsky V. The complexes of historical buildings in the modern city. In the book.: City and time. M. Stroyizdat 1973, s.180-199 (date of circulation: 08.18.2015).
30. The preservation of historic quarters, towns and sites and their integration into a modern environment. Appendix to the final report. United Nations, Paris, 1976, 6c. (the date of circulation: 04/10/2015)
31. Sosnovsky V.A. Rusakov N.S. Applied methods of urban planning Research: a tutorial. - M.: "Architecture-S", 2006. - 112c. (date of treatment 05.09.2015).
32. Schenkov A.S. and etc. . Fundamentals of reconstruction of the historic city: Textbook / AS Puppies - Moscow, 2008 (the date of treatment 07.24.2015).
33. Schenkov A.S. Benefit exploratory historical settlements. [Text] / AS Puppies. - M., 2003. - 80c. (date of treatment 07.24.2015).
34. Schenkov A.S. Reconstruction of historic towns. Tutorial in 2 parts: Fundamentals of reconstruction of historical cities. The historical experience of the architectural ensemble. - M: Monuments of Historical Thought, 2013. - 420 p. (date of treatment 07.24.2015).

**Mel'nick V.**

*doctor of technical sciences, professor, Head of the Department of bioengineering and biotechnics  
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Karachun V.**

*doctor of technical sciences, professor,  
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Мельник Виктория Николаевна**

*доктор технических наук, профессор, заведующий кафедры биотехники и инженерии,  
Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт  
имени Игоря Сикорского»*

**Карачун Владимир Владимирович**

*доктор технических наук, профессор, профессор кафедры биотехники и инженерии, Национальный  
технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

## ON THE FEATURES OF THE COORDINATE FUNCTIONS OF THE GYROSCOPE FLOAT SUSPENSION IN THE OPERATING CONDITIONS

## ОБ ОСОБЕННОСТЯХ КООРДИНАТНЫХ ФУНКЦИЙ ПОПЛАВКОВОГО ПОДВЕСА ГИРОСКОПА В ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ

**Summary.** A mathematical model of the float suspension of a gyroscope with an arbitrary outline of the meridian line is constructed. As a special case, the three forms of the shell part of the float suspension are analyzed separately - convex, concave (in the form of a catenoid) and in the form of a classical circular cylinder. The constructed model makes it possible to determine three coordinate functions of the surface of the shell part and solve optimization problems in terms of achieving the minimum error in determining the kinematic parameters of the mobile object

**Keywords:** float suspension, gyroscope, N-wave, acoustic radiation, shell, meridian line, catenoid

**Аннотация:** Строится математическая модель поплавкового подвеса гироскопа с произвольным очертанием линии меридиана. Как частные случаи анализируются отдельно три формы оболочечной части поплавкового подвеса – выпуклая, вогнутая (в форме катеноида) и в форме классического кругового цилиндра. Построенная модель позволяет определить три координатные функции поверхности оболочечной части и решать задачи оптимизации в плане достижения минимальной погрешности определения кинематических параметров подвижного объекта.

**Ключевые слова:** Поплавковый подвес, гироскоп, N-волна, акустическое излучение, оболочка, линия меридиана, катеноид.

Для защиты территориальных рубежей в настоящее время служат баллистические, межконтинентальные и космические ракеты различного класса и средств базирования, атомный подводный флот и ракетные войска стратегического назначения. Современные ракеты-носители (РН), как известно, способны доставить средства поражения с континентальной территории страны в любую точку земного шара не только с большой точностью, но и за минимально допустимое время.

Баллистическими ракетами (БР) в полете управляют инерциальные или радиоинерциальные системы. Наиболее надежными следует считать первые, поскольку только они обладают решающим достоинством – автономностью. Это качество позволяет реализовывать одновременный запуск большого количества ракет, обеспечивает достаточную степень независимости стартовых позиций и, кроме того, высокую боеготовность и надежность находящихся на боевом дежурстве средств тактической палубной авиации (ТПА), стратегической бомбардировочной авиации (СБА), корабельных зенитных ракетных комплексов (например, класса “Форт” с 64 ракетами С-300), находящихся на вооружении крейсеров с газотурбинным двигателем, ракетных установок класса “Базальт” с крылатыми ракетами П-500 (сверхточная стрельба в радиусе 500 км), а также беспилотных летательных аппаратов (автономных роботов), обладающих свободой передвижения, роботов-саперов (*Mini-Andros*), наконец, дистанционно управляемых аппаратов. Для задач *военной разведки*, разминирования акватории, поражения живой силы в зоне военных конфликтов и др. все большее применение находят роботы.

*Дифракция N-волны на импедансной поверхности подвеса гироскопа.* Анализируя упругое взаимодействие N-волны с механическими системами инерциального автономного позиционирования, для конкретности рассмотрим серийно выпускаемый промышленностью двухступенной гироскоп с жидкостатическим подвесом. В предположении, что генерируемые в подвесе колебания не передаются на сопряженные поверхности, изучение можно ограничить только оболочечной частью, а для полноты картины – строить трехмерную расчетную модель. Полученные результаты в полной

мере могут быть использованы помимо прочего и для анализа динамики кожуха трехступенного гироскопа.

**Объектом исследований** – является процесс упругого взаимодействия проникающего излучения с механическими системами бортовой аппаратуры.

**Целью** научных исследований является построение точной расчетной модели упругого взаимодействия акустического излучения с механической системой поплавкового гироскопа в эксплуатационных условиях гиперзвукового полета.

Для достижения поставленной цели необходимо:

1. Построить аналитическую модель подвижной части подвеса гироскопа.
2. Установить закономерности упругого перемещения подвеса гироскопа под действием проникающего акустического излучения.
3. Проанализировать возможность проявления локальных особенностей.

**Анализ состояния проблемы.** Наиболее полное представление о звуковом ударе дает спектральная плотность распределения энергии процесса [1, 2]. Причем, при преодолении звукового барьера уровень N-волны может превышать в десятки раз уровень старта с открытых позиций [3, 4].

Проникающее внутрь летательного аппарата акустическое излучение генерирует в элементной базе инерциальных сенсоров множество форм колебаний, в том числе и резонансных [5, 6]. В своей совокупности они порождают возмущающие моменты Эйлеровых сил инерции, которые служат появлению погрешностей (либо дрейфа) выходных сигналов инерциальных сенсоров [7, 8].

Наиболее простыми, и вместе с тем наименее трудоемкими, методами устранения этого явления являются методы конструкторско-технологических решений, т.е. пассивные методы [9 - 11].

Рассмотрены частичные случаи аналитической модели влияния геометрии подвеса поплавкового гироскопа на координатные функции подвеса.

**Подвес с произвольным очертанием линии меридиана**

В безразмерной форме дифференциальные уравнения оболочки с произвольным очертанием линии меридиана сводятся к виду [12]:

$$\frac{\partial^2 U_z}{\partial z^2} - (1 + 2v)\xi'(z) \frac{\partial U_z}{\partial z} + [(1 + v\mu)\xi'^2(z) - v\xi''(z)] U_z + \frac{1}{R(1 + \zeta)} \times \\ \times \left[ \frac{1 + v}{2} + v(1 + \mu)\xi(z) \right] \frac{\partial^2 U_\varphi}{\partial z \partial \varphi} -$$



$$\frac{1}{R(1+\zeta)} \left\{ -[(1+v)\mu + 3\mu^2] \xi'(z)W + (\mu+v) \frac{\partial W}{\partial z} \right\} = \frac{1-v^2}{Eh} [1 + 2\mu\xi(z)] \left( -q_1 + \rho h \frac{\partial^2 U_z}{\partial t^2} \right);$$

(1)

$$\begin{aligned} & \frac{\partial^2 U_\varphi}{\partial s^2} + \frac{1}{2}(1+v)[1 - (1+\mu)\xi(z)] \frac{\partial^2 U_z}{\partial z \partial s} - \frac{1}{2}(1-v)[1 - 2(1+\mu)\xi(z)] \times \\ & \times \frac{\partial^2 U_\varphi}{\partial z^2} - \frac{1}{2}(1-v)(1+\mu)\xi'(z) \frac{\partial U_\varphi}{\partial z} - \frac{1}{2}(3-v)\xi'(z) \frac{\partial U_z}{\partial s} + \\ & + \frac{1}{2}(1-v)\xi''(z)U_\varphi - \frac{1}{R(1+\zeta)} \{1 + v\mu - [(1+v)\mu + 3v\mu^2] \xi(z) + \\ & \left[ (1+3v)\mu^2 + \frac{15}{2}v\mu^3 \right] \xi^2(z) \frac{\partial W}{\partial s} = [1 - \xi(z)]^2 \left( -q_2 + \rho h \frac{\partial^2 U_\varphi}{\partial t^2} \right) \frac{1-v^2}{Eh}; \end{aligned}$$

(2)

$$\begin{aligned} & \frac{\partial^2}{\partial z^2} \left\{ -[1 - (1+2\mu)\xi(z)] \frac{\partial^2 W}{\partial z^2} + (v+\mu)\xi'(z) \frac{\partial W}{\partial z} - v \frac{\partial^2 W}{\partial s^2} \right\} - \\ & - \frac{\partial}{\partial z} \left\{ (1-v)[2 + \xi(z)] \frac{\partial^3 W}{\partial z \partial s^2} + [1 + 2(1-v)\xi'(z)] \frac{\partial^2 W}{\partial s^2} + v\xi'(z) \frac{\partial^2 W}{\partial z^2} + \right. \\ & + \frac{1-v}{R(1+\zeta)} [1 + \mu(\mu-2)\xi(z)] \frac{\partial^2 U_\varphi}{\partial z \partial s} \left. \right\} - \frac{\partial^4 W}{\partial s^4} - v \frac{\partial^4 W}{\partial z^2 \partial s^2} + \mu\xi'(z) \frac{\partial^3 W}{\partial z^3} + \\ & + [1 + \mu(1-v)\xi'(z)] \frac{\partial^3 W}{\partial z \partial s^2} - \mu(v+\mu)\xi'^2(z) \frac{\partial^2 W}{\partial z^2} - (v+\mu)\mu\xi'(z)\xi''(z) \times \\ & \times \frac{\partial W}{\partial z} - \frac{1}{R(1+\zeta)} [1 + (2+\mu^2)\xi(z)] \frac{\partial^3 U_\varphi}{\partial s^3} - \frac{v\mu}{R(1+\zeta)} \frac{\partial^3 U_z}{\partial z \partial s^2} + \\ & + \frac{\mu^2 \xi'(z)}{R(1+\zeta)} \frac{\partial^2 U_z}{\partial z^2} + \frac{\mu(1-v)}{R(1+\zeta)} \xi'(z) \frac{\partial^2 U_\varphi}{\partial z \partial s} + \frac{12}{h^2} \left[ \frac{\mu+v}{R(1+\zeta)} \frac{\partial U_z}{\partial z} + \right. \\ & \left. + \frac{1+\mu v}{R(1+\zeta)} \frac{\partial U_\varphi}{\partial s} - \frac{1+\mu v}{R(1+\zeta)} \xi'(z)U_z \right] = \\ & = -\frac{1}{D} [1 - (1-\mu)\xi(z)] \left( q_3 + \rho h \frac{\partial^2 W}{\partial t^2} \right) \end{aligned}$$

(3)

где  $U_z, U_\varphi, W$  – соответственно упругие перемещения поверхности оболочки вдоль образующей, вдоль параллели, в плоскости шпангоута;  $h$  – толщина оболочки;  $\rho$  – плотность материала;  $E$  – модуль Юнга (Young);  $\nu$  – коэффициент Пуассона (Poisson);  $R = f(0) = f(\ell) = const$  – радиус по краям;  $\ell$  – длина оболочки;  $r = f(z)$  – расстояние от оси вращения до т. М;  $f(z)$  – кривая вращения (линия меридиана);  $\frac{\partial}{\partial s} = \frac{1}{R(1+\zeta)} \frac{\partial}{\partial \varphi}$ ;  $\eta = \frac{R}{\ell}$   $\zeta = \frac{\delta}{R} < 1$ ;  $\xi = \frac{\delta}{\ell} < 1$ ;  $\mu = 8\zeta(1+\zeta)\eta^2$ ;  $2\mu \ll 1$ ;  $\delta$  – подъем линии меридиана; при условии, что  $\delta \rightarrow 0$ , естественно, что  $\xi \rightarrow 0$  и  $\mu \rightarrow 0$ ;  $\omega_0$  – собственная частота.

Уравнения (1) обеспечивают возможность в дальнейшем проводить сопоставительный анализ

четырех видов поплавкового подвеса – с произвольным очертанием линии меридиана, выпуклого (рис. 1, а), вогнутого – *катеноид*, от лат. *catena* (рис. 1, б), кругового цилиндра (рис. 1, в). Во всех случаях предполагается, что кривая  $f(z)$ , образующая оболочку, симметрична относительно линии *СМ*.

Между системами координат  $C_1 z_1 r_1$  и  $Ozr$  имеют место аналитические соотношения –

$$r = r_1 + R; z = z_1 + \frac{1}{2}\ell.$$

В системе отсчета  $C_1 z_1 r_1$  линию меридиана зададим выражением

$$r_1 = \pm f(z_1),$$

причем знак “+” соответствует схеме, изображенной на рис. 1, а, а знак “–” – на рис. 1, б.

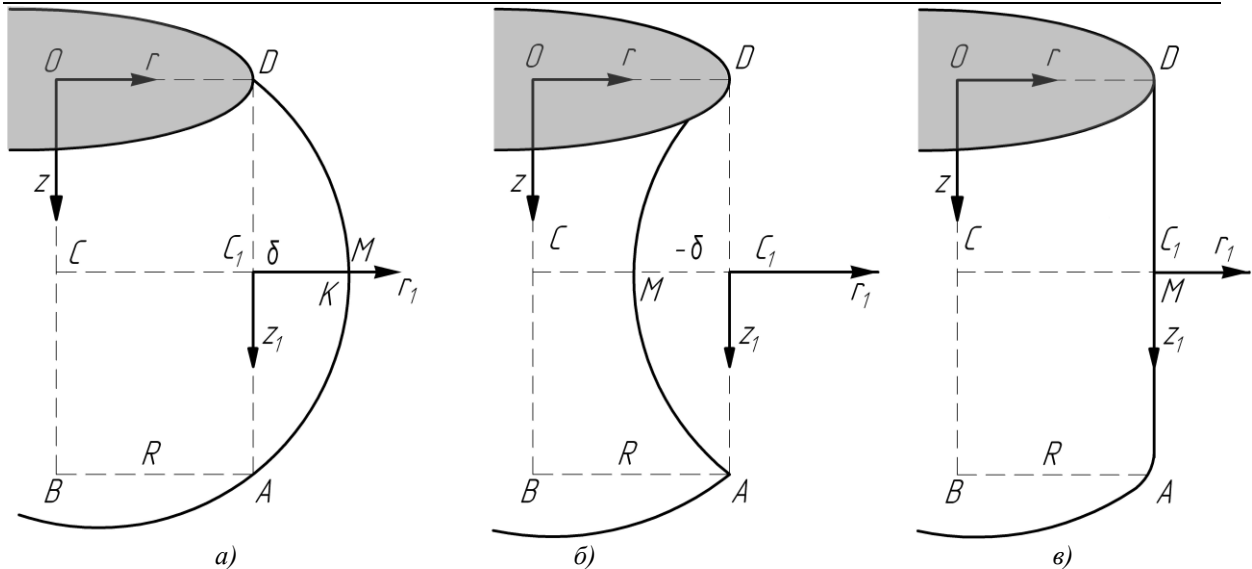


Рис. 1. Поплавок специальной формы: а) – выпуклая оболочка вращения; б) – вогнутая; в) – круговой цилиндр

Установим класс кривых  $f_1(z_1)$  для реализации требуемой оболочки. Прежде всего, должны обязательно выполняться условия –

$$f_1(-z_1) = f_1(z_1);$$

$$f_1\left(\pm \frac{1}{2} \ell\right) = 0.$$

При этом функция  $[+f_1(z_1)]$  считается строго выпуклой, а функция  $[-f_1(z_1)]$  – строго вогнутой. Функция  $f_1(z_1)$  является убывающей при  $z_1 \in (0; \frac{\ell}{2})$  (рис. 1, а) и возрастающей, если  $z_1 \in (0; \frac{\ell}{2})$

$$\zeta = \frac{\delta}{R}; \eta = \frac{R}{\ell}; \mu = 8\zeta(1 + \zeta)\eta^2; \xi(z) = \frac{\zeta}{1+\zeta} \left(\frac{2z}{\ell}\right)^2; \xi'(z) = \frac{4\delta}{(R+\delta)\ell} \left(\frac{2z}{\ell} - 1\right); \xi''(z) = \frac{8\delta}{(R+\delta)\ell^2},$$

то в случае кругового цилиндра имеем:

$$\delta = 0; \zeta = 0; \mu = 0; \xi(z) = 0.$$

Итак, введем следующие обозначения:

$$\frac{z}{\ell} = \bar{z}; \frac{U_z}{h} = \bar{U}_z; \frac{U_\varphi}{h} = \bar{U}_\varphi; \frac{W}{h} = \bar{W}; \omega_0 t = \bar{t}. \tag{4}$$

С целью упрощения дальнейшего изложения, опустим черточку сверху. Пренебрегая малыми

(рис. 1, б). Очевидно, что

$$f_1(-z_1) = f_1(z_1).$$

Из уравнений (1), (2) и (3) следует, что упругие перемещения поверхности подвеса по всем трем направлениям, в той или иной степени, влияют друг на друга. Степень этого влияния установим в последующем.

Для удобства интегрирования следует перейти к безразмерным коэффициентам.

Так как

слагаемыми, в окончательном виде уравнения поплавкового подвеса с произвольным очертанием линии меридиана можно записать в виде:

$$\frac{\partial^2 U_z}{\partial z^2} - a_1(2z - 1) \frac{\partial U_z}{\partial z} - a_2 U_z + a_3 \frac{\partial^2 U_\varphi}{\partial z \partial \varphi} - a_4 \frac{\partial W}{\partial z} = [1 + \alpha_1(2z - 1)^2] \left(-q_1^* + \alpha^{*2} \frac{\partial^2 U_z}{\partial t^2}\right); \tag{5}$$

$$\frac{\partial^2 U_\varphi}{\partial \varphi^2} + b_1[1 - \beta_1(2z - 1)^2] \frac{\partial^2 U_z}{\partial z \partial \varphi} - b_2[1 - \beta_2(2z - 1)^2] \frac{\partial^2 U_\varphi}{\partial z^2} - b_3(2z - 1) \frac{\partial U_\varphi}{\partial z} - b_4(2z - 1) \frac{\partial U_z}{\partial \varphi} + b_5 U_\varphi - b_6 \frac{\partial W}{\partial \varphi} = [1 - \beta_3(2z - 1)^2] \left(-q_2^* + \beta^{*2} \frac{\partial^2 U_\varphi}{\partial t^2}\right); \tag{6}$$

$$[-1 + \beta_4(2z - 1)^2] \frac{\partial^4 W}{\partial z^4} - c_1 \frac{\partial^4 W}{\partial z^2 \partial \varphi^2} - c_2 \frac{\partial^4 W}{\partial \varphi^4} + c_3(2z - 1) \frac{\partial^3 W}{\partial z^3} - c_4 \frac{\partial^3 W}{\partial z \partial \varphi^2} + c_5 \frac{\partial^2 W}{\partial z^2} - c_6 \frac{\partial^2 W}{\partial \varphi^2} - c_7(2z - 1) \frac{\partial W}{\partial z} - c_8 \frac{\partial^3 U_\varphi}{\partial \varphi^3} - c_9 \frac{\partial^3 U_\varphi}{\partial z^2 \partial \varphi} - c_{10} \frac{\partial^3 U_z}{\partial z \partial \varphi^2} + c_{11}(2z - 1) \frac{\partial^2 U_z}{\partial z^2} + c_{12}(2z - 1) \frac{\partial^2 U_\varphi}{\partial z \partial \varphi} + c_{13} \frac{\partial U_z}{\partial z} + c_{14} \frac{\partial U_\varphi}{\partial \varphi} - c_{15}(2z - 1) U_z = [1 - \beta_5(2z - 1)] \left(q_3^* + \gamma^{*2} \frac{\partial^2 W}{\partial t^2}\right), \tag{7}$$

где

$$a_1 = 4(1 + 2v) \frac{\delta}{R(1+\zeta)}; a_2 = 8v \frac{\delta}{R(1+\zeta)}; a_3 = \frac{1+2v}{2} \frac{l}{1+\zeta} \frac{1}{R}; a_4 = \frac{v+\mu}{1+\zeta} \frac{h}{R};$$

$$q_1^* = (1 - v^2) \frac{l^2}{Eh^2} q_1; \alpha^{*2} = (1 - v^2) \frac{\rho \omega_0^2 l^2}{E}; \alpha_1 = 2\mu \frac{\delta}{R(1+\zeta)}.$$

$$\begin{aligned}
 b_1 &= \frac{1}{2}(1+v)(1+\zeta) \left(\frac{R}{l}\right); & b_4 &= 2(3-v) \frac{\delta}{l}; \\
 b_2 &= \frac{1}{2}(1-v)(1+\zeta)^2 \left(\frac{R}{l}\right)^2; & b_5 &= 4(1-v)(1+\zeta) \frac{\delta R}{l^2}; \\
 b_3 &= 2(1-v)(1+\mu)(1+\zeta) \frac{\delta R}{l^2}; & b_6 &= 1+v\mu; \\
 \beta_1 &= \frac{1+\mu}{1+\zeta} \frac{\delta}{R}; & \beta_2 &= 2 \frac{1+\mu}{1+\zeta} \frac{\delta}{R}; & \beta_3 &= \frac{\delta}{R(1+\zeta)}; & \beta_4 &= 2\beta_1; & \beta_5 &= \frac{1+2\mu}{1+\zeta} \left(\frac{\delta}{R}\right); \\
 q_2^* &= (1-v^2) \frac{R^2(1+\zeta)^2}{Eh^2} q_2; & \beta^{*2} &= (1-v^2) \frac{\rho\omega_0^2}{E} R^2(1+\zeta)^2; \\
 c_1 &= \frac{2}{(1+\zeta)^2} \left(\frac{l}{R}\right)^2; & c_2 &= \frac{1}{(1+\zeta)^4} \left(\frac{l}{R}\right)^4; & c_3 &= 8 \frac{1+3\mu}{1+\zeta} \left(\frac{\delta}{R}\right); \\
 c_4 &= 4 \frac{(1-v)(3-\mu)}{(1+\zeta)^3} \frac{\delta}{R} \left(\frac{l}{R}\right)^2; & c_5 &= 8 \frac{(1+v+4\mu)}{1+\zeta} \left(\frac{\delta}{R}\right); & c_6 &= 16 \frac{(1-v)}{(1+\zeta)^3} \left(\frac{\delta}{R}\right) \left(\frac{l}{R}\right)^2; \\
 c_7 &= \frac{32\mu(v+\mu)}{(1+\zeta)^2} \left(\frac{\delta}{R}\right)^2; & c_8 &= \frac{1}{(1+\zeta)^4} \left(\frac{l}{R}\right)^4; & c_9 &= \frac{1-v}{(1+\zeta)^2} \left(\frac{l}{R}\right)^2; \\
 c_{10} &= \frac{v\mu}{(1+\zeta)^3} \left(\frac{l}{R}\right)^3; & c_{11} &= \frac{4\mu^2}{(1+\zeta)^2} \left(\frac{\delta}{R}\right) \left(\frac{l}{R}\right); & c_{12} &= \frac{4\mu(1-v)(3-\mu)}{(1+\zeta)^3} \left(\frac{\delta}{R}\right) \left(\frac{l}{R}\right)^2; \\
 c_{13} &= 12(v+\mu) \frac{l^3}{Rh^2}; & c_{14} &= 12 \frac{1+v\mu}{(1+\zeta)^2} \frac{l^4}{R^2h^2}; & c_{15} &= \frac{4(1+v\mu)}{(1+\zeta)^2} \left(\frac{\delta}{R}\right) \frac{12l^3}{Rh^2}; \\
 \gamma^{*2} &= 12(1-v^2) \left(\frac{l}{h}\right)^4 \frac{\rho h \omega_0^2}{E}; & \beta_5 &= \frac{1-\mu}{1+\zeta} \left(\frac{\delta}{R}\right).
 \end{aligned}$$

**Выводы.** Построенная аналитическая модель упруго-напряженного состояния поплавкового подвеса гироскопа дает возможность:

1. Провести качественный и количественный анализ упругих перемещений поверхности оболочечной части поплавка по трем направлениям – вдоль линии меридиана, по периметру шпангоута и в радиальном направлении.
2. Построенная аналитическая модель позволяет анализировать структуру координатных функций не только функции времени и геометрических параметров поверхности, но также решать задачи оптимизации поверхности подвеса гироскопа по минимуму генерируемой в материале акустической вибрации.
3. Определяя величину звукопроницаемости оболочки можно установить причины и развитие во времени технологического риска гиперзвуковых летных изделий, в частности, проявление эффекта «акустической прозрачности» объекта вследствие волнового совпадения.
4. Найденные значения координатных функций позволяют установить значения Эйлеровых сил инерции, действующих на поверхности поплавка в полетных условиях, определить величину дополнительных погрешностей поплавкового гироскопа, вследствие возникающих дифракционных явлений, выяснить особенности их развития.
5. Найденные значения координатных функций поплавкового подвеса гироскопа формируют возможность проявления в эксплуатационных условиях эффекта избирательности угловым движением летательного аппарата, составляющих акустической вибрации его поверхности в виде формирования систематической погрешности измерений.

**Список литературы:**

1. Feodosjev, V.I., Sinjarov, G.B. (1969). Introduction to rocketry. Russia, Moscow: Oboroniz., 506.
2. Krendell, S. (1967). Accidental fluctuations. Russia, Moscow: Mir, 356.
3. Karachun, V.V., Melnic, V.N. (2013). Hypersonic technology. Prospects and problems // Gyro technologies, navigation, traffic control and design of aerospace

engineering materials IX Intern. scientific and practical. conf., Kyiv, NTU "KPI", 38-44.

4. Karachun, V.V., Shibeckiy, V.U. (2013). The action of the shock N-wave at the float suspension in circulation // Integrated robotechical complex materials Sixth Intern. scientific and practical. conf., Kyiv, NAU

5. Kuzmenko, V.A., Matohnik, L.E., Pisarenko, G.G., Trojan, I.A., Shevchuk, A.D. (1976). Fatigue testing at higher loading frequencies. Ukraine, Kiev: Sciences opinion, 336.

6. Melnic, V.N., Karachun, V.V. (2013). The main causes of noise carrier rockets // Gyro technologies, navigation, traffic control and design of aerospace engineering materials IX Intern. scientific and practical. conf., Kyiv, NTU "KPI", 98-104.

7. Melnic, V.N., Karachun, V.V. (2012). Axleunsimmetrical hanging floating deformation under the action of the shock wave. The first approximation // Education and Science of the XXI Century materials of VIII International Scientific practical conference, Sofia, 17-25 October, 5-7.

8. Karachun, V.V., Melnic, V.N. (2011). Lamé parameters and the curvature of the surface of floating hanging // Scientific Industries of the European continent: Materials VII international scientific-practical conference, Prague, Publishing House "Science and Education", 38-42.

9. Fomenkova, A.O., Karachun, V.V. (2012). Elastic-stress state as a factor in hanging gyro additional errors in the operational use of aircraft // Scientific session of the NUAP: Fri. Reports.: in 3h. Part I. Technical sciences. Russia, St. Petersburg, NUAC, 14-17 April, 55-57.

10. Karachun, V.V., Melnic, V.N., Kosova, V.P. (2013). Fourier series to determine the compliance of the elastic shell // european science XXI century: materials ix international scientific-practical conference, Prremysl, 07-15 May, 57-59.

11. Mel'nick, V.N., Trivailo, M.S., Karachun, V.V. (2010). The loss of sound waves. Nat. Tech. Univ. Ukraine "KPI": Kormiychuk, 120 p.

12. Карачун В.В. Волновые задачи поплавкового гироскопа/ В.В. Карачун, Я.Ф. Каюк, В.Н. Мельник. Нац. техн. ун-т Украины «КПИ». – Киев: «Корнейчук», 2007. – 228 с.: ил., табл. – Библиогр.: с. 217 – 228.

## ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Працьовитий Микола Вікторович*

*доктор фіз.-мат. наук, професор, відділ фрактального аналізу*

*Інститут математики НАН України*

*Дрозденко Віталій Олександрович*

*кандидат фіз.-мат. наук, асистент каф. вищої математики та фізики*

*Білоцерківський національний аграрний університет*

*Працевитый Николай Викторович*

*доктор физ.-мат. наук, профессо, отдел фрактального анализа*

*Институт математики НАН Украины*

*Дрозденко Виталий Александрович*

*кандидат физ.-мат. наук, ассистент каф. высшей математики и физики*

*Белоцерковский национальный аграрный университет*

*Mykola V. Pratsiovytyi*

*doctor of physical and mathematical sciences, professor,*

*department of fractal analysis*

*Institute of Mathematics of the National Academy of Science of Ukraine*

*Vitaliy O. Drozdenko*

*candidate of physical and mathematical sciences,*

*assistant of the department of higher mathematics and physics*

*Bila Tserkva National Agrarian University*

### СТОХАСТИЧНА ВПОРЯДКОВАНІСТЬ ТА МЕТРИКА ПОРОДЖЕНІ ПРИНЦИПАМИ БАР'ЄРНОГО ПЕРЕСТРАХУВАННЯ

### СТОХАСТИЧЕСКАЯ УПОРЯДОЧЕННОСТЬ И МЕТРИКА ПОРОЖДЕННЫЕ ПРИНЦИПАМИ БАРЬЕРНОГО ПЕРЕСТРАХОВАНИЯ

### STOCHASTIC ORDERING AND METRIC GENERATED BY PRINCIPLES OF STOP-LOSS REINSURANCE

**Анотація.** В роботі представлені базові концепції формування стохастичної впорядкованості та метрики породжених принципами бар'єрного перестрахування. Крім іншого, в статті представлений достатній критерій впорядкованості, продемонстрована монотонність впорядкованості випадкових величин/розподілів як функції масштабного параметра, продемонстрована інваріантність впорядкованості відносно змішування та згортання, а також доведено декілька ключових властивостей метрики.

**Аннотация.** В работе представлены базовые базовые концепции формирования стохастической упорядоченности и метрики порожденные принципами барьерного перестрахования. Помимо прочего, в статье представлен достаточный критерий упорядоченности, продемонстрирована монотонность упорядоченности случайных величин/распределений как функции параметра масштабирования, продемонстрирована инвариантность упорядоченности относительно смешивания и сворачивания, а так же доказано несколько ключевых свойств метрики.

**Abstract.** Some basic concepts of forming of stochastic ordering and metric generated by the principles of stop-loss reinsurance are presented in the article. Among other notions, we present a sufficiency criterium for the stochastic ordering, demonstrate monotonicity of stochastic ordering as a function of scaling parameter, demonstrate invarianthness of the ordering with respect to mixing and convoluting as well as prove several key properties of the metric.

**Ключові слова:** бар'єрне перестрахування, нетто премія, премія середнього значення, стохастична впорядкованість, метрика, критерій достатності, монотонність, суміш, згортка.

**Ключевые слова:** барьерное перестрахование, нетто премия, премия среднего значения, стохастическая упорядоченность, метрика, критерий достаточности, монотонность, смесь свертка.

**Key words:** stop-loss reinsurance, net premium, mean value premium, stochastic ordering, metric, sufficiency criterium, monotonicity, mixture, convolution.

Нехай випадкова величина  $X$ , з функцією розподілу  $F_X(x)$ , відображає грошовий еквівалент збитків пов'язаних з певною страховою угодою. Страхову премію, тобто суму, яку клієнт при укладанні угоди платить обраній страховій компанії за захист від ризику  $X$ , позначатимемо  $\pi[X]$ .

Здебільшого величина  $X$  вважається невід'ємною, проте, від'ємні значення величини  $X$  інколи допускаються та трактуються як штрафні санкції, що надходять від застрахованого до страхової компанії за не виконання умов страхової угоди.

Нагадаємо, що нетто премія для ризику  $X$  означається як математичне сподівання розміру збитків асоційованих з ризиком  $X$ , тобто,  $\pi_{\text{і доді}}[X] := E[X]$ .

Нагадаємо також, що премія середнього значення для ризику  $X$ , яку позначатимемо  $\pi_{\text{н.с.}}[X]$ , означена за допомогою функції  $v(x) \in C^2(\mathbb{R})$  такої, що  $v'(x) > 0$  та  $v''(x) \geq 0$  для  $x \in \mathbb{R}$ , означається як розв'язок рівняння  $v(\pi_{\text{н.с.}}[X]) = E[v(X)]$ . Аргументація для принципу середнього значення підрахунку вартості страхових контрактів трохи прихована в нерівності Єнсена  $v(E[X]) \leq E[v(X)]$ , тобто, отримана в такий спосіб премія буде не меншою за математичне сподівання розміру грошових збитків.

Важливим частковим випадком премії середнього значення є експоненційна премія

$$\pi_{\text{аєт.}(\beta)}^{\text{і доді}}[X] = \frac{1}{\beta} \log E[e^{\beta(X-t)_+}] =: \pi[X, t, \beta], \quad \text{аєт} \quad \beta > 0,$$

а нетто премія

$$\pi_{\text{і доді}}^{\text{і доді}}[X] = E[(X-t)_+] =: \pi[X, t, 0].$$

В термінах функцій розподілу шойно отримані премії можна представити наступним чином

$$\begin{aligned} \pi[X, t, \beta] &= \frac{1}{\beta} \log \left\{ F(t) + \int_t^{+\infty} e^{\beta(x-t)} dF(x) \right\} \\ &= \frac{1}{\beta} \log \left\{ 1 + \beta \int_t^{+\infty} e^{\beta(x-t)} [1-F(x)] dx \right\}, \quad \text{аєт} \quad \beta > 0, \end{aligned} \tag{1}$$

а також

$$\pi[X, t, 0] = \int_t^{+\infty} (x-t) dF(x) = \int_t^{+\infty} [1-F(x)] dx. \tag{2}$$

Більш зручними з точки зору комп'ютериних обчислень, особливо у випадках, коли розподіл  $F(\cdot)$  є арифметичним, є наступні два представлення, які еквівалентні представленням (1) та (2)

$$\pi[X, t, \beta] = \frac{1}{\beta} \log \left\{ e^{-\beta t} M(\beta) + \int_0^t (1 - e^{-\beta(t-x)}) dF(x) \right\}, \quad \text{аєт} \quad \beta > 0, \tag{3}$$

та

$$\pi[X, t, 0] = E[X] - t + \int_0^t (t-x) dF(x) \tag{4}$$

$$\pi_{\text{аєт.}(\beta)}[X] := \frac{1}{\beta} \log(E[e^{\beta X}]), \quad \text{аєт} \quad \beta > 0,$$

яка отримується з премії середнього значення при виборі  $v(x) = \alpha e^{\beta x} + \gamma$ , для  $\min[\alpha, \beta] > 0$ .

Експоненційна премія виникає також як частковий випадок методик страхового оцінювання оснований на використанні гладких функцій корисності, і виділяється в окремий випадок, як така, що володіє рядом бажаних властивостей, якими методи страхового оцінювання означені з використанням гладких допоміжних функцій взагалі кажучи не володіють, наприклад властивістю адитивності.

У роботі Дрозденка [1, с. 211–224] крім іншого демонструвалося, що, якщо для ризику  $X$  існує  $\delta > 0$  таке, що  $E[|Xe^{\delta X}|] < +\infty$ , то має місце граничне співвідношення  $\pi_{\text{аєт.}(\beta)}[X] \rightarrow \pi_{\text{і доді}}[X]$  при  $\beta \rightarrow 0_+$ , яке демонструє певного роду зв'язок між експоненційною та нетто преміями.

Розглянемо тепер контракт надлишкового перестраховування з бар'єрним рівнем  $t$ . В даному випадку перестрахова компанія відшкодовує частину ризику  $X-t$  у випадку, коли  $X > t$ , і весь ризик (без виплат з боку перестраховика) відшкодовується страховою компанією, якщо  $X < t$ .

За таких обставин, премія, що надходить до перестраховика обрахована за експоненційним принципом матиме вигляд

де  $M(\cdot)$  – це генератриса розподілу  $F(\cdot)$ . Існує досить багато алгоритмів оснований на заміні розподілу  $F(\cdot)$  близьким до нього дискретним розподілом, які використовують представлення (3) та (4) для отримання наближень вартості контрактів перестраховування.

Для  $\beta \geq 0$  можна означити односторонню впорядкованість випадкових величин (або їх функцій розподілу) наступним чином. Для величини  $X$  з функцією розподілу  $F(x)$  та величини  $Y$  з функцією розподілу  $G(x)$  говоритимемо, що  $X <_{\beta} Y$  (або, що те саме

$$d_{\beta}(X, Y) := \sup_{t \in \mathbb{R}} \left| \int_t^{+\infty} e^{\beta(x-t)} [F(x) - G(x)] dx \right|, \quad \text{äëÿ } t \in \mathbb{R}. \quad (6)$$

З представлень (6), (1) та (2) слідує, що

$$d_0(X, Y) = \sup_{t \in \mathbb{R}} |\pi[X, t, 0] - \pi[Y, t, 0]|,$$

та

$$d_{\beta}(X, Y) = \frac{1}{\beta} \sup_{t \in \mathbb{R}} |e^{\beta\pi[X, t, \beta]} - e^{\beta\pi[Y, t, \beta]}|, \quad \text{äëÿ } \beta > 0.$$

Тобто, володіючи інформацією про метрику між величинами  $X$  та  $Y$  можна оцінювати зверху різницю вартості бар'єрного перестраховування між ризиками  $X$  та  $Y$ .

Представлення (1) та (2) можна обернути. Позначивши  $\pi[X, t, \beta] =: p(t)$  для  $\beta \geq 0$  з (1) та (2) отримуємо

$$F(x) = e^{\beta p(x)} p'(x) + 1, \quad \text{äëÿ } -\infty < x < +\infty \quad (7)$$

Користуючись представленням (7) при  $\beta = 0$  досить легко бачити, що функцію  $p(t)$ , для  $-\infty < t < +\infty$ , можна інтерпретувати як нетто премію бар'єрного перестраховування тоді й лише тоді, коли виконуються наступні дві умови:

- (i) функція  $p(t)$  неперервна та опукла зверху;
- (ii)  $p'(t) \rightarrow 0$  для  $t \rightarrow +\infty$  та  $p'(t) \rightarrow -1$  для  $t \rightarrow -\infty$ .

Більш того, знаючи властивості  $p(t)$  можна робити висновки про властивості  $F(x)$ . Наприклад, знову ж таки у випадку  $\beta = 0$ , маємо: розривність  $p(x)$  в точці  $x_0$  значить, що  $F(x)$  має точкову масу величини  $p'(x_0 + 0) - p'(x_0 - 0)$  в точці  $x_0$ ; або, функція  $F(x)$  є ступінчатою тоді й лише тоді, коли функція  $p(\cdot)$  є кусково лінійною, тощо.

Наступна умова демонструє прості, проте досить корисні достатні умови стохастичної впорядкованості.

$F(x) <_{\beta} G(x)$ , якщо  $\pi[X, t, \beta] \leq \pi[Y, t, \beta]$  для всіх  $-\infty < t < +\infty$ .

З представлень (1) та (2) з урахуванням того, що  $e^{0(x-t)} = 1$  слідує, що для  $\beta \geq 0$  умова  $X <_{\beta} Y$  (або  $F(x) <_{\beta} G(x)$ ) є еквівалентною умові

$$\int_t^{+\infty} e^{\beta(x-t)} [F(x) - G(x)] dx \geq 0 \quad (5)$$

для всіх  $t \in \mathbb{R}$ .

Більш того, метрика для  $\beta \geq 0$  вводиться за допомогою задання наступного співвідношення відстані

**Теорема 1.** Якщо для ризику  $X$  з функцією розподілу  $F(x)$  та ризику  $Y$  з функцією розподілу  $G(x)$ , а також деякого  $\beta \geq 0$  виконуються умови:

$$A_1: \int_{-\infty}^{+\infty} e^{\beta x} [F(x) - G(x)] dx \geq 0;$$

$$A_2: \text{існує } \Delta \in [-\infty, +\infty) \text{ таке, що}$$

$$F(x) \leq G(x) \text{ для } x < \beta \text{ та } F(x) \geq G(x)$$

для  $x \geq \beta$

то має місце стохастична впорядкованість  $X <_{\beta} Y$ .

*Доведення.* Для доведення достатньо продемонструвати виконання нерівності (5) для всіх  $t \in \mathbb{R}$ . У випадку  $t \geq \beta$  нерівність (5) виконується завдяки умові  $A_2$ , а у випадку  $t < \beta$  виконання нерівності (5) слідує з оцінки

$$\int_t^{+\infty} e^{a(x-t)} [F(x) - G(x)] dx \geq \int_{-\infty}^{+\infty} e^{a(x-t)} [F(x) - G(x)] dx \geq 0.$$

Звернемо увагу на те, що у випадку  $\beta = 0$  умову  $A_1$  можна представити наступним еквівалентним чином

$$A_1^0: \int_{-\infty}^{+\infty} x dF(x) \leq \int_{-\infty}^{+\infty} x dG(x),$$

а у випадку  $\beta > 0$  – наступним

$$A_1^{\beta}: \int_{-\infty}^{+\infty} e^{\beta x} dF(x) \leq \int_{-\infty}^{+\infty} e^{\beta x} dG(x).$$

Наступна теорема демонструє монотонність стохастичної впорядкованості як функції параметра  $\beta$ .

деякого  $\beta \geq 0$ , то для будь-якого  $r > \beta$  матимемо  $F(x) <_r G(x)$ .

**Теорема 2.** Якщо для функцій розподілу  $F(x)$  та  $G(x)$  має місце нерівність  $F(x) <_\beta G(x)$  для

*Доведення.* Для доведення достатньо продемонструвати невід'ємність наступного виразу. Скористаємось інтегруванням частинами

$$\begin{aligned} \int_t^{+\infty} e^{r(x-t)} [F(x) - G(x)] dx &= - \int_t^{+\infty} e^{(r-\beta)(x-t)} \frac{d}{dx} \int_x^{+\infty} e^{\beta(y-t)} [F(y) - G(y)] dy = \\ &= \int_t^{+\infty} e^{\beta(x-t)} [F(x) - G(x)] dx + \\ &\quad + (r - \beta) \int_t^{+\infty} e^{(r-\beta)(x-t)} \int_x^{+\infty} e^{\beta(y-t)} [F(y) - G(y)] dy dx \end{aligned} \tag{8}$$

Так як у випадку  $F(x) <_\beta G(x)$  нерівність (5) виконується для всіх  $t \in \mathbf{R}$ , то при  $r > \beta$  обидва доданки в (8) будуть невід'ємними. Що й доводить твердження теореми 2.†

- (i)  $\sum_i p_i F_i(x) <_\beta \sum_i p_i G_i(x)$ ;
- (ii)  $F_1 * \dots * F_n(x) <_\beta G_1 * \dots * G_n(x)$  для всіх  $n \in \mathbf{N}$ .

Наступна теорема демонструє інваріантність стохастичної впорядкованості відносно скінченного та зліченного змішувань, а також скінченного згортання.

*Доведення.* В справедливості твердження (i) теореми 3 легко переконатися шляхом безпосередньої перевірки використовуючи при цьому еквівалентність (5).

**Теорема 3.** Нехай  $F_i(x)$  та  $G_i(x)$ , для  $i = 1, 2, \dots$ , скінченні чи злічені послідовності функцій розподілу такі, що  $F_i(x) <_\beta G_i(x)$  для деякого  $\beta \geq 0$  та всіх  $i$ . Нехай також  $p_1, p_2, \dots$  – скінченна чи зліченна послідовність ймовірносних мас. Тоді

Для доведення твердження (ii) достатньо розглянути частковий випадок  $n = 2$ ,  $F_1(x) = F(x), G_1(x) = G(x)$  та  $F_2(x) = G_2(x) = H(x)$ . Тут треба продемонструвати невід'ємність

$$\begin{aligned} \int_t^{+\infty} e^{\beta(x-t)} [F * H(x) - G * H(x)] dx &= \\ &= \int_t^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{\beta(x-t)} [F(x-y) - G(x-y)] dH(y) dx = \\ &= \int_{-\infty}^{+\infty} e^{\beta y} \int_t^{+\infty} e^{\beta(x-y-t)} [F(x-y) - G(x-y)] d(x-y) dH(y) \end{aligned} \tag{9}$$

Так як  $F(x) <_\beta G(x)$ , то внутрішній інтеграл в (9) невід'ємний. Що й доводить твердження теореми 3.†

- (i)  $d_\beta(\sum_i p_i F_i(x), \sum_i p_i G_i(x)) \leq \sum_i p_i d_\beta(F_i(x), G_i(x))$
- (ii)  $d_\beta(F * H(x), G * H(x)) \leq d_\beta(F(x), G(x))$ ;

Наступна теорема демонструє вплив на метрику (6) операцій змішування та згортання.

- (iii)  $d_\beta(F^{*n}(x), G^{*n}(x)) \leq n \cdot d_\beta(F(x), G(x))$ .

**Теорема 4** Нехай  $F(x), G(x), H(x)$  – функції розподілу та  $F_i(x), G_i(x)$ , для  $i = 1, 2, \dots$ , – скінченні чи злічені послідовності функцій розподілу. Нехай також  $p_1, p_2, \dots$ , – скінченна чи зліченна послідовність ймовірносних мас. Тоді, для будь-якого  $\beta \geq 0$ :

*Доведення.* Доведення твердження (i) здійснюється безпосередньо за означенням метрики (6), використавши при цьому те, що модуль суми не менше суми модулів.

$$\begin{aligned} \left| \int_t^{+\infty} e^{\beta(x-t)} [F * H(x) - G * H(x)] dx \right| &= \\ &= \left| \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{t-y}^{+\infty} e^{\beta(z+y-t)} [F(z) - G(z)] dz dH(y) \right| \leq \\ &\leq \int_{-\infty}^{+\infty} \left| \int_{t-y}^{+\infty} e^{\beta(z+y-t)} [F(z) - G(z)] dz \right| dH(y) \leq d_\beta(F(x), G(x)). \end{aligned} \tag{10}$$

Для доведення пункту (ii) зробимо заміну  $z = x - y$  в (9) для отримання наступної оцінки зверху

Перейшовши до супремуму в лівій частині нерівності (10) отримуємо твердження (ii) теореми 4.

$$d_{\beta}(F^{*n}(x), G^{*n}(x)) \leq \sum_{k=0}^{n-1} d_{\beta}(F^{*(n-k)}(x) * G^k(x), F^{*(n-1-k)(x)} * G^{*(k+1)}(x)) \leq n \cdot d_{\beta}(F(x), G(x)). \quad (11)$$

**Приклад 1.** Нехай ризик  $X$  має функцію розподілу  $F(x)$ . Нехай також  $q$  – це загальна ймовірнісна маса ризику  $X$  на інтервалі  $[a, b]$ . Означимо тепер величину  $Y$ , яка співпадає з величиною  $X$  за межами інтервалу  $[a, b]$ , а функція розподілу  $G(x)$  величини  $Y$  має стрибок розміру  $q$  в точці  $\xi \in [a, b]$ . Якщо обрати  $\xi$  так, що

$$q \cdot \xi = \int_a^b x dF(x), \quad \text{ї дє } \beta = 0,$$

та

$$q \cdot e^{\beta \xi} = \int_a^b e^{\beta x} dF(x), \quad \text{ї дє } \beta > 0,$$

то умова  $A_1$  з рівністю та умова  $A_2$  з  $\Delta = \xi$  теореми 1 виконуватимуться між функціями розподілу  $F(x)$  та  $G(x)$ . Тому має місце нерівність  $Y <_{\beta} X$ . Таку процедуру часто називають процедурою концентрації маси.

**Приклад 2.** Нехай ризик  $X$  має функцію розподілу  $F(x)$ , а  $q$  це знову ж таки загальна ймовірнісна маса ризику  $X$  на інтервалі  $[a, b]$ . Означимо тепер ризик  $Z$ , який співпадає з ризиком  $X$  за межами інтервалу  $[a, b]$ , а функція розподілу  $H(x)$  ризику  $Z$  має точкові маси  $q_1$  та  $q_2$  в точках  $a$  та  $b$  відповідно, при цьому  $q_1 + q_2 = q$ . Якщо обрати маси  $q_1$  та  $q_2$  так, що

$$q_1 a + q_2 b = \int_a^b x dF(x), \quad \text{ї дє } \beta = 0,$$

та

$$q_1 e^{\beta a} + q_2 e^{\beta b} = \int_a^b e^{\beta x} dF(x), \quad \text{ї дє } \beta > 0,$$

умови  $A_1$  та  $A_2$  теореми 1 виконуються між функціями розподілу  $F(x)$  та  $H(x)$ . Тому має місце нерівність  $X <_{\beta} Z$ .

Цікаво проаналізувати ці конструкції в термінах бар'єрного перестраховання. Для простоти розглянемо випадок  $\beta = 0$ . Графік  $\pi[G(x), t, 0]$  на  $[a, b]$  утворений перетином двох дотичних до  $\pi[F(x), t, 0]$  в той час як графік

Твердження (ii) слідує з  $n$ -кратного використання нерівності трикутника та твердження (ii) наступним чином

$\pi[H(x), t, 0]$  на  $[a, b]$  це просто пряма лінія, яка сполучає значення в кінцевих точках відрізка  $[a, b]$ . Це свого роду геометричне обґрунтування нерівностей  $Y <_0 X <_0 Z$ .

Із альтернативними аспектами теорії бар'єрного перестраховання можна ознайомитися, наприклад, в роботах: Asmussen and Albrecher [2], Boland [3], Bowers et al [4], Bühlmann [5], Dickson [6], De Vylder et al [7], De Vylder et al [8], Kaas et al [9], Kremer [10], Rolski et al [11], Straub [12].

### Література

1. Дрозденко В.О. Гранична поведінка страхових премій, залежних від параметрів. Науковий часопис НПУ ім. М.П. Драгоманова. Серія 1. Фізико-математичні науки. – 2010. – 11. – С. 211–224.
2. S. Asmussen, H. Albrecher, *Ruin Probabilities (second edition)*, World Scientific, Singapore, 2010.
3. P.J. Boland, *Statistical and Probabilistic Methods in Actuarial Science*, Chapman & Hall, Boca Raton, 2007.
4. N.L. Bowers, H.U. Gerber, J.C. Hickman, D.A. Jones, C.J. Nesbit, *Actuarial Mathematics (second edition)*, The Society of Actuaries, Illinois, 1997.
5. H. Bühlmann, *Mathematical Methods in Risk Theory*, Springer, Berlin, 1970.
6. D.C.M. Dickson, *Insurance Risk and Ruin*, Cambridge University Press, Cambridge, 2005.
7. F.E. De Vylder, M. Goovaerts, J. Haezendonck (editors), *Premium Calculation in Insurance (collection of articles)*, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1984.
8. F.E. De Vylder, M. Goovaerts, J. Haezendonck (editors), *Insurance and Risk Theory (collection of articles)*, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1986.
9. R. Kaas, M. Goovaerts, J. Dhaene, M. Denuit, *Modern Actuarial Risk Theory using R*, Springer, Berlin, 2008.
10. E. Kremer, *Applied Risk Theory*, Shaker, Aachen, 1999.
11. T. Rolski, H. Schmidli, V. Schmidt, J. Teugels, *Stochastic Processes for Insurance and Finance*, John Wiley & Sons, Chichester, 1999.
12. E. Straub, *Non-Life Insurance Mathematics*, Springer, Berlin, 1988.



#10 (26), 2017 część 1  
**Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe**  
(Warszawa, Polska)  
**Czasopismo jest zarejestrowane i publikowane w Polsce.** W czasopiśmie publikowane są artykuły ze wszystkich dziedzin naukowych. Czasopismo publikowane jest w języku polskim, angielskim, niemieckim i rosyjskim.

Artykuły przyjmowane są do dnia 30 każdego miesiąca.

Częstotliwość: 12 wydań rocznie.

Format - A4, kolorowy druk

Wszystkie artykuły są recenzowane

Każdy autor otrzymuje jeden bezpłatny egzemplarz czasopisma.

Bezpłatny dostęp do wersji elektronicznej czasopisma.

### **Zespół redakcyjny**

**Redaktor naczelny - Adam Barczuk**

**Mikołaj Wiśniewski**

**Szymon Andrzejewski**

**Dominik Makowski**

**Paweł Lewandowski**

### **Rada naukowa**

**Adam Nowicki (Uniwersytet Warszawski)**

**Michał Adamczyk (Instytut Stosunków Międzynarodowych)**

**Peter Cohan (Princeton University)**

**Mateusz Jabłoński (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**

**Piotr Michalak (Uniwersytet Warszawski)**

**Jerzy Czarnecki (Uniwersytet Jagielloński)**

**Kolub Frennen (University of Tübingen)**

**Bartosz Wysocki (Instytut Stosunków Międzynarodowych)**

**Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)**

**Maciej Kaczmarczyk (Uniwersytet Warszawski)**

**Dawid Kowalik (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**

**Peter Clarkwood (University College London)**

#10 (26), 2017 part 1  
**East European Scientific Journal**  
(Warsaw, Poland)  
**The journal is registered and published in Poland.** The journal is registered and published in Poland. Articles in all spheres of sciences are published in the journal. Journal is published in **English, German, Polish and Russian.**

Articles are accepted till the 30th day of each month.

Periodicity: 12 issues per year.

Format - A4, color printing

All articles are reviewed

Each author receives one free printed copy of the journal

Free access to the electronic version of journal

### **Editorial**

**Editor in chief - Adam Barczuk**

**Mikołaj Wiśniewski**

**Szymon Andrzejewski**

**Dominik Makowski**

**Paweł Lewandowski**

### **The scientific council**

**Adam Nowicki (Uniwersytet Warszawski)**

**Michał Adamczyk (Instytut Stosunków Międzynarodowych)**

**Peter Cohan (Princeton University)**

**Mateusz Jabłoński (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**

**Piotr Michalak (Uniwersytet Warszawski)**

**Jerzy Czarnecki (Uniwersytet Jagielloński)**

**Kolub Frennen (University of Tübingen)**

**Bartosz Wysocki (Instytut Stosunków Międzynarodowych)**

**Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)**

**Maciej Kaczmarczyk (Uniwersytet Warszawski)**

**Dawid Kowalik (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**

**Peter Clarkwood (University College London)**

**Igor Dzedzic (Polska Akademia Nauk)**  
**Alexander Klimek (Polska Akademia Nauk)**  
**Alexander Rogowski (Uniwersytet Jagielloński)**  
**Kehan Schreiner(Hebrew University)**  
**Bartosz Mazurkiewicz (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**  
**Anthony Maverick(Bar-Ilan University)**  
**Mikołaj Żukowski (Uniwersytet Warszawski)**  
**Mateusz Marszałek (Uniwersytet Jagielloński)**  
**Szymon Matysiak (Polska Akademia Nauk)**  
**Michał Niewiadomski (Instytut Stosunków Międzynarodowych)**  
**Redaktor naczelny - Adam Barczuk**

**1000 kopii.**

**Wydrukowano w «Aleje Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warszawa, Polska»**

**Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe**

Aleje Jerozolimskie 85/21, 02-001  
Warszawa, Polska

**E-mail:** [info@eesa-journal.com](mailto:info@eesa-journal.com) ,

**<http://eesa-journal.com/>**

**Igor Dzedzic (Polska Akademia Nauk)**  
**Alexander Klimek (Polska Akademia Nauk)**  
**Alexander Rogowski (Uniwersytet Jagielloński)**  
**Kehan Schreiner(Hebrew University)**  
**Bartosz Mazurkiewicz (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**  
**Anthony Maverick(Bar-Ilan University)**  
**Mikołaj Żukowski (Uniwersytet Warszawski)**  
**Mateusz Marszałek (Uniwersytet Jagielloński)**  
**Szymon Matysiak (Polska Akademia Nauk)**  
**Michał Niewiadomski (Instytut Stosunków Międzynarodowych)**  
**Editor in chief - Adam Barczuk**

**1000 copies.**

**Printed in the "Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warsaw, Poland»**

**East European Scientific Journal**

Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warsaw,  
Poland

**E-mail:** [info@eesa-journal.com](mailto:info@eesa-journal.com) ,

**<http://eesa-journal.com>**