



# ВОСТОЧНО ЕВРОПЕЙСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

DOI: 10.31618/ESSA.2782-1994.2021.1.69

#5(69), 2021 часть 1

Восточно Европейский научный журнал  
(Санкт-Петербург, Россия)

Журнал зарегистрирован и издается в России  
В журнале публикуются статьи по всем  
научным направлениям.

Журнал издается на русском, английском и  
польском языках.

Статьи принимаются до 30 числа каждого  
месяца.

Периодичность: 12 номеров в год.

Формат - А4, цветная печать

Все статьи рецензируются

Бесплатный доступ к электронной версии  
журнала.

Редакционная коллегия

Главный редактор - Адам Барчук

Миколай Вишневецки

Шимон Анджеевский

Доминик Маковски

Павел Левандовски

Ученый совет

Адам Новицки (Варшавский университет)

Михал Адамчик (Институт  
международных отношений)

Питер Коэн (Принстонский университет)

Матеуш Яблоньски (Краковский  
технологический университет имени  
Тадеуша Костюшко)

Петр Михалак (Варшавский университет)

Ежи Чарнецкий (Ягеллонский университет)

Колуб Френнен (Тюбингенский  
университет)

Бартош Высоцкий (Институт  
международных отношений)

Патрик О'Коннелл (Париж IV Сорбонна)

Мацей Качмарчик (Варшавский  
университет)

#5(69), 2020 part 1

Eastern European Scientific Journal  
(St. Petersburg, Russia)

The journal is registered and published in Russia  
The journal publishes articles on all scientific  
areas.

The journal is published in Russian, English  
and Polish.

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

Periodicity: 12 issues per year.

Format - A4, color printing

All articles are reviewed

Free access to the electronic version of journal  
Editorial

Editor-in-chief - Adam Barczuk

Mikolaj Wisniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Pawel Lewandowski

Scientific council

Adam Nowicki (University of Warsaw)

Michal Adamczyk (Institute of International  
Relations)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jablonski (Tadeusz Kosciuszko  
Cracow University of Technology)

Piotr Michalak (University of Warsaw)

Jerzy Czarnecki (Jagiellonian University)

Kolub Frennen (University of Tübingen)

Bartosz Wysocki (Institute of International  
Relations)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (University of Warsaw)

**Давид Ковалик (Краковский технологический университет им. Тадеуша Костюшко)**

**Питер Кларквуд (Университетский колледж Лондона)**

**Игорь Дзедзич (Польская академия наук)**

**Александр Клиmek (Польская академия наук)**

**Александр Роговский (Ягеллонский университет)**

**Кехан Шрайнер (Еврейский университет)**

**Бартош Мазуркевич (Краковский технологический университет им. Тадеуша Костюшко)**

**Энтони Маверик (Университет Бар-Илан)**

**Миколай Жуковский (Варшавский университет)**

**Матеуш Маршалек (Ягеллонский университет)**

**Шимон Матысяк (Польская академия наук)**

**Михал Невядомский (Институт международных отношений)**

**Главный редактор - Адам Барчук**

1000 экземпляров.

Отпечатано в ООО «Логика+»

198320, Санкт-Петербург,

Город Красное Село,

ул. Геологическая,

д. 44, к. 1, литера А

«Восточно Европейский Научный Журнал»

Электронная почта: [info@eesa-journal.com](mailto:info@eesa-journal.com),

<https://eesa-journal.com/>

**Dawid Kowalik (Kracow University of Technology named Tadeusz Kościuszko)**

**Peter Clarkwood (University College London)**

**Igor Dzedzic (Polish Academy of Sciences)**

**Alexander Klimek (Polish Academy of Sciences)**

**Alexander Rogowski (Jagiellonian University)**

**Kehan Schreiner (Hebrew University)**

**Bartosz Mazurkiewicz (Tadeusz Kościuszko Cracow University of Technology)**

**Anthony Maverick (Bar-Ilan University)**

**Mikołaj Żukowski (University of Warsaw)**

**Mateusz Marszałek (Jagiellonian University)**

**Szymon Matysiak (Polish Academy of Sciences)**

**Michał Niewiadomski (Institute of International Relations)**

**Editor in chief - Adam Barczuk**

1000 copies.

Printed by Logika + LLC

198320, Region: St. Petersburg,

Locality: Krasnoe Selo Town,

Geologicheskaya 44 Street,

Building 1, Litera A

"East European Scientific Journal"

Email: [info@eesa-journal.com](mailto:info@eesa-journal.com),

<https://eesa-journal.com/>

# СОДЕРЖАНИЕ

## АРХИТЕКТУРА

<b>Samoilenko Ye.</b> POSTINDUSTRIAL DEVELOPMENT OF COASTAL AREAS.....	4
---	---

<b>Тюрикова Е.Н., Токар В.О.</b> ОДЕССКИЙ ДВОРИК КАК ФЕНОМЕН АРХИТЕКТУРНОГО ДИЗАЙНА.....	8
---	---

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

<b>Кривошапкин А.А., Сазонова М.И.</b> МАТЕРИАЛЫ ПО ДИНАМИКЕ ЧИСЛЕННОСТИ РЯБЧИКА (BONASA BONASIA) В ОКРЕСТНОСТЯХ Г. ЯКУТСКА ПО ДАННЫМ ОСЕННЕГО И ВЕСЕННЕГО УЧЕТА.....	10
--	----

<b>Кривошапкин А.А., Сазонова М.И.</b> ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ АИСТ (CICONIA BOUCIANA) В МЕГИНО-КАНГАЛАСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ).....	15
---	----

## МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

<b>Zhuraliev M.Zh., Nagaeva G.A., Li V.N., Buronova N.D., Olimov Kh.A., Akhmedov Kh.A., Nabiev Zh.A., Rakhmonov Kh.K.</b> CLINICAL CASE OF MUSCULAR VENTRICULAR SEPTUM DEFECT CLOSURE AFTER KNIFE WOUND.....	20
---	----

<b>Gasanov A.M., Danielyan S.N., Tarabrin E.A., Kanibolotskiy A.A., Nikolaeva E.B., Kvardakova O.V., Muslimov R.S., Kammaev K.A., Palagina V.S.</b> ENDOSCOPIC TREATMENT OF ESOPHAGEAL-BRONCHIAL FISTULA IN A PATIENT WITH A LEYDEN MUTATION ...	23
---	----

<b>Ивлиев Ю.А.</b> ДИАГНОСТИКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ГИПОТЕЗЫ БИЛЯ В МЕДИЦИНСКОЙ ПСИХОЛОГИИ (РЕМЕЙК ПРЕДЫДУЩИХ СТАТЕЙ АВТОРА О ВЕЛИКОЙ ТЕОРЕМЕ ФЕРМА).....	28
--	----

<b>Lysenko V.A., Syvolap V.V.</b> INDEPENDENT PREDICTORS OF ADVERSE CARDIOVASCULAR EVENTS IN PATIENTS WITH CHF OF ISCHEMIC ORIGIN.....	33
---	----

<b>Кострова О.Ю., Стоменская И.С., Тимофеева Н.Ю., Буряченко Н.А., Черкасов И.М., Доброхотов М.З., Стручко Г.Ю., Казаков А.В.</b> ЗНАЧЕНИЕ ТРОМБОЭЛАСТОМЕТРИИ В ДИАГНОСТИКЕ ГЕМОСТАТИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ У РЕАНИМАЦИОННЫХ ПАЦИЕНТОВ С ТРАВМАМИ.....	38
---	----

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

<b>Слюсаренко І.С., Китаєва А.П.,</b> ВПЛИВ СУСПЕНЗІЇ МІКРОВОДОРОСТІ ХЛОРЕЛИ НА МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ ВІВЦЕМАТОК ТА ІНТЕНСИВНІСТЬ РОСТУ ЯГНЯТ.....	46
--	----

<b>Юшкова Л.Я., Ким А.С., Немцев Б.Д.</b> ЗАТРАТЫ ВРЕМЕНИ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПОСТАНОВКЕ ПЦР И ИФА.....	54
---	----

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<b>Біляєв М.М., Біляєва В.В., Берлов О.В., Козачина В.А.</b> ЧИСЕЛЬНА МОДЕЛЬ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ ВІД АВТОТРАНСПОРТУ.....	58
---	----

<b>Рябых Г.Ю., Фролова Н.В., Куасси Бру Гийом, Кокора Ален Ульрих, Писковацков В.Э., Ермаков А.С., Заирова Дж.Х.</b> МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ВОД АФРИКАНСКИХ РЕСПУБЛИК С ПОМОЩЬЮ ОТХОДОВ ОРЕХА АНАКАРД.....	63
--	----

# АРХИТЕКТУРА

*Yevheniia Samoilenko*

ORCID: 0000-0003-2813-4767

Assistant, Department of Architectural Design and Urban Planning  
Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture

## POSTINDUSTRIAL DEVELOPMENT OF COASTAL AREAS

DOI: 10.31618/ESSA.2782-1994.2021.1.69.47

**Abstract.** The article proves that a systematic approach to the urban organization of coastal areas includes complex environmental and recreational tasks. The study examines in detail the need to create a comprehensive strategy for the restoration of the coastal zone. The complex of measures is substantiated, among which the activation of water protection functions of coastal areas, rehabilitation of disturbed territories, use of recreational and town-planning potential of coastal territories for formation of recreational base along water area, development of integrated system of management of processes of coastal zones and integration of ecosystems.

The work separately highlights the possibility of creating a recreational cluster that will ensure the continuity of the natural framework, given the multi-vector formation of the urban environment. It is established, that the connection of the recreational cluster with the suburban green strip and water area will create a pedestrian recreational corridor in the city and beyond, as well as contribute to the greening of the city and influence the modeling of ecological infrastructure.

*Key words: riparian areas, water diameter, recreational framework, revitalization, ecological cluster.*

### INTRODUCTION

Features of recreational use of urban areas, in particular the formation of landscape structure and integrated system of landscaping of the coastal area in relation to the water area, the creation of water-green diameters, revitalization of river valleys, the formation of individual water-green objects, clustering - notable modern urban trends many cities around the world are still not sufficiently implemented in the cities of Ukraine. World experience confirms that a systematic approach to the urban organization of riparian areas includes complex environmental and recreational tasks: management of surface runoff within the catchment; protection of territories from flooding and flooding, which can be implemented in particular in a landscape way. These processes are confirmed by the relevant planning documents, but have not yet become widespread. Solving the functional and planning needs of the city and the architectural and landscape organization of recreational spaces in its structure is complicated by the peculiarities of the river landscape and its interaction with the urban environment [4].

There is a need to find new contact areas and sustainable models of interaction between urban and natural environments. The issue is transformed and considered in the plane of sustainable development with the formation of ecologically sustainable cultural landscapes of riparian areas in the city structure [12]. The dialectical contradiction of the development of theoretical approaches and strategies for the formation of contact zones between the city and the water area is in the field of "dialogue of two elements" [5]. The organization of the interaction of urban and natural is based on the concept of symbiosis. One of the directions of possible structuring and content of recreational space is in the plane of multilevel spatial, visual and compositional interactions of water area, river space and urban environment. At the same time, there is a need to form an appropriate comprehensive

strategy for the development of riparian areas, taking into account the unique set of tasks and factors inherent in a particular urban environment.

**Goal.** To analyze the features of recreational use of riparian areas in modern urban conditions and provide practical recommendations for the formation of a strategy for the development of riparian areas on the example of the city of Dnipro.

The scientific and methodological basis for the study were scientific works on the recreational use of coastal areas. These are the works of the scientific school T. Panchenko [9], Yu. Bilokon [1], V. Vadimov [2], V. Nefedova [8], L. Ruban [11]. Scientific works and project experience in the field of urban planning were taken into account, in particular the study of the urban environment of the city of Dnipro in the project proposals concept of urban development, as well as materials to the city master plan: zoning scheme, project amendments to the master plan [3, 4]. Research in the field of renovation of industrial coastal areas of the city of Dnipro was taken into account separately [6, 12].

### PROBLEMS AND TERMINOLOGY OF RESEARCH

Dialectical contradiction in the system "city-water area". The presence of water in the urban structure is of great value, both in terms of visual perception and comfortable living of its inhabitants, and in terms of the ecology of the urban environment. Acquisition of qualitatively new content in the interaction of man and nature can be realized under the conditions of providing territorial-spatial and urban processes of culturological content [2].

Thus, the issue of functional orientation on landscape reconstruction of territories along the waters of large rivers is actualized in a number of scientific works that were included in this study. According to them, the analysis of the existing functional use of the coastal zone of the city of Dnipro showed that

residential buildings, as well as public and industrial zones occupy up to 80% of the area of all developed river areas. According to the sum of factors, the location of residential buildings near the central zone of the city gives a greater economic effect from the use of the territory than the formation of recreational complexes, but contradicts the need for green spaces.

Today, the rational use of territorial resources is one of the most important tasks in the field of urban planning. In most cases, improving the quality of the urban environment is due to the need to develop a system of reconstruction measures and principles of architectural and landscape organization of the territory, which should be part of a long-term program of development of areas along the water area.

Modern urban planners and landscape architects such as Patrick Bushan and Gilles Clema record the mechanisms of the formation of abandoned or inefficient urban areas within the city. The emergence of such zones is inherent in the process of urbanization and is important from an ecological point of view. The so-called "landscapes of the third order", despite the insufficiently active role in the life of the city, are of great importance in the formation of the urban structure [14].

Aware of the need for sustainable development, the entire urban system and urban policy in European countries began to focus on the interaction and coordinated functioning of economic, social and environmental factors [13]. In particular, there are clear trends: to the compact development of cities, the preservation of the "green belt", the integration of "wildlife" into the urban environment, the expansion of biodiversity, landscaping of abandoned and revitalized former industrial areas.

According to the research of Bernard Seschi, the nature of the process of transformation of the territory reflects the traditions of urbanism of a particular country. Despite the fact that it is not easy to talk about the presence of a "natural component" in cities, the most unexplored aspects of the interaction of urban and landscape areas, their ability to develop, synergy and transformation. Riverside areas within the city act as a buffer between the city and the water area. Their main function is to ensure the interaction of natural and anthropogenic frameworks of the urban area. Creating such a unique zone in the city involves the appropriate urban transformation. The problems, strategic goals and results obtained in measuring this process require further rethinking [2].

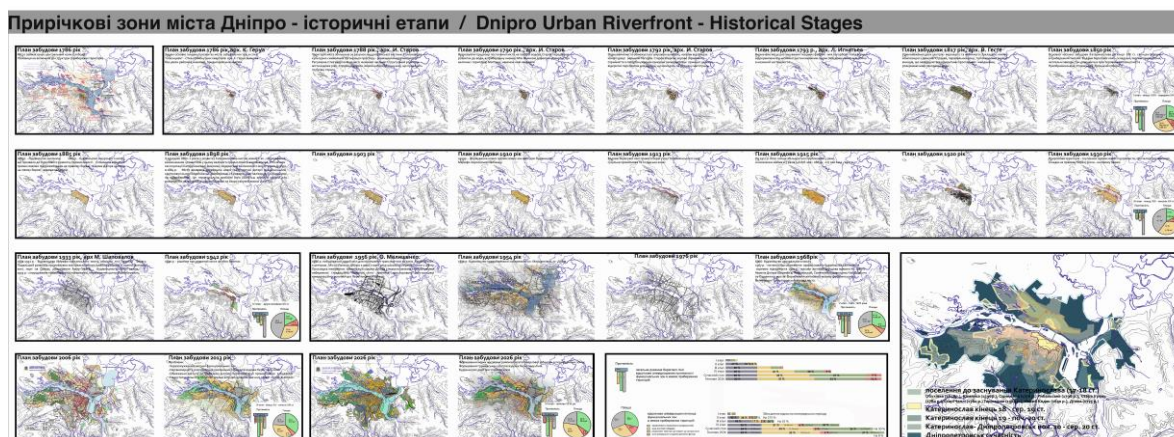


Fig. 1 City historical stages

The space within the water area is the basis for the formation of water-green diameter, and is an element of the natural framework of the city. (Fig. 1). Thus, renovation within the water area should include a comprehensive approach to the organization of the ecological framework of the city, optimization of the system of functional zoning of its territories, saturation of these areas with "green zones" and the formation of ecologically balanced environment.

Investigating the location of architectural objects and the organization of recreational spaces in the river area, it is possible to analyze the degree of involvement of the river space in the urban structure and the formation of its recreational framework.

Fragments in the structure of the river zone were identified for the city of Dnipro, their functional content, accessibility and nature of landscaping were analyzed. The fragmentary character of riverside urban ensembles, which are interspersed with industrial zones that break the line of perception, is noted. The riparian

territories of the Dnieper, in the conditions of a post-industrial city, need at the same time to build a balanced relationship with radical reconstruction and a balanced strategy of use. The strategy should be guided by certain requirements for the implementation of renovation measures, which include: activation of water protection functions of river areas; rehabilitation of disturbed areas; use of recreational and urban potential of riparian areas for the formation of a recreational framework along the water area; integration of eco-clusters into the structure of riparian areas and development of an integrated process management system.

Activation of water protection functions of river areas. Great importance in the greening of the city is given to the formation of its ecological infrastructure, an integral part of which is the system of greenery and the water area of the city, which comprehensively form a natural recreational framework. This is a system of natural type, which provides the creation of

appropriate, from an ecological point of view, living conditions in the city, allows the continuity of the natural framework in the city and forms a connection with suburban recreational areas (Fig. 1).

The methodology of spatial-functional formation of the urban environment in the water area takes into account the transformation of the coastal zone into a spatial-thematic scenario together with the need to integrate the entire number of local urban planning tasks. Analysis of possible vectors of river space development within the city with the formation of a contact zone in its structure, as a tool for project modeling, makes it possible to regulate the structural components of buildings and landscaping within the water area, creating a contact area with meaningful levels of interaction of river areas [3].

Rehabilitation of riparian areas, which means a set of measures within the riparian area, contributes to the territorial restoration and implementation of the principles of ecological sustainability, humanization and social orientation of the environment, maintaining the balance of natural and anthropogenic components of urban landscape and recreational needs of urban population. In this period of development, riparian areas are functionally rich and urbanized space. The study of the development of the territorial-spatial structure of cities in relation to the water systems allowed to determine that the riparian areas are prone to varying degrees of urbanization, some of them need renovation and replacement.

One of the main goals of the reconstruction projects is to determine approaches to the transformation of the landscape system of the city of Dnipro into an efficient and stably functioning urban framework. However, many aspects related to the forms of urban landscape transformation and natural forms in terms of their spatial characteristics and role in shaping the composition of the city, as well as the process of forming the ecological and urban framework and the organization of open spaces remain unclear.

Thus, the master plan, as a regulatory document, should determine the path of transformation of the urban environment in the direction of the vector of sustainable innovative development of the territory on the basis of the introduction of a new structural element of the natural complex.

Formation of the system of ecological river corridor along the water area. A holistic strategy of ecological rehabilitation and aesthetic harmonization of the environment of the riparian zones means the transition from private, fragmentary implementations to the complex structure of the riparian urban environment. The main elements of the system are transverse connections, as a way of forming the contact zone of the river and the city. The study found that the presence of convenient communication links between the city center and the river area is the key to maximum integration of disparate, separate areas. Thus, according to the basic concept, building elements, green areas and water areas harmoniously flow into each other and form a single space and complex urban form due to the introduction of eco-cluster as an independent landscape-ecological element (Fig. 2).

Cluster in urban planning is understood as a territorial formation within the metropolis. It is a relatively autonomous unit and provides its residents with a full set of urban functions (residential, administrative and business, shopping and entertainment, recreation). Thus, the combination of several homogeneous elements can be considered as an independent unit with certain properties [7]. Also, the cluster in the urban environment is understood as a group of environmental spaces, united by innovative communication channels and infrastructure component, and represents, from the point of view of the city resident, a single urban resource [7].

Thus, a cluster is understood as a connected set of urban spaces that work together to perform the functions of the city system. Previously, clustering was mainly used in the economic sphere, but the study proposed to consider the integration of the cluster, as an element of landscape architecture, in the structure of the river area to create a holistic recreational space along the waters of a large river.

Thus, the landscape approach in the creation of eco-clusters will be used as a method of reorganizing the environment by introducing nature into the urban space in order to form elements of green infrastructure. Components of the structure of riparian areas will now be: complex environmental ensembles, groups and single dominant objects, engineering structures, background objects.

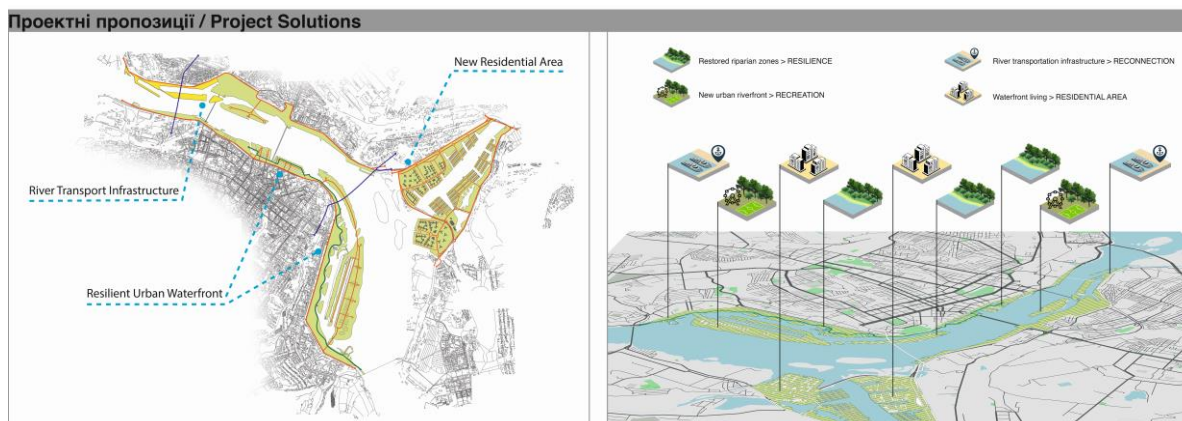


Fig.2 Analysis of fragments of the river zone in the structure of the city. Coastal transformation strategies.

In the course of the research it was established that the structural components of the landscape of urban water area are landscape features of the terrain, geoplasty of relief, nature of landscaping, as well as planning parameters, features of the configuration of the water area and its coastline.

These provisions allow to form the types of contact spaces within the river areas, as a set of several levels of dialogic interaction: functional, spatial, compositional, visual, plastic, historical and cultural. Eco-clusters can become such contact spaces in the urban environment.

Eco-cluster is formed as part of a single landscape-recreational form of the city, consisting of individual local elements of this form: parks, tree quarters, green areas, squares, boulevards, alleys, esplanades, islands, water gardens, etc. The cluster is an element for the formation of landscape architecture and creates conditions for green construction by maintaining a favorable microclimate: humidity, temperature, mobility of air masses, reducing the load on urban infrastructure and restoring landscaping.

In scientific work, the eco-cluster is considered as part of the urban green area, undergoing a period of rehabilitation to increase the percentage of green spaces in its structure, or as a recreational element formed on the water to provide a continuous recreational pedestrian corridor comfortable environmentally sustainable urban environment. Such clusters can become connecting elements between existing green zones. Thus, a multi-complex urban "multifunctional puzzle" is formed with the priority of creating and developing social and recreational areas overlooking the Dnieper.

Integration of eco-clusters into the structure of riparian areas. Changing the quality of the urban environment in the direction of the vector of sustainable development of the territory is possible on the basis of the formation of principles and methods of rehabilitation of riparian urban areas.

Significantly increase the level of innovation activity will allow the use of cluster approach in the formation of recreational corridors along the water area, introducing technopark structures replacing industrial areas, creating tourist and recreational areas as poles of economic growth, forming communication spaces, sustainable recreational ecoclusters. One of the approaches to the restoration of industrial areas is their ecological rehabilitation: reclamation of areas covered by the pollution zone; transformations within the transport infrastructure: bicycle connections, development of high-speed rail transport, organization of communication complexes within the embankment.

Development of a system of integrated process control in the riparian zone. On the one hand, uncontrolled self-filling of urban areas with natural elements affects the overall balance of green areas in cities, on the other hand, provokes social and urban conflicts. This property of "uncontrolled landscaping" of urban areas allows urban policy to assess the reserves of environmentally friendly development. For example, the Open Space Strategy, launched in the United

Kingdom, officially regulates the use of river water protection zones as corridors of an ecological urban framework. This strategy also considers the small but important "green islands" between houses and along roads as "informal natural areas", which also play a role in shaping the system of open urban spaces [3]. The main thesis is the fact that riverside areas need a special approach and strategy to manage their development without harming the environment. In international practice, the approach of integrated coastal zone management was established in 1996 by the European Commission, it is called "Integrated Complex Zone Management" ("ICZM" / "KUPZ"). The overall goal of the management process is to introduce into the practice of sustainable development the conservation of coastal areas together with the support of their biodiversity and is aimed at the balanced use of the coastal zone and human control within the territory [10].

### CONCLUSIONS

The presented approach is able to create a methodological basis for theoretical and design architectural and spatial modeling of riverside buildings at the stage of its new formation or reconstruction. It is established that the water area in the planning structure of the city is perceived as a linear object, a contact zone of multilevel visual and compositional interaction of the city water area with the coastal architectural development. It is determined that the functions of the contact zone allow to consider it in two aspects: as an effective tool for integrated monitoring of the natural, anthropogenic and cultural landscape of the water area, as well as a working tool for conceptual and project modeling. It is established that the main component of the ecological infrastructure of the city is the natural framework, the system of greenery and the water areas of the city. The formation of a recreational cluster in this system will ensure the continuity of the natural framework, taking into account the versatility of its formative structure. The connection of the recreational cluster with the suburban green belt and the water area will contribute to the formation of a single pedestrian and recreational system both in the city and outside it.

### Bibliography

- [1] Bilokon Yu. M. Regional planning. Theory and practice. Kyiv: Logos, 2003. 246 p.
- [2] Vadimov V. M. City and river (planning aspects). Poltava, 2000. 214 p. 21.
- [3] Making changes to the master plan of the city. Section "Environmental Protection (Strategic Environmental Assessment Report)" Ministry of Regional Development, Construction and Housing of Ukraine, State Enterprise "Ukrainian State Research Institute of Urban Design" DIPROMISTO "named after Yu.M. White Horse ", Kyiv. 2019, 64 p.
- [4] Making changes to the general development plan of the city of Dnepropetrovsk. Explanatory note. Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine, State Enterprise "Ukrainian State Research Institute of Urban

Design" DIPROMISTO "named after Yu.M. White Horse ", Kyiv. 2019, 206 p.

[5] Gelfond A. L. City by the river. Identical and global. Volga Scientific magazine. 2017. pp. 137–141.

[6] Merilova I. Comprehensive assessment of the urban-ecological condition of the Dnieper city. Problems and solutions. Urban planning and spatial planning: scientific and technical. zb. KNUBA. Kyiv, 2020. Issue. 70.S. 384-393.

[7] Milkina I.V. Theoretical bases of formation of strategy of innovative development of territories. Innovations, № 10, 2007. P. 81.

[8] Nefedov V.A. Landscape design and environmental stability. St. Petersburg: Poligrafist, 2002. 295 p.

[9] Panchenko T.F. Design of resorts and recreation areas. Kiev: Builder, 1983. 101 p.

[10] Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine "On approval of the Concept of national environmental

policy of Ukraine for the period up to 2020". № 880-г dated 17.10.2007.

[11] Ruban L.I. Methodological foundations of architectural and landscape organization of coastal and water areas: author. dis. for science. degree of doctor of architecture: special 18.00.04, Kyiv: KNUBA, 2020. 26 p.

[12] Samoilenko E.V. Problems of functional use of the city in the context of architectural and landscape organization of the river space. Urban planning and spatial planning. Kyiv: KNUBA, 2014. №53. Pp. 462-467.

[13] Paris R. La valeur des délaisés. Catalog of the exposition of the Institute of French Architecture; L'Atelier La forêt des délaisés. 2000. P. 19-29.

[14] Secchi B. Première leçon d'urbanisme. Marseille: Édition Parenthèses, 2006. 145 p.

УДК 72.03:725

**Тюрикова Е.Н.**

*канд. архитектуры, доцент,*

*ORCID: 0000-0002-4279-7623*

**Токар В.О.**

*ассистент кафедры*

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

## ОДЕССКИЙ ДВОРИК КАК ФЕНОМЕН АРХИТЕКТУРНОГО ДИЗАЙНА

**Актуальность.** Одесский дворик - бренд Одессы, его визитная карточка. Информацию о его образе и стиле жизни находим в литературных произведениях М.Жванецкого, И.Бабеля, Г.Голубенко, В.Паустовского, Ю.Олеши, З. Жаботинского, Тарасуля, Л.Сущенко, В.Хаита и пр. Дворик, как основа визуального сюжета, представлен в таких художественных фильмах как «Ликвидация», реж. К.Меньшов, « Одесский пароход», реж.С.Урсуляк, «Приморский бульвар», реж. А.Полынный, «Любимая женщина механика Гаврилова», реж.П.Тодоровский и пр. Фильмы и театральные постановки, работы театров, телешоу, одесский фольклор - везде присутствует старый дворик, как организующий элемент. Большое количество маститых и молодых одесских художников посвятили свои работы этому уникальному явлению (Н.Вылкун, А.Гавдинский, В.Кучер-Кущан, С.Лозовский, П.Нагуляк, А.Кадзевич, Т.Романенко и пр.). Его образы, отпечатавшиеся в общественном сознании, отличаются особым колоритом, эмоциональной насыщенностью, визуальным строем.

Однако, сегодня одесский двор теряет свою харизму и традиционный стиль жизни. Большое количество исторических дворики исчезли совсем, попав под массовый снос обветшавшего жилья. Вместо уютных обжитых пространств вырастает высотная коммерческая застройка, которая деформирует образ старой Одессы. Часть дворов превратились в асфальтированный или залитый бетоном плац-стоянку для автомобилей. На грани

исчезновения весомая часть легенды города. Туристам показывают несколько дворики Молдаванки, сохранившиеся за счёт энтузиазма жителей - дворик Утёсова; дворик, где снимался фильм «Ликвидация»; дворик Жванецкого; дворик, который жильцы сделали своеобразным местом самостоятельного творчества, собирая фотоальбомы, старые открытки, оформляя пространство «мозаикой» из битой посуды.

Не отрицая необходимость внесения современных качеств в жилую застройку города, достижение её соответствия ускоряющемуся ритму жизни, её технологизации, решения утилитарных задач массового расселения людей, всё же считаем необходимым сохранить неповторимый одесский колорит, транслировать его в новую застройку за счёт анализа факторов «одесскости», выявления признаков локального стиля местности. Эта работа могла быть более продуктивной, распространяться не только на исторический ареал, включать не только методы стилизации и фольклора, но и влиять на одесский «новострой», быть нацеленной на акцентирование признаков «одесскости» в организации любого пространства. Для этого необходимо сформировать соответствующую теоретическую базу, опираясь на исследования в области «локального стиля»(А.Иконников)[1], «образа жизни»( В.Шимко)[2,3], драматургию среды и комплементарную стратегию её преобразования (Н.Моргун, Е.Тюрикова, И.Розенсон)[4-7]. Это делает актуальным выбор темы, постановку проблемы, объект, предмет, цель



и задачи исследования.

**Проблема исследования:** выделение признаков «одесскости» традиционного одесского дворика и их современная интерпретация.

«Одесский дворик» как социокультурный феномен - особая коммуникативная среда, в основе которой лежит «одесский образ жизни»: южный, многонациональный, демократичный, жизнерадостный, общинный. Это название вызывает множество ассоциативных рядов. Основой одесского образа жизни является полистилизм, многоголосие, юмор, коммуникативность, событийность, трансформируемость. Что соответствует сегодняшней средовой парадигме и тактике постмодерна (И.Розенсон)[4].

Феномен «одесский дворик» с позиций средового дизайна характеризуется структурообразующими компонентами и образом жизни. В качестве архитектурной основы выступает разностилистическая застройка, созданная в разбеге времён, этажностью от 1 до 6 этажей, окружающая пространство разной геометрии. На территорию двора ведут арочные проёмы, закрывающиеся металлическими воротами. Здания обычно опоясаны несколькими рядами крытых и открытых галерей, часть из которых служит общественными «внешними связями», а часть вошла в структуру индивидуального жилья. Особенностью дворов является вариативность и многообразие вертикальных связей, лестницы различного типа формируют особый ритм внутреннего пространства дворов, ведут к альтернативным входам на разные уровни, обеспечивают разнообразие видовых точек. Общее впечатление будет не полным без растительности: в горшочках, в виде отдельно стоящих деревьев и вьющихся лиан. В качестве образа жизни выступают различные средовые коммуникации, локализованные в виде особых средовых мизансцен (бытовые сценки).

Таким образом, материальные носители художественной образности одесского дворика: стена, галерея, арка, входы, форма дворов-колодцев, озеленение, процесс.

В решении проектной задачи придания «одесскости» современной застройке, студенты акцентировали внимание на одном или нескольких признаках и выводили их в несколько гипертрофированной форме: двор с домиками для котиков (Т.Скиценко); многофункциональный двор с досуговой зоной над парковкой (А.Мушайло), двор

с галереями, «оторванной» от стен, «живущей» самостоятельной жизнью (А.Жирова); двор с детским театром и зоной барбекю (Я.Давидюк), двор-огород, в окружении высотных зданий с «ушками» (Л.Давидова), двор, периметр которого организован разновысотной разноцветной застройкой и пр.

Выводы: таким образом, основу локального одесского стиля составляет специфический образ жизни. Его признаки являются, одновременно и характеристиками среды дворика: разностилье, разноразмерность, юмор, событийность, вариативность процессов, коммуникативность и интерактивность, трикстерская стратегия развития, выразительный цветовой и светотеневой рисунок. Одесский дворик как средовой феномен выстраивается системой мизансцен, центральным звеном которых выступают люди и животные. Интерполируя признаки одесскости в современную застройку, можно сформировать средовую систему, визуально опирающуюся на современный художественный язык, материалы и пр., но стимулирующую при этом ассоциативные ряды, характерные для исторической застройки.

#### Литература:

1. Иконников А. Искусство, среда, время. – М.: Сов. худ., 1985 – 336с.;
2. Маньковская Н.Б. Эстетика постмодернизма: монография. СПб.: Алетей, 2000. 347 с.
3. Шимко В.Т. Архитектурно- дизайнерское проектирование. Средовой поход. – М.:Архитектура-С, 2006.-384с.;
4. Архитектурно-дизайнерское проектирование жилой среды. Автор: Уткин, Шимко, Пяль, Никитина, Гаврюшкин; Под ред. И.В. Попова: Учебник.- М.: Архитектура-С, 2010 - 204с.
5. Розенсон И.А. Основы теории дизайна – СПб:Питер, 2008 – 219с.;
6. Барсукова Н. И. Дизайн среды в проектной культуре постмодернизма конца XX - начала XXI веков, <http://cheloveknauka.com/art-dizayn-v-zarubezhnom-proektirovanii-mebeli-xx-nachala-xxi-vv#>;
7. Эстетические ценности предметно-пространственной среды. Под ред. А.В.Иконникова. М. Стройиздат, 1990.
8. Н.Моргун, Л.Резницкая, А.Скопинцев.Архитектурная сценография городской среды-как проектная стратегия реконструкции исторического центра города и фактор укрепления его туристического имиджа.

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Krivoshapkin A.A.**

*Candidate of Biological Sciences,  
Associate Professor of the Biological Department  
Institute of Natural Sciences,  
North-Eastern Federal University, Yakutsk*

**Sazonova M.I.**

*Master's Student of the Biological Department of the Institute of Natural Sciences,  
North-Eastern Federal University, Yakutsk*

### MATERIALS ON THE DYNAMICS OF THE NUMBER OF HAZEL GROUSE (*BONASA BONASIA*) IN THE VICINITY OF YAKUTSK ACCORDING TO THE DATA OF THE AUTUMN AND SPRING ACCOUNTING

**Кривошапкин Александр Анатольевич**

*кандидат биологических наук, доцент  
Биологического отделения*

*Института естественных наук,*

*Северо-Восточный Федеральный университет имени М.К.Аммосова*

**Сазонова Мария Иннокентьевна**

*магистрант биологического отделения*

*Института естественных наук,*

*Северо-Восточный Федеральный университет имени М.К.Аммосова*

### МАТЕРИАЛЫ ПО ДИНАМИКЕ ЧИСЛЕННОСТИ РЯБЧИКА (*BONASA BONASIA*) В ОКРЕСТНОСТЯХ Г. ЯКУТСКА ПО ДАННЫМ ОСЕННЕГО И ВЕСЕННЕГО УЧЕТА

DOI: [10.31618/ESSA.2782-1994.2021.1.69.43](https://doi.org/10.31618/ESSA.2782-1994.2021.1.69.43)

**Summary.** Materials on the dynamics of the number of hazel grouse (*bonasa bonasia*) in the vicinity of Yakutsk.

**Аннотация.** Представлены материалы по динамике численности рябчика в окрестностях г. Якутска.

*Key words: hazel grouse, number, population dynamics, environmental factors.*

*Ключевые слова: рябчик, численность, популяционная динамика, факторы внешней среды.*

**Постановка проблемы.** Рябчик (*Bonasa bonasia*) один из наиболее массовых представителей семейства Фазановые (*Phasianidae*). Также является популярным объектом спортивной охоты, благодаря высоким вкусовым качествам, мясо рябчика высоко ценится в различных кухнях мира. В районах с оптимальными условиями существования численность вида может достигать весьма высоких значений, благодаря чему вид является очень важным охотничьим ресурсом.

**Анализ последних исследований и публикаций.** В условиях среднетаежной светлохвойной тайги Центральной Якутии плотность вида на порядки ниже, но и здесь он остается одной из наиболее массовых тетеревиных птиц. Численность вида на всей территории Якутии сильно варьирует по годам и колеблется от 243 тыс. до 876 тыс. (в среднем 527 тыс.) особей (Исаев, 2014, 2016). Одним из наиболее негативных факторов внешней среды, влияющих на поголовье рябчиков, являются неблагоприятные погодно-климатические условия зимовки, летние заморозки и ливневые дожди в начале лета, когда птенцы еще не достигли достаточных размеров тела, а также негативное воздействие антропогенных факторов, в первую очередь – фактора беспокойства особенно в период выращивания молодняка. Особенно сильно

этот фактор сказывается летом, когда вспугнутые людьми выводки не могут вновь собраться вместе, что приводит к гибели птенцов. Это, вероятно, основная причина исчезновения рябчика в окрестностях крупных городов (Мальчевский, Пукинский, 1983). Столь же неблагоприятным образом сказывается вырубка леса и окультуривание лесных участков в местах обитания рябчика в Беловежской Пуще, в Центральной и Северной Европе (Черкас, 2006). По этим же причинам рябчик полностью исчез с территории Москвы, где он до конца 1970-х и начала 1980-х годов встречался в Лосином Острове и в Серебряном Бору (Самойлов, Морозова, 2011). Отрицательную роль сыграло уничтожение участков леса таёжного типа и постепенная трансформация хвойных лесов в широколиственный лес, где условия для обитания рябчика резко ухудшаются. Определенное воздействие также оказало ухудшение кормовых условий в связи с сокращением ягодников и численности муравьев (Самойлов, Морозова, 2011).

Численность тетеревиных в последние 50-70 лет повсеместно сокращается, но причины этого выяснены далеко не полностью (Семенов-Тянь-Шанский, 1960; Потапов, 1985; 1990). Исследование динамики численности этих птиц в

условиях Якутии с её обширными территориями, где антропогенный пресс по сравнению с другими регионами мира минимален, полезны для понимания общих механизмов такого сокращения.

**Целью работы** является анализ динамики численности и сопоставление ее с основными факторами внешней среды.

Учет численности рябчика в окрестностях г.Якутска проводился весной 2018 и 2021 гг., а также в осенний период в 2017 и 2020 гг. Во время учета использовалась методика учета, предложенная С.А. Фетисовым (Фетисов, 2008). Она основана на регистрации самцов рябчика, отозвавшихся на звук манка (пищика). Учетчик подманивает рябчиков на маршруте через каждые сто метров. Оптимальным временем учета является весна – в период гона рябчика, который в Центральной Якутии продолжается по нашим наблюдениям с начала марта по конец мая-начало июня. Наиболее ранний токовой свист рябчика был зафиксирован 8 марта. Кроме того, рябчики активно отзываются на пищик в период с конца августа и до середины октября. Возможны и более ранние и более поздние «отзывы», но наиболее активны птицы именно в указанный выше период. Активны самцы и в конце июня – начале июля, но в это время, судя по всему, далеко не все птицы отзываются на манок, поскольку заняты заботой о потомстве. Для подманивания мы использовали самодельный жестяной манок, который продемонстрировал высокую эффективность.

Расчет плотности населения проводился по формуле, предложенной С.А. Фетисовым (Фетисов, 2008):

$$X_{\varphi} = \frac{X}{S} = \frac{2X_c}{\frac{2}{3}(L \cdot 2R)} = \frac{3X_c}{2LR};$$

Где  $X_{cp}$  – плотность населения рябчика на  $1 \text{ м}^2$ ,  $X_c$  – количество самцов, отозвавшихся на манок,  $L$  – длина маршрута в метрах,  $R$  – радиус оптимального действия манка (50 м). С.А.Фетисов (2008) в своей формуле забыл указать, что для того, чтобы перевести плотность населения рябчиков на особей на  $1 \text{ км}^2$ , необходимо полученную цифру умножить на  $1\,000\,000$ , поскольку в  $1 \text{ км}^2$   $1\,000\,000 \text{ м}^2$ . А для перевода плотности на  $10 \text{ км}^2$  нужно умножить еще на 10. Поэтому, в окончательном виде формула, использованная нами для расчета плотности, выглядела следующим образом:

$$X_{\varphi} = \frac{X}{S} = \frac{2X_c}{\frac{2}{3}(L \cdot 2R)} = \frac{3X_c}{2LR} \times 10\,000\,000$$

Погода для учета выбирается ясная, со слабым ветром или в штиль, поскольку нами было установлено, что в ветренную погоду, в снег или дождь самцы отзываются на манок неохотно.

Данные осенних и весенних учетов, проведенных соответственно в сентябре-октябре 2017 г. и в мае 2018 г. представлены в табл.1 и 2. Учеты с манком проводились на постоянных маршрутах для получения сравнительных данных по изучению зимней смертности рябчика в окрестностях г.Якутска. По данным осенних учетов средняя плотность населения рябчика колебалась на исследуемой территории от 83,3 до 393,4 ос./10  $\text{км}^2$ , в среднем 180,0 ос./10  $\text{км}^2$ , что в целом соответствует средним показателям плотности населения вида и в других частях ареала вида (табл.3). Весной 2018 г. плотность населения вида на тех же участках оказалась на 39,3% ниже, чем осенью и варьировала в пределах от 57,4 до 241,2 ос./10  $\text{км}^2$  составляя в среднем 121,2 ос./10  $\text{км}^2$ . Таким образом зимняя смертность рябчика в регионе зимой 2017/2018 гг. составила около 32,7%

Таблица 1

**Данные осеннего учета численности рябчика на манок в окрестностях г.Якутска. Сентябрь 2017 г.**

№	Маршрут	Дата учета	Длина маршрута, км	Кол-во отозвавшихся самцов	Плотность населения, ос./10 $\text{км}^2$
1	С.Маган – р.Семиозерка – с.Маган	9.09.	5,33	2	112,6
2		8.10.	5,33	2	112,6
4	П. Кангалассы – Кангаласский мыс – п.Кангалассы	30.09.	4,10	2	146,3
5	19-й км Вил. тр. – оз. Сугун – урочище Семиозерье – с.Маган	21.09.	11,40	10	263,2
6	19 км Вил. тракта – оз. Сугун – с.Маган	24.09.	14,40	4	83,3
7	12 км Виллойского тракта – с. Маган	01.10.	6,10	8	393,4
	ВСЕГО:		46,66	28	180,0

Таблица 2

## Данные весеннего учета рябчика на манок в окрестностях г.Якутска. Май 2018 г.

N	Маршрут	Дата	Длина маршрута, км	Кол-во отозвавшихся самцов	Плотность населения, ос./10 км <sup>2</sup>
1	30-й км Вилюйского тракта – урочище Ус-Бэсь	14.04.	10,45	2	57,4
2	26-й км Вилюйского тракта – ур.Кустур	20.04.	8,30	2	72,3
3	Оз.Кубалах – с.Маган	01.05.	13,49	5	111,1
4	19-й км Вилюйского тр. – оз.Сугун – с.Маган	23.05.	6,22	5	241,2
5	12 км Вилюйского тракта – с. Маган	01.10.	6,10	4	196,7
	ВСЕГО:		44,56	18	121,2

Таблица 3

## Сравнение весенней и осенней численности рябчика в разных регионах (по «Птицы СССР», 1987)

Регион	Осенняя		Весенняя	
	Limit	M	Limit	M
Печоро-Ильчский заповедник	118-811	252	113-180	-
Белоруссия	43-488	164	31-160	88
Ленинградская область	20-230	110	30-160	85
Южная Финляндия	62-352	181	133-411	286

К сравнению, в Белоруссии весенняя численность рябчика ниже осенней на 46,3%, в Ленинградской области на 23,7%, в Печоро-Ильчском заповеднике также значительно ниже, а в Финляндии, наоборот, выше на 58% (табл.3).

Любопытные данные были получены в окрестностях г.Якутска в ходе осеннего учета на манок в сентябре-октябре 2020 г. Тогда был отмечен значительный рост численности рябчика в регионе. Так, по данным учетов плотность населения вида на разных участках варьировала от 192,9 до 503,3 ос./10 км<sup>2</sup>, в среднем составила 312,6 ос./10 км<sup>2</sup>, что на 42,4% больше, чем осенью 2017 г. (табл.4).

Зима 2020/2021 г. отличалась крайне неблагоприятными погодно-климатическими условиями. Уже со второй декады декабря на территории Центральной Якутии установились сильные морозы ниже минус 40°C, которые продержались с небольшими ослаблениями практически до начала февраля (рис.2,3,4). Было отмечено сокращение относительной численности рябчика на 55,9%, то есть популяция сократилась более, чем наполовину. При этом средние показатели плотности по региону все же оказались выше, чем весной 2018 г, что очевидно объясняется относительно более низкой осенней численностью вида в сентябре-октябре 2017 г.

Таблица 4

## Данные осеннего учета численности рябчика на манок на территории МО «Г.Якутск». Сентябрь-октябрь 2020 г. МО «Г.Якутск»

№	Маршрут	Дата учета	Длина маршрута, км	Кол-во отозвавшихся самцов	Плотность населения, ос./10 км <sup>2</sup>
1	12-й км Вилюйского тракта – с.Маган	30.08	5,30	4	226,4
2	Маганское кладбище – Песчаный карьер – п.Хатынг-Юрях	13.09	5,96	10	503,3
3	С. Маган – р.Семиозерка – оз.Сугун – с.Маган	17.09.	7,64	9	353,3
4	База ЯГСХА – Тетеревиный ток	19.09.	6,75	5	222,2
5	Тетеревиный ток – 30-й км Вилюйского тракта	20.09	7,84	6	229,6
6	С.Маган – Газопровод – р.Семиозерка – с.Маган	04.10	6,35	10	315,0
7	19-й км Вилюйского тракта – оз.Сугун – с.Маган	10.10	6,22	4	192,9
	ВСЕГО:		46,06	48	312,6

**Данные осеннего учета численности рябчика на манок на территории МО «Г.Якутск».**  
**Май 2021 г. МО «Г.Якутск»**

№	Маршрут	Дата учета	Длина маршрута, км	Кол-во отозвавшихся самцов	Плотность населения, ос./10 км <sup>2</sup>
1	12-й км Вилюйского тракта – с.Маган	19.05	5,30	3	169,8
2	Маганское кладбище – Песчаный карьер – п.Хатынг-Юрях	15.05	6,22	4	192,9
3	С. Маган – р.Семиозерка – оз.Сугун – с.Маган	16.05	8,23	5	182,3
4	База ЯГСХА – Тетеревиный ток	09.05	11,7	3	76,9
5	Тетеревиный ток – 26-й км Вилюйского тракта	02.05	8,2	1	36,5
6	С.Маган – Газопровод с.Маган	17.05	6,35	5	236,2
7	19-й км Вилюйского тракта – оз.Сугун – с.Маган	20.05	6,22	3	149,5
	<b>ВСЕГО:</b>		52,22	24	137,9

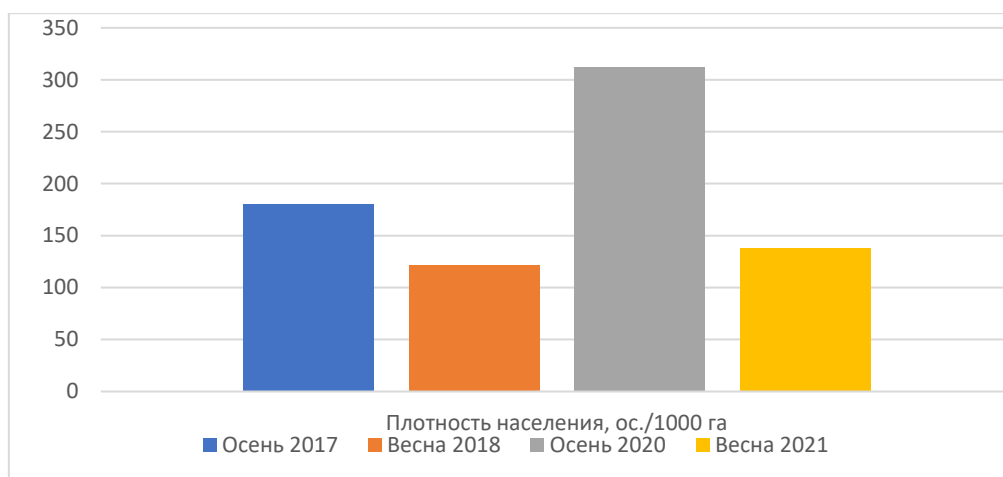


Рис. 1. Сравнение осенней и весенней численности рябчика по данным учетов на манок в окрестностях г.Якутска в период 2017-2021 гг.

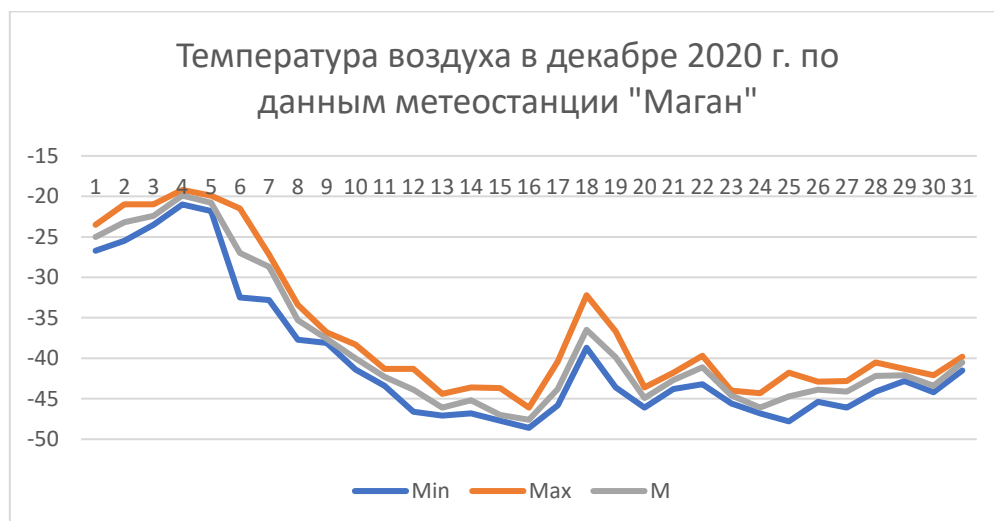


Рис. 2. Температура воздуха в декабре 2020 г. в окрестностях г.Якутска, по данным метеостанции «Маган»

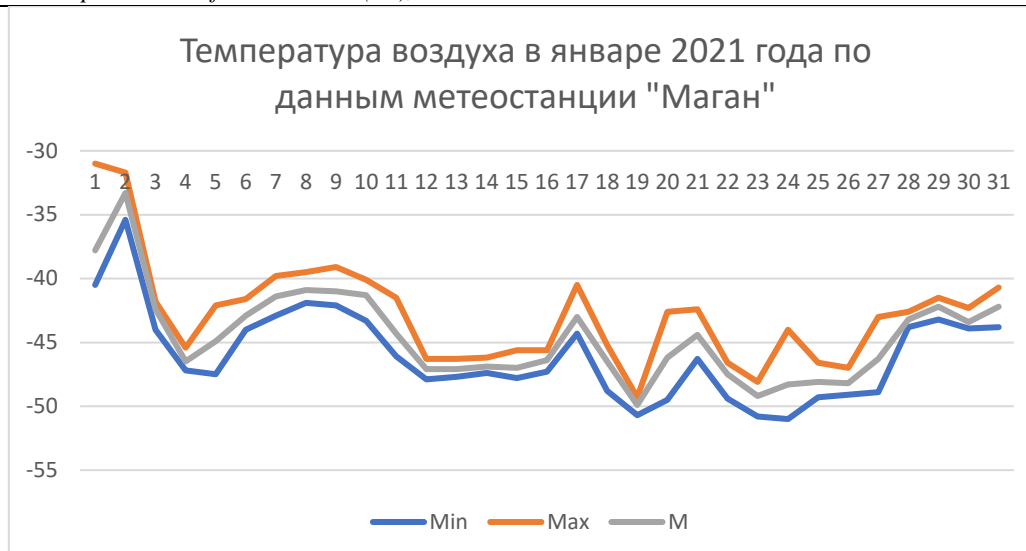


Рис. 3. Температура воздуха в январе 2020 г. в окрестностях г.Якутска, по данным метеостанции «Маган»

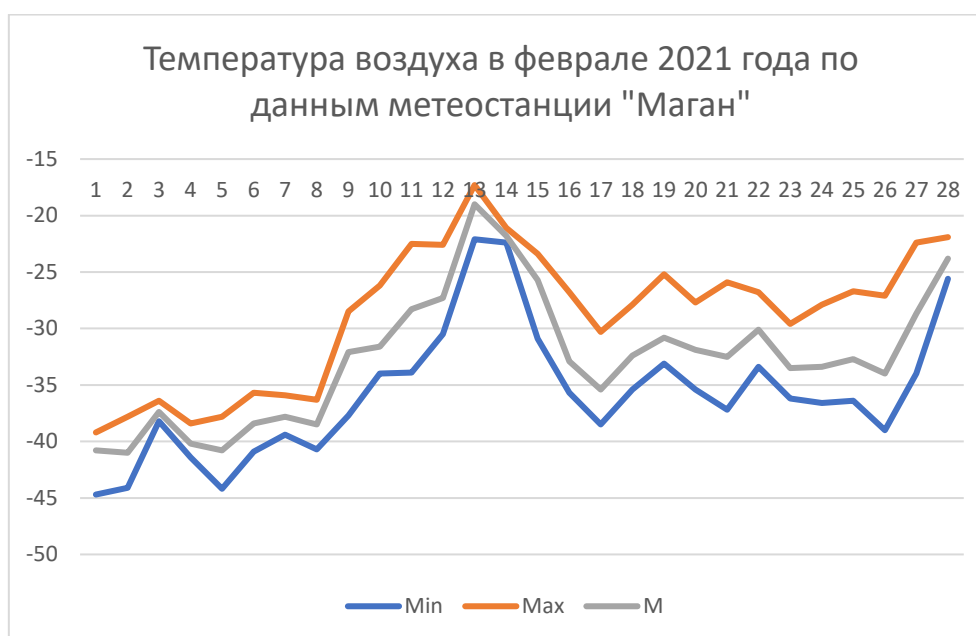


Рис. 4. Температура воздуха в феврале 2021 г. в окрестностях г.Якутска, по данным метеостанции «Маган»

**Выводы и предложения.** Таким образом, из абиотических факторов среды наибольшее влияние на численность рябчика оказывают климатические условия, в первую очередь условия зимовки, позднее установление снежного покрова при крайне низких температурах воздуха может приводить к гибели части популяции. Образование твердой корки наста в весенний период также является губительным для рябчика (Птицы СССР, 1987). Другим важным фактором являются условия погоды в момент массового вылупления птенцов и в течение первых трёх недель их жизни (Савченко, 2009). В это время наиболее губительными для выводков являются длительные похолодания с дождями. Так, на Среднем Урале коэффициент корреляции оказался наиболее высоким между осенней численностью рябчика и среднесуточными температурами второй и третьей декады июня,

именно тогда, когда происходит массовое вылупление птенцов (Данилов, 1975, цит. по Птицы СССР, 1987). Повышенная гибель птенцов происходит в диапазоне 4,5-10°C (Савченко, 2009). Губительными являются и кратковременные ливневые дожди. В сухие годы смертность птенцов падает до 27%, а в дождливые повышается до 44% и более (Савченко, 2009). Высокая численность птиц осенью иногда становится причиной эпизоотий, отмеченных в Уссурийском крае и на Урале, а также увеличивает отрицательное воздействие хищников и, наконец, вызывает усиленную дисперсию особей из перенаселённых мест (Птицы СССР, 1987).

В зимнее время смертность зависит температуры воздуха, влияния хищников и глубины снежного покрова. По данным А.В.Андреева (1980) самая низкая температура,

при которой была отмечена кормовая активность рябчика составляла  $-49^{\circ}\text{C}$ . При такой температуре рябчик замирал на 3-5 мин, для того, чтобы корм в зобу мог прогреться (Андреев, 1980). Кроме того, в зимний период сокращается время на кормежку, птицы начинают потреблять менее предпочитаемые и более доступные корма (Андреев, 2007). Важную роль играет глубина снежного покрова, для успешной зимовки рябчика высота снежного покрова должна быть не менее 25-30 см (Савченко, 2009).

В целом, повышение естественного отхода популяции зимой 2020/2021 г. мы связываем главным образом с длительным и неблагоприятным действием низких температур среды, установившихся в регионе со второй декады декабря и продолжавшихся по первую декаду февраля.

#### Список литературы:

Андреев А.В. Адаптация птиц к зимним условиям Субарктики. - М.: Наука, 1980. – 174 с.

Андреев А.В. Адаптации оседлых птиц Северо-Восточной Азии к зимним условиям существования // Русский орнитологический журнал. – 2007, Т.16. – экспресс-выпуск 384. С.1436-1442.

Исаев А.П. Тетеревиные птицы Якутии: Распространение, экология, численность. Автореф. диссер. на соиск. ученой степени доктора биологических наук. - Новосибирск, 2014. – 38 с.

Исаев А.П. Тетеревиные птицы Якутии: Распространение, экология, численность. – Новосибирск: Наука, 2016. - 344 с.

Потапов Р. Л. Отряд курообразные (Galliformes). Семейство тетеревиные (Tetraonidae) / Фауна СССР. Птицы. — Л.: Наука, 1985. — № 133. — Т. III., Вып. 1. — Ч. 2. — 638 С.

Потапов Р. Л. Тетеревиные птицы. - Л.: Изд-во ЛГУ, 1990. - 240 с.

Савченко И.А. Влияние погодных факторов на ресурсы рябчика *Tetrastes bonasia* (L) в южной подтайге Красноярского края // Вестник КрасГАУ. - 2009, №8. - С.103-108.

Самойлов Б. Л.; Морозова Г. В. Красная Книга города Москвы. - М.: Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы, 2011. - 927 с.

Семенов-Тянь-Шанский О.И. Экология тетеревиных птиц // Тр. Лапландского гос. заповедника. — М., 1960, Вып. 5. — 318 с.

Фетисов С.А. Маршрутный учет рябчика *Tetrastes bonasia* с манком // Русский орнитологический журнал. - 2008, Т.18. - С.1421-1428.

Черкас Н.Д. Динамика численности и основные факторы, вызывающие сокращение численности рябчика (*Bonasa bonasia* L., 1758) в Беловежской пуще // Лесной вестник. - 2006, №1. - С.41-46.

**Krivoshapkin A.A.**

*Candidate of Biological Sciences,*

*Associate Professor of the Biological Department*

*Institute of Natural Sciences,*

*North-Eastern Federal University, Yakutsk*

**Sazonova M.I.**

*Master's Student of the Biological Department of the Institute of Natural Sciences,*

*North-Eastern Federal University, Yakutsk*

### FAR EASTERN STORK (*CICONIA BOYCIANA*) IN THE MEGINO-KANGALASSKY DISTRICT OF THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA)

**Кривошапкин Александр Анатольевич**

*кандидат биологических наук, доцент*

*Биологического отделения*

*Института естественных наук,*

*Северо-Восточный Федеральный университет имени М.К.Аммосова*

**Сазонова Мария Иннокентьевна**

*магистрант биологического отделения*

*Института естественных наук,*

*Северо-Восточный Федеральный университет имени М.К.Аммосова*

### ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ АИСТ (*CICONIA BOYCIANA*) В МЕГИНО-КАНГАЛАССКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

DOI: [10.31618/ESSA.2782-1994.2021.1.69.49](https://doi.org/10.31618/ESSA.2782-1994.2021.1.69.49)

**Summary.** This paper presents information about the possible expansion of the range of the Far Eastern stork.

**Аннотация.** В данной работе представлены сведения о возможном расширении ареала дальневосточного аиста.

*Key words: far eastern stork, distribution, range.*

**Постановка проблемы.** Дальневосточный аист (*Ciconia boyciana* Swinhoe, 1873) входит в семейство *Ciconiidae*. Вид, который считается одной из самых редких птиц Дальнего Востока России, находится под угрозой исчезновения из-за потери среды обитания и охоты людей, поэтому занесена в Красную книгу Международного Союза охраны природы (Дальневосточный аист в России, 2000; Дарман и др., 2018). В настоящее время численность дальневосточного аиста в мире насчитывает около 3000 особей. Из них 531—574 пар обитают в России (Дарман, 2018). Встречается на Дальнем Востоке России, севере Кореи северо-востоке Китая и Монголии.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Дальневосточный аист – крупная птица, весом более 4 кг. Данные по промерам частей тела аистов, в силу небольшого числа обследованных образцов птиц, до настоящего времени крайне скудны. Представляют интерес промеры двух самок аистов: длина тела 1224 и 1145 мм, размах крыльев 2115 и 2200 мм, длина крыла 600 и 655 мм, длина хвоста 230 и 238 мм, длина цевки 265 мм, длина клюва 207 мм (Рахилин, 1976).

По внешности похож на белого аиста, но его выделяют в отдельный вид. Дальневосточный аист отличается крупными размерами и имеет более мощный черный клюв. Интересным фактом является то, что птенцы у дальневосточного аиста белые с красновато-оранжевым клювом, в то время как птенцы белого аиста имеют черный клюв (Дугинцов, 2008).

Отечественной науке первые сведения о дальневосточном аисте стали известны по результатам экспедиционных исследований Н. М. Пржевальского (1867-1869 гг.) в Уссурийском крае. Н.М. Пржевальский нашел на озере Ханка и в долине реки Уссури около двадцати гнезд дальневосточных аистов. Он наблюдал гнездящихся аистов в истоках реки Сунгачи, в среднем течении Лefу и на реке Мо. По информации местных жителей, дальневосточные аисты гнездились в верхнем течении р. Уссури и в Прохоровских сопках у села Сиваковка (Дугинцов, 2008).

В Амурской области первые сведения о дальневосточном аисте были собраны Б. Дыбовским и В. Годлевским, которые в 1873 г. наблюдали птиц в низовьях реки Зеи в окрестностях города Благовещенска. В дальнейшем эти данные были переданы В. Точановскому и опубликованы им в монографии «Орнитологическая фауна Восточной Сибири» (1893). В.М. Попов (1923) вводит дальневосточного аиста (*Ciconia boyciana*) в список животных Амурской губернии. Начиная с 1956 года, аисты регулярно отмечались на весеннем пролёте и в период осенних кочёвок в приустьевой части долины р. Зеи, а также в низовьях рек Буреи, Архары и Урила (Дымин, Панькин, 1975).

В мае 1935 г. В.Н. Скалон отметил залёт, по его мнению, дальневосточного аиста, в Якутию. Одна белая птица наблюдалась им на островах реки Лены у места впадения в неё реки Ботомы. Но в работе А.И. Иванова (1929) «Птицы Якутского округа» находим сноску, что «приводимые Миддендорфом в его *Die Iseriptesen*, etc. p. 66, даты прилёта и отлёта белого аиста под г. Якутском, очевидно, относятся вовсе не к аисту, а к белому журавлю, так как гнездование под Якутском не только *Ciconia alba*, но и *Ciconia boyciana*, нормально распространённого по среднему и нижнему Амуру и по р. Уссури, в Якутском округе весьма мало вероятно. Стерх же, как известно, нормально пролётная и гнездящаяся птица описываемого района. Указания Thayer'a и Bangs'a о гнездовании *Ciconia boyciana* на Колыме, вероятно, также относятся к стерху». Дальневосточного аиста в Якутии не отметили А.И. Иванов (1929), К.А. Воробьёв (1963), Б.Н. Андреев (1974) (Дугинцов, 2008).

Таким образом, к середине прошлого века благодаря исследованиям многих орнитологов ареал дальневосточного аиста в его российской части обозначился довольно чётко. Он занимал крайний юг Дальнего Востока – от нижнего течения реки Зеи, по Среднему и Нижнему Приамурью, до южного Приморья, включая озеро Ханку, долину реки Уссури и восточные склоны хребта Сихотэ-Алинь (Дугинцов, 2008).

Основным ареалом для данного вида является территория России, а именно бассейн р. Амур и его притоки Уссури и Зеи. На гнездовании зарегистрирован в Амурской обл. и Еврейской автономной области, в Хабаровском и Приморском краях. Зарегистрировано гнездование одной пары аистов в Читинской области, на р. Шилка (Птицы России, 2011).

Важный участок гнездования находится на территории Амурской области на Зейско-Буреинской равнине, в Архаринской низменности и в поймах р. Ульма, Ташина, Томь. В Еврейской АО аист гнездится по заболоченным равнинам рек Урми, Тунгуска, Бира, Биджан, Добрая и их притокам (Птицы России, 2011).

Северная граница гнездового ареала в Хабаровском крае ограничена р. Амгунь. Однако имеются данные о вероятности гнездования аиста севернее в районе озёр Дальжа, Орель и Чля. Встречается аист практически на всех равнинных территориях в бассейнах озёр Чукчагирское, Эворон, Удыль, Болонь, в междуречье Кур-Урми, в долинах рек Тунгуска, Амур, Уссури, а также на сопредельной территории Еврейской автономной области (Птицы России, 2011).

В Приморье основные гнездовья отмечаются на Приханкайской низменности и в долине рек Уссури, Бикин, Большая Уссурка. Залёт одиночной особи отмечен на юге Сахалина (Птицы России, 2011).



В северо-восточном Китае, гнезится в провинции Хэйлуцзян в пойме реки Сунгари, а также в провинциях Гири и Внутренняя Монголия (Птицы России, 2011).

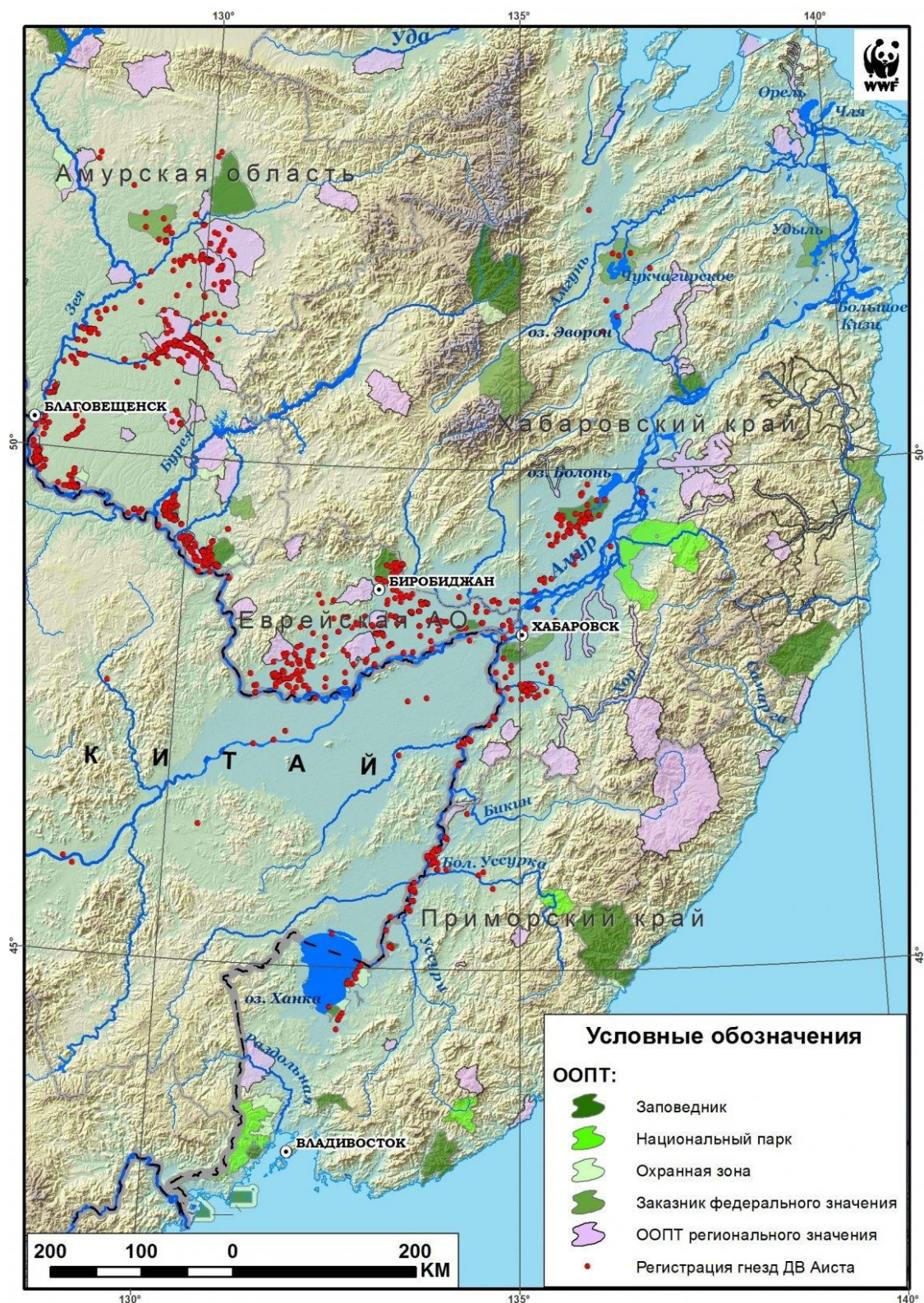


Рис. 1. Гнёзда дальневосточного аиста 1998-2017 гг. (Сасин, 2018)

Исходя из выше упомянутого, **цель нашей работы** заключается в выявлении факта продвижения ареала дальневосточного аиста на север.

Исследования орнитофауны окрестности с. Майя Мегино-Кангаласского района проводились в

период с 8 по 21 июня 2020 года. Всего было проложено 3 маршрута. Протяженность первого маршрута вдоль озера Чуйя составил около 2,5 км (рис. 2); второй маршрут в местности аласа Моро составил приблизительно 5 км; третий маршрут был проложен вдоль магистрального водовода,

который составил 1,3 км. Маршрутный учёт проводился в 4 часа утра и в 6 часов вечера.



Рис. 2. Первый маршрут вдоль озера Чюйя: ○ – начало маршрута; ◇ - место встречи.

Видовая принадлежность птиц определялась по голосам и визуально при помощи 12-кратного бинокля. Данные о встречах и регистрации голоса птиц служили материалом для составления видовых списков и определения статуса обнаруженных видов.

Так как целью учета является получение репрезентативного материала о сообществах птиц региона, маршрут сначала надо запланировать на карте.

Методики маршрутных учетов рассчитаны, в первую очередь, на обследование больших по площади территорий - площадью не менее 1 квадратного километра. При обследовании такого участка учетный маршрут следует проложить по возможности по прямой или слегка извилистой линии.

Учетчик должен идти по маршруту медленно и часто останавливаться, чтобы слушать птиц и записывать наблюдения. Рекомендуется учет проводить со скоростью от 1-1,5 км/час (в гнездовой сезон) до 2-5 км/час (зимой) - в зависимости от плотности птиц.

В ходе маршрутного учёта пара дальневосточных аистов была зафиксирована на первом участке (рис. 3). Вид считается залётным в работах Находкина Н.А. (2008). Стоит отметить, что дальневосточный аист выбрал эту местность для ежегодного гнездования, так как по опросу местного населения он уже прилетает сюда последние 4-5 лет. В этом году (2021 г.) прилет пары был зафиксирован 27 апреля.

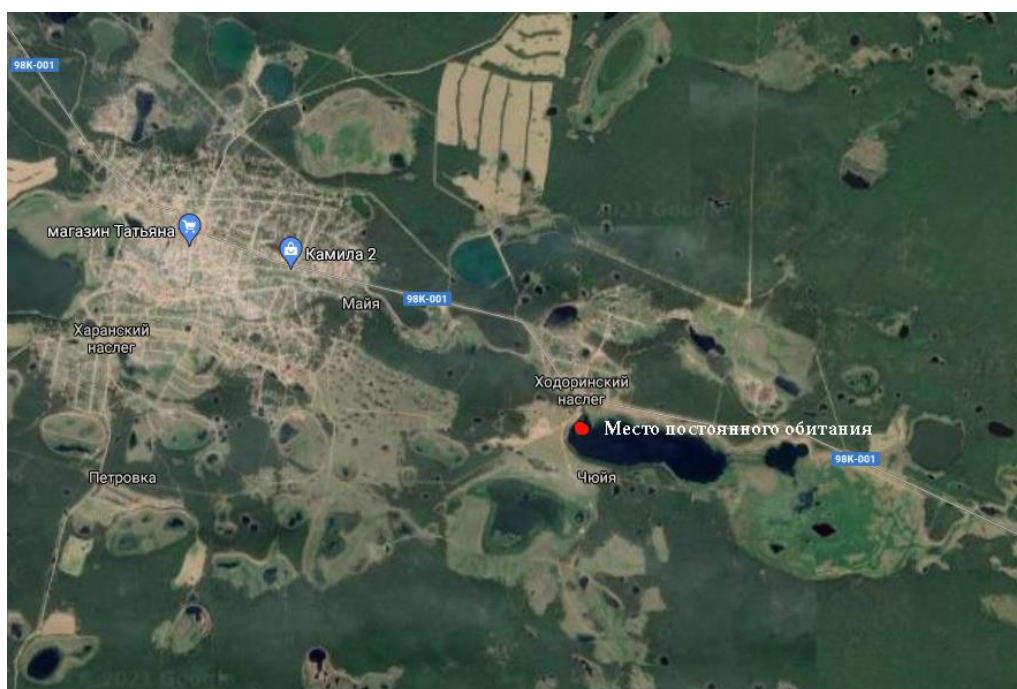


Рис. 3. Место постоянного обитания дальневосточного аиста в районе с. Майя Мегино-Кангалаского улуса Республики Саха (Якутия)

В полевом справочнике «Птицы Якутии» (Находкин, Гермогенов, Сидоров, 2008) в списке птиц фауны Якутии дальневосточный аист отмечен как залетный вид. В настоящее время вид из залетного становится гнездящимся. По нашим данным, по крайней мере в течение последних 4-5 лет дальневосточные аисты отмечаются в окрестностях с. Майя Мегино-Кангаласского улуса Республики Саха в местности Чюйя. Гнездо предположительно располагается в районе оз. Чюйя с координатами 61°72'16 с.ш. 130°36'29 в.д. В районе постоянно наблюдается пара аистов по крайней мере с 2016 года. Птицы регулярно возвращаются в данный район, что свидетельствует о гнездовании вида в указанном районе. Данный район располагается на удалении около 1500 км от основного гнездового ареала вида, что является самой северной точкой обнаружения гнезд дальневосточного аиста в России.

**Выводы и предложения.** Таким образом, дальневосточный аист, ареал которого находится в районе бассейна р. Амур и его притоков Уссури и Зеи, продвинулся на север. Можно предположить, что в работе Находкина (2008) данный вид был замечен не случайно, возможно, тогда и начал данный вид расселяться на территории Якутии. Ведь климат меняется, что безусловно влияет на поведение птиц.

#### Список литературы:

1. Дальневосточный аист в России. Владивосток: Дальнаука, 2000. 112 с.
2. Дарман Ю.А., Андронов В.А., Барма А.Ю. Дальневосточный аист – символ Амура.

Владивосток: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2018. 34 с.

3. Дугинцов В.А. Дальневосточный аист и пути его сохранения. Благовещенск, 2008. – 96 с. + 10 цв. ил.

4. Дымин В.А., Панькин Н.С. О гнездовании и пролёте аистов – Ciconiidae и журавлей – Gruidae в Верхнем Приамурье. //Орнитологические исследования на Дальнем Востоке. Труды Биолого-почвенного института ДВНЦ АН СССР, новая серия, 29 (132). - Владивосток. 1975. - С. 263-267.

5. Иванов А.И. Птицы Якутского округа. -Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1929. - С.17.

6. Коблик Е. А., Редькин Я. А., Архипов В. Ю. Список птиц Российской Федерации. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2006. 256 с.

7. Находкин Н.А., Гермогенов Н.И., Сидоров Б.И. Птицы Якутии: полевой справочник. - Якутск: Октаэдр, 2008. – 384 с.

8. Птицы России и сопредельных регионов: Пеликанообразные, Аистообразные, Фламингообразные. — Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2011. - 602 с.

9. Рахилин В.К. Интересные орнитологические находки на Дальнем Востоке. В кн.: Исследования по фауне Советского Союза (птицы). //Сборник трудов Зоол. музея, т. IX. 1965. - С. 214-217.

10. Сасин А., Гафаров Ю. Учёты и улучшение условий гнездования дальневосточного аиста. Методическое пособие. Владивосток: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2018

## МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

*Zhuraliev M.Zh., Nagaeva G.A., Li V.N., Buronova N.D.,  
Olimov Kh.A., Akhmedov Kh.A., Nabiev Zh.A., Rakhmonov Kh.K.  
JV LLC multidisciplinary medical center "Ezgu Niyat"  
Tashkent, Uzbekistan*

### CLINICAL CASE OF MUSCULAR VENTRICULAR SEPTUM DEFECT CLOSURE AFTER KNIFE WOUND

**Introduction:** Ventricular septal defect (VSD) is a congenital heart disease characterized by the presence of a message (hole) between the right (RV) and left ventricles (LV).

VSD is the most common congenital heart disease, found in 32% of patients, either alone or in combination with other defects or abnormalities. Perimembranous defects account for 61.4 - 80% of all cases of VSD, muscle defects - 5 - 20%. The gender distribution is almost the same: girls (47-52%), boys (48-53%). Due to the high frequency of spontaneous closure of small defects of the interventricular septum, the incidence of this disease decreases in children and, especially, in adults [1,2]. Large VSDs are not prone to spontaneous closure and are accompanied by severe hemodynamic disturbances and severe clinical course, which leads to low survival in patients with such defects, the median survival of which is in the range of 5-15 years.

Acquired VSDs are rare. Analysis of the literature allows us to consider two possible nosological variants of lesions: VSD, as a result of heart injury and rupture of the interventricular septum in myocardial infarction [3,4].

Currently, surgical treatment of VSD is, usually performed in childhood. The large size of the defect leads to the development of pulmonary hypertension, and adult patients, as a rule, are already inoperable [5]. At the same time, small defects with moderate blood discharge are not accompanied by pulmonary hypertension, but can lead to the development of a number of complications, such as infective endocarditis, aortic insufficiency, etc. [5]. To date, the results of surgical treatment of adult patients with VSD have been insufficiently studied.

We present to the attention of the readers a description of a clinical case of muscular VSD after a knife wound.

Patient O.D. Born in 1993 on 03/02/2020 he was hospitalized in the "Ezgu Niyat" clinic in the department of angiography and intensive cardiology with a preliminary diagnosis: Acquired heart disease. Muscular VSD. Ligature fistula.

**At the time of admission,** the patient noted complaints about: severe discomfort in the heart; palpitations that occur during exercise; rapid fatigue; shortness of breath of an almost constant nature.

**From the anamnesis:** in 2017, the patient was in an accident, where he received a penetrating knife wound to the chest and heart, in connection with which he was hospitalized in the emergency medical center in Tashkent. An operation was performed - suturing the

heart muscle for (due to) a penetrating injury. After the operation, the patient fell into a coma, in which he stayed for 1 month. After coming out of the coma, the patient was discharged from the hospital in a satisfactory condition. However, the patient's general well-being did not improve. The patient began to notice an increase in weakness, a feeling of discomfort in the area of the heart appeared, in connection with which the patient turned to a private medical institution, where he underwent an echocardiogram and found a VSD and a ligature fistula. With this diagnosis, the patient turned to our clinic "Ezgu Niyat", where he was again examined by a cardiologist and examined for echocardiography. The diagnosis was confirmed and the patient was admitted to the Department of Angiography and Intensive Cardiology.

**Objectively:** upon admission, the patient's general condition corresponded to moderate severity. Consciousness was clear and adequate. The patient was emaciated, height = 175 cm and weight = 52 kg (BMI = 17.0 kg / m<sup>2</sup>, which corresponded to the gradation of lack of weight). The skin is pale grayish in color, the lymph nodes are not enlarged. Auscultation: hard breathing was heard in the lungs, without any wheezing, respiratory rate - 17 per minute. Heart sounds were somewhat muffled, systolic murmur was heard in the IV intercostal space to the left of the sternum. BP numbers were relatively low - 100/60 mm Hg. The heart rate was 101 beats / min. No peripheral edema was noted.

**On the ECG** from 03/02/2020: RR = 0.61 ms; P = 0.11 ms; PQ = 0.15 ms; QRS = 0.10ms and QT = 0.33ms. In leads II, III, aVF, a Q wave was recorded with an amplitude of up to 3.5 mV. In leads V2, V3, a deep S wave with an amplitude of up to 28 mV and ST-elevation with an amplitude of up to 2.5 mV were recorded. In leads V4 and V5, the ventricular complex had a QS-type shape, and a two-phase (±) T wave was also recorded in these leads.

**Echocardiography** (from 03/02/2020) was carried out on the "Sonoline G-50 - made in Germany" ultrasound system. Echocardiography revealed the following changes: the left ventricular (LV) cavity was enlarged (end-systolic (ESV) and end-diastolic volumes (EDV) of the LV were 65.0 and 150.0 ml, respectively); LV ejection fraction - 56%. The thickness of the IVS was 1.0 cm. In the middle third of the IVS, a break in the echo with a diameter of up to 0.7 cm was determined. In the color Doppler study mode, a turbulent blood flow from left to right was recorded in the defect area. Pulmonary hypertension of the 2nd

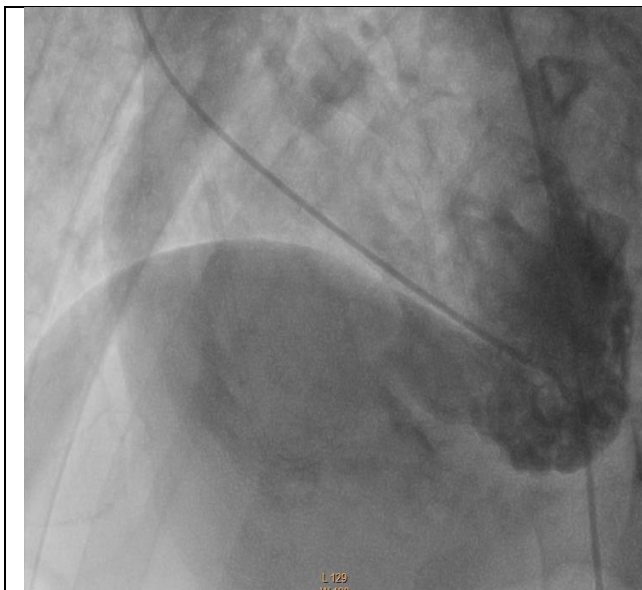
degree (pressure in the pulmonary artery = 44 mm Hg). Pericardial effusion was insignificant.

On the same day, the patient was examined by a cardiac surgeon, after which further surgical tactics were developed to treat this patient. Due to the ligature fistula, in connection with the previous intervention on the heart, the surgery was very risky. Therefore, the decision was made to endovascular closure of the VSD.

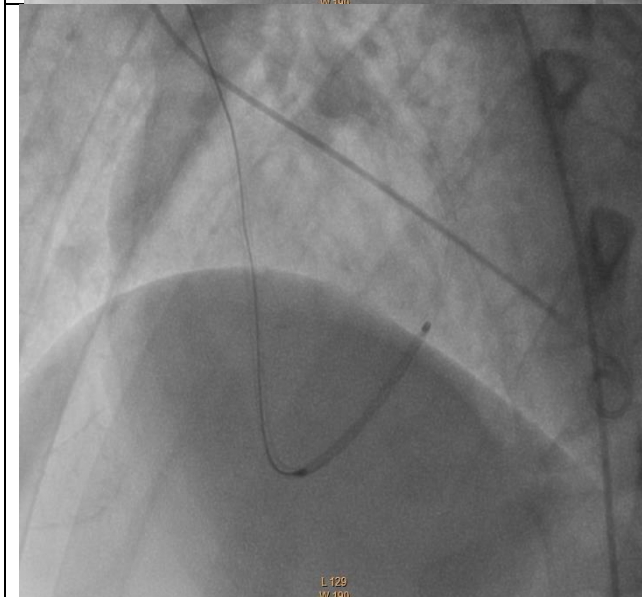
The patient underwent transcatheter closure of the VSD with an 8 mm LifeTech VSD occluder.

**Operation protocol:** The patient was punctured by the right femoral artery, LV catheterization was performed. Left ventriculography was performed. Diagnosed with: VSD. A hydrophilic guidewire was passed from the LV cavity through the VSD into the right ventricle and then into the pulmonary artery (PA). The right jugular vein is punctured. Introduced 6F introducer. Produced by catheterization of the right

heart. The pressure in the PA was 55/20 (33) mm Hg. The PA guidewire is trapped and exited through the right femoral vein. Monorail system created. Then, through the right femoral vein, the 7F delivery system was passed through the VSD into the LV, then into the aorta. An 8 mm Heart R VSD occluder was inserted into the ascending aorta. The occluder was advanced to the VSD area, with staged control left ventriculography and ultrasound control. Closure of the VSD was completed. A control left ventriculography was performed, no residual shunt was observed on the occluder. The occluder was detached from the delivery system. Performing repeated left ventriculography. According to ultrasound data, the occluder position was optimal. Catheter and introducer sheath removed. Further - hemostasis and aseptic dressing. Figures 1-3 show the step-by-step process of endovascular closure of the VSD with an occluder.



*Figure 1.  
VSD contrast*



*Figure 2.  
Conducting an occluder*



*Figure 3.  
Control contrasting after endovascular closure  
of the VSD with an occluder*

The patient in a satisfactory condition was transferred to the intensive care unit for further observation.

The postoperative period was uneventful. In the postoperative period, dressings were carried out with washing of the drainage, which, on the 7th day in the absence of purulent discharge, was removed. Routine therapy included antiplatelet therapy (Aspizal 81 mg / day); antibacterial (Ceftriaxone 2 g / day and Novosinaf 2.25 g / day) therapy with the addition of dexamethasone at a dose of 4 mg / day.

On the control echocardiography: EDV = 150 ml; KCO = 65 ml; EF = 56%. The occluder is functioning properly.

06.03.2020 the patient was discharged from the “Ezgu Niyat” clinic in satisfactory condition with recommendations to continue therapy under the supervision of a cardiologist at the place of residence.

**In dynamics, after a year**, the patient's condition is regarded as completely stable (Fig. 4.5). The patient is currently leading an active lifestyle. The patient recovered, reached normal weight (weight = 71 kg and BMI = 23.2 kg / m<sup>2</sup>). Objectively: vesicular respiration is carried out in the lungs over the entire surface. Heart sounds of average sonority, previously noted systolic murmur in the IV intercostal space to the left of the sternum - leveled off.



*Figure 4. Postoperative heals, front view.*



*Figure 5. Postoperative heals, rear view*

**On the ECG** from 02.02.2021: RR = 0.72 ms; P = 0.10 ms; PQ = 0.17 ms; QRS = 0.10ms and QT = 0.29ms. In leads II, III, aVF, the Q wave is preserved, with an amplitude of up to 3.5 mV. In leads V2, V3, a deep S wave is preserved with an amplitude of up to 25 mV, but the ST segment has "descended" to the isoline. In leads V4 and V5, the ventricular complex, as well as on an ECG a year ago, is recorded in the QS form and a biphasic ( $\pm$ ) T wave is preserved.

**On Echocardiography** from 02.02.2021: EDV = 148 ml; ESV = 66 ml; EF = 56%. The occluder is functioning adequately. The pressure in the PA has returned to normal and today is 17 mm Hg.

**Conclusion:** Thus, the purpose of this publication is to observe a rare variant of acquired VSD of post-traumatic (after knife wound) etiology. The presented endovascular technique - transcatheter closure of VSD with a LifeTech VSD occluder - turned out to be very suitable in this particular case and ensured a fairly quick restoration of the patient's general health.

УДК 616.23, ГРПТИ 76.29.39

*Gasanov A.M., Danielyan S.N., Tarabrin E.A., Kanibolotskiy A.A., Nikolaeva E.B., Kvardakova O.V., Muslimov R.S., Kammaev K.A., Palagina V.S. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine*

#### ENDOSCOPIC TREATMENT OF ESOPHAGEAL-BRONCHIAL FISTULA IN A PATIENT WITH A LEYDEN MUTATION

*Гасанов А.М., Даниелян Ш.Н., Тарабрин Е.А., Каниболоцкий А.А., Николаева Е.Б., Квардакова О.В., Муслимов Р.Ш., Каммаев К.А., Палагина В.С. НИИ СП им. Н.В. Склифосовского*

#### ЭНДОСКОПИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПИЩЕВОДНО-БРОНХИАЛЬНОГО СВИЩА У ПАЦИЕНТКИ

DOI: 10.31618/ESSA.2782-1994.2021.1.69.41

**Summary.** Clinical case of successful endoscopic surgery treatment bronchoesophageal fistula a patient with Factor V Leiden mutation and chronic pulmonary embolism.

**Аннотация.** Клинический случай успешного эндоскопического хирургического лечения пищеводно-бронхиального свища у пациента с Мутацией Лейдена и хронической тромбоземболией легочной артерии.

**Abstract.** Bronchoesophageal Fistula (BEF) is an uncommon condition related to complex thoracic surgery. The development of BEF is usually an indication of the progression of bronchial or lung cancer; whereas the etiology of this illness being recorded as benign is much rarer – not exceeding 4 - 6%. [1, 2].

Surgery is the main method for treating patients who have benign BEF, allowing for the reliable result. At the same time, similar operations are extremely traumatic and are fraught with the development of post-operation complications, especially when concerning patients with genetically determined coagulopathy.

Factor V Leiden mutation is a hereditary coagulopathy in which there is a point mutation in the gene that encodes blood coagulation factor V. Factor V Leiden mutation is the most common cause of the hereditary disposition to thrombosis, heart attacks, strokes in Europeans. The frequency of occurrence among the population of the USA is 4 – 6% [3].

We present our own observation of successful endoscopic surgery to treat BEF in a patient with Factor V Leiden mutation and chronic pulmonary embolism.

**Абстракт.** Пищеводно-бронхиальный свищ (ПБС) – редкая патология, относящаяся к сложным разделам торакальной хирургии. Развитие ПБС чаще всего свидетельствует о прогрессировании рака пищевода или легкого, в то время как доброкачественная этиология заболевания регистрируется значительно реже, не превышая 4 - 6% [1, 2].

Хирургический метод является основным в лечении больных с доброкачественными ПБС, позволяющим добиться надежного результата. В то же время подобные операции являются крайне травматичными и чреваты развитием послеоперационных осложнений, особенно если речь идет о пациентах с генетически детерминированной коагулопатией.

#### References:

- Hoffman JI, Kaplan S. // The incidence of congenital heart disease. // J Am Coll Cardiol. 2002; 39: 1890-900.
- Clinical guidelines: Ventricular septal defect. 2016 <https://racvs.ru/clinic/files/2016/Ventricular-septal-defect.pdf>
- Kryzhanovsky V.A. Diagnostics and treatment of myocardial infarction. - Kiev: Phoenix. - 2001 - 451p.
- Markova I.M., Moiseeva S.V., Kerzina L.V., Khametova N.P. A clinical case of post-traumatic ventricular septal defect. <https://cyberleninka.ru/article/n/klinicheskiy-sluchay-posttravmaticheskogo-defekta-mezhzheludochkovoy-peregorodki/viewer>
- Orozmatov T.T. Features of surgical treatment of interventricular septal defect in adults. 05/19/2013. [https://racvs.ru/events/archive/xvii\\_ezhegodnaya\\_sessiya\\_nauchnogo\\_tsentra\\_serdechnosudistoy\\_khirurgii\\_im\\_an\\_bakuleva/osobennosti\\_khirurgicheskogo\\_lecheniya\\_defekta\\_mezhzheludochkovoy](https://racvs.ru/events/archive/xvii_ezhegodnaya_sessiya_nauchnogo_tsentra_serdechnosudistoy_khirurgii_im_an_bakuleva/osobennosti_khirurgicheskogo_lecheniya_defekta_mezhzheludochkovoy)

Мутация Лейдена представляет собой наследственную коагулопатию, при которой отмечается точечная мутация гена, кодирующего V фактор свертывания крови. Мутация Лейдена является самой распространенной причиной наследственной склонности к тромбозам, инфарктам и инсультам у людей европеоидной расы. Частота встречаемости среди населения США составляет 4 – 6% [3].

Представляем собственное наблюдение успешного эндоскопического лечения ПБС у пациентки с мутацией Лейдена и хронической тромбоэмболией легочной артерии.

*Key words: endoscopy, bronchoscopy, esophagoscopy, Factor V Leiden, Bronchoesophageal fistula, fistula, bronchus, esophagus.*

*Ключевые слова: эндоскопия, бронхоскопия, эзофагоскопия, мутация Лейдена, пищеводно-бронхиальный свищ, свищ, бронх, пищевод*

### **Aim of the paper**

To share our own experience of endoscopic surgery using the tunnel technique to treat BEF in patients who have hereditary coagulation.

### **Main body**

**Patient K.**, 58 years old, was transferred to the Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine from another facility on 04.12.2017 for treatment for a BEF.

From the patient's medical history it is known that they have suffered from hypertension for a long time, acute cerebral accident with left-sided hemiparesis and pulmonary embolism (PE). The diagnosis for hereditary coagulation was then verified as Factor V Leiden. Long-term mechanical lung ventilation was performed, which required the application of a tracheostomy. 16 days after tracheal decannulation, BEF was detected during an endoscopic investigation. A percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG) was performed in order to allow for enteral feeding and to prevent aspiration.

Upon admission to the Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, the patient complained of having a persistent cough with phlegm, and feeling weak and out of breath. The patient was fed by PEG exclusively and saliva was spat out.

Chest x-ray: local pneumosclerosis located on the right in the middle region of the lung field, no abnormal content found in the pleural cavity.

Chest CT Scan: fistula was not visualised. Infiltrative changes in the right lung with multiple cavity lesions formation were present.

Scintigraphy determined signs of a 2-sided polysegmental PE with a perfusion deficit of 35-40%.

Bronchoscopy: 10–15 mm caudal bifurcation of the trachea along the posterior wall of the left main bronchus, an 8x3 mm sized oval-shaped deformity (fistula opening) with an inflow of purulent content from its lumen was detected.

Esophagoscopy: At a length of 25 cm from the incision, a deformation of the oesophagus due to displacement from the outside along the right side of the anterior wall was detected, on which a 6x2 mm sized, slit shaped fistula opening with epithelized edges was seen. When inserted the dye (methylene blue) was observed to have entered into the lumen of the left main bronchus.

Coagulation indicators at the moment of hospitalisation (taking into account heparin injection of 20,000 units per 24 hours): Prothrombin 62.7%, INR 1.45, aPPT 27.5 secs.

Endoscopic treatment was suggested considering the patient's comorbidity and high surgical and anaesthetic risks. Rigid tracheobronchoscopy was carried out, the left main bronchus was stented with a self-expandable silicone stent (10 mm in diameter, 40 mm in length).

A controlled fiber-optic bronchoscopy a day later confirmed the satisfactory position of the stent in the left main bronchus.

A year after the stent was inserted (**December 2018**), the patient was admitted again to the Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine on a routine basis.

**During an X-ray contrast examination of the oesophagus**, contrast agent leakage was noted in the left main bronchus through the fistula passage at the T4 level, which indicated that the functional spinal unit was preserved and that there was no effect from the stentography.

Bronchoscopy confirmed the satisfactory position of the bronchial stent. When performing esophagoscopy, some reduction to the size of the fistula (3 mm in diameter) with epithelized edges was determined.

No comparison with the CT and scintigraphy data from 2017 was made.

Coagulation indicators (taking into account an intake of 20 mg of Rivaroxaban per 24 hours): Prothrombin 63.8%, INR 1.47, aPPT 25.3 secs.

The patient was discharged with the recommendation to have further dynamic observation and for food intake to be via PEG.

**Check-up a year later (December 2019)** - the patient had the same complaint of having a cough and choking when accidentally swallowing saliva. A gradual reduction in body mass index was noted (weight 43 kg, height 154 cm, BMI 18.13).

Coagulation indicators (taking into account an intake of 20 mg of Rivaroxaban per 24 hours): Prothrombin 66%, INR 1.24, Fibrinogen 4.99 g/L, aPPT 25.7.

Endoscopic examination confirmed that the functional spinal unit was present despite the fistula area being protected by a stent for two years. Taking into consideration the high risk of surgical intervention for the patient, minimally invasive endoscopic treatment was proposed; the purpose of which being removal of the bronchial stent and removal of the fistula using the tunnel technique in the submucosa layer of the oesophagus



Operation on 17.12.2019: Under complete intravenous anesthesia with high-frequency mechanical lung ventilation, intubation of the trachea was performed with a 10 mm rigid bronchoscope tube. With the help of rigid forceps, the stent was removed from the lumen of the left main bronchus.

Subsequently, the rigid tube was then changed for an orotracheal intubation tube with volumous ventilation. When inspecting through the orotracheal tube, along the posterior wall of the left main bronchus granulation tissue was found without significant narrowing of the lumen.

In the following step, the gastroscope was inserted into the lumen of the oesophagus. The mouth of the oesophagus was 15 cm from the incisions. The oesophagus was easy to pass through and wasn't malformed. A fistula hole with epithelized edges of 2 mm in diameter was identified along the anterior oesophageal wall at 12 cm distal to the pharyngeal-oesophageal junction. The lower oesophageal sphincter (LES) is found 41 cm from the incisions.

With the help of an injection needle, at 5 cm proximity to the functional spinal unit along the anterior oesophageal wall a sterile saline solution tinted with an indigo carmine solution (10 ml) was injected. A thick submucosal infiltrate formed. Along the proximal edge of the infiltrate, a longitudinal dissection of the mucus membranes of the oesophagus was performed with an Triangle Tip Knife 1.5 cm in length. Next, using the cap on the distal end of the endoscope and the dissection knife in SPRAY COAG mode, a submucosal canal, or "tunnel" 4 cm in length and 1.5 cm in width was formed. In the area of the functional spinal unit, the submucosal layer consisted of fibrous tissue.

Using the dissection knife, the submucosal layer was mobilised around the fistula with an excision of the fistula passage at the bronchial wall, with coagulation of the bronchial canal of the fistula. The fistula passage was twisted into the oesophageal lumen in the form of a sleeve; the edges of the malformation were subsequently clipped to the membranes of the oesophagus at the level of the entry to the tunnel and the area of the twisted fistula passage with clips. Upon inspection there were no signs of bleeding, and the edges of the malformation were brought together tightly.

Histological examination of the excised fistula: fragments of granulated skin and mucus membranes of the oesophagus and bronchus with signs of chronic inflammation.

The patient was discharged from the ward in a satisfactory condition on the 13th day after the operation.

During a check-up a month later, the patient didn't have any complaints. During an X-ray contrast examination of the oesophagus with barium sulphate suspension, no leakage beyond the contours of the oesophagus was detected. During a bronchoscopy on the posterior wall of the left main bronchus, a longitudinal scare was found without malformation and narrowing of the lumen. Oesophagoscopy in the area which was clipped found 2 longitudinal scares with sporadic granulation up to 2 mm in diameter. The patient began to eat by mouth. A month later the PEG was removed.

#### **Discussion:**

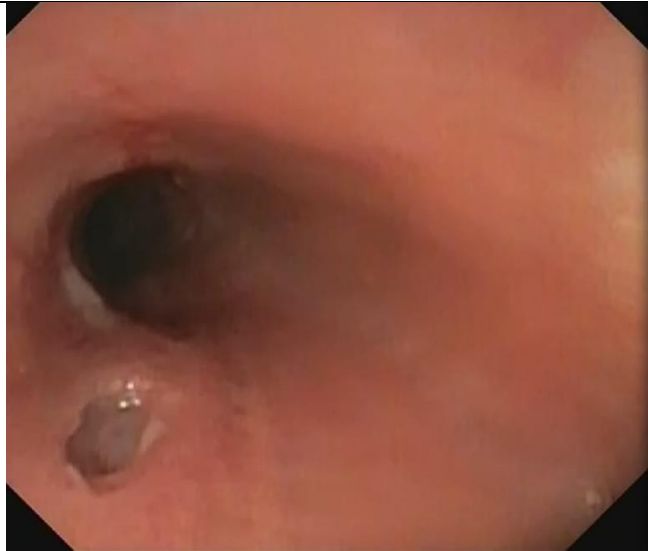
Sporadic observations of effective stenting of the oesophagus in the area of disjointed fistula have been published [4]. In our observation, stenting the left main bronchus over a period of two years didn't lead to obliteration of BEF. At the same time, the long-term presence of the endobronchial covered stent caused granulated skin to grow on its cranial and caudal ends.

In recent years, reports are increasingly appearing regarding the successful use of the endoprosthesis method in patients with BEF benign in nature [1].

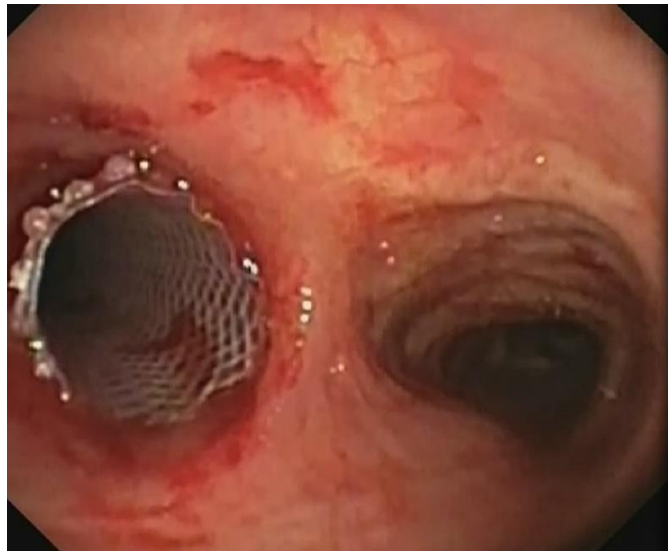
A team of authors [5] compiled the results of 9 years of experience in diagnosing and treating adult patients with benign BEF. The analysis of this data has shown that the initial endoscopic intervention when treating BEF wasn't effective, and repeat intervention in different forms (clipping, stenting, applying histoacryl tissue glue) proved effective in 29% of cases observed.

In the clinical observation that we have presented, the patient with BEF of an uncertain etiology with a background of genetically determined coagulation and recurrent PE, the minimally-invasive endoscopic method with creating a tunnel in the submucosal layer of the oesophagus allowed for the mobilisation of the fistula canal around its entire circumference, and to excise it from the base (the walls of the left main bronchus); minimising the risks of complications developing.

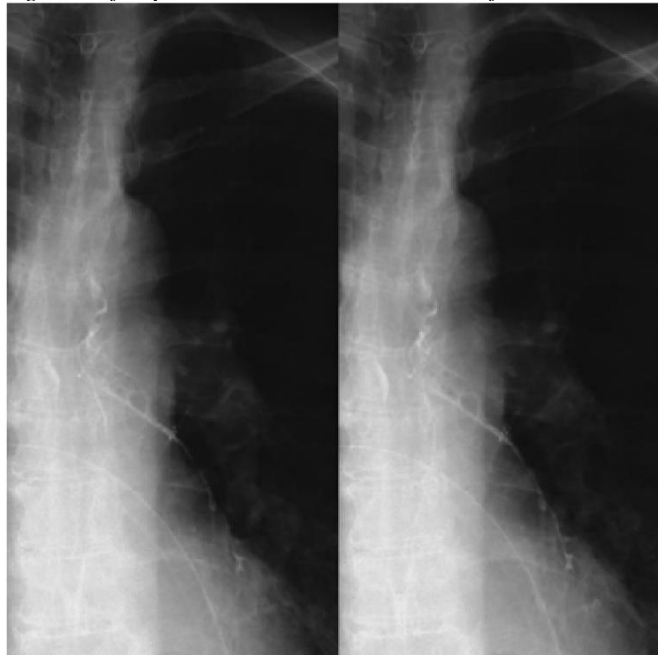
**Conclusion:** The endoscopic excision of the esophageal-bronchial fistula using the tunnel method with airtight clipping of the defect of esophageal mucus membranes may be an effective and safe treatment method for patients with this condition.



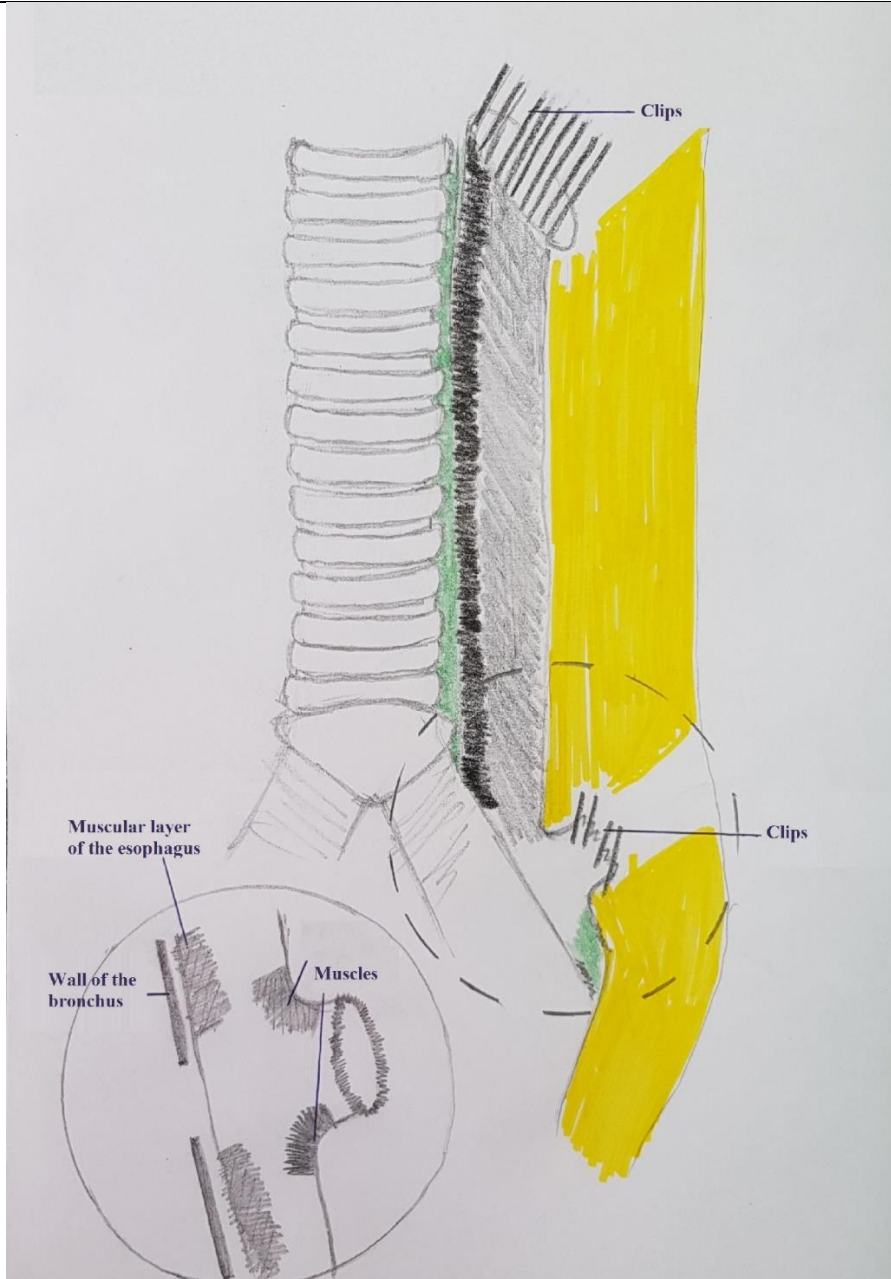
*Img. 1: Bronchoesophageal Fistula*



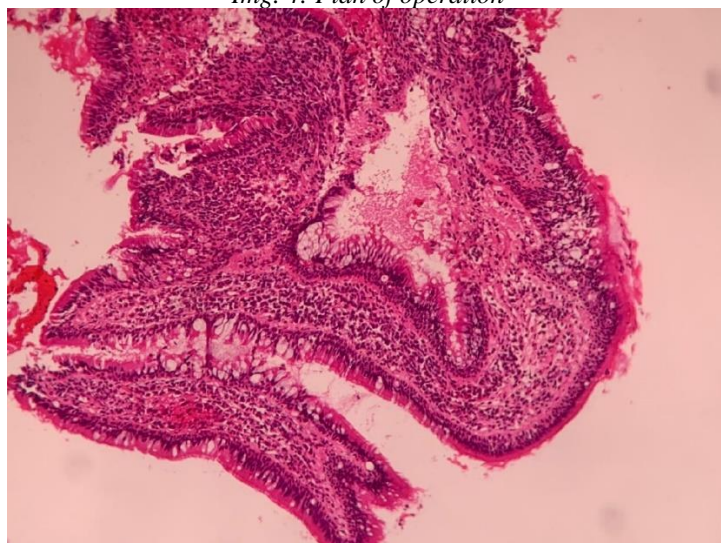
*Img. 2: Self-expandable silicone stent in the left main bronchus*



*Img. 3: BEF on X-Ray in a year after stenting*



*Img. 4: Plan of operation*



*Img. 5: Histologic images of BEF*



*Img. 6: X-Ray control after endoscopic treatment*

#### References:

1. De Giacomo T, Franconi F, Venuta F et al. Benign esophageal-respiratory fistulae. The surgical treatment and results of 10 cases. *Minerva Chir* 1993;48(7):311–316.
2. Kaul DR, Orringer MB, Saint S, Jones SR. The drenched doctor — a 55-year-old male physician was seen in August because of a 1-week history of fever and night sweats. *N Engl J Med* 2007;356(18):1871–1876. DOI: 10.1056/NEJMcp065377
3. Price DT, Ridker PM. Factor V Leiden mutation and the risks for thromboembolic disease: a

clinical perspective. *Ann Intern Med* 1997;127(10):895-903. DOI: 10.7326/0003-4819-127-10-199711150-00007

4. Albucher JF, Guiraud-Chaumeil B, Choller F et al. Frequency of resistance to activated protein C due to factor V mutation in young patients with ischemic stroke. *Stroke* 1996;27(4):766-767.

5. Ahn JY, Jung HY, Choi JY et al. Benign bronchoesophageal fistula in adults: endoscopic closure as primary treatment. *Gut Liver* 2010;4(4):508-513. DOI: 10.5009/gnl.2010.4.4.508

УДК 159.955.6

*Ивлиев Юрий Андреевич*

*Академик*

*Международной Академии Информатизации,*

*Москва*

*ORCID: 0000 – 0003 – 2838 – 0247*

**ДИАГНОСТИКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ГИПОТЕЗЫ БИЛЯ В  
МЕДИЦИНСКОЙ ПСИХОЛОГИИ (РЕМЕЙК ПРЕДЫДУЩИХ СТАТЕЙ АВТОРА О ВЕЛИКОЙ  
ТЕОРЕМЕ ФЕРМА)**

*Ivliev Y.A.*

*academician*

*International Informatization Academy,*

*Moscow*

*ORCID: 0000 – 0003 – 2838 – 0247*

**DIAGNOSTICS OF MATHEMATICAL PROOF OF THE BEAL CONJECTURE IN MEDICAL  
PSYCHOLOGY (REMAKE OF PREVIOUS AUTHOR'S ARTICLES CONCERNING FERMAT'S  
LAST THEOREM)**

**Аннотация.** В данной работе проведена диагностика математического доказательства гипотезы Биля (Обобщенной Великой теоремы Ферма), полученного в более ранних работах автора, и установлена истинность предложенного доказательства с помощью методов математической психологии, применяемых в медицинской психологии для диагностики высших психических функций человека. В процессе доказательства гипотезы Биля была определена математическая структура, представляющая гипотетическое равенство теоремы Ферма. Такой структурой оказалась теорема Пифагора, записанная в целых числах. С помощью геометрической теоремы Евклида и метода бесконечного спуска Ферма удалось установить, что уравнение Пифагора в целых числах, представляющее Великую теорему Ферма, не может существовать и значит теорема Ферма верна, т.е. не существует равенства Ферма в натуральных числах. Таким образом, была восстановлена умственная схема «удивительного доказательства» Пьера де Ферма, о котором он писал на полях книги Диофанта «Арифметика».

**Summary.** In the given work diagnostics of mathematical proof of the Beal Conjecture (Generalized Fermat's Last Theorem) obtained in the earlier author's works was conducted and truthfulness of the suggested proof was established. Realizing the process of the Bill Conjecture solution, the mathematical structure defining hypothetical equality of the Fermat theorem was determined. Such a structure turned to be one of Pythagorean theorem with whole numbers. With help of Euclid's geometrical theorem and Fermat's method of infinite descent one can manage to set that Pythagorean equation in whole numbers representing Fermat's Last Theorem cannot exist and then the Fermat theorem is true, that is Fermat's equality in natural numbers does not exist. Thus mental scheme of "demonstratio mirabile", which Pierre de Fermat mentioned on the margins of Diophantus's "Arithmetic", was reconstructed.

*Ключевые слова:* математическая психология в медицинской психологии, диагностика высших психических функций человека в доказательстве гипотезы Биля (Обобщенной Великой теоремы Ферма).

*Keywords:* mathematical psychology in medical psychology, diagnostics of higher mental functions of man in solution of the Beal Conjecture (Generalized Fermat's Last Theorem).

### **Введение. Метод математической психологии в диагностике доказательств Великой теоремы Ферма.**

Диагностика высших психических функций человека, проводимая в медицинской психологии с помощью методов математической психологии, основывается на изначальности и объективности математической истины, управляющей всеми законами во Вселенной [1] и открываемой в математических вычислениях. Непротиворечивость проведенных в диагностике математических вычислений позволяет установить истинность логических операций в конкретной интеллектуальной деятельности человека, в частности, при изучении исторической загадки доказательства Великой теоремы Ферма самим Ферма [2].

Метод математической психологии, как один из самых высокоточных и перспективных методов медицинской психологии, используемый для диагностики высших психических функций человека, лучше всего может быть продемонстрирован на каком-либо ярком конкретном примере из области науки. Таким примером может служить доказательство Великой теоремы Ферма, которое на протяжении вот уже четверти века является обличением корпоративной математики в «субъективности» [1] ее выводов. Другими словами, в признанном высокими математическими кругами доказательстве [3] была допущена принципиальная логико-математическая ошибка, сводящая все доказательство к софизму «порочного круга», когда в итоге доказывается то, что вначале уже было известно. К сожалению, конфликт корпоративных интересов не позволил автору [1] провести диагностику доказательства [3]

в соответствии с собственными рекомендациями по различению «объективного» и «субъективного» в математике.

Одним из неявных возражений доказательству [3] в математической литературе явилась гипотеза Биля [4], предложившая научному сообществу доказать обобщенную теорему Ферма (при различных целых показателях степеней целых чисел, входящих в уравнение Ферма). Схема доказательства могла бы быть той же самой, что и в [3], но никто из математиков не сделал этого: иначе обнаружилась бы логико-методологическая ошибка такого доказательства [5]. Действительно, в доказательстве [3] предполагается, что гипотетические целые решения уравнения Ферма являются одновременно и решениями некой эллиптической функции, известной под названием кривой Фрея. Другими словами, если бы кривая Ферма была спрямлена до линейных членов, то полученная прямая пересекала бы эллиптическую кривую в трех точках, соответствующих трем степеням уравнения Ферма. Однако кривая Ферма в целых числах не была спрямлена на конечном отрезке гипотетического равенства Ферма в работе [3], т.е. не была построена кривая Фрея, претендующая на название «эллиптическая» [6]. Признание кривой Фрея эллиптической кривой как раз и констатирует спрямление кривой Ферма в целых числах и наличие целых решений уравнения Ферма. Однако такое предположение с самого начала не является истинным, поскольку для многих целых степенных показателей уравнения Ферма была доказана невозможность целых решений уравнения Ферма. Значит кривая Фрея не является эллиптической и была так названа по типу нераскрываемых шифров, для которых не

существует обратных доказательств [6]. Такая кодировка уравнения Ферма несуществующей эллиптической кривой привела к логико-методологическому коллапсу «порочного круга», когда внешне похожая кривая оказалась не соответствующей адекватному определению эллиптической функции. Заслуга Уайлса в проблеме доказательства теоремы Ферма состоит в более точном определении свойств эллиптических функций, позволяющем установить, что немодулярных эллиптических функций рассматриваемого класса не существует. Однако сопоставление уравнения Ферма в целых числах несуществующей («иллюзорной») эллиптической кривой [6] не приводит к их взаимно однозначному соответствию и выводу о наличии или отсутствии целых решений. Значит гипотетическое равенство Ферма не может быть представлено в системе эллиптических функций и данный способ «субъективного» восприятия кривой Фрея не годится для решения проблемы спрямления кривой Ферма в целых числах и нужно искать другие способы построения гипотетического равенства Ферма. Такой способ предлагается в распознавании (диагностике) математического доказательства теоремы Ферма методом математической психологии [7,8].

**Диагностика математического доказательства гипотезы Биля методом математической психологии.**

В данном разделе используются математические обозначения, формулы и другие материалы, взятые из работы [6]. Применим теперь метод доказательства от противного и метод обратной задачи из арсенала математической психологии [2] и запишем гипотезу Биля (Обобщенную теорему Ферма) [4,5] в виде гипотетического равенства:

$$z^n = x^n + y^n \tag{1}$$

где  $z, x, y, n$  – положительные целые, а  $n > 2$  одновременно принимает спектр независимых значений  $n = (m, p, q) \geq 3$  для каждого слагаемого. Гипотеза Биля [4] утверждает, что если равенство (1) существует (в противоположность утверждению теоремы Ферма), то  $z, x, y$  содержат общий множитель  $d$  и можно попытаться найти контрпример теореме Ферма. Другими словами, гипотеза Биля указывает на масштабную инвариантность уравнения (1) (свойство неизменности уравнения (1) при его уменьшении или увеличении в целое число раз), что означает: если обобщенное уравнение (1) существует как сумма натуральных чисел  $C = A + B$ , где  $C = z^n$ ,

$$x_0^2 = kz = (k_1z/x_0)z, x_0^3 = k_1z^2 = (k_2z/x_0)z^2, \dots, x_0^m = k_{m-2}z^{m-1}, y_0^2 = lz = (l_1z/y_0)z, y_0^3 = l_1z^2 = (l_2z/y_0)z^2, \dots, y_0^m = l_{m-2}z^{m-1} \tag{4}$$

После масштабирования вверх получаем из (4):  $kz^{m-1} = kz z^{m-2} = x_0^2 z^{m-2}, lz^{m-1} = lz z^{m-2} = y_0^2 z^{m-2}$ , and  $z^m = x^p + y^q = (x^{p/m})^m + (y^{q/m})^m = (k + l) z^{m-1} = z^{m-2} (x_0^2 + y_0^2) = x^m + y^m$ , где  $x$  и  $y$  целые как квадраты

$A = x^n, B = y^n$ , то  $A, B, C$  имеют общий множитель  $z^{m-1}$ . Таким образом, положительное целое число  $z$  может быть разбито только на сумму других положительных целых чисел согласно масштабной инвариантности уравнения (1), постулируемой в парадигме квантовой математики [9,10], в которой натуральные числа являются квантами математической информации.

Покажем теперь, что (1) имеет структуру уравнения Пифагора в целых числах. Для этого перепишем (1) в следующем виде:  $(z'd)^m = (x'd)^p + (y'd)^q$ , где  $z', x', y'$  – взаимно простые и  $d$  – общий целый множитель. Выполнив масштабирование вниз, получим:  $(z'd)^2 = (x'd)^p / (z'd)^{m-2} + (y'd)^q / (z'd)^{m-2} =$

$$(x')^p d^{p-m+2} / (z')^{m-2} + (y')^q d^{q-m+2} / (z')^{m-2} = x_o^2 + y_o^2, \text{ где } x_o^2 \text{ и } y_o^2 \text{ с подходящим } d \text{ являются квадратами некоторых целых чисел. Это доказывается следующими вычислениями. Перепишем (1) в следующем виде: } z^m = x^p + y^q = (x^{p/m})^m + (y^{q/m})^m = z^{m-2} (x_o^2 + y_o^2) = x^m + y^m \tag{2}$$

Покажем далее, что  $x, y$  в (2) могут быть целыми с подходящим  $d$ .

Возьмем геометрическую теорему Евклида, описывающую поверхностный фрактал [11] в виде двух цепочек пропорций, связанных друг с другом равенством  $z = k + l$ , полученным из масштабирования вниз уравнения (1):

$$z = (z'd) = (x'd)^p / (z'd)^{m-1} + (y'd)^q / (z'd)^{m-1} = (x')^p d^{p-m+1} / (z')^{m-1} + (y')^q d^{q-m+1} / (z')^{m-1} = k + l,$$

где  $k, l$  целые числа, когда  $d = (z')^{m-1}$  и  $p = q$  ( $d$  может состоять из других калибровочных множителей, обнаруживаемых в процессе бесконечного спуска Ферма:  $d = d_1 d_2 \dots$ );

$$z/x_0 = x_0/k = k/k_1 = \dots = k_{m-3}/k_{m-2},$$

$$z/y_0 = y_0/l = l/l_1 = \dots = l_{m-3}/l_{m-2} \tag{3}$$

где  $z, x_0, y_0$  – целые из (2),  $m$  – натуральный индекс не меньший 3,  $z = k + l, k$  и  $l$  – целые числа, полученные из скейлинга (масштабной инвариантности):

$$z = (z'd) = (x')^p d^{p-m+1} / (z')^{m-1} + (y')^q d^{q-m+1} / (z')^{m-1} = k + l$$

Если показатели степеней  $p$  и  $q$  больше или равны  $m$ , тогда  $k$  и  $l$  целые с  $d$

кратным  $(z')^{m-1}$ . Если  $p$  и  $q$  меньше  $m$ , то значит  $z$  не состоит из целых чисел. Далее можно получить следующие формулы из пропорций (3):

средних пропорциональных между  $k$  и  $z^{m-1}, l$  и  $z^{m-1}$ . Из этого следует, что  $x_o^2$  и  $y_o^2$  являются квадратами целых чисел, После масштабирования вниз

получаем два уравнения с  $d$  кратным  $(z')^{m-1}$  и  $d^2$  кратным  $(z')^{m-2}$ :

$$z=(z'd)=(x')^p d^{p-m+1}/(z')^{m-1}+(y')^q d^{q-m+1}/(z')^{m-1}, \quad (5)$$

$$z^2=(z'd)^2=(x')^p d^{p-m+2}/(z')^{m-2}+(y')^q d^{q-m+2}/(z')^{m-2} \quad (6)$$

Например, при  $p$  и  $q$ , равных  $m$ , получаем примитивную пифагорову тройку  $(z')^{m/2}$ ,  $(x')^{m/2}$ ,  $(y')^{m/2}$  для уравнения  $(z')^m = (x')^m + (y')^m$ , которое следует из (5) и (6), если  $d = d_1 = (z')^{m-2}$ . Это означает, что (5) и (6) – это одно и то же уравнение, имеющее структуру разбиения целого числа на сумму двух других целых чисел и одновременно структуру уравнения Пифагора в целых числах. Таким образом,  $x_0^2 = (x')^p d^{p-m+2}/(z')^{m-2}$  и  $y_0^2 = (y')^q d^{q-m+2}/(z')^{m-2}$  – это квадраты целых чисел, определяемые целыми  $x$ ,  $y$  в (2). Другими словами, геометрическая структура уравнения (1) предопределяет пифагоровы тройки для этого уравнения, если (1) и его аналоги существуют.

Итак, обобщенное уравнение (1) сводится к гипотетическому уравнению с одним и тем же показателем степени  $m$ , если  $p, q \geq m$  (если  $p, q$  меньше  $m$ , то число  $z$  из (1) не может быть разбито на сумму натуральных чисел и уравнение (1) с целыми  $z, x, y$  не может существовать):  $z^m = x^m + y^m$ ,  $m \geq 3$ , из (2) с целыми  $x = x'd$ ,  $y = y'd$ ,  $z = z'd$  и натуральным  $d$ , который может быть представлен в виде произведения простых чисел.

Теперь можно приступить к решению гипотезы Биля в виде обобщенного уравнения Ферма. Запишем гипотетическое равенство Ферма в его обычном виде:

$$z^n = x^n + y^n, \quad n > 2, \quad x, y, z, n - \text{натуральные числа} \quad (7)$$

Предположим, что решение (7) существует, попытаемся построить это решение и убедимся в его невозможности. Применим геометрическую теорему Евклида в виде двух цепочек пропорций, связанных друг с другом равенством  $z = k + l$ . Повторим выкладки (3)-(4), сменив индекс  $m$  на  $n$ :

$$z/x_0 = x_0/k = k/k_1 = \dots = k_{n-3}/k_{n-2}$$

$$z/y_0 = y_0/l = l/l_1 = \dots = l_{n-3}/l_{n-2}$$

$$kz = x_0^2, k_1z = x_0k, k_2z = x_0k_1, \dots, k_{n-2}z = x_0k_{n-3}$$

$$lz = y_0^2, l_1z = y_0l, l_2z = y_0l_1, \dots, l_{n-2}z = y_0l_{n-3}$$

$$x_0^2 = kz = (k_1z/x_0)z, x_0^3 = k_1z^2 = (k_2z/x_0)z^2, \dots, x_0^n = k_{n-2}z^{n-1}$$

$$y_0^2 = lz = (l_1z/y_0)z, y_0^3 = l_1z^2 = (l_2z/y_0)z^2, \dots, y_0^n = l_{n-2}z^{n-1}$$

Далее можно получить единственное разбиение  $z^n$  на три слагаемых из (4) при  $n > 2$ :

$$z^n = x_0^n + y_0^n + \lambda_n \quad (8)$$

где  $\lambda_n = z^{n-1} [(k - k_{n-2}) + (l - l_{n-2})]$  – остаток после вычитания  $x_0^n$  и  $y_0^n$  из  $z^n$ , такой, что  $\lambda_n > 0$  при  $n > 2$  и  $x_0 y_0 \neq 0$ ,  $\lambda_n = 0$  при  $n = 2$  и  $x_0 y_0 \neq 0$ ,  $x_0, y_0 \in [0, z]$ ,  $z \in (0, \infty)$ . Равенство (8) представляет собой подобное равное разбиение (7), записанное в виде:

$$z^n = x_0^n + y_0^n + \lambda_n = z^{n-2}(x_0^2 + y_0^2) = x^n + y^n \quad (9)$$

Сравнивая различные разбиения (9), отмечаем, что  $x_0^n \neq z^{n-2} \cdot y_0^2 = y^n$ ,  $y_0^n \neq z^{n-2} \cdot x_0^2 = x^n$ ,  $x_0^n \neq z^{n-2} \cdot x_0^2$ ,  $y_0^n \neq z^{n-2} \cdot y_0^2$ . Отсюда следует, что:

$$x_0^n + y_0^n = (x^n \text{ or } y^n) \text{ и соответственно}$$

$$\lambda_n = (y^n \text{ or } x^n) \quad (10)$$

Для того, чтобы проверить справедливость (10), необходимо его построить с помощью тех же самых рассуждений, что и раньше, так как уравнения (7) и (10) одинаковы по своим свойствам. Эту процедуру можно выполнять до бесконечности в направлении уменьшения целых чисел при условии, что последовательность уменьшающихся равенств никогда не заканчивается и числа  $x_0$  и  $y_0$  в (10) всегда будут целыми. Однако бесконечная последовательность зацепляющихся равенств (10) ведет к бесконечному уменьшению положительных целых чисел, что невозможно, и, следовательно, предположение о существовании целого решения (10) при конечном  $d$  и  $n > 2$  не является истинным. В геометрической интерпретации это означает, что спрямление кривой Ферма в целых числах на конечном отрезке прямой длиной  $z^n$  невозможно [11]. Таким образом, теорема верна как для всех четных, так и для всех нечетных степеней целых чисел для любых конечных целых  $x, y, z, d$ .

**Заключение. Важность математического доказательства гипотезы Биля как прецедента диагностики высших психических функций в интеллектуальной деятельности человека (цитируется по работе [6]).**

Итак, метод математической психологии в диагностике высших психических функций человека, основанный на объективности математического знания [1], способен установить истинное положение вещей в медицинских исследованиях психического состояния человека или коллектива, решающего те или иные психологические задачи, либо экспериментальным путем, опираясь на психофизиологию, либо «квазиэкспериментальным» путем, т.е. непосредственным участием в решении каких-либо умственных задач с помощью поисковых математических методов [7,8]. При этом субъективность принимаемых решений может как совпадать, так и не совпадать с объективностью правильных математических выводов, не зависящих ни от чьего восприятия, а только от внутренней природы самих математических объектов. В случае расхождения таких решений следует искать причины нарушения нормальной психической деятельности с целью их возможного устранения.

В примерах с доказательством Великой теоремы Ферма методом математической психологии была, наконец, решена проблема доказательства этой теоремы с помощью метода бесконечного спуска, изобретенного самим Ферма [11]. Однако, чтобы привести в действие бесконечный спуск, нужно было вначале определиться со структурой гипотетического равенства Ферма, а именно: что это за структура и какой частью более общей структуры оно является. Эта задача была решена благодаря открытию автора фрактальной структуры геометрической теоремы Евклида и констатации на ее основе уникального математического факта: равенство Ферма, если оно существует, может быть только уравнением Пифагора в целых числах [7,8,11]. Конечно, такое открытие потребовало ряд других инновационных приемов, позволяющих в строгих математических рамках довести искомое доказательство до логического конца. Решение проблемы доказательства Великой теоремы Ферма вызвало к жизни огромное количество других проблем, соприкасающихся с морально-этической стороной деятельности различных общественных институтов, связанных с наукой и образованием, но эти проблемы должны решаться в комплексе с продвинутыми медицинскими исследованиями наподобие тех, о которых шла речь выше, чтобы прийти до корня человеческого бытия.

**Конфликт интересов.** Конфликт интересов отсутствует, поскольку данное исследование базируется на объективных математических закономерностях.

#### Список литературы / References

1. Пенроуз Р. Путь к реальности, или Законы, управляющие Вселенной. Пер. с англ. А.Р.Логунова и Э.М.Эпштейна. – М.: ИКИ. – 2007 – С. 35-38. ISBN 978-5-93972-618-4.
2. Ivliev Y.A. Reconstruction of “demonstratio mirabile” for Fermat’s proposition made by him to the task 8 of Diophantus’s “Arithmetics” // *Nauka i studia* 2015 №12 (145) – P. 18-23. ISSN 1561-6894.
3. Wiles A. Modular elliptic curves and Fermat’s Last Theorem // *Ann. Math.*, 1995, 141, 443-551.
4. Mauldin R.D. A generalization of Fermat’s Last Theorem: the Beal conjecture and prize problem // *Notices of the AMS*, 1997, 44, 1436-1437.
5. Ivliev Y.A. Beal’s Conjecture as global breakthrough in natural sciences // *Materials of the I International Conference “Global Science and Innovation”*. Vol. II. P. 345-349. – December 17-18. – Chicago. – USA. – 2013. ISBN 978-0-9895852-1-7.
6. Ивлиев Юрий Андреевич Диагностика математического доказательства гипотезы Биля (Обобщенной Великой теоремы Ферма) в медицинской психологии // *Школа Науки*. – № 5(42). – Май 2021. С. 1-5. DOI: 10.5281/zenodo.4813520.
7. Ивлиев Юрий Андреевич Метод математической психологии в диагностике высших психических функций человека (на примере

доказательства Великой теоремы Ферма) // *Сборник научных трудов ЕНО «Евразийское Научное Объединение»*. – № 9 (67). – Сентябрь 2020. – С. 203 – 205. DOI: 10.5281/zenodo.4072042. ISSN 2411-1899.

8. Ивлиев Юрий Андреевич Альтернативное доказательство Великой теоремы Ферма в диагностике высших психических функций человека // *Сборник научных трудов ЕНО «Евразийское Научное Объединение»*. – № 1 (71). – Январь 2021. – С. 189-193. DOI: 10.5281/zenodo.4526504. ISSN 2411-1899.

9. Ivliev Y. A. Solution of Beal’s Conjecture in the paradigm of quantum mathematics // *Asian Journal of Mathematical Sciences*. — Jan-Feb 2018 Vol. 2 / Issue 1. — P. 1-5. ISSN 2581-3463.

10. Ивлиев Ю.А. Альтернативное доказательство Великой теоремы Ферма как введение в квантовую математику и квантовую психологию // *Сборник «Современные проблемы науки и образования»*. – 2020. – Т.18. – С. 28-30.

11. Ивлиев Ю.А. Альтернативное доказательство Великой теоремы Ферма как научное открытие в математической психологии // *Научное обозрение. Фундаментальные и прикладные исследования*. – 2020. – №3. URL: <https://scientificreview.ru/ru/article/view?id=89>. DOI: 10.17513/srfar.89

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Roger Penrose *The Road to Reality. A Complete Guide to the Laws of the Universe*. – Jonathan Cape. – London. – 2004.
2. Ivliev Y.A. Reconstruction of “demonstratio mirabile” for Fermat’s proposition made by him to the task 8 of Diophantus’s “Arithmetics” // *Nauka i studia* 2015 №12 (145) – P. 18-23. ISSN 1561-6894.
3. Wiles A. Modular elliptic curves and Fermat’s Last Theorem // *Ann. Math.*, 1995, 141, 443-551.
4. . Mauldin R.D. A generalization of Fermat’s Last Theorem: the Beal conjecture and prize problem // *Notices of the AMS*, 1997, 44, 1436-1437.
5. Ivliev Y.A. Beal’s Conjecture as global breakthrough in natural sciences // *Materials of the I International Conference “Global Science and Innovation”*. Vol. II. P. 345-349. – December 17-18. – Chicago. – USA. – 2013. ISBN 978-0-9895852-1-7.
6. Ivliev Y.A. Diagnostics of mathematical proof of the Beal conjecture (generalized Fermat’s Last Theorem) in medical psychology // *School of Science*. – № 5(42). – Май 2021. С. 1-5. DOI: 10.5281/zenodo.4813520. [in Russian]
7. Ivliev Yuri Andreevich The approach of mathematical psychology to diagnostics of higher mental functions of man (following the example of Fermat’s Last Theorem solution) // *Eurasian Scientific Association*. – № 9 (67). – September 2020. – P. 203 – 205. DOI: 10.5281/zenodo.4072042. ISSN 2411-1899. [in Russian]
8. Ivliev Yuri Andreevich Alternative proof of Fermat’s Last Theorem in diagnostics of higher mental



functions of man // Eurasian Scientific Association. – № 1 (71). – January 2021. – P. 189 – 193. DOI: 10.5281/zenodo.4526504. ISSN 2411-1899. [in Russian]

9. Ivliev Y. A. Solution of Beal's Conjecture in the paradigm of quantum mathematics // Asian Journal of Mathematical Sciences. — Jan-Feb 2018 Vol. 2 / Issue 1. — P. 1-5. ISSN 2581-3463.

10. Ivliev Y.A. Alternative proof of Fermat's Last Theorem as introduction to quantum mathematics and

quantum psychology // Modern Problems of Science and Education. – 2020. – T.XVIII. – P. 28-30. ISBN 978-5-91327-599-8. [in Russian]

11. Ivliev Y.A. Alternative proof of Fermat's Last Theorem as scientific discovery in mathematical psychology // Scientific Review. Fundamental and Applied Research. – 2020. – №3. DOI: 10.17513/srfar.89.

URL: <https://scientificreview.ru/ru/article/view?id=89>. [in Russian]

**Lysenko V.A.**

*MD, Postgraduate student of Department of Propaedeutic of Internal Medicine, Radial diagnostic and Radial therapy, Faculty of Medicine, Zaporizhzhia State Medical University, Ukraine.*  
<https://orcid.org/0000-0001-7502-0127>

**Syvolap V.V.**

*MD, PhD, DSci, Professor, Head of Department of Propaedeutic of Internal Medicine, radial diagnostic and radial therapy, Faculty of Medicine, Zaporizhzhia State Medical University, Ukraine.*  
<https://orcid.org/0000-0001-9865-4325>

## INDEPENDENT PREDICTORS OF ADVERSE CARDIOVASCULAR EVENTS IN PATIENTS WITH CHF OF ISCHEMIC ORIGIN.

DOI: [10.31618/ESSA.2782-1994.2021.1.69.42](https://doi.org/10.31618/ESSA.2782-1994.2021.1.69.42)

**Summary.** Chronic heart failure (CHF) remains a major burden due to low quality of life, high morbidity, and mortality. An important aspect in the management of heart failure is to provide clinicians necessary knowledge and resources to make better decisions about treatment tactics of such patients. Thus, finding out independent predictors of adverse outcomes of heart failure is still insufficiently studied, and become an important task of internal medicine and cardiology.

**The aim:** To determine the independent predictors of adverse cardiovascular events in patients with CHF.

**Materials and methods:** The study enrolled 88 patients (men - 52% (n=46); women - 48% (n=42)) with CHF of ischemic origin, stage II AB, II-IV FC according to NYHA, in which 58 - patients with reduced left ventricle ejection fraction (LV EF <40%,) and 30 - with preserved LV EF (>55%). Patients with different phenotypes of CHF were comparable in age, sex, height, weight, body surface area. Cumulative endpoints considered death, myocardial infarction and progressive angina pectoris, stroke and progressive heart failure.

**Results.** Analysis of the frequency of endpoints depending on the phenotype of CHF didn't reveal a significant difference between the study groups of 18.97% (11/58) vs. 10% (3/30); log-rank test (p= 0.378). According to univariate models of analysis of proportional hazards of Cox, the relative risk of adverse cardiovascular events in patients with CHF increased in 1.44 times (HR 1.44, 95% CI 1.0142 - 2.0323; p= 0.042) in case of excess of baseline the E/A 0.99 c.u.; in 1.71 (HR 1.71, 95% CI 1.1032 - 2.6642; p= 0.017) times in cases where the peak mitral valve pressure gradient exceeds 1.9 mm Hg; in 1.22 times (HR 1.22, 95% CI 1.0210 - 1.4470; p= 0.029) at a plasma sodium concentration  $\leq$  142.5 mmol/l; and in 2.16 times (HR 2.16, 95% CI 1.0230 - 4.5799; p= 0.044) in the presence of pulmonary hypertension. At the same time, the presence of inspiratory IVC collapse more than 50% reduced the relative risk of adverse cardiovascular events in patients with CHF by 59% (HR 0.41; 95% CI 0.1796 - 0.9497; p= 0.038). Adverse cardiovascular events were not associated with individual anthropometric parameters of patients; structural and geometric, functional parameters of the heart; parameters of filtration and concentration function of the kidneys, plasma potassium concentration; tubulo- interstitial injury. The multivariate model (p= 0.0014), included factors such as age over 66 years (HR 1.13; 95% CI 1.0230 – 1.2555; p= 0.0172), body weight over 82 kg (HR 1.065; 95% CI 1.0043 – 1.1301; p= 0.036), index TEI LV over 0.52 c.u. (HR 30.69; 95% CI 1.3241 – 711.5572; p= 0,033), peak mitral valve pressure gradient over 1.9 mmHg. (HR 1.22, 95% CI 1.0210 - 1.4470; p= 0.029), the maximum flow velocity in the aorta over 98 cm/sec (HR 1.008; 95% CI 1.0009 - 1.0155; p= 0.0014), was associated with an increase in the relative risk of adverse cardiovascular events in patients with CHF of ischemic origin, regardless of sex, glomerular filtration rate and tubular interstitial injury.

**Conclusion:** Independent risk factors for adverse cardiovascular events in patients with CHF should be considered: age and body weight, index TEI LV, peak gradient pressure MK and the maximum flow velocity (Vao) in the aorta. Dependent risk factors for adverse cardiovascular events in patients with CHF are baseline sonographic parameters of E/A and **mean pressure gradient** MK, plasma sodium concentration, the presence of pulmonary hypertension. Inspiratory IVC collapse of more than 50% is associated with a reduction in the relative risk of adverse cardiovascular events in patients with CHF.

*Key words:* Chronic heart failure, index TEI, adverse cardiovascular events, outcomes.

**Introduction.**

Chronic heart failure (CHF) remains a major burden on the health care system due to low quality of life, high morbidity, and mortality [1].

Every year, nearly 50% of deaths in Europe are caused by cardiovascular diseases, 42% of men and 51% among women [2].

The incidence of heart failure (HF) is gradually increasing due to our aging population. Obesity contributes to a steep rise in the prevalence of HF, which is projected to increase by almost 50% from 2012 to 2030 [3].

An important aspect in the management of heart failure is to provide clinicians and patients with CHF necessary knowledge and resources to make better decisions about their treatment tactics. Prognostic model - is one of these resources, which is the formal combination of several predictors on which we can calculate the risks specific outcome for individual patients [1].

Therefore, finding out independent predictors of adverse course of heart failure is an important task of internal medicine and cardiology.

**The aim:** To determine the independent predictors of adverse cardiovascular events in patients with CHF.

**Materials and methods:** The study was performed on the clinical basis of the Department of Propaedeutics of Internal Medicine, Radiation Diagnostics and Radiation Therapy ZSMU in the cardiology department of the City Hospital №6, Zaporizhzhya, in accordance with the standards of good clinical practice and principles of good clinical practice. The study protocol was approved by the Ethics Committee of Zaporizhia State Medical University.

After signing the informed consent, the study enrolled 88 patients (men - 52% (n=46); women - 48% (n=42)) with CHF of ischemic origin, stage II AB, II-IV FC according to NYHA, in which 58 - patients with reduced left ventricle ejection fraction (LV EF <40%.) and 30 - with preserved LV EF (> 55%). Patients with different phenotypes of CHF were comparable in age, sex, height, weight, body surface area. The diagnosis of CHF of ischemic origin was established in accordance with the Recommendations for the diagnosis and treatment of chronic heart failure (2017) of the Association of Cardiologists of Ukraine and the Ukrainian Association of Heart Failure [4]. Cumulative endpoints considered death, myocardial infarction and progressive angina pectoris, stroke and progressive heart failure.

Statistical processing of the material was performed using the software package Statistica 13.0 (StatSoft, USA), license number JPZ8041382130ARCN10-J and MedCalc 10.2.0.0. The normality of the distribution of quantitative traits was analyzed using the Shapiro – Wilk test. The parameters that had a normal distribution are given as the arithmetic mean and standard deviation ( $M \pm SD$ ). For indicators that had a distribution that differed from normal, descriptive statistics are given as the median and lower and upper quartiles - Me (Q25; Q75).

Quantitative indicators in the groups were compared using the criteria of Student (for the normal distribution of traits), Mann-Whitney (for the distribution of traits other than normal).

Using regression analysis of proportional hazards of Cox, univariate and multivariate prognostic models were constructed. The ROC analysis was performed to find out the cut-off values of the parameters. The Kaplan – Meier multiple estimation method was used to estimate the survival function. Gehan's Wilcoxon Test, Cox-Mantel Test, Log-rank-test were used to compare cumulative endpoints in groups. The difference at  $p < 0.05$  was considered statistically significant. All tests were bilateral.

**Results.** During the follow-up period (median 396 days [53-1302]), 14 endpoints were registered, which accounted for 15.91% of events: deaths 7 cases (8%), strokes 2 cases (2.3%), myocardial infarction 1 case (1.15%), progressive angina 1 case (1.15%), progressive heart failure 3 cases (3.4%). Analysis of the frequency of endpoints depending on the phenotype of CHF didn't reveal a significant difference between the study groups of 18.97% (11/58) vs. 10% (3/30); log-rank test ( $p = 0.378$ ).

Since, there were no statistically difference in the number of cumulative endpoints between groups of patients with CHF with reduced and preserved LV EF found, in order to determine the predictors of adverse events in this cohort of patients, a single database was created, which combined all patients with CHF regardless of LV EF ( $n = 88$ ).

According to the results of univariate regression analysis of analysis of proportional hazards of Cox, four covariates (E/A ratio (E/A), peak mitral valve pressure gradient (GE MK), plasma sodium concentration, pulmonary hypertension) were identified, which were associated with an increasing and one (Inspiratory inferior vena cava (IVC) collapse of more than 50%) with a decreasing the relative risk of adverse cardiovascular events in patients with CHF. From these five factors, pulmonary hypertension and inspiratory IVC collapse were categorical and the rest-quantitative. The following cut-off values were set for quantitative indicators using ROC analysis: E/A > 0.99 c.u. (area under the curve 0.709; 95% CI 0.602-0.801;  $p = 0.011$ ); GE MK > 1.9 mm Hg (area under the curve 0.676; 95% CI 0.568-0.772;  $p = 0.0367$ ); plasma sodium concentration  $\leq 142.5$  mmol/l (area under the curve 0.461; 95% CI 0.355-0.571;  $p = 0.6525$ ).

According to univariate models of analysis of proportional hazards of Cox, the relative risk of adverse cardiovascular events in patients with CHF increased in 1.44 times (HR 1.44, 95% CI 1.0142 - 2.0323;  $p = 0.042$ ) in case of excess of baseline the E/A 0.99 c.u.; in 1.71 (HR 1.71, 95% CI 1.1032 - 2.6642;  $p = 0.017$ ) times in cases where the GE MK exceeds 1.9 mm Hg; in 1.22 times (HR 1.22, 95% CI 1.0210 - 1.4470;  $p = 0.029$ ) at a plasma sodium concentration  $\leq 142.5$  mmol/l; and in 2.16 times (HR 2.16, 95% CI 1.0230 - 4.5799;  $p = 0.044$ ) in the presence of pulmonary hypertension. At the same time, the presence of inspiratory IVC collapse more than 50% reduced the

relative risk of adverse cardiovascular events in patients with CHF by 59% (HR 0.41; 95% CI 0.1796 - 0.9497;  $p=0.038$ ).

Adverse cardiovascular events were not associated with individual anthropometric parameters of patients: age ( $p=0.1905$ ), height ( $p=0.7635$ ), weight ( $p=0.6070$ ), body surface area ( $p=0.4657$ ), sex ( $p=0.5464$ ). Also, there was no effect on the prognosis of the initial structural and geometric parameters of the heart: left atrium diameter (LAD) ( $p=0.4854$ ), LV end-diastolic volume (LV EDV) ( $p=0.9683$ ), LVDs ( $p=0.9573$ ), PW ( $p=0.2307$ ), IVS ( $p=0.6972$ ), LV mass index (LVMI) by Penn  $\text{g/m}^2$  ( $p=0.4076$ ), LVMI by ASE  $\text{g/m}^2$  ( $p=0.3676$ ), diameter of right ventricle (RV) ( $p=0.7343$ ); functional parameters of the heart: LV EF ( $p=0.9691$ ),  $dp/dt$  ( $p=0.4110$ ), index TEI left ventricle (TEI LV) ( $p=0.3757$ ), TEI RV ( $p=0.2097$ ),  $s'$  medial ( $p=0.3313$ ),  $E/e'$  lateral ( $p=0.07936$ ),  $E/e'$  medial ( $p=0.1073$ ),  $E/e'$  mean ( $p=0.1223$ ),  $e'$  lateral ( $p=0.4058$ ),  $e'$  medial ( $p=0.3901$ ), pulmonary artery systolic pressure (PASP) ( $p=0.1029$ ), mean pulmonary artery pressure ( $p=0.1371$ ), right atrium pressure (RAP) ( $p=0.8291$ ); parameters of filtration and concentration function of the kidneys, plasma potassium concentration: CKD-EPI ( $p=0.6374$ ), MDRD ( $p=0.8986$ ), Cockcroft-Gold ( $p=0.6801$ ), plasma potassium concentration ( $p=0.9386$ ), KIM-1,  $\text{pg/ml}$  ( $p=0.3248$ ), NAG,  $\text{ng/ml}$  ( $p=0.2532$ ), NGAL,  $\text{ng/ml}$  ( $p=0.7468$ ).

In the vast majority of cases, there is a simultaneous effect of several factors. Therefore, it is important to build multifactor models to determine the independent factors and relative risks of probable adverse events.

The multivariate model ( $p=0.0014$ ) included five parameters: age, body weight, index TEI LV, GE MK, and maximum Vao. In the obtained multivariate model, only the GE MK demonstrated its predictor properties in the univariate model. The remaining indicators showed prognostic ability only in the multifactor model. According to the results of ROC analysis, the TEI LV index  $\Rightarrow 0.52$  ( $p=0.935$ ) increased the risk of adverse cardiovascular events in patients with CHF by 30.7 times (HR 30.69; 95% CI 1.3241 - 711.5572;  $p=0.033$ ), the age of patients over 66 years increased the risk of adverse cardiovascular events by 13% (HR 1.13; 95% CI 1.0230 - 1.2555;  $p=0.0172$ ), body weight patient at the enrollment in the study of more than 82 kg increased the risk of adverse cardiovascular events by 7% (HR 1.065; 95% CI 1.0043 - 1.1301;  $p=0.036$ ), the Vao over 98 cm/sec increased the risk of adverse cardiovascular events in patients with CHF, but only by 0.8% (HR 1.008; 95% CI 1.0009 - 1.0155;  $p=0.0014$ ).

The inclusion in the multivariate model parameters of tubulo-interstitial dysfunction (in parentheses indicates the reliability of the models after the inclusion of markers of tubulo-interstitial injury) didn't affect its power (NGAL,  $p=0.0160$ ), (NAG,  $p=0.0101$ ), (KIM-1,  $p=0.0152$ ). The obtained multivariate model also was independent from the glomerular filtration rate ( $p=0.0080$ ) and sex ( $p=0.0076$ ).

Thus, a combination of factors such as age over 66 years, body weight over 82 kg, index TEI LV over 0.52 c.u., peak mitral valve pressure gradient over 1.9 mmHg., the maximum flow velocity in the aorta over 98 cm/sec was associated with an increase in the relative risk of adverse cardiovascular events in patients with CHF of ischemic origin, regardless of sex, glomerular filtration rate and tubular interstitial injury.

**Discussion:** According to the results of a univariate regression analysis of the analysis of proportional hazards of Cox, out of more than 100 studied parameters, only five factors were identified, which were associated with adverse cardiovascular events in patients with CHF. Among these factors, four covariates (E/A, GE MK, plasma sodium concentration, pulmonary hypertension) increased the relative risk of adverse events. That are dependent risk factors can be considered diastolic LV dysfunction, pulmonary hypertension and hyponatremia.

The results obtained in our research is fully consistent with the results of the study [5]. According to research Baldasseroni S. et al. (2011) mild to moderate hyponatremia was an independent cause of annual mortality. Although the relationship between sodium concentration and mortality was not linear, a 1 mmol/l decrease in lower than 142.9 mmol/l increased the mortality rate by 10% (HR 1.10; 95% CI 1.07-1.12;  $p<0.0001$ ) [5].

In our research, hyponatremia  $\leq 142.5$  mmol/l was associated with an increase in the relative risk of the cumulative end-points by 22% (HR 1.22,  $p=0.029$ ).

In the study Su Y. et al. (2020) in a regression analysis of proportional hazards of Cox proved that hyponatremia was an independent predictor of three adverse effects (mortality from all causes: HR 1.54, 95% CI 1.07-2.91,  $p=0.034$ ; rehospitalization about HF: HR 1.28, 95% CI 1.16 - 2.47,  $p=0.013$ , stroke: HR 1.78, 95% CI = 1.04-2.89,  $p=0.016$ ). In China, in a cohort of CHF patients with preserved LV EF, hyponatremia on admission to the hospital was significantly associated with all-cause mortality, rehospitalization, and stroke within 24 months. [6]

However, in clinical practice there is no single action of risk factor, but a number of factors, a combination of which determines the prognosis. Many functional scales have been created and are used to unify the prediction of CHF. The choice of (Seattle Heart Failure Model), [1] and MAGGIC (Meta-Analysis Global Group in Chronic Heart Failure) [7] is determined by the volume and characteristics of the explorations, the availability of validation, experience.

The most validated scale for outpatients with CHF is SHFM, which was developed on a representative sample of 1125 outpatients with severe HF (III-IV class NYHA, EF  $\leq 30\%$ ) without severe comorbidity. The SHFM scale includes age, sex, ischemic etiology, NYHA class, EF, systolic blood pressure (BP), diuretics, angiotensin-converting enzyme (ACE) inhibitors, angiotensin receptor blockers (ARBs), statins. The scale predicts the survival of patients with HF using available simple clinical features. The scale provides an accurate assessment of 1-, 2- and 3-year

survival and allows you to assess the effectiveness of patient therapy. Limitations of the scale include the possibility of its use only in patients with CHF with reduced LV EF, lack of assessment of the frequency of hospitalizations, underestimation or overestimation of risks [1].

The MAGGIC scale was created by an international team of researchers based on an analysis of the database, which includes a large number of registers and studies (39372 patients, 30 studies, 15851 deaths), and allows to estimate annual and three-year mortality of patients with CHF. The scale is the result of analysis of the phenotypes of CHF and LV dysfunction which are predictors of overall mortality in patients with CHF with both reduced and preserved LV EF. The scale includes 13 predictors: age, sex, body mass index, LV EF, NYHA functional class, plasma creatinine levels, diabetes, beta-blockers, ACE inhibitors or ARBs, blood pressure, smoking, chronic obstructive pulmonary disease (COPD). The disadvantages of the MAGGIC scale are the lack of external validation and natriuretic peptide [7].

It should be noted that these scales include such indicators as age, body mass index of the patient, ischemic etiology of CHF, LV systolic function. Similar indicators revealed independent predictor power in our prognostic model. We obtained a multivariate model of Cox's proportional risks ( $p=0.0014$ ), which included five indicators: age, weight, index TEI LV, peak mitral valve pressure gradient (GE MK) and maximum flow velocity ( $V_{ao}$ ) in aorta.

According to our prognosis model, the age of patients with CHF over 66 years increased the risk of adverse cardiovascular events by 13% ( $p=0.0172$ ). According to The Swedish Heart Failure Registry (SwedeHF), the median follow-up was 2.2 [0.9–4.1] years, all-cause deaths were reported in 39% ( $n=16866$ ) of patients, and rehospitalization for cardiovascular disease in 56% ( $n=23960$ ) and rehospitalization due to decompensated CHF in 35% ( $n=15111$ ). The frequency of episodes increased with age, regardless of LV EF. The increase in mortality at the age of 65–80 years was associated with coronary heart disease, regardless of the CHF phenotype ( $p<0.001$ ) [8].

In research [9] demonstrated that according to the results of multivariate regression analysis of proportional hazards of Cox, if the optimal age distribution point is exceeded  $>65$  years, the risk of cumulative endpoint in patients with CHF of ischemic origin probably increased by 2.75 times (95% CI 1.67–4.50;  $p=0.001$ ).

According to the investigation [7], in follow-up period (mean age  $65 \pm 13$  years) for  $3.6 \pm 1.8$  years, 115 of 407 died (28%), 129 of 407 were hospitalized for HF (32%), 174 of 407 were hospitalized with other cardiovascular causes (43%), 224 out of 406 reached the cumulative endpoint - cardiovascular hospitalization and / or death (55%). The investigators showed that a combination of factors such as age over 65 years, body weight over 82 kg, LV EF  $\leq 61\%$ , is associated with an increased relative risk of adverse

cardiovascular events: rehospitalization for CHF and cardiovascular disease (HR 1.7; 95% CI 1.4 - 2.0;  $p<0.001$ ), death (HR 2.2; 95% CI 1.8 - 2.7;  $p<0.001$ ) and cardiovascular events or death (HR 1.8; 95% CI 1.6 - 2.1;  $p<0.001$ ). The prognosis model obtained by the authors almost coincided with the results obtained by us - age, weight, systolic LV dysfunction.

As for the body weight of the patient with CHF at the time of enrollment over 82 kg, the resulting model shows us the nature of the independent prognostic indicator, which increased the risk of adverse cardiovascular events by 7% (HR 1.065, 95% CI 1.0043 - 1.1301;  $p=0.036$ ). The association between overweight and CHF has been observed by other authors. Body mass index is a component model SHFM, which significantly increases the risk of cardio-vascular adverse events [1].

Also, in a large study of the Korean population [10], which involved 11 210 394 participants, found that overweight increases the risk of CHF (HR 2.97,  $p<0.001$ ), and subsequently the risk of overall death (HR 1.38, CI 1.353–1.423;  $p<0.001$ ).

Particular attention among the found factors deserve parameter index TEI LV, which reflects not only an impairment of systolic but also diastolic LV function in addition, in the model we built, it demonstrated the greatest predictor power - increased the relative risk of adverse cardiovascular events in patients with CHF more than 30 times ( $p=0.033$ ). The TEI index  $\Rightarrow 0.52$  increased the risk of adverse cardiovascular events in patients with CHF by 30.7 times (HR 30.69;  $p=0.033$ ).

A number of studies confirmed the viability of our prognostic model for the influence of the TEI index on the risk of adverse cardiovascular events in patients with CHF. In a research by Sasao H. et al. (2004) concluded that a TEI index greater than 0.70 correlated with the development of episodes of heart failure (BP 14,139 95% CI 1,269–157,553). Souza L.P. et al. (2011) found that LV EF  $\leq 45\%$  was associated with an increased chance of heart failure progression, but only among patients  $\geq 60$  years of age with a TEI index  $\geq 0.57$ . Biering Sørensen T. et al. (2013) reported that TEI index values greater than ( $0.59 \pm 0.16$  vs.  $0.52 \pm 0.13$ ,  $P<0.001$ ) was associated with major adverse events, including congestive heart failure, myocardial infarction, and mortality[11].

At the same time, Rahman N. and co-authors (2009) showed that the TEI index value  $>0.40$  had better sensitivity (86% vs. 65%), specificity (82% vs. 50%) and accuracy (83% vs. 58%) compared with LV EF  $<40\%$  to predict cardiac complications, including cardiogenic shock, revascularization, rehospitalization, congestive heart failure, and atrioventricular block [11].

The next parameter that has proven its prognostic properties in our multivariate model is the flow velocity in the aorta over 98 cm/sec. It was associated with a probable increase in the risk of adverse cardiovascular events in patients with CHF, but only by 0.8% (HR 1.008; 95% CI 1.0009 - 1.0155;  $p=0.0014$ ). Although the effect is quite small (less than 1%), but a high

degree of probability suggests that the deterioration of the damping properties of blood vessels, which cause an increase in blood flow in the aorta, in patients with CHF of ischemic origin has a significant impact on the disease.

Our data were confirmed by a study by Strange G et al. (2019), which proved in the Australian population that with increased flow velocity in the aorta up to 1.5 m/s, the risk of adverse cardiovascular events increases by 2% (HR 1.02; 95% CI 1.01- 1.02; p <0.001). According to the multivariate model of Strange G et al., by supplementing the flow velocity in the aorta with factors such as male sex, age and LV EF, the authors obtained a probable increase in the risk of adverse cardiovascular events [12].

Thus, using a simple reproducible parameter (age, body weight index TEI LV, peak gradient pressure MK and the maximum flow velocity (Vao) in the aorta) can more accurately estimate the annual prognosis in patients with heart failure, regardless of sex, LV EF and renal function.

#### Conclusion:

1. Independent risk factors for adverse cardiovascular events (death, myocardial infarction and progressive angina, stroke, progressive heart failure) in patients with CHF should be considered: age and body weight, index TEI LV, peak gradient pressure MK and the maximum flow velocity (Vao) in the aorta, which allows to assess the annual prognosis in patients with CHF regardless of sex, LV EF and renal function.

2. Dependent risk factors for adverse cardiovascular events in patients with CHF are baseline sonographic parameters of E/A and **mean pressure gradient** MK, plasma sodium concentration, the presence of pulmonary hypertension. Inspiratory IVC collapse of more than 50% is associated with a reduction in the relative risk of adverse cardiovascular events in patients with CHF.

**Conflicts of interest:** authors have no conflict of interest to declare.

#### References:

1. McGranaghan P., Saxena A., Düngen H.D., et al. Performance of a cardiac lipid panel compared to four prognostic scores in chronic heart failure. *Sci Rep.* 2021;11(1):8164. Published 2021 Apr 14. doi:10.1038/s41598-021-87776-w
2. Sciomer S., Moscucci F., Salvioni E., et al. Role of gender, age and BMI in prognosis of heart failure. *Eur J Prev Cardiol.* 2020;27(2\_suppl):46-51. doi:10.1177/2047487320961980
3. Carbone S., Lavie C.J., Elagizi A., et al. The Impact of Obesity in Heart Failure. *Heart Fail Clin.* 2020;16(1):71-80. doi:10.1016/j.hfc.2019.08.008
4. Voronkov, L. H., Amosova, K. M., Bahriy, A. E. et al. Rekomendatsiyi z diahnozyky ta likuvannya

khronichnoyi sertsevoyi nedostatnosti [Recommendations for the diagnosis and treatment of chronic heart failure]. *Sertseva nedostatnist'*, 2017; dodatok 1:1–66. [in Ukrainian].

5. Baldasseroni S., Urso R., Orso F., et al. Relation between serum sodium levels and prognosis in outpatients with chronic heart failure: neutral effect of treatment with beta-blockers and angiotensin-converting enzyme inhibitors: data from the Italian Network on Congestive Heart Failure (IN-CHF database). *J Cardiovasc Med (Hagerstown).* 2011; 12(10): 723-731. doi:10.2459/JCM.0b013e32834ae87e

6. Su Y., Ma M., Zhang H., et al. Prognostic value of serum hyponatremia for outcomes in patients with heart failure with preserved ejection fraction: An observational cohort study. *Exp Ther Med.* 2020;20(5):101. doi:10.3892/etm.2020.9231

7. Rich J.D., Burns J., Freed B.H., et al. Meta-Analysis Global Group in Chronic (MAGGIC) Heart Failure Risk Score: Validation of a Simple Tool for the Prediction of Morbidity and Mortality in Heart Failure With Preserved Ejection Fraction. *J Am Heart Assoc.* 2018;7(20): e009594. doi:10.1161/JAHA.118.009594

8. Chen X., Savarese G., Dahlström U., et al. Age-dependent differences in clinical phenotype and prognosis in heart failure with mid-range ejection compared with heart failure with reduced or preserved ejection fraction. *Clin Res Cardiol.* 2019;108(12):1394-1405. doi:10.1007/s00392-019-01477-z

9. Lashkul, D. A. Predyktory rozvytku nespriatlyvykh podii u khvorykh na khronichnu sertsevu nedostatnist ishemicnoho henezu zi znyzhenoiu fraktsiieiu vykydu livoho shlunochka ta nyrkovoiu dysfunksiieiu [Predictors of adverse events in patients with ischemic chronic heart failure with reduced ejection fraction and renal dysfunction]. *Zaporozhye medical journal,* 2016; 96(3):4-9. <https://doi.org/10.14739/2310-1210.2016.3.76914> [in Ukrainian].

10. Kim Y.H., Han K.D., Jung J.H., et al. Weight change and the incidence of heart failure in the Korean population: data from the National Health Insurance Health checkup 2005-2015 [published online ahead of print, 2020 Nov 5]. *Eur J Prev Cardiol.* 2020; zwaa049. doi:10.1093/eurjpc/zwaa049

11. Bennett S., Wong C.W., Griffiths T., et al. The prognostic value of Tei index in acute myocardial infarction: a systematic review. *Echo Res Pract.* 2020;7(4):49-58. doi:10.1530/ERP-20-0017

12. Strange G., Stewart S., Celermajer D., et al. Poor Long-Term Survival in Patients With Moderate Aortic Stenosis. *J Am Coll Cardiol.* 2019;74(15):1851-1863. doi:10.1016/j.jacc.2019.08.004

**Кострова<sup>1</sup> О.Ю., Стоменская<sup>1</sup> И.С., Тимофеева<sup>1</sup> Н.Ю., Буряченко<sup>3</sup> Н.А.,  
Черкасов<sup>3</sup> И.М., Доброхотов<sup>2</sup> М.З., Стручко<sup>1</sup> Г.Ю., Казаков<sup>2</sup> А.В.**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова»,

<sup>2</sup>БУ «Больница скорой медицинской помощи»

Минздрава Чувашии, г. Чебоксары,

<sup>3</sup>ГБУЗ «Городская клиническая больница № 67 имени Л.А. Ворохобова г. Москвы»

<sup>4</sup>ЗАО «ФИРМА ГАЛЕН», г. Москва

## **ЗНАЧЕНИЕ ТРОМБОЭЛАСТОМЕТРИИ В ДИАГНОСТИКЕ ГЕМОСТАТИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ У РЕАНИМАЦИОННЫХ ПАЦИЕНТОВ С ТРАВМАМИ**

**Olga.Yu. Kostrova<sup>1</sup>, Irina. S. Stomenskaya<sup>1</sup>, Natalia Yu. Timofeeva<sup>1</sup>, Natalia A. Buryachenko<sup>3</sup>,  
Ivan M. Cherkasov<sup>4</sup>, Mikhail Z. Dobrohotov<sup>2</sup>, Gleb Yu. Struchko<sup>1</sup>, Alexander V. Kazakov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> FSBEI "Chuvash State University n.a. I.N. Ulyanov",

Moskovsky pr., 45, Cheboksary, 428015, Russia

<sup>2</sup>Emergency Hospital of the Ministry of Health of Chuvash Republic

Moskovsky pr., 47, Cheboksary, 428017, Russia

<sup>3</sup>Budgetary Healthcare Institution "City Clinical Hospital №67 named after L.A. Vorokhobova  
Moscow Department of Health

<sup>4</sup> CJSC "Firm Galen",

ul. Nametkina, 8, p. 1, floor 4, office 414, Moscow, 117420, Russia

## **THE IMPORTANCE OF THROMBOELASTOMETRY IN THE HEMOSTATIC DISORDERS DIAGNOSIS IN INTENSIVE CARE PATIENTS WITH TRAUMAS (CLINICAL CASE)**

DOI: 10.31618/ESSA.2782-1994.2021.1.69.50

КОСТРОВА ОЛЬГА ЮРЬЕВНА – кандидат медицинских наук, доцент, зав. кафедрой инструментальной диагностики с курсом физиологии, ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», Россия, 428015, Чебоксары, Московский пр., 45

KOSTROVA OLGA – Candidate of Medical Sciences, Assistant Professor, Head of Department of the Instrumental Diagnostics with a Course of Phthisiology, Chuvash State University, Moskovskij pr., 45, Cheboksary, Russia.

СТОМЕНСКАЯ ИРИНА СТАНИСЛАВОВНА – кандидат медицинских наук, доцент кафедры инструментальной диагностики с курсом физиологии, ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», Россия, 428015, Чебоксары, Московский пр., 45 Тел. 8 917 671 7853, отв. за переписку.

STOMENSKAYA IRINA – Candidate of Medical Sciences, Assistant Professor, Department of the Instrumental Diagnostics with a Course of Phthisiology, Chuvash State University, Moskovskij pr., 45, Cheboksary, Russia.

ТИМОФЕЕВА НАТАЛЬЯ ЮРЬЕВНА – ассистент кафедры инструментальной диагностики с курсом физиологии, ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», Россия, 428015, Чебоксары, Московский пр., 45, Россия, Чебоксары

TIMOFEEVA NATALIA – Assistant Lecturer, Department of Instrumental Diagnostics Department with a Course of Phthisiology, Chuvash State University, Moskovskij pr., 45, Cheboksary, Russia.

БУРЯЧЕНКО НАТАЛЬЯ АЛЕКСАНДРОВНА — врач-трансфузиолог ГБУЗ «Городская клиническая больница №67 имени Л.А. Ворохобова г. Москвы» Департамента здравоохранения города Москвы, РФ, город Москва, район Хорошево-Мневники, ул. Салыма Адила, д. 2/44. 123423

BURYACHENKO NATALYA ALEXANDROVNA — transfusiologist of Moscow State Budgetary Healthcare Institution "City Clinical Hospital №67 named after L.A. Vorokhobova Moscow Department of Health, Khoroshevo-Mnevniki district, st. Salyam Adil, 2/44, 123423, Moscow, Russia.

ЧЕРКАСОВ ИВАН МИХАЙЛОВИЧ — менеджер по продукции ЗАО «Гален», 125373, г. Москва, ул. Василия Петушкова, д. 25

SHERKASOV IVAN MIKHAILOVICH — product manager of Galen Closed Joint Stock Company, Vasiliya Petushkova st., 25, Moscow, Russia.

ДОБРОХОТОВ МИХАИЛ ЗИНОНОВИЧ — заведующий отделением гравитационной хирургии крови и гипербарической оксигенации БУ «Больница скорой медицинской помощи» Минздрава Чувашии, 428017, Чувашская Республика, г. Чебоксары, Московский проспект, 47.

DOBROKHOTOV MIKHAIL ZINONOVICH — Head of the Department of Gravity Blood Surgery and Hyperbaric Oxygenation, BU "Ambulance Hospital" of the Ministry of Health of Chuvashia, Moskovskij pr., 47, Cheboksary, Russia

СТРУЧКО ГЛЕБ ЮРЬЕВИЧ – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной и топографической анатомии с оперативной хирургией, ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», Россия, 428015, Чебоксары, Московский пр., 45

STRUCHKO GLEB – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Normal and Topographic Anatomy Department, Chuvash State University, Moskovskij pr., 45, Cheboksary, Russia.

КАЗАКОВ АЛЕКСАНДР ВАЛЕРИАНОВИЧ — врач-анестезиолог-реаниматолог БУ «Больница скорой медицинской помощи» Минздрава Чувашии, 428017, Чувашская Республика, г. Чебоксары, Московский проспект, 47.

KAZAKOV ALEXANDER VALERIANOVICH - anesthetist-resuscitator BU "Ambulance Hospital" of the Ministry of Health of Chuvashia, Moskovskij pr., 47, Cheboksary, Russia.

**Резюме. Цель исследования:** оценка изменений в системе гемостаза по показателям тромбоэластометрии и коагулограммы у больных с политравмой.

**Материалы и методы.** Анализировались результаты тромбоэластометрии и стандартной коагулограммы 12 пациентов в возрасте от 18 до 74 лет с диагнозом «Травма».

Анализ тромбоэластометрии выполнялся с помощью анализатора крови ROTEM delta (Tem Innovations GmbH, Германия), который оценивает физические свойства сгустка. Кровь больных, стабилизированная цитратом натрия, помещалась в специальные одноразовые микрокуветы с добавлением различных активаторов коагуляционных реакций. Определялись следующие показатели тромбоэластометрии: CT, CFT, угол альфа ( $\alpha$ ), MCF, A5, A10 в тестах INTEM, EXTEM и FIBTEM.

Определение показателей коагулограммы проводилось по стандартной методике. Выявлялись следующие параметры: АЧТВ, МНО, содержание фибриногена А, концентрация РФМК.

**Результаты:** сопоставлены данные коагулограммы и тромбоэластометрии на разных этапах лечения. У больных с развитием травматического шока показатели коагулограммы были изменены в разной степени в зависимости от стадии шока. При первой стадии шока в анализе отмечено только увеличение РФМК в 2 раза и незначительное повышение фибриногена в динамике. У больной с 3-й стадией травматического шока показатели коагулограммы были в пределах нормы, но по данным ТЭМ (тесты EXTEM и FIBTEM) отмечалась гипокоагуляция за счет тромбоцитарного звена. В динамике оценивалась только коагулограмма, отмечалась гипокоагуляция в показателях внутреннего и внешнего путей гемостаза (удлинение АЧТВ, снижение ПТИ и увеличение МНО), увеличение фибриногена А и РФМК. В группе пациентов с ЗЧМТ мужского пола повышение РФМК в коагулограмме всегда сочеталось с изменениями теста FIBTEM при проведении ТЭМ.

**Заключение:** таким образом, у большинства пациентов не отмечается изменение классических тестов коагулограммы сразу после полученной травмы. При этом ротационная тромбоэластометрия позволяет в более ранние сроки восполнить этот недостаток, что говорит о высокой чувствительности метода.

**Abstract. Purpose of research.** To assess changes in coagulation system by parameters of thromboelastometry and coagulogram in patients with polytrauma.

**Materials and methods.** The results of thromboelastometry (TEM) and standard coagulogram of 12 patients aged 18 to 74 years with a diagnosis of trauma were analyzed. Analysis of thromboelastometry was performed using a ROTEM delta blood analyzer (Tem Innovations GmbH, Germany), which evaluates the physical properties of a clot. Patients' blood stabilized with sodium citrate was placed in special disposable microcuvettes with the addition of various activators of coagulation reactions. The following indicators of thromboelastometry were determined: CT, CFT, angle alpha ( $\alpha$ ), MCF, A5, A10 in the tests INTEM, EXTEM and FIBTEM. The determination of coagulogram parameters was carried out according to a standard method. The following parameters were identified: APTT, INR, fibrinogen A content, serum fibrin degradation products (SFDP) concentration.

**Results.** Coagulogram and thromboelastometry data at different stages of treatment were compared. In patients with the development of traumatic shock, coagulogram indices were changed to varying degrees depending on the stage of a shock. At the first stage of shock, the analysis showed only a 2-fold increase in SFDP and a slight increase in fibrinogen in dynamics. In a patient with a third stage of traumatic shock, the coagulogram indices were within normal limits, but according to TEM (EXTEM and FIBTEM tests), hypocoagulation was observed due to platelets. Only a coagulogram was evaluated in dynamics, hypocoagulation was observed in parameters of internal and external hemostasis pathways (prolongation of APTT, decrease in IPT and increase in INR), increase in fibrinogen A and SFDP. In the group of male patients with closed craniocerebral injuries, an increase in SFMC in the coagulogram had always been combined with changes in the FIBTEM test during TEM.

**Conclusion.** Thus, in most patients, there is no change in classic coagulogram tests immediately after the injury. At the same time, rotational thromboelastometry makes it possible to fill this deficiency at an earlier date, which indicates a high sensitivity of the method.

*Ключевые слова: тромбоэластометрия; коагулограмма; гемостаз; травма; диагностика*

*Key words: thromboelastometry; coagulogram; hemostasis; trauma; diagnosis*

Гемостаз – это биологический процесс, который поддерживает жидкое состояние плазмы крови и обеспечивает остановку кровотечения при ранениях, травмах и других состояниях и

заболеваниях, сопровождающихся возникновением кровотечений и кровоизлияний, а также эта система растворяет образовавшиеся тромбы, выполнившие свою функцию [1; 2]. Пациенты, оказавшиеся в

реанимации, требуют постоянного контроля за этой системой. Такие больные находятся в зоне высокого риска, связанного с нарушением свертываемости крови.

Черепно-мозговые травмы часто сопровождаются развитием коагулопатии, которая может проявляться признаками гипо- и гиперкоагуляции, и механизмы которой до сих пор плохо изучены [3]. В последние годы такие нарушения системы гемостаза получили название ЧМТ-ассоциированной коагулопатии. Возможно, что в ее развитии принимают участие тканевой тромбопластин и протеин С. При этом вносят свой вклад развитие системного воспалительного ответа и тромбоцитопатии [3]. Назначение в этих случаях только коагулограммы считается на сегодняшний день недостаточным, так как этот анализ имеет ограниченную диагностическую ценность и не позволяет провести комплексную оценку гемостаза [4].

В настоящее время эффективным и дополнительным методом диагностики нарушений системы гемостаза является тромбоэластометрия (ТЭМ), которая выполняется с помощью анализаторов разных фирм. Этот метод позволяет оценить изменения во всех звеньях системы гемостаза в течение нескольких минут, практически у постели больного [5, 6]. Данный анализ позволяет оперативно провести дифференциальную диагностику причины кровотечения для проведения ранней целенаправленной терапии коагулопатии трансфузионными средами и гемостатическими препаратами.

**Цель исследования** – оценить изменения в системе гемостаза по показателям тромбоэластометрии и коагулограммы у тяжелых больных с различными травмами.

**Материалы и методы.** Материалом исследования явились результаты анализов тромбоэластометрии в сравнении со стандартной коагулограммой 12 пациентов в возрасте от 18 до 74 лет, находившихся в отделении реанимации БУ «Больница скорой медицинской помощи» Минздрава Чувашии с диагнозом «Травма».

Анализ тромбоэластометрии выполнялся с помощью анализатора крови ROTEM delta (Tem

Innovations GmbH, Германия), который оценивает физические свойства сгустка. Кровь больных, стабилизированная цитратом натрия, помещалась в специальные одноразовые микрокуветы с добавлением различных активаторов коагуляционных реакций. Определялись следующие показатели тромбоэластометрии (рисунок 1):

1. *CT* – clotting time, время свертывания крови: время от добавления стартового реагента до начала формирования сгустка, выражается в секундах. Удлинение указывает на дефицит факторов свертывания крови или на избыток гепарина. Укорочение говорит о гиперкоагуляции [7].

2. *CFT* – clot formation time, время формирования сгустка, выражается в секундах. Удлинение показателя связано с нарушением функции тромбоцитов, уменьшением их количества, нарушением полимеризации фибрина или дефицитом фибриногена. Укорочение указывает на гиперкоагуляцию [8].

3. Угол альфа ( $\alpha$ ) – угол, построенный по касательной в тромбоэластограмме из точки начала образования сгустка, выражается в градусах. Отображает скорость роста фибриновой сети и ее структурообразование. Угол альфа отражает динамику образования сгустка и зависит от двух компонентов (тромбоцитов и фибриногена). Не стоит выделять угол альфа как показатель уровня фибриногена. Фибриноген оценивается по амплитудам (A5, A10, MCF теста FIBTEM) [6].

4. *MCF* – maximum clot firmness, максимальная плотность сгустка, является самой большой вертикальной амплитудой графика. Отображает прочность сгустка. Уменьшение плотности сгустка указывает на снижение количества тромбоцитов или их функции, снижение уровня фибриногена, нарушение полимеризации фибрина.

5. *A5, A10* – плотность сгустка, полученная через 5 и через 10 минут. На этот показатель оказывают влияние тромбоциты, фибриноген (концентрация и способность полимеризоваться), фактор XIII. Клиническое значение аналогично MCF.



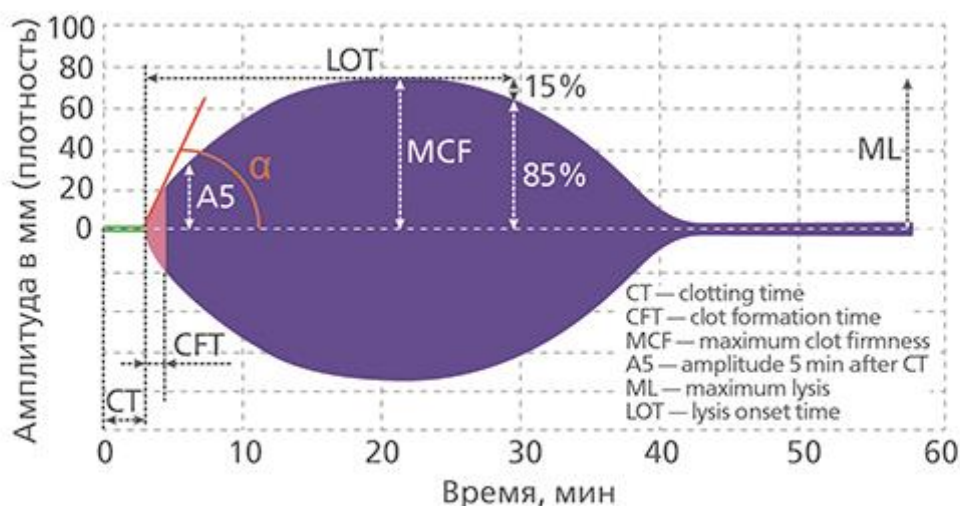


Рисунок 1. Параметры тромбоэластограммы ROTEM  
 Fig. 1. Thromboelastogram parameters in ROTEM

Исследование крови в тромбоэластометрии проводилось по следующим стандартизированным тестам: EXTEM, INTEM, FIBTEM (таблица 1). EXTEM – тест для выявления нарушений во внешнем механизме системы гемостаза. Тест INTEM применяется для исследования внутреннего пути коагуляции. Тест FIBTEM изолированно оценивает вклад фибриногена в образование сгустка, а также используется в паре с EXTEM для уточнения причины снижения плотности сгустка

(дефицит фибриногена или вклада тромбоцитов) [6]. Данные тесты позволяют дифференцировать локальное кровотечение от коагулопатического, определиться с тактикой целенаправленной коррекции коагулопатии (трансфузия свежесмороженной плазмы, криопреципитата, тромбоконцентрата, введение концентратов факторов свертывания, антифибринолитических препаратов).

Таблица 1

### Референсные значения тромбоэластограммы ROTEM

Table 1.

#### Reference values of thromboelastogram parameters in ROTEM

Тест	Параметр					
	CT, сек	CFT, сек	угол $\alpha$ , °	A5, мм	A10, мм	MCF, мм
EXTEM	38-79	34-159	63-83	34-55	43-65	50-72
INTEM	100-240	30-110	70-83	38-57	44-67	50-71
FIBTEM	-	-	-	8-17	9-23	10-25

Определение показателей коагулограммы проводилось по стандартной методике. Выявлялись следующие параметры: 1. АЧТВ – активированное частичное тромбопластиновое время (норма составляет 23,0 - 34,7 с), показатель измерения времени свертывания при активации внутреннего пути [9].

2. МНО – международное нормализованное отношение (норма 0,81 - 1,25). Представляет собой отношение протромбинового времени пациента к протромбиновому времени в норме, скорректированное с помощью Международного индекса чувствительности. Показатель измерения времени свертывания при активации внешнего пути.

3. Содержание фибриногена А (в норме 1,6 - 3,6 г/л).

4. Концентрация РФМК - растворимые фибрин-мономерные комплексы. Показатель активации свертывания (в норме < 4 мг %).

**Результаты и обсуждение.** Все 12 пациентов были экстренно госпитализированы в отделение реанимации БУ «Больница скорой медицинской помощи» Минздрава Чувашии с сочетанными травмами разной степени тяжести в большинстве случаев из-за дорожно-транспортных происшествий с октября 2018 года по январь 2019 года.

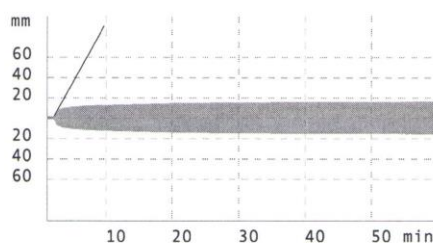
Среди них оказалось 8 женщин и 4 мужчины. Средний возраст пациентов составил  $45,2 \pm 6,05$  (диапазон от 18 до 74 лет). У 75% больных (n=9) диагностирована закрытая черепно-мозговая травма (ЗЧМТ), у двух женщин – открытая черепно-мозговая травма (ОЧМТ) и у еще одной больной – закрытый перелом ребер без смещения и тупая травма живота.

В 25% случаев травмы сопровождались развитием травматического шока 1-3 степени. Во время сбора анамнеза было выявлено, что у 5 пациентов старше 60 лет имелись разные сопутствующие заболевания.

Почти всем пациентам (n=10) с сочетанными травмами понадобились различные хирургические вмешательства (трепанация черепа, репозиция костных отломков, дренирование плевральной полости и др.). Из них у 60% больных (n=6) в этот же день была взята кровь для тромбоэластометрии. У пяти человек анализ выполнен после операций. Один пациент с закрытой черепно-мозговой травмой лечился консервативно.

Сопоставляя данные коагулограммы и тромбоэластометрии на разных этапах лечения, нами выявлены отличия в гемостазиологических тестах у одних и тех же пациентов. Так, в группе больных с развитием травматического шока показатели коагулограммы были изменены в разной степени в зависимости от стадии шока. При первой стадии шока в анализе отмечено только

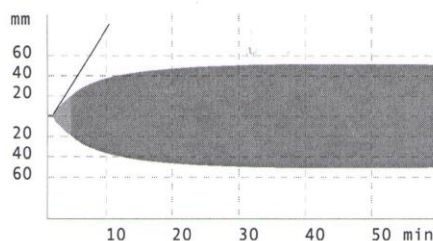
увеличение РФМК в 2 раза и незначительное повышение фибриногена в динамике. По данным тромбоэластометрии изменены незначительно показатели тестов INTEM, EXTEM и FIBTEM в сторону гипокоагуляции. У больной с 3-й стадией травматического шока показатели коагулограммы были в пределах нормы, но по данным ТЭМ (тесты EXTEM и FIBTEM) отмечалась гипокоагуляция за счет тромбоцитарного звена. Это подтверждается формой кривой тромбоэластограммы (Extem A5 30 мм (35-55) FIBTEM A5 12 мм (8-17)) (рисунок 2). В динамике оценивалась только коагулограмма, отмечалась гипокоагуляция в показателях внутреннего и внешнего путей гемостаза (удлинение АЧТВ, снижение ПТИ и увеличение МНО), увеличение фибриногена А и РФМК.



FIBTEM [General]

11516 B

RT: 01:21:58		ST: 2016-12-18T12:21:14	
CT	: 68 s	[ 38 - 62]	
CFT	: s		
α	: 73 °		
A5	: 12 mm	[ 8 - 17]	
A10	: 13 mm	[ 8 - 23]	
MCF	: 16 mm	[ 10 - 25]	
ML	:* 0 %		
LI30	: 100 %		
LI45	: 100 %		



EXTEM [General]

11516 B

RT: 01:23:43		ST: 2016-12-18T12:19:25	
CT	: 60 s	[ 38 - 79]	
CFT	: 164 s	[ 34 - 159]	
α	: 71 °	[ 63 - 83]	
A5	: 30 mm	[ 35 - 55]	
A10	: 40 mm	[ 43 - 65]	
MCF	: 51 mm	[ 50 - 72]	
ML	:* 4 %	[ 0 - 15]	
LI30	: 100 %	[ 94 - 100]	
LI45	: 100 %		

Рисунок 2. Тромбоэластометрия пациентки на фоне 3 стадии травматического шока с ЗЧМТ. Тесты FIBTEM и EXTEM.

Fig. 2. Thromboelastometry of the patient on the background of stage 3 of traumatic shock with closed craniocerebral injury. FIBTEM and EXTEM tests.

При обработке показателей коагулограммы и тромбоэластометрии выявлено, что только у одной женщины 18 лет с ЗЧМТ не наблюдались изменения в системе гемостаза. Скорее всего, это связано с компенсаторными возможностями молодого организма. У женщины 63 лет с ЗЧМТ диагностирована сопутствующая тромбоцитопения

(уровень тромбоцитов составлял  $17 \times 10^9/\text{л}$ ) на фоне выраженных изменений показателей ТЭМ. Наибольшие изменения выявлены в тесте EXTEM: увеличение CFT в 10 раз и уменьшение угла α в 3 раза, A5 в 4,4 раза, A 10 в 3,6 раза и MCF в 2,5 раза (рисунок 3).

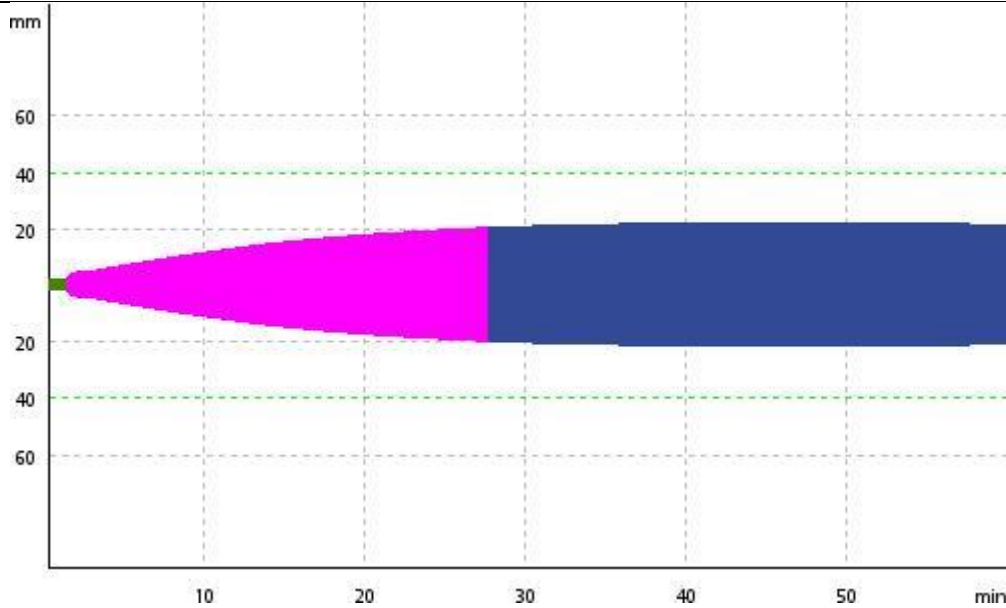


Рисунок 3. Показатели тромбоэластометрии.  
Тест EXTEM у пациентки с ЗЧМТ на фоне тромбоцитопении.  
Fig. 3. Parameters of thromboelastometry.

EXTEM test in a patient with closed craniocerebral injury on the background of thrombocytopenia.

В тесте FIBTEM также наблюдалось снижение A5 на 38%, A10 на 25% и MCF на 30% (рис. 4). При этом уровень фибриногена был в пределах нормы (3,11 г/л).

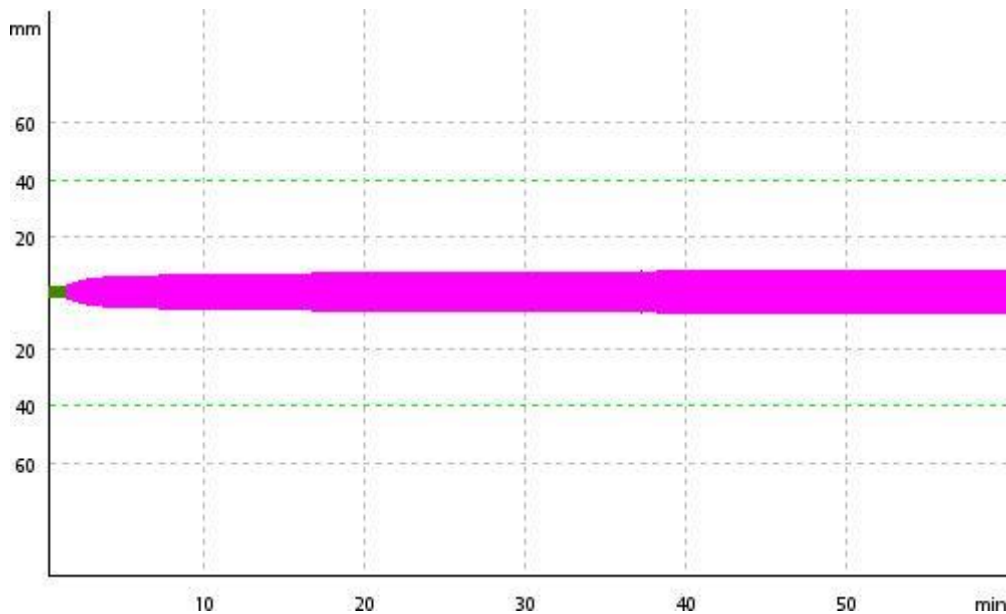


Рисунок 4. Показатели тромбоэластометрии.  
Тест FIBTEM у пациентки с ЗЧМТ на фоне тромбоцитопении.  
Fig. 4. Parameters of thromboelastometry.

FIBTEM test in a patient with closed craniocerebral injury on the background of thrombocytopenia.

В группе пациентов с ЗЧМТ мужского пола повышение РФМК в коагулограмме всегда сочеталось с изменениями теста FIBTEM при проведении ТЭМ. Однако, изменения тестов

INTEM и EXTEM по типу гипокоагуляции выявлялись у ряда больных на фоне нормальных значений показателей АЧТВ, ПТИ и МНО в коагулограмме.

## Данные ТЭМ (тест FIBTEM) и коагулограммы у пациентов мужского пола с ЗЧМТ

## TEM and coagulograms data (FIBTEM test) in male patients with closed craniocerebral injury

Age of patients	CT	A5	MCF	ML	APTT	PTI	INR	Fibrinogen	SFMC	Platelets count	Hemoglobin
28	83	23	27	-	-	108	0,93	6	21	82	86
74	77	6	6	2	23,2	88	1,16	2,88	6	417	146
59	123	23	29	-	-	47	2,14	4	6	40	96
59	123	28	35	-	-	82	1,21	8,88	-	132	134

По данным литературы известно, что у травмированных пациентов чаще выявляется гиперкоагуляция [10], переходящая в гипокоагуляцию [11]. У наблюдаемых нами больных в большинстве случаев, наоборот, наблюдалась гипокоагуляция. Гиперкоагуляция на момент исследования по данным ТЭМ выявлена только у двух пациентов, которые скончались в результате полученных травм. При этом показатели коагулограмм у этих же травмированных оказались в пределах нормы. В динамике показатели коагулограммы у этих больных изменились в сторону гипокоагуляции с развитием выраженного ДВС-синдрома (увеличение РФМК более, чем в 3 раза).

Таким образом, патогенез нарушений гемостаза у пациентов с травмами имеет сложный механизм. Помимо геморрагических осложнений, связанных с травмой, у большинства пациентов выраженное влияние на свертывающую систему оказывают и ее тяжесть, и проводимые оперативные хирургические и гемотрансфузиологические манипуляции. У пожилых больных необходимо принимать во внимание наличие сопутствующих заболеваний и их влияние на коагуляцию [12]. Современная коагулограмма дает возможность оценить содержание отдельных компонентов системы гемостаза и не показывает связь между свертывающими и противосвертывающими процессами. У многих пациентов не отмечается изменение классических тестов коагулограммы сразу после полученной травмы [13, 14]. При этом ротационная тромбоэластометрия позволяет в более ранние сроки восполнить этот недостаток, что говорит о высокой чувствительности метода, особенно на фоне травм легкой степени тяжести [15]. Иногда даже по форме кривой ТЭМ можно сделать заключение о состоянии гемостаза пациента, что позволяет своевременно назначить адекватную терапию. В условиях реанимации ранняя целенаправленная коррекция коагулопатии под контролем тромбоэластометрии может помочь добиться сохранения жизни больного и улучшить прогноз его состояния.

**Литература:**

1. Пономаренко Е.А., Игнатова А.А., Федорова Д.В., Жарков П.А., Пантелеев М.А. Функциональная активность тромбоцитов: физиология и методы лабораторной диагностики.

Вопросы гематологии/онкологии и иммунопатологии в педиатрии. 2019. Т. 18. № 3. С. 112-119. <https://doi.org/10.24287/1726-1708-2019-18-3-112-119>

2. Shaydakov M.E., Blebea J. Thromboelastography (TEG). Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2019, 20 p. PMID: 30725746

3. Баранич А.И., Сычев А.А., Савин И.А., Полупан А.А., Ошоров А.В., Потапов А.А. Нарушения системы гемостаза у пациентов в остром периоде изолированной черепно-мозговой травмы (обзор). Общая реаниматология. 2018. Т. 14. № 5. С. 85-95. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2018-5-85-95>

4. Леонов Н.П., Караськов А.М., Литасова Е.Е., Струнин О.В., Кармадонова Н.А., Акопов Г.Д., Вышегородцева Л.И. Сравнительная характеристика коаулин-активированной тромбоэластографии у здоровых новорожденных и новорожденных с врожденными пороками сердца. Клиническая лабораторная диагностика. 2016. №2 (61). С. 87-90. DOI: 10.18821/OS69-2084-2016-61-2-87-90

5. Ефремова О.В., Мамаев А.Н., Елыкомов В.А., Белозеров Д.Е. Кровоточивость и особенности показателей тромбоэластографии у больных хроническим миелолейкозом. Профилактическая и клиническая медицина. 2015. № 4 (57). С. 82-86.

6. Стоменская И.С., Кострова О.Ю., Стручко Г.Ю., Тимофеева Н.Ю. Тромбоэластометрия - метод лабораторной диагностики нарушений системы гемостаза. Медицинский альманах. 2017. № 2 (47). С. 96-98.

7. Момот А.П., Тараненко И.А., Цыпкина Л.П. Состояние тромбоцитической готовности – возможности современной диагностики и перспективы. Медицинский алфавит. 2013. №1. С. 20-23.

8. Ройтман Е.В. «Проблема гемостаза» в лабораторной диагностике. Лаборатория ЛПУ. 2016. №8. С. 29-36.

9. Кольцова Е.М., Баландина А.Н., Серегина Е.А., Полетаев А.В., Вуймо Т.А., Пантелеева М.А., Атауллаханов Ф.И. Аспекты методологии лабораторных исследований гемостаза в детском гематологии-онкологии и общие подходы в патологии гемостаза при лейкозах. Российский журнал детской гематологии и онкологии. 2018.

№3.Т.5.С. 74-88. <https://doi.org/10.17650/2311-1267-2018-5-3-74-88>

10. Гриневич Т.Н. Ротационная тромбоэластометрия rotem как новый перспективный метод оценки системы гемостаза у пациентов травматологического профиля. *Новости хирургии*. 2010. №2. Т.18. С. 115-122.

11. Jianning Zhang, Rongcai Jiang, Li Liu, Timothy Watkins, Fangyi Zhang, and Jing-fei Dong Traumatic Brain Injury-Associated Coagulopathy J Neurotrauma. 2012 Nov 20; 29(17): 2597–2605. doi: 10.1089/neu.2012.2348 PMID: 30187345

12. Caspers M., Schäfer N., Fröhlich M., Bauerfeind U., Bouillon B., Mutschler M., Maegele M. How do external factors contribute to the hypocoagulative state in trauma-induced coagulopathy? - In vitro analysis of the lethal triad in trauma. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2018; 26 (1): 66: 2018. PMID:30111342.PMCID: PMC6094881. <https://doi.org/10.1186/s13049-018-0536-8>

13. Eduardo Gonzalez, Ernest E. Moore, Hunter B. Moore Management of Trauma Induced Coagulopathy with Thrombelastography *Crit Care Clin*. 2017 Jan; 33(1): 119–134. doi: 10.1016/j.ccc.2016.09.002 PMID: 27894492

14. Баранич А.И., Сычев А.А., Савин И.А., Полупан А.А., Ошоров А.В., Потапов А.А. Коагулопатия, ассоциированная с острым периодом черепно-мозговой травмы. *Общая реаниматология*. 2020;16(1):27-34. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2020-1-27-34>

15. Herbert J.P., Guillotte A.R., Hammer R.D., Litofsky N.S. Coagulopathy in the Setting of Mild Traumatic Brain Injury: Truths and Consequences. *Brain Sci*; 2017: 7 (7). PMID:28737691.PMCID: PMC5532605.

<https://doi.org/10.3390/brainsci7070092>

#### References

1. Ponomarenko E.A., Ignatova A.A., Fedorova D.V., Zharkov P.A., Pantelev M.A. Functional activity of platelets: physiology and laboratory diagnostic methods. *Questions of hematology / oncology and immunopathology in pediatrics*. 2019.Vol. 18. No. 3. P. 112-119. <https://doi.org/10.24287/1726-1708-2019-18-3-112-119>

2. Shaydakov M.E., Blebea J. *Thromboelastography (TEG)*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2019, 20 p. PMID: 30725746

3. Baranich A.I., Sychev A.A., Savin I.A., Polupan A.A., Oshorov A.V., Potapov A.A. Hemostasis disorders in patients in the acute period of isolated traumatic brain injury (review). *General reanimatology*. 2018.V. 14. No. 5. P. 85-95. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2018-5-85-95>

4. Leonov N.P., Karaskov A.M., Litasova E.E., Strunin O.V., Karmadonova N.A., Akopov G.D., Vyshegorodtseva L.I. Comparative characteristics of kaolin-activated thromboelastography in healthy newborns and newborns with congenital heart defects.

*Clinical laboratory diagnostics*. 2016. No2 (61). P. 87-90. DOI: 10.18821/OS69-2084-2016-61-2-87-90

5. Efremova O.V., Mamaev A.N., Elykomov V.A., Belozarov D.E. Bleeding and features of indicators of thromboelastography in patients with chronic myelogenous leukemia. *Preventive and clinical medicine*. 2015. No. 4 (57). P. 82-86.

6. Stomenskaya I.S., Kostrova O.Yu., Struchko G.Yu., Timofeeva N.Yu. Thromboelastometry is a method of laboratory diagnosis of hemostatic system disorders. *Medical almanac*. 2017. No. 2 (47). P. 96-98.

7. Momot A.P., Taranenko I.A., Tsyvkin L.P. The state of thrombotic readiness is the possibility of modern diagnostics and prospects. *Medical alphabet*. 2013. No1. P. 20-23.

8. Roytman E.V. "The problem of hemostasis" in laboratory diagnostics. *Laboratory of healthcare facility*. 2016. No8. P. 29-36.

9. Koltsova E.M., Balandina A.N., Seregina E.A., Poletaev A.V., Vuymo T.A., Pantelev M.A., Ataulkhanov F.I. Aspects of the methodology of laboratory studies of hemostasis in pediatric hematology-oncology and general approaches in the pathology of hemostasis in leukemia. *Russian Journal of Pediatric Hematology and Oncology*. 2018;5(3):74-88. (In Russ.) <https://doi.org/10.17650/2311-1267-2018-5-3-74-88>

10. Grinevich T.N. Rotem thromboelastometry as a new promising method for assessing the hemostatic system in trauma patients. *Surgery News*. 2010. No2. T.18. P. 115-122.

11. Jianning Zhang, Rongcai Jiang, Li Liu, Timothy Watkins, Fangyi Zhang, and Jing-fei Dong Traumatic Brain Injury-Associated Coagulopathy J Neurotrauma. 2012 Nov 20; 29(17): 2597–2605. doi: 10.1089/neu.2012.2348 PMID: 30187345

12. Caspers M., Schäfer N., Fröhlich M., Bauerfeind U., Bouillon B., Mutschler M., Maegele M. How do external factors contribute to the hypocoagulative state in trauma-induced coagulopathy? - In vitro analysis of the lethal triad in trauma. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2018; 26 (1): 66: 2018. PMID:30111342.PMCID: PMC6094881. <https://doi.org/10.1186/s13049-018-0536-8>

13. Eduardo Gonzalez, Ernest E. Moore, Hunter B. Moore Management of Trauma Induced Coagulopathy with Thrombelastography *Crit Care Clin*. 2017 Jan; 33(1): 119–134. doi: 10.1016/j.ccc.2016.09.002 PMID: 27894492

14. Baranich A.I., Sychev A.A., Savin I.A., Polupan A.A., Oshorov A.V., Potapov A.A. Coagulopathy in the Acute Phase of Traumatic Brain Injury. *General Reanimatology*. 2020;16(1):27-34. (In Russ.) <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2020-1-27-34>

15. Herbert J.P., Guillotte A.R., Hammer R.D., Litofsky N.S. Coagulopathy in the Setting of Mild Traumatic Brain Injury: Truths and Consequences. *Brain Sci*; 2017: 7 (7). PMID:28737691.PMCID: PMC5532605.

<https://doi.org/10.3390/brainsci7070092>

# СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК:636.32/.38.086.7

*Слюсаренко І.С.,  
аспірант**Китаєва А.П.,  
професор**Одеський державний аграрний університет*

## ВПЛИВ СУСПЕНЗІЇ МІКРОВОДОРОСТІ ХЛОРЕЛИ НА МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ ВІВЦЕМАТОК ТА ІНТЕНСИВНІСТЬ РОСТУ ЯГНЯТ

*Slyusarenko IS  
graduate student**Kitaeva AP  
professor**Odessa State Agrarian University*

## EFFECT OF CHLORELLA MICROHYDROGEN SUSPENSION ON PRODUCTIVITY AND GROWTH INTENSITY OF LAMBS

*Слюсаренко І.С.  
аспірант**Китаєва А.П.  
професор**Одесский государственный аграрный университет*

## ВЛИЯНИЕ СУСПЕНЗИИ МИКРОВОДОРОСЛИ ХЛОРЕЛЛЫ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И ИНТЕНСИВНОСТЬ РОСТА ЯГНЯТ

DOI: 10.31618/ESSA.2782-1994.2021.1.69.44

**Анотація.** Робота виконана у СТОВ «Роздільнянське» Роздільнянського району Одеської області. Для проведення досліджень було сформовано 5 груп підсисних вівцематок цигайської породи по 10 голів у кожній, одна з груп була контрольна. Групи формували за методом груп-аналогів з урахуванням породи, віку у ягніннях, живої маси, яка становила 50 кг. Суспензію мікрородорості хлорели згодовували вівцематкам у перші 20 днів лактації, у кількості 3; 5; 7; 9 мл на 1 кг живої маси. У новонароджених ягнят та у віці 20 днів визначали інтенсивність росту, екстер'єрні показники, та гематологічний і біохімічний склад крові за загально прийнятими методиками. Встановлено що згодовування суспензії мікрородорості хлорели лактуючим вівцематкам з розрахунку 3, 5, 7, 9 мл на 1 кг живої маси сприяє підвищенню молочної продуктивності у 2,6-4,4 рази та живої маси приплоду на 58,8-96,9% , порівняно з вівцематками, які не вживали суспензії мікрородорості хлорели. Зі збільшенням кількості суспензії мікрородорості хлорели в раціоні лактуючих вівцематок підвищується й абсолютний приріст живої маси їхнього приплоду у 2,4-4,5 рази. Середньодобовий приріст живої маси ягнят коливався від 199 г до 339,5 г.

**Аннотация.** Работа выполнена в СООО «Раздельнянское» Раздельнянского района Одесской области. Для проведения исследований было сформировано 5 групп подсосных овцематок цыгайской породы по 10 голов в каждой, одна из групп была контрольная. Группы формировали методом групп-аналогов с учетом породы, возраста в ягнjenja, живой массы, составлявшая 50 кг. Суспензию микрородоросли хлореллы скармливали овцематкам в первые 20 дней лактации, в количестве 3; 5, 7, 9 мл на 1 кг живой массы. У новорожденных ягнят и в возрасте 20 дней определяли интенсивность роста, экстерьерные показатели, и гематологический и биохимический состав крови с общепринятыми методиками. Установлено, что скармливание суспензии микрородоросли хлореллы кормящим овцематкам из расчета 3, 5, 7, 9 мл на 1 кг живой массы способствует повышению молочной продуктивности в 2,6-4,4 раза и живой массы приплода на 58,8-96,9%, по сравнению с овцематку, которые не употребляли суспензии микрородоросли хлореллы. С увеличением количества суспензии микрородоросли хлореллы в рационе лактирующих овцематок повышается и абсолютный прирост живой массы их приплода в 2,4-4,5 раза. Среднесуточный прирост живой массы ягнят колебался от 199 г до 339,5 г.

**Abstract.** The work was performed in Rozdilnyanske LLC of Rozdilnyansky district of Odessa region. For research, 5 groups of suckling ewes of the Gypsy breed were formed with 10 heads each, one of the groups was a control. Groups were formed by the method of analogue groups taking into account the breed, age in lambs, live weight, which was 50 kg. Chlorella microalgae suspension was fed to ewes in the first 20 days of lactation, in the amount of 3; 5; 7; 9 ml per 1 kg of live weight. Growth intensity, external parameters, and hematological and biochemical composition of blood were determined in newborn lambs at the age of 20 days according to generally

accepted methods. It was found that feeding a suspension of chlorella microalgae to lactating ewes at the rate of 3, 5, 7, 9 ml per 1 kg of live weight increases milk productivity by 2.6-4.4 times and live weight of the offspring by 58.8-96.9%, compared to ewes that did not use chlorella microalgae suspension. With an increase in the amount of chlorella microalgae suspension in the diet of lactating ewes, the absolute increase in live weight of their offspring increases by 2.4-4.5 times. The average daily increase in live weight of lambs ranged from 199 g to 339.5 g

*Ключові слова:* мікрородорість, хлорела, суспензія, молоко, молочна продуктивність, жива маса, приріст, жир, кров.

*Ключевые слова:* микрородорость, хлорелла, суспензия, молоко, молочная продуктивность, живая масса, прирост, жир, кровь.

*Key words:* microalgae, chlorella, suspension, milk, milk productivity, live weight, growth, fat, blood.

**Постановка проблеми.** Забезпечення населення білками тваринного походження постійно стоїть перед країнами світу. За даними FAO для підтримання оптимальної життєдіяльності організму людини необхідно за добу споживати 80 г білка, збалансованого за амінокислотним складом, де незамінні амінокислоти повинні становити 30 г.

Одним із джерел забезпечення населення продуктами тваринного походження є вівчарство, від якого одержують баранину, молоду ягнятину та молоко і жир. Збільшення виробництва цих видів продукції сприяє підвищенню конкурентоспроможності і рентабельності галузі вівчарства, так як попит на них весь час зростає.

Виробництво м'яса і молодої баранини потребує наявності скороспілих тварин, здатних ефективно використовувати корми й їх оплачувати. Ріст новонароджених ягнят, особливо в перші дні життя залежить від молочності їх матерів та умов утримання. Тому молочність вівцематок у цей період має надзвичайно важливе значення для збереженості і росту ягнят. У зв'язку з цим пошук шляхів підвищення молочної продуктивності вівцематок є актуальним.

**Огляд наукового дослідження.** Інтенсивно проводяться різнобічні дослідження щодо перегляду й уточнення норм мінерального живлення тварин, вивчення нових ефективних добавок, удосконалення технологій їх застосування [10]. Хлорела дозволяє найбільш повно використовувати корм за рахунок підвищення його засвоюваності на 40% [9,10]. Для підвищення продуктивності сільськогосподарських тварин використовують різноманітні кормові добавки, кількість яких постійно зростає. Серед них вагоме місце займають кормові добавки з мікрородорості хлорели [1, 4]. Хлорела – одноклітинна зелена водорість, яка містить велику кількість вітамінів групи А, В (В1, В2, В3, В6), С, РР, Е, К, пантотенової і фолієвої кислот, біотин, а також мікро- та макроелементи: кобальт, магній, цинк, залізо, кальцій, фосфор та ін.; вона багата на замінні і незамінні амінокислоти. У перерахунку на суху речовину хлорела містить повноцінних білків більше 40%, ліпідів – до 20%, вуглеводів – до 35%, зольних речовин – до 10% [2,3].

Фізіологічна та продуктивна дія хлорели в годівлі сільськогосподарських тварин позначається на показниках приросту живої маси, резистентності

організму тварин та їх репродуктивній функції [3]. Однак, в доступній нам літературі ми не знайшли повідомлень про використання мікрородорості хлорели в годівлі овець з метою підвищення молочної продуктивності вівцематок і росту живої маси ягнят. Тому метою нашої роботи було дослідити вплив суспензії мікрородорості хлорели на молочну продуктивність вівцематок та інтенсивність росту ягнят на ранній стадії постнатального онтогенезу.

**Мета і задачі дослідження.** Вплив суспензії мікрородорості хлорели на молочність вівцематок та інтенсивність росту ягнят від народження до 20 денного віку.

**Матеріал та методика досліджень.** Робота виконана у СТОВ «Роздільнянське» Роздільнянського району Одеської області. Для проведення досліджень було сформовано 5 груп по 10 голів у кожній підсисних вівцематок цигайської породи. Одна з груп була контрольна. Групи формували за методом груп-аналогів з урахуванням породи, віку у ягніннях, живої маси, яка становила 50 кг. Суспензію мікрородорості хлорели згодовували вівцематкам у кількості 3; 5; 7; 9 мл на 1 кг живої маси 20 перших днів лактаційного періоду, що становило від 150 до 450 мл на голову на добу відповідно від першої до четвертої дослідних груп. Перед першим згодовуванням суспензії мікрородорості хлорели та в кінці досліді проводили зважування приплоду кожної вівцематки. За результатами зважування визначили абсолютний і середньодобовий прирости живої маси за методикою [8]. Екстер'єр визначали за методикою [9]. Визначення гематологічних та біохімічних показників крові визначали в багатопрофільній лабораторії ветеринарної медицини Одеського державного аграрного університету на гематологічному аналізаторі Abacus Junior 30 Vet. У вівцематок розраховували молочну продуктивність за перші 20 днів лактаційного періоду за методикою [6] Цифровий матеріал опрацьовували за методикою [5].

**Результати досліджень.** Молочна продуктивність вівцематок до відлучення ягнят має прямий вплив на їх ріст і розвиток. Ягнята, одержані від вівцематок з високою молочною продуктивністю, мають й високу інтенсивність росту. Вони життєздатні, швидко збільшують живу масу, мають добре здоров'я, що сприяє одержанню високих приростів.

Жива маса ягнят, одержаних від вівцематок контрольної і дослідних груп коливалася в межах від 3,55± 0,077 кг у вівцематок 4-ї дослідної групи до 3,73± 0,104 кг у вівцематок 2-ї дослідної і контрольної груп (табл.1).

Таблиця 1

**Жива маса ягнят при народженні, кг, (n=10)**

Група	X±Sx	±δ	CV,%
Контрольна	3,73 ± 0,083	0,249	6,6
1-дослідна	3,59 ± 0,085	0,256	7,1
2-дослідна	3,73 ± 0,104	0,312	8,3
3-дослідна	3,70 ± 0,097	0,290	7,8
4-дослідна	3,55 ± 0,077	0,232	6,5

Отже жива маса ягнят не мала суттєвих відмінностей, а деякі відхилення між групами були в межах статистичної похибки. Новонароджені ягнята, одержані від вівцематок усіх груп, були добре розвинені і мали характерні для ягнят цигайської породи екстер'єрні показники й будову тіла.

За екстер'єрними показниками новонароджені ягнята не мали суттєвих відмінностей (табл. 2). Однак за деякими промірами статей тіла спостерігалися незначні відхилення. Так за шириною в маклоках ягнята, одержані від матерів контрольної групи переважали ровесників, одержаних від матерів 1-ї дослідної групи на 1,1 см або на 20,7% ( $P \geq 0,95$ ), а від матерів 3-ї дослідної

групи – на 1,0 см або на 18,5% ( $P \geq 0,95$ ). Перевага ягнят, одержаних від вівцематок контрольної групи була також за шириною в сідничних горбах на 0,8 см або на 17,4% ( $P \geq 0,95$ ), за обхватом п'ястка – на 1,8 см або на 47,3% ( $P \geq 0,999$ ). За косою довжиною тулуба, ягнята, одержані від вівцематок 3-ї і 4-ї дослідних груп переважали ягнят, одержаних від матерів контрольної групи відповідно на 4,7 см або на 15,2% ( $P \geq 0,99$ ) і на 4,5 см або на 14,5% ( $P \geq 0,95$ ).

Після 20-денного періоду згодовування лактуючим вівцематкам суспензії мікрородості хлорели жива маса їхнього приплоду значно підвищилася порівняно з ровесниками контрольної групи (табл. 3).

Таблиця 2

**Проміри статей тіла новонароджених ягнят, см  $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ , n=10**

Проміри	Група ягнят				
	контрольна	1 - дослідна	2 - дослідна	3 - дослідна	4- дослідна
Висота в холці	37,00±0,737	35,10±0,637	34,80±0,913	37,70±0,919	37,60±0,670
Глибина грудей	8,60±0,281	8,30±0,316	9,40±0,421	8,50±0,235	8,50±0,392
Ширина грудей	7,90±0,246	7,10±0,292	8,00±0,585	7,20±0,409	7,10±0,399
Обхват грудей	37,40±0,819	31,20±0,624	39,40±1,219	37,20±0,644	37,40±0,819
Коса довжина тулуба	30,90±0,483	32,70±1,006	30,30±0,443	35,60±1,209**	35,40±1,549*
Ширина в маклоках	6,40±0,421* <sup>1 3</sup>	5,30±0,225	6,20±0,306	5,40±0,233	6,10±0,331
Ширина в сідничних горбах	5,40±0,281* <sup>3</sup>	4,80±0,263	5,80±0,378	4,60±0,172	5,00±0,272
Обхват п'ястка	5,60±0,322*** <sup>1</sup>	3,80±0,210	6,20±0,210	6,30±0,445	5,50±0,283
Довжина голови	9,20±0,622	8,30±0,386	8,90±0,399	8,70±0,472	9,20±0,662
Ширина голови	6,00±0,444	6,40±0,391	6,20±0,263	5,40±0,172	6,00±0,444

Примітка: \* -  $P \geq 0,95$ ; \*\*\* -  $P > 0,99$ ; (вірогідність різниці з відповідним показником контрольної групи);

\*\*\* -  $P \geq 0,999$ ; (вірогідність різниці з відповідним показником 1-ї групи);

\*<sup>1 3</sup> -  $P \geq 0,95$ ; (вірогідність різниці з відповідним показником 1-3 групи)



**Жива маса ягнят 20-денн оо віку, кг, (n=10)**

Група	X±Sx	±δ	CV,%
Контрольна	5,25±0,067	0,201	3,8
1-дослідна	7,66±0,715**	2,145	28,0
2-дослідна	8,39±0,392***	1,176	14,0
3-дослідна	8,73±0,249***	0,747	8,5
4-дослідна	10,34±0,626***	1,878	18,2

Примітка: \*\* -  $P \geq 0,99$ ; \*\*\* -  $P \geq 0,999$  (вірогідність різниці з відповідним показником контрольної групи)

Дані табл.3 показують, що жива маса ягнят 20-денного віку, одержаних від вівцематок дослідних груп вірогідно більша, ніж від вівцематок контрольної

групи. Це перевищення живої маси ягнят становило відповідно по групам: 1-ї групи – 3,14 кг або 58,8% ( $P \geq 0,99$ ), 2-ї групи – 3,14 кг або 58,8% ( $P \geq 0,99$ ), 3-ї групи – 3,48 кг або 66,3% ( $P \geq 0,999$ ), 4-ї групи – 5,09 кг або 96,9% ( $P \geq 0,999$ ). Найбільшу перевагу за живою масою мали ягнята 4-ї дослідної

групи, матерям яких згодували 9 мл суспензії мікроводорості хлорели на 1 кг живої маси.

Коефіцієнт мінливості живої маси коливався від 3,8 до 28,0%, що свідчить про незначні відхилення живої маси в межах групи ягнят та про позитивний вплив суспензії мікроводорості хлорели на молочність вівцематок, яка безпосередньо впливає на ріст приплоду, що й підтверджується показниками приросту живої маси (табл. 4).

Таблиця 4

**Приріст живої маси ягнят**

Група	X±Sx	±δ	CV,%
Абсолютний приріст, кг			
Контрольна	1,52±0,084	0,252	16,6
1-дослідна	3,98±0,718**	2,154	52,1
2- дослідна	4,74±0,439***	1,317	27,8
3- дослідна	5,03±0,251***	0,753	14,9
4- дослідна	6,79±0,644	1,932	28,4
Середньодобовий приріст, г			
Контрольна	76,0±4,216	12,649	16,6
1- дослідна	199,0±33,754**	101,264	50,9
2- дослідна	237,0±22,976***	68,928	29,1
3- дослідна	251,5±12,572***	37,716	14,9
4- дослідна	339,5±32,226***	96,679	28,5

Примітка: \*\* -  $P \geq 0,99$ ; \*\*\* -  $P \geq 0,999$  (вірогідність різниці з відповідним показником контрольної групи)

За абсолютним приростом живої маси перевагу мали ягнята, отримані від матерів дослідних груп, яким згодували суспензію мікроводорості хлорели.

Відмічено, що зі збільшенням кількості суспензії мікроводорості хлорели за абсолютним приростом живої маси перевагу мали ягнята.

одержані від матерів дослідних груп, яким згодували суспензію мікроводорості хлорели раціоні лактуючих вівцематок підвищується й абсолютний приріст живої маси їхнього приплоду порівняно з приплодом, одержаним від вівцематок контрольної групи. Це перевищення становило у ягнят 1-ї дослідної групи 2,46 кг або 2,4 рази ( $P \geq 0,99$ ), 2-ї групи – 3,22 кг або 3,1 рази ( $P \geq 0,999$ ), 3-ї групи – 3,51 кг або 3,3 рази ( $P \geq 0,999$ ), 4-ї групи – 5,27 кг або 4,5 рази ( $P \geq 0,999$ ).

Середньодобовий приріст живої маси ягнят, одержаних від вівцематок дослідних груп статистично вірогідно був більший, ніж у ягнят, одержаних від вівцематок контрольної групи і становив відповідно : у ягнят 1-ї дослідної групи

123,0 г або більше у 2,6 рази ( $P \geq 0,99$ ), 2-ї групи – 161 г або у 3,1 рази, 3-ї групи – 175,5 г або 3,3 рази ( $P \geq 0,999$ ), 4-ї групи 263,5 г або 4,4 рази ( $P \geq 0,999$ ).

Зі збільшенням живої маси ягнят змінюються й розміри будови тіла та екстер'єрні показники. Проміри статей тіла ягнят 20-денного віку, одержаних від матерів контрольної і дослідних груп наведено в табл.5, дані якої свідчать про деякі їх відмінності. Так, у ягнят, одержаних від вівцематок контрольної і 1-ї дослідної груп різниця відмічалася за невеликою кількістю промірів. Зокрема, за висотою в холці потомство вівцематок 1-ї дослідної групи переважало потомство контрольної групи на 3,7 см або на 9,3% ( $P \geq 0,99$ ), а за глибиною грудей – на 3,1 см або на 30,7% ( $P \geq 0,999$ ), за довжиною голови – на 0,6 см або на 6,1% ( $P \geq 0,95$ ). За обхватом грудей ягнята, одержані від матерів 1-ї дослідної групи поступалися одноліткам, одержаним від вівцематок контрольної групи на 3,7 см або на 9,1% ( $P \geq 0,95$ ). Дещо більша розбіжність за показниками промірів статей тіла відмічалася у ягнят, одержаних

вівцематок 2-4-ї дослідних груп порівняно з ягнятами, одержаними від вівцематок контрольної групи. За висотою в холці ягнята, одержані від вівцематок 3-ї дослідної групи переважали ягнят, одержаних від вівцематок контрольної групи на 4,4 см або на 11,1% ( $P \geq 0,999$ ), а 4-ї дослідної групи – на 5,8 см або на 14,6% ( $P \geq 0,999$ ). Високий ступінь вірогідності було відмічено й за показниками таких промірів як глибина, ширина і обхват грудей,

ширина в сідничних горбах. За глибиною грудей у ягнят 2-ї і 3-ї дослідних груп перевага становила 4,0 см або 39,6% ( $P \geq 0,999$ ), а у ягнят 4-ї дослідної групи – 4,6 см або 45,5% ( $P \geq 0,999$ ). За шириною грудей перевага ягнят, одержаних від вівцематок дослідних груп порівняно з контрольною групою, становила у ягнят 2-ї дослідної групи 3,5 см або 40,7% ( $P \geq 0,999$ ), 3-ї групи – 3,9 см або 45,3% ( $P \geq 0,999$ ), 4-ї групи – 4,0 см або 46,5% ( $P \geq 0,999$ ).

Таблиця 5

Проміри статей тіла новонароджених 20-денних ягнят, см ( $X \pm Sx$ ,  $n=10$ )

Проміри	Група ягнят				
	контрольна	1 - дослідна	2 - дослідна	3 - дослідна	4 - дослідна
Висота в холці	39,6±0,548	43,3±0,802**	40,9±0,531	44,0±0,667***	45,4±1,091***
Глибина грудей	10,1±0,331	13,2±0,539***	14,1±0,246***	14,1±0,366***	14,7±0,522***
Ширина грудей	8,6±0,392	10,8±1,204	12,1±0,246***	12,5±0,360***	12,6±0,501
Обхват грудей	40,7±0,861	37,0±1,396*	43,5±1,229**	46,6±0,384***	46,9±1,717**
Коса довжина тулуба	38,5±1,501	39,1±0,367	33,3±0,386	41,2±0,344	43,7±0,903***
Ширина в мак -локах	6,0±0,471	6,9±0,189	7,2±0,210*	7,3±0,161*	5,7±0,274
Ширина в сідничних горбах	5,2±0,210	5,7±0,225	6,3±0,161***	7,0±0,272***	5,1±0,189
Обхват п'ястка	6,4±0,233	6,0±0,157	6,6±0,172	6,6±0,172	6,0±0,157
Довжина голови	9,8±0,210	10,4±0,172*	9,3±0,274	9,3±1,066	11,4±0,877
Ширина голови	6,2±0,210	6,8±0,210	7,1±0,189**	6,4±0,172	6,2±0,262

Примітка: \* -  $P \geq 0,95$ ; \*\* -  $P \geq 0,99$ ; \*\*\* -  $P \geq 0,999$ ; вірогідність різниці з відповідним показником контрольної групи

Обхват грудей у ягнят, одержаних від вівцематок дослідних груп також був більший, ніж у їх ровесників, одержаних від матерів контрольної групи. Ця перевага становила у потомків вівцематок 2-ї дослідної групи 2,8 см або 6,8% ( $P \geq 0,99$ ), 3-ї групи – 5,9 см або 14,5% ( $P \geq 0,999$ ), 4-ї групи – 6,2 см або 15,2% ( $P \geq 0,999$ ). Ягнята, одержані від вівцематок 4-ї дослідної групи мали перевагу над ровесниками, одержаними від вівцематок контрольної групи, за косою довжиною тулуба на 5,2 см або на 13,5% ( $P \geq 0,99$ ). За шириною в сідничних горбах переважали ягнята 2-ї і 3-ї дослідних груп своїх ровесників, одержаних від вівцематок контрольної групи відповідно на 1,1 см або на 21,1% ( $P \geq 0,999$ ) і 1,8 см або на 34,6% ( $P \geq 0,999$ ). Ширина голови у ягнят, одержаних від вівцематок контрольної групи на 0,9 см або на 14,5% ( $P \geq 0,99$ ).

Отже, використання біологічної добавки суспензії мікрододорості хлорели в раціоні суягних вівцематок сприяє більш інтенсивному росту, одержаних від них ягнят.

Інтенсивність росту новонароджених ягнят залежить від наявності молока у матері, так як до 20-денного віку вони не можуть перетравлювати інші корми, крім молока. Тому їх жива маса, інтенсивність росту та життєздатність залежить від кількості і якості материнського молока. Чим

більше вівцематка продукує високопоживного молока, тим більше його отримає ягня, що сприяє кращому фізіологічному стану й забезпеченню поживними речовинами, вітамінами, мікроелементами та іншими біологічно активними речовинами ростучого організму ягнят, що й прискорює інтенсивність їх росту.

Молочна продуктивність вівцематок за згодовування суспензії мікрододорості хлорели в перші 20 днів лактації наведена в табл.6.

Одержані дані свідчать, що більш високу молочну продуктивність мали вівцематки дослідних груп, які одержували в раціоні суспензію мікрододорості хлорели. З її збільшенням у раціоні лактуючих вівцематок у них підвищувалося кількісне продукування молока. Найбільшу кількість молока у розрахунку на одну голову мали вівцематки 4-ї дослідної групи, що в 4,4 рази більше, ніж вівцематки контрольної групи. Вівцематки інших дослідних груп також мали більшу молочну продуктивність порівняно з ровесницями контрольної групи. Перевага за молочною продуктивністю вівцематок дослідних груп над контрольними становила відповідно: 1-ї групи – 12,3 кг або 2,6 рази, 2-ї групи – 16,1 кг або в 3,1 рази, 3-ї групи – 17,6 кг або в 3,3 рази, 4-ї групи – 26,3 кг або в 4,4 рази.

Таблиця 6

Молочна продуктивність вівцематок за перші 20 днів лактації, кг, ( $n=10$ )

Група	$X \pm Sx$	$\pm \delta$	CV, %
Контрольна	7,6±0,135	0,405	5,3
1-дослідна	19,9±0,381***	1,143	5,7
2-дослідна	23,7±0,453***	1,360	5,7
3-дослідна	25,2±0,292***	0,872	3,5

4-дослідна	33,9±0,531***	1,592	4,7
------------	---------------	-------	-----

Примітка: \*\*\* -  $P \geq 0,999$  (вірогідність різниці з відповідним показником контрольної групи)

Молоко містить усі необхідні для росту молодого організму поживні речовини в концентрованій і легкозасвоюваній формі. Його цінність полягає в тому, що воно містить велику кількість білка, має високу калорійність молочного жиру, велику кількість розчинних у жирі вітамінів, високу легку засвоюваність вуглеводів, наявність

мінеральних речовин, особливо кальцію. Склад молока залежить від багатьох факторів, у тому числі й від таких, як умови зовнішнього середовища, зокрема від годівлі й утримання. Склад молока вівцематок при згодовуванні суспензії мікрободорості хлорели має деякі розбіжності (табл.7).

Таблиця 7

**Склад молока вівцематок за вживання суспензії мікрободорості хлорели,  $X \pm Sx$ , (n=10)**

Показники	Група вівцематок				
	Контрольна	1-дослідна	2-дослідна	3-дослідна	4-дослідна
Жир,%	5,32±0,765	6,22±1,005	6,44±0,830	6,87±0,575	7,41±0,310*
Білок,%	3,32±0,070	3,10±0,055**	3,22±0,015**	3,31±0,650	3,45±0,020**
Лактоза,%	5,29±0,105	4,95±0,083*	5,14±0,045	5,28±0,105	5,48±0,300
СЗМ,%	9,17±0,195	8,57±0,155*	8,95±0,085	9,16±0,190	9,54±0,050
Щільність	1,03±1,095	1,03±0,200	1,03±0,200	1,03±0,855	1,03±0,450

Примітка: \* -  $P \geq 0,95$  (вірогідність різниці порівняно з відповідним показником контрольної групи).

За вмістом досліджуваних складових молока піддослідних вівцематок воно відповідає вимогам до молока овець цигайської породи. Однак, за деякими показниками воно мало й деякі відмінності. Так, молоко вівцематок контрольної групи, які не одержували суспензії мікрободорості хлорели, мали менший вміст жиру порівняно з молоком вівцематок дослідних груп. Отже, суспензія мікрободорості хлорели сприяла підвищенню жирності молока вівцематок на таку кількість жироділивиць: 1-ї дослідної групи – на 0,9 або на 16,9% ( $P \leq 0,95$ ), 2-ї дослідної групи – на 1,12 або на 21% ( $P \leq 0,95$ ), 3-ї дослідної групи – на 1,55 або на 29,1% ( $P \leq 0,95$ ), 4-ї дослідної групи – на 2,09 або на 39,3% ( $P \geq 0,95$ ).

Вміст білка в молоці вівцематок 1-ї і 2-ї дослідних груп менший, ніж у контрольній групі відповідно на 0,22% або на 6,6% відносних ( $P \geq 0,99$ ) і на 0,1% або на 3,0% відносних ( $P \geq 0,99$ ). У молоці вівцематок 4-ї дослідної групи було більше білка на 0,13% або на 3,9% відносних ( $P \geq 0,99$ ).

За вмістом у молоці лактози і сухого знежиреного молочного залишку (СЗМ) спостерігався менший їх вміст у молоці вівцематок 1-ї дослідної групи на 0,34% або на 6,4% відносних ( $P \geq 0,95$ ) і на 0,6% або 6,6% відносних ( $P \geq 0,95$ )

відповідно. У молоці вівцематок 2-4-дослідних груп вміст цих складових молока мав тенденцію до поступового збільшення. Молоко вівцематок 4-ї дослідної групи містило більше лактози порівняно з молоком вівцематок контрольної групи на 0,19% або на 3,6% відносних ( $P \leq 0,95$ ). Така мінливість складових молока вівцематок пов'язана з їхньою адаптацією до згодовування в раціоні домішки суспензії мікрободорості хлорели. Реакція тварин 1-ї дослідної групи на цю домішку свідчить про зменшення вмісту поживних речовин у молоці, крім жиру, що зумовлено недостатньою кількістю домішки в раціоні та недостатнього терміну адаптації до неї. При збільшенні дози домішки в раціоні лактуючих вівцематок 2-4 дослідних груп підвищувався вміст поживних речовин у молоці. Найбільші показники за всіма досліджуваними складовими молока мали тварини 4-ї дослідної групи, які одержували по 450 мл суспензії мікрободорості хлорели на голову на добу або 9 мл на 1 кг живої маси.

Важливим показником фізіологічного стану організму тварини є показники крові, які при згодовуванні у різній кількості суспензії мікрободорості хлорели мали деякі розбіжності (табл.8).

Таблиця 8

**Морфологічні показники крові вівцематок після вживання суспензії мікрободорості хлорели,  $X \pm Sx$ , (n=10)**

Група	Еритроцити, 10 <sup>12</sup> /л	Гемоглобін, г/л	Лейкоцити, 10 <sup>9</sup> /л
Норма	7,0 – 12,0	70 – 110	6,0 – 14,0
Контрольна	7,22±0,270***	96,8±3,040	18,00±2,650**
1-дослідна	3,18±0,105	92,4±1,435	7,14±0,385
2-дослідна	3,28±0,215***	96,0±0,565	7,22±0,500
3-дослідна	3,24±0,200***	101,2±5,275	7,88±0,970
4-дослідна	7,75±0,420	103,8±3,395	18,12±5,950

Примітка: \*\* -  $P \geq 0,99$ ; \*\*\* -  $P \geq 0,999$  (вірогідність різниці з відповідним показником контрольної групи)

Морфологічний склад крові вівцематок дослідних груп мав деякі відмінності порівняно з

вівцематками контрольної групи. Так, вміст еритроцитів у крові вівцематок контрольної і 4-ї

дослідної груп був у межах норми, а вівцематки 1-3-ї дослідних груп мали меншу кількість еритроцитів порівняно з вівцематками контрольної групи і менше нижньої межі норми. Кров вівцематок дослідних груп мала менше еритроцитів порівняно з вівцематками контрольної групи відповідно: 1-ї дослідної групи на 4,04.1012/л або на 56,0% ( $P \geq 0,999$ ), 2-ї дослідної групи – на 3,94.1012/л або на 54,6% ( $P \geq 0,999$ ), 3-ї дослідної групи – на 3,98.1012/л ( $P \geq 0,999$ ).

Вівцематки контрольної й усіх дослідних груп мали вміст гемоглобіну в межах фізіологічної норми, який коливався від 92,4 г/л у вівцематок 1-ї дослідної групи до 103,8 г/л у вівцематок 4-ї дослідної групи. Але відмічалася деяка групова відмінність. Так, найвищий вміст гемоглобіну мали вівцематки 4-ї дослідної групи. За цим показником вони переважали вівцематок контрольної групи на 7,0 г/л або на 7,2%, 1-ї дослідної групи – на 11,4 г/л або на 12,3% ( $P \geq 0,95$ ), 2-ї дослідної групи – на 7,8 г/л або на 8,1% ( $P \leq 0,95$ ), 3-ї дослідної групи – на 2,6 г/л або на 2,5% ( $P \leq 0,95$ ).

А так як гемоглобін переносить кисень в організмі тварин, то підвищений його вміст свідчить про ріст окислювально-відновних процесів, що спонукає підвищення обміну речовин, енергії росту і таких життєво важливих процесів, як апетит, природна резистентність, утворення молока та ін.

Вміст лейкоцитів у крові вівцематок 1-3-ї дослідних груп був у межах норми і коливався від 7,14.109/л у вівцематок 1-ї дослідної групи до 7,88 9/л у вівцематок 3-ї дослідної групи. У крові вівцематок контрольної і 4-ї дослідної групи було більше норми лейкоцитів відповідно на 4,0.10 9/л або на 28,5% і 4,12.109л або на 29,4% ( $P \leq 0,95$ ).

Так як відхилення у кількості формених елементів крові піддослідних вівцематок не мали різких коливань і були в межах фізіологічної норми, а їх відмінність між групами не мала статистично вірогідної різниці, крім порівняння з вівцематками контрольної і 4-ї дослідних груп, то можна констатувати нормальний стан і перебіг фізіологічних процесів без будь яких відхилень від норми і продукування молока.

Лейкоцитарна формула вівцематок контрольної і дослідних груп не мала суттєвих відхилень як від норми, так і між групами (табл.9). Найбільш суттєва різниця відмічена за кількістю паличкоядерних нейтрофілів у вівцематок контрольної групи, яка на 2,0% менше нижньої межі норми. За кількістю паличкоядерних нейтрофілів вівцематки 2-ї дослідної групи переважали вівцематок контрольної групи на 2,6% ( $P \geq 0,99$ ), а вівцематки 3-ї дослідної групи – на 1,8% ( $P \geq 0,95$ ). За кількістю сегментоядерних нейтрофілів вівцематки 1-3-ї дослідних груп поступалися вівцематкам контрольної групи від 4,0 до 16,4%. Однак статистично вірогідною була різниця тільки у вівцематок 1-ї дослідної групи, яка склала 16,4% ( $P \geq 0,95$ ).

Вівцематки контрольної і дослідних груп мали деякі коливання біохімічного складу крові (табл.10). Так, аналізуючи ферментний склад крові вівцематок в кінці згодовування суспензії мікроводорості хлорели слід зазначити, що активність АЛТ і АСТ зростає з підвищенням молочної продуктивності, що пов'язано й з кількістю згодовування суспензії мікроводорості хлорели на 1 кг живої маси. Активність цих ферментів залежить від віку, породи та умов утримання тварин. Активність АЛТ підвищується на 0,8-36,0 ммоль /л або від 0,9 до 41,2%.

Таблиця 9

**Лейкоцитарна формула вівцематок після вживання суспензії мікроводорості хлорели, ( $X \pm Sx$ ), (n=5)**

Показники	норма	Група вівцематок				
		Контрольна	1-дослідна	2-дослідна	3-дослідна	4-дослідна
Нейтрофіли: Паличкоядерні,%	3-6	1,00±0,555	2,60±0,500	3,6±0,240**	2,80±0,485*	2,20±0,730
Сегментоядерні,%	35-45	48,00±5,800	31,60±2,000*	36,80±3,595	44,00±1,920	50,20±9,550
Еозинофіли,%	4-12	2,80±0,600	2,60±1,205	5,60±1,600	3,00±0,445	3,80±0,370
Моноцити,%	2-5	3,40±1,650	3,20±0,580	4,60±1,210	4,20±1,315	6,80±2,285
Лімфоцити,%	40-50	44,4±6,500	60,60±3,735	49,40±4,665	46,00±2,500	39,40±5,500
ШОЕ, мм/год	0-10	1,0	1,60±0,240	2,0	2,0	1,0
Тромбоцити, 10 <sup>9</sup> /л	70-500	236,20±18,600	312,60±8,555	312,20±13,055	335,40±4,725	301,40±15,080

Примітка: \* -  $P \geq 0,95$ ; \*\* -  $P \geq 0,99$ ; різниця вірогідності з відновним показником контрольної групи

**Біохімічні показники крові вівцематок після вживання суспензії мікроводорості хлорели, (X±Sx, n=5)**

Показники	норма	Група вівцематок				
		Контрольна	1-дослідна	2-дослідна	3-дослідна	4-дослідна
АЛТ, од/л	15-78	87,40±9,700	92,00±8,450	112,20±5,570	88,20±7,600	123,40±11,850
АСТ, од/л	49-123	14,20±0,750	17,8±3,860	14,20±1,550	13,00±0,600	16,40±1,822
Загальний білок, г/л	59-78	63,80±2,800	65,40±2,550	61,80±1,772	62,40±0,750	61,20±2,300
Альбумін, г/л	27-37	31,40±0,950	34,80±2,050	33,80±2,200	32,80±0,365	32,10±4,000
Глобулін, г/л	32-50	32,40±2,900	30,60±3,050	28,00±0,900	29,62±2,100	29,20±5,850
Калій, ммоль/л	4,3-6,3	4,60±0,105	5,10±0,150	4,70±0,225	4,62±0,205	5,03±0,130
Натрій, ммоль/л	142-160	138,60±0,600	140,20±0,530	138,90±1,390	138,20±0,625	139,70±0,705
Кальцій, ммоль/л	2,3-2,9	2,21±0,150	2,50±0,060	2,51±0,070	2,46±0,040	2,23±0,120
Магній, ммоль/л	0,8-1,1	1,05±0,040	1,36±0,165	1,20±0,080	1,48±0,060	1,39,70±0,705
Фосфор, ммоль/л	1,3-2,4	1,13±0,200	1,30±0,115	0,94±0,110	1,11±0,150	1,44±0,190

Активність АСТ мала хвилеподібний характер. У вівцематок 1-ї дослідної групи її активність була найвища і становила  $17,8 \pm 3,860$  од/л, що на 3,6 од/л більше, ніж у вівцематок контрольної групи, але це перевищення було невірогідним. Зі збільшенням кількості суспензії мікроводорості хлорели в раціоні лактуючих вівцематок активність АСТ зменшувалася у тварин 2-ї і 3-ї дослідних груп на 3,6 од/л або на 20,2% та на 4,8 од/л або на 27% відповідно, але також не вірогідно.

У вівцематок 4-ї дослідної групи активність АСТ підвищилася порівняно з вівцематками контрольної групи на 2,2 од/л або на 15,5%, але була менша, ніж у вівцематок 1-ї дослідної групи на 1,4 од/л або на 7,9% ( $P \leq 0,95$ ).

Кількість загального білка, альбумінів і глобулінів у крові вівцематок контрольної і дослідних груп дещо змінювалася залежно від кількості введення до раціону суспензії мікроводорості хлорели. Більш високий вміст загального білка мали вівцематки 1-ї дослідної групи з найменшою кількістю суспензії мікроводорості в раціоні і становив  $65,40 \pm 2,550$  г/л, що більше порівняно з вівцематками контрольної групи на 1,6 г/л або на 2,5%. Зі збільшенням кількості суспензії мікроводорості хлорели в раціоні дослідних груп вівцематок суттєвих змін у кількості загального білка не встановлено. Кількість альбуміну у вівцематок дослідних груп була в межах норми, але вівцематки 1-ї дослідної групи порівняно з вівцематками інших дослідних груп мали більшу їх кількість відповідно: 2-ї групи – на 1,0 г/л або на 2,9%, 3-ї групи – на 2,0 г/л або на 6,1%, 4-ї групи – на 2,7 г/л або на 8,4%.

Вміст глобуліну у крові вівцематок дослідних груп також зменшувався зі збільшенням кількості у раціоні підсисних вівцематок суспензії мікроводорості хлорели з 30,6 г/л у вівцематок 1-ї

дослідної групи до 29,20 г/л у вівцематок 4-ї дослідної групи.

Напруження обміну речовин і енергії позначається на функціональному стані тварин, особливо лактуючих. Одержані дані підтверджують, що більша молочна продуктивність вівцематок супроводжується й більшою активністю ферментів крові. Вівцематки 4-ї дослідної групи мали найбільші показники АЛТ й достатньо високі показники білкового обміну і найвищу молочну продуктивність. Отже інтенсивність обміну речовин у лактуючих вівцематок тісно пов'язана з молочною продуктивністю, чому й сприяє введення до раціону суспензії мікроводорості хлорели.

**Висновки.** 1. Суспензія мікроводорості хлорели підвищує інтенсивність обміну речовин в організмі лактуючих вівцематок, що сприяє більшій їх молочній продуктивності та інтенсивності росту ягнят.

2. Згодовування лактуючим вівцематкам суспензії мікроводорості хлорели у перші 20 днів лактації з розрахунку 3; 5; 7; 9 мл на 1 кг живої маси сприяє збільшенню живої маси приплоду порівняно з контрольною групою відповідно: 1-й і 2-й дослідних групах – на 58,8%, 3-й дослідній групі – на 66,3%, 4-й дослідній групі – на 96,9% ( $P \geq 0,999$ ).

3. За молочною продуктивністю, вівцематки, яким згодовували суспензію мікроводорості хлорели, переважали своїх ровесниць, які не одержували цієї добавки, від 12,3 до 26,3 кг або у 2,6 – 4,4 рази ( $P \geq 0,999$ ).

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Богданов Н.И. Хлорелла: зеленый корм круглый год / Н.И. Богданов // Комбикорма. –2004. –№ 3. –С. 66.

2. Борисенко Е.Я., Баранов К.В., Лисицын А.Н. Практикум по разведению сельскохозяйственных животных. М.: 1982. С.35 – 38.
3. Золотарьова О.К. Перспективи використання мікрододоростей у біотехнології. – К.: Альтерпрес, 2008 –234 с
4. Карунський О.Й., Воронюк Т. Вплив суспензії хлорели на продуктивність та якість м'яса свиней, що знаходяться на відгодівлі / О. Й. Карунський, Т. Воронюк // *Зернові продукти і комбікорми* Вип. №3. 2020. С.59 – 64.
5. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников / Н. А. Плохинский. — М. : Колос, 1969. —352с.
6. *Интер'єр сільськогосподарських тварин : навч. посіб./* Й.З.Сірацький, Є.І.Федорович, Б.М.Гопка, та інші. –К.: Вища освіта, 2009. –280 с.
7. Штомпель М.В., Вовченко Б.О. Технологія виробництва продукції вівчарства: навч. видання .К.: Вища освіта. 2005. 343с.
8. Теоретичні та практичні основи технології виробництва продукції вівчарства / Ліннік В. С., Медведєв А. Ю., Прудніков В.Г. та інші. 2013. 238с.
9. Kashif M. Shaikh, Asha A. Nesamma, Malik Z. Abdin and Pavan P. Jutur, Evaluation of Growth and Lipid Profiles in Six Different Microalgal Strains for Biofuel Production, Conference Proceedings of the Second International Conference on Recent Advances in Bioenergy Research, 10.1007/978-981-10-6107-3\_1, (3-16), (2017).
10. Keijiro U. Method for producing Chlorella fermented food. 2011. United States Patent. Patent No.: US 7,914,832 B2.
11. Han J. G., Kang G. G., Kim J. K., Kim S. H. The present status and future of Chlorella. *Food Sci Ind.* 2002;6:64–69.

УДК К:619:338.24.021.8(470)  
619:614.2.(470+571)(083.132)

**Юшкова Лилия Яковлевна**

*доктор ветеринарных наук, профессор, г.н.с.  
заведующая лабораторией истории и организации ветеринарного дела,  
ИЭВСиДВ СФНЦА РАН),  
г. Новосибирск*

**Ким Анна Сергеевна**

*кандидат ветеринарных наук, с.н.с.,  
лаборатория истории и организации ветеринарного дела,*

**Немцев Борис Дмитриевич**

*с.н.с., лаборатория истории и организации ветеринарного дела  
ИЭВСиДВ ФГБУН Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН*

#### **ЗАТРАТЫ ВРЕМЕНИ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПОСТАНОВКЕ ПЦР И ИФА**

**Yushkova Lilia Yakovlevna**

*Doctor of Veterinary Sciences, Professor, N. S.,  
Head of the Laboratory of History and Organization of Veterinary Affairs,  
IEVSiDV SFNCA RAS),  
Novosibirsk,*

**Kim Anna Sergeevna**

*candidate of veterinary sciences, page of N of page,  
laboratory of history and organization of veterinary business,*

**Nemtsev Boris Dmitrievich**

*s.n.s., laboratory of the history and organization of veterinary affairs,  
IES and DV FSBUN Siberian Federal Scientific Center for  
Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences*

#### **TIME SPENT ON PERFORMING DIAGNOSTIC STUDIES FOR PCR AND ELISA**

DOI: 10.31618/ESSA.2782-1994.2021.1.69.46

**Аннотация** Хронометражные наблюдения проводятся для определения затрат времени на выполнение ветеринарных работ по их видам и элементам. Составили таблицы по *наименованию государственных ветеринарных услуг* в расчёте на исследование одной пробы патологического материала методом ПЦР затраты времени и ИФА. Полученные затраты времени по элементам работы в нескольких показателях замера составляют в статистические ряды. Определяется средняя арифметическая величина статистического ряда. Показатели используются для установления научно- обоснованных норм времени на выполнение различных ветеринарных работ. Норму времени на одного исполнителя обычно устанавливают в минутах, при выполнении работы группой исполнителей - в человека - минутах. Годовая норма затрат времени на подготовительно- заключительные работы определяется умножением дневной нормы затрат времени на количество рабочих дней в году, т.е. на 279 дней.

**Summary** have drawn up tables on the name of state technical services in the calculation for the study of one sample of pathological material by the PCR method, time consumption and IFA

*Ключевые слова: затраты времени, диагностические исследования ПЦР и ИФА*

*Key words: time expenditure, diagnostic studies of PCR and ELISA*

Трудоёмкость обслуживания животных зависит от многочисленных факторов: вида, пола, возраста и производственного назначения животных, продуктивности скота и птицы; системы содержания животных в зимний и летний периоды; продолжительности зимнего стойлового и летнего пастбищного периодов; условий пастбы животных; технологии работ на ферме; уровни и средств механизации работ; типа, размеров животноводческих помещений, их планировки и размещение оборудования; форм разделения и кооперации труда (Ю.Т. Бузилов).

Хронометражные наблюдения по видам и элементам работы проводятся по этапам: - подбор квалифицированных исполнителей с опытом работы не мене года; - разделение хронометражной работы на составляющие её элементы; - наблюдение за работой исполнителя и фиксация времени, затрачиваемого на каждый элемент работы; - обработка результатов хронометражных наблюдений. Учёт затрат рабочего времени по видам и элементам работы проводится в трёх

показателях с последующим исчислением их среднеарифметических величин. Хронометражные данные заносятся в наблюдательный лист.

По графам проставляется объём выполненной работы и текущее время работы по их элементам. При обработке хронометражных наблюдений по видам работ определяют продолжительность выполнения каждого элемента, входящего в данный вид работы, для чего из текущего времени окончания определённого элемента работы вычитают текущее время его начала. Полученные затраты времени по элементам работы в нескольких показателях замера составляют в статистические ряды. Определяется средняя арифметическая величина статистического ряда. Показатели используются для установления научно обоснованных норм времени на выполнение различных ветеринарных работ [1,2,3,4,5,6,7].

При диагностике инфекционных болезней в последние годы всё больше применяются полимеразная цепная реакция (ПЦР)[табл. 1,2,3]

Таб. 1

**Результаты изучения затрат рабочего времени на выполнение трудовых процессов при диагностике инфекционных болезней животных методом ПЦР**

Трудовые процессы, Комплексы приёмов	Затраты времени На 10 проб,мин	
	ветврача	лабор.
Подготовка патологического материала	52	130
Суспензирование и нейтрализация патологического материала	8	10
Центрифугирование патматериала	-	10
Получение надсадочной жидкости с ДНК	12	-
Внесение буферного раствора в пробирки	5	5
Помещение пробирок в амплификатор-прибор	-	2
Проведение первого раунда ПЦР ( амплификации)	180	10
Проведение второго раунда ПЦР ( амплификации)	130	15
Приготовление составных компонентов для электрофореза Буфера и установка электродов		
Электрофорез в агарозном ( полиакриламидном) геле	42	-
Окраска пластинки с агарозой в 1,7 %-ном растворе этидия бромид	10	-
Помещение агарозной пластинки на трансиллюминатор и фотографирование под ультрафиолетовыми лучами	20	-
Оценка реакции по электрофореграмме	15	-
Обработка рабочего места дезсредствами	-	10
Меры личной гигиены	3	5
Запись в журнале о проведённом исследовании	5	-
Всего	499	247
в том числе на 1 пробу	49,9	24,7

В расчёте на исследование одной пробы патологического материала методом ПЦР затраты времени составили: ветеринарного врача-49,9 мин., лаборанта-24,7 мин. В затратах труда ветеринарного врача 62,1% времени приходится на проведение двух раундов полимеразно - цепной

реакции. В структуре затрат труда лаборантов наибольший удельный вес занимают подготовка патологического материала (52,6%) и подготовка составных компонентов для проведения электрофореза (14,2%).

**Результаты изучения затрат рабочего времени при исследовании на туберкулёз крупного рогатого скота**

Трудовые процессы, комплексы приёмов	Затраты времени на один патматериал, мин	
	ветврача	лаборанта
Приём и регистрация патологического материала	3	7
Регистрация в журнале	5	-
Приготовление мазков	-	8
Окраска мазков по Циль-Нильсену	-	32
Микроскопия мазков	45	-
Осмотр и отбор патологического материала для бактериологического исследования	25	-
Предварительная обработка и гомогенизация	25	15
Обработка 10%-ным раствором серной кислоты	10	-
Посев на питательные среды	-	20
Парафинирование пробок	-	16
Заражение лабораторных животных (3 морские свинки)	15	15
Туберкулинизация лабораторных животных	16	7
Читка реакции перед биопробой и через 1 месяц	7	5
Окраска мазков из культуры по Циль-Нильсену	-	23
Изучение культуры (посев, биопроба)	40	27
Убой и вскрытие морских свинок	12	18
Приготовление, окраска, микроскопия мазков из органов морских свинок	25	19
Оформление экспертизы и выдача заключения	17	-
Вскрытие лабораторных животных, заражённых культурой	18	18
Идентификация	14	-
Просмотр посевов, контроль за подопытными животными	18	20
Выдача заключения	10	-

Всего

305 250

Установили, что в структуре затрат рабочего времени ветеринарного врача наибольший удельный вес занимает микроскопия мазков (23,0%), которую он осуществляет в два этапа.

У лаборанта иная структура затрат труда. Наибольший удельный вес занимает посев и изучение культуры (22,0%), окраска мазков (22,0%)

Таб. 3

**Нормы времени для оказания ветеринарных услуг проведения лабораторных исследований на вирусные болезни, час.**

Наименование государственных ветеринарных услуг	Единица измерения	Норма времени для оказания платной услуги, час.	
		ветеринарного врача	ветеринарного лаборанта
1	2	3	4
<b>1. Исследования вирусных болезней методом ПЦР</b>			
Аденовирусная инфекция (от 1 до 5 проб)	1 образец	3,3	1,6
Африканская чума свиней (от 1 до 5 проб)	1 образец	3,3	1,6
Африканская чума свиней (от 6 до 10 проб)	1 образец	3,3	1,6
Бруцеллёз (от 1 до 5 проб)	1 образец	3,3	1,6
Бруцеллёз (от 6 до 10 проб)	1 образец	3,3	1,6
Блютанг (от 1 до 5 проб)	1 образец	3,3	1,6
Блютанг (от 6 до 10 проб)	1 образец	3,3	1,6
Классическая чума свиней (от 1 до 5 проб)	1 образец	3,3	1,6
Классическая чума свиней (от 6 до 10 проб)	1 образец	3,3	1,6
Лейкоз (от 1 до 5 проб)	1 образец	3,3	1,6



## 2. Исследования вирусных болезней методом иммуно-ферментного анализа (ИФА) ( с использованием импортных наборов)

Аденовирусная инфекция (от 1 до 5 проб)	1 образец	1,0
Аденовирусная инфекция (от 6 до 10 проб)	1 образец	1,0
Исследования вирусных болезней методом иммуно-ферментного анализа (ИФА) ( с использованием отечественных наборов)		
Аденовирусная инфекция (от 1 до 5 проб)	1 образец	1,0
Аденовирусная инфекция (от 6 до 10 проб)	1 образец	1,0
Африканская чума свиней ( от 1 до 5 проб)	1 образец	1,0
Африканская чума свиней ( от 6 до 10 проб)	1 образец	1,0

## 3. Исследование на лейкоз:

РИД	1 образец	0,05	0,05
ИФА	1 образец	0,26	0,26
ПЦР	1 образец	0,26	0,26
Бруцеллэз ИФА	1 образец	1,5	1,5
Клебсиеллэз(ИФА)	1 образец	2,0	1,0

### Выводы

1. Изучением затрат рабочего времени работников ветеринарных лабораторий разработаны научно- обоснованные нормы времени на патологоанатомические, микроскопические, серологические, бактериологические, микологические, биологические, серологические, гематологические, гидрохимические, копрологические, биохимические, химикотоксикологические, и на комплексные исследования при отдельных инфекционных и инвазионных болезнях, а также на современные методы исследований ( ИФА, ПЦР, и т.д.).

2. Определено время основной работы, вспомогательной работы, выполнение оперативной работы. Установлено время непроизводительной работы, время регламентированных перерывов, время нерегламентированных перерывов. Установили оценку эффективности рабочего времени работы на основе ряда показателей, с целью планирования штатной численности ветеринарных врачей и лаборантов, рационального использования трудовых ресурсов.

### Литература

1. Нормы времени на выполнение ветеринарных работ на животноводческих фермах, комплексах и птицефабриках/ М.С. Ромашин [и др.]- Москва., 1984.- 150 с.

2. Юшкова, Л.Я. Научно-обоснованные нормы нагрузки животных на ветеринарных специалистов / Л.Я. Юшкова, В.Н. Павлов, М.А. Амироков, О.А. Рожков, Б.Н. Балыбердин [и др.] Новосибирск, 2007.

3. Юшкова, Л.Я. Средние затраты времени на оказание ветеринарных услуг / Л.Я. Юшкова, М.А. Амироков, А.В. Юдаков, Б.Н. Балыбердин // Ветеринария. – 2012. – № 2. – С. 18-20.

4. Юшкова, Л.Я. Определение затрат оперативного времени по видам работ и расчет стоимости ветеринарных услуг / Л.Я. Юшкова, Б.Н. Балыбердин // Вест. РАСХН. – 2013. – № 3. – С. 70-72.

5. Юшкова, Л.Я. Разработка проекта прецедента цен на платные ветеринарные услуги, оказываемые учреждениями государственной ветеринарной службы Новосибирской области / Л.Я. Юшкова, Б.Н. Балыбердин, Е.А. Карлова // Новосибирск, 2014. – 255 с.

6. Юшкова, Л.Я. Определение платы за оказание услуг государственными и ветеринарными учреждениями Иркутской области / Л.Я. Юшкова, И.В. Мельцов, Б.Н. Балыбердин [и др.] // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2015. – № 2. – С. 369-371.

7. Интернет ресурс - современные виды ветеринарных работ.

### LITERATURE:

1. Time for veterinary work on livestock farms, complexes and poultry farms/M.S. Romashin [et al]. - Moscow, 1984. - 150 p.

2. Yushkova, L.J. Scientific-based norms of animal load on veterinary specialists/L.J. Yushkova, V.N. Pavlov, M.A. Amirokov, O.A. Rozhkov, B.N. Balyberdin [etc.] Novosibirsk, 2007.

3. Yushkova, L.J. Average time spent on veterinary services/L.J. Yushkova, M.A. Amirokov, A.V. Yudakov, B.N. Balyberdin//Veterinary Science. - 2012. - № 2. - S. 18-20.

4. Yushkova, L.J. Determination of operating time costs by types of works and calculation of veterinary services cost/L.J. Yushkova, B.N. Balyberdin//West. RASKHN. - 2013. - № 3. - S. 70-72.

5. Yushkova, L.J. Development of the price list project for paid veterinary services provided by the institutions of the state veterinary service of the Novosibirsk region/L.J. Yushkova, B.N. Balyberdin, E.A. Karlovy//Novosibirsk, 2014. - 255 p.

6. Yushkova, L.J. Determination of fees for the provision of services by state and veterinary institutions of the Irkutsk region/L.J. Yushkova, I.V. Meltsov, B.N. Balyberdin [etc.]//Issues of regulatory and legal regulation in veterinary medicine. - 2015. - № 2. - S. 369-371.

7. Internet resources - modern types of veterinary works

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Biliaiev M.M.**

*Doctor of Technical Sciences, Professor  
Head of The Department «Hydraulics and Water Supply»,  
Dnipro National University of Railway Transport  
named after academician V. Lazaryan*

**Biliaieva V.V.**

*PhD, Associate Professor of  
The Department «Fluid Dynamics, Energy and Mass Transfer »,  
Oles Honchar Dnipro National University*

**Berlov O.V.**

*PhD, Associate Professor of The Department «Workplace Safety and Health»,  
State Higher Education Establishment  
«Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture»*

**Kozachyna V.A.**

*PhD, Senior lecturer of The Department « Hydraulics and water supply»,  
Dnipro National University of Railway Transport  
named after academician V. Lazaryan*

### NUMERICAL MODEL FOR AIR POLLUTION SIMULATION FROM ROAD TRANSPORT

**Біляєв Микола Миколайович**

*доктор технічних наук, професор,  
завідувач кафедри «Гідравліка та водопостачання»,  
Дніпровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна*

**Біляєва Вікторія Віталіївна**

*кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри «Аерогідромеханіка та енергомасоперенос»,  
Дніпровський національний університет імені Олеса Гончара*

**Берлов Олександр Вікторович**

*кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри «Безпека життєдіяльності»,  
ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»*

**Козачина Віталій Анатолійович**

*кандидат технічних наук, доцент,  
старший викладач кафедри «Гідравліка та водопостачання»,  
Дніпровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна*

### ЧИСЕЛЬНА МОДЕЛЬ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ ВІД АВТОТРАНСПОРТУ

DOI: 10.31618/ESSA.2782-1994.2021.1.69.45

**Summary.** The problem of air pollution modelling near road which is situated in complex terrain is under consideration. To simulate wind flow pattern in case of complex terrain Navier-Stokes's equations were used. Navier-Stokes's equations were written using Helmholtz variables. Numerical finite difference schemes of splitting were used for numerical integration of Navier-Stokes's equations. Equation of connective-diffusive pollutant transfer was used to simulate air pollution. Finite difference scheme of splitting was used for numerical integration of convective-diffusive equation of pollutant transfer. Computer code was developed on the basis of created numerical model. The results of a numerical experiment are presented.

**Анотація.** Розглядається задача прогнозування забруднення повітря біля автотраси, що розташована в умовах складного рельєфу. Для розрахунку поля повітряного потоку використовувалися рівняння Нав'є-Стокса. Рівняння Нав'є-Стокса були записані в змінних Гельмгольца. Для чисельного інтегрування рівнянь Нав'є-Стокса використовувалися різницеві схеми розщеплення. Моделювання процесу забруднення повітряного середовища здійснюється на базі рівняння конвективно-дифузійного переносу домішки. Для чисельного інтегрування рівняння переносу домішки використовується різницева схема розщеплення. Створено комп'ютерний код на базі розробленої чисельної моделі. Наведено результати обчислювального експерименту.

*Keywords: numerical simulation; air pollution, working area, road, protection barrier, complex terrain.*

*Ключові слова: чисельне моделювання; забруднення повітря, робоча зона, автотраса, захисний бар'єр, складний рельєф*

### Постановка проблеми.

Забруднення повітряного середовища викидами від автотранспорту є сучасною та важливою проблемою [4-9]. Дуже часто, автотраси розташовуються в умовах складного рельєфу місцевості. При проектуванні та реконструкції таких автотрас потрібно мати науково обгрунтовану інформацію, що до можливого рівня забруднення повітря та розробки заходів, що до зменшення негативного впливу автотрас на забруднення повітря. На практиці, методики прогнозування рівня забруднення повітря дуже часто не враховують рельєф місцевості, а також вплив різного роду бар'єрів на зниження забруднення повітря. Наприклад, це має місце при використанні моделей Гауса, нормативної методики ОНД-86 тощо. Тому для практики дуже важливо мати методи прогнозування забруднення повітря, що дозволяють врахувати ефект рельєфу, різного роду перешкод на формування поля забруднення біля автотраси.

**Мета роботи:** створення чисельної моделі для оцінювання рівня забруднення повітря в робочих зонах біля автотраси, що розташована в умовах складного рельєфу.

### Математична модель.

При рішенні задачі прогнозування рівня забруднення повітря в умовах складного рельєфу або при використанні захисних бар'єрів потрібно вирішити дві задачі. Перша задача – розрахунок поля швидкості повітряного потоку. Друга задача – це розрахунок процесу поширення забруднювача від автотранспорту. Для рішення першої задачі в даній роботі використовуються рівняння Нав'є-Стокса, що записані в змінних Гельмгольца [3]:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \frac{\partial uc}{\partial x} + \frac{\partial vc}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \mu_x \frac{\partial c}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \mu_y \frac{\partial c}{\partial y} \right) + \sum_{i=1}^N Q_i \delta(x - x_i) \delta(y - y_i) \quad (3)$$

$C$  – концентрація забруднювача;

$\mu_x, \mu_y$  – коефіцієнти турбулентної дифузії;

$Q$  – інтенсивність емісії забруднювача від автомобілів;

$\delta(x - x_i)\delta(y - y_i)$  – дельта функція Дірака;

$(x_i, y_i)$  – декартові координати;

$t$  – час.

Крайові умови для рівняння (3) такі:

1) на границі входу потоку:  $C=0$ ;

2) на границі виходу потоку:  $\frac{\partial c}{\partial n} \Big|_{\Gamma_2} = 0$ ;

3) на твердій границі та  $y = L_y$  ( $L_y$  – верхня границя області):

$$\frac{\partial c}{\partial n} = 0,$$

де  $n$  – одиничний вектор зовнішньої нормалі до поверхні.

Початкова умова має вигляд:  $C=0$ .

Розглянемо побудову чисельної моделі. Розрахунок здійснюється на прямокутній

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + \frac{\partial u\omega}{\partial x} + \frac{\partial v\omega}{\partial y} = \frac{1}{Re} \left( \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} \right) \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} = -\omega, \quad (2)$$

де:  $\omega = \partial v / \partial x - \partial u / \partial y$  – вихор;

$Re = V_0 L / \nu$  – число Рейнольдса;

$L$  – характерний розмір;

$V_0$  – характерна швидкість;

$\nu$  – кінематичний коефіцієнт в'язкості;

$\psi$  – функція току;

$u = \partial \psi / \partial y, v = -\partial \psi / \partial x$  – компоненти вектора швидкості повітряного потоку;

Для моделюючих рівнянь використовуються такі граничні умови [3]:

- тверді границі, а також верхня та нижня границі:

$$\psi|_{\Gamma} = const,$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial n} \Big|_{\Gamma} = 0.$$

- на границі втікання повітряного потоку задається значення  $u=f(y)$  та умова:

$$\psi|_{\text{вихід}} = \psi(y),$$

$$\omega = 0.$$

На межі виходу повітряного потоку задається «м'яка» умова [3].

Для рішення другої задачі використовується рівняння масопереносу [1, 3, 5]

різницевої сітці. Значення вихору визначається в центрах різницевих комірок, функція току визначається в вузлах різницевої сітки, концентрація забруднювача визначається в центрах різницевих комірок. Для формування вигляду розрахункової області (форма рельєфу, форма захисного бар'єру тощо) використовуються маркери [3].

Так, для рішення рівняння (1) здійснюється його розщеплення наступним чином:

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + \frac{\partial u\omega}{\partial x} + \frac{\partial v\omega}{\partial y} = 0, \quad (4)$$

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} = \frac{1}{Re} \left( \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} \right). \quad (5)$$

Для чисельного рішення рівняння переносу (4) використовується наступна схема розщеплення [3]:

- на першому кроці розщеплення різницевого рівняння має вигляд:

$$\frac{\omega_{i,j}^k - \omega_{i,j}^{n+1}}{\Delta t} + L_x^+ \omega^k + L_y^+ \omega^k = 0; \quad (6)$$

– на другому кроці розщеплення різницеве рівняння має вигляд:

$$\frac{\omega_{i,j}^{n+1} - \omega_{i,j}^k}{\Delta t} + L_x^- \omega^{n+1} + L_y^- \omega^{n+1} = 0. \quad (7)$$

В формулах (6), (7) використовуються такі залежності:

$$\frac{\partial u \omega}{\partial x} = \frac{\partial u^+ \omega}{\partial x} + \frac{\partial u^- \omega}{\partial x},$$

$$\frac{\partial v \omega}{\partial y} = \frac{\partial v^+ \omega}{\partial y} + \frac{\partial v^- \omega}{\partial y},$$

$$u^+ = \frac{u + |u|}{2}, \quad u^- = \frac{u - |u|}{2},$$

$$v^+ = \frac{v + |v|}{2}, \quad v^- = \frac{v - |v|}{2},$$

$$\frac{\partial u^+ \omega}{\partial x} \approx \frac{u_{i+1,j}^+ \omega_{i,j}^{n+1} - u_{i,j}^+ \omega_{i-1,j}^{n+1}}{\Delta x} = L_x^+ \omega^{n+1},$$

$$\frac{\partial u^- \omega}{\partial x} \approx \frac{u_{i+1,j}^- \omega_{i+1,j}^{n+1} - u_{i,j}^- \omega_{i,j}^{n+1}}{\Delta x} = L_x^- \omega^{n+1},$$

$$\frac{\partial v^+ \omega}{\partial y} \approx \frac{v_{i,j+1}^+ \omega_{i,j}^{n+1} - v_{i,j}^+ \omega_{i,j-1}^{n+1}}{\Delta y} = L_y^+ \omega^{n+1},$$

$$\frac{\partial v^- \omega}{\partial y} \approx \frac{v_{i,j+1}^- \omega_{i,j+1}^{n+1} - v_{i,j}^- \omega_{i,j}^{n+1}}{\Delta y} = L_y^- \omega^{n+1}.$$

Значення вихору на кожному кроці розщеплення (6) та (7) розраховується за явною формулою.

Для чисельного рішення рівняння (5) використовується така схема розщеплення [2]:

$$\frac{\omega_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} - \omega_{i,j}^n}{\Delta t} = \left[ \frac{-\omega_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + \omega_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}}}{Re \Delta x^2} \right] + \left[ \frac{-\omega_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + \omega_{i,j-1}^{n+\frac{1}{2}}}{Re \Delta y^2} \right],$$

$$\frac{\omega_{i,j}^{n+1} - \omega_{i,j}^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta t} = \left[ \frac{\omega_{i+1,j}^{n+1} - \omega_{i,j}^{n+1}}{\Delta x^2 Re} \right] + \left[ \frac{\omega_{i,j+1}^{n+1} - \omega_{i,j}^{n+1}}{\Delta y^2 Re} \right]. \quad (8)$$

Невідоме значення вихору на кожному кроці розщеплення (8) визначається за явною формулою.

Різницєва схема для чисельного рішення рівняння (2) має вигляд [2]:

$$\frac{\psi_{i+1,j,k} - 2\psi_{i,j,k} + \psi_{i-1,j,k}}{\Delta x^2} + \frac{\psi_{i,j+1,k} - 2\psi_{i,j,k} + \psi_{i,j-1,k}}{\Delta y^2} = -\omega_{i,j}. \quad (9)$$

Невідоме значення параметра  $\psi$  визначається з (9) за явною формулою.

Для чисельного інтегрування рівняння (3) використовується різницєва схема розщеплення, що розглянута в роботі [3].

**Результати.**

На базі розробленої чисельної моделі розв'язано наступну задачу. Розглядається викид NO на автотрасі, що розташована у виїмці. Досліджується вплив захисних бар'єрів на зниження рівня забруднення атмосферного повітря. При проведенні розрахунків швидкість повітряного потоку 1.7м/с; потік на вході в розрахункову область – рівномірний; коефіцієнти турбулентної дифузії 1.7м<sup>2</sup>/с, Re=10<sup>5</sup>.

Розглядаються такі сценарії:

1. Біля автотраси відсутні захисні бар'єри (сценарій №1, рис.1).
2. Використовується захисний бар'єр прямокутної форми, що розташовано в верхній частині виїмки; висота бар'єру 2.3м (сценарій №2, рис.2).
3. Використовується захисний бар'єр прямокутної форми, що розташовано в нижній частині виїмки (висота бар'єру 2м), крім цього, в верхній частині виїмки є бар'єр, що має «Г»-подібну форму, висота бар'єру 2.3м, довжина горизонтальної частини бар'єру 1м (сценарій №3, рис.3).

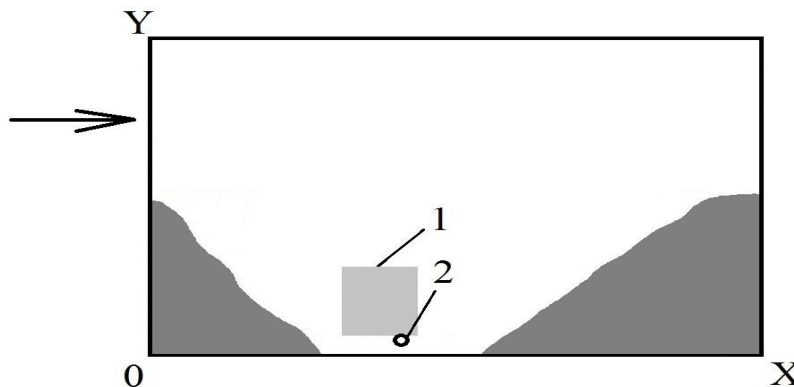


Рис. 1. Розрахункова схема, сценарій №1: 1 – корпус автомобіля; 2 – місце викиду димішки

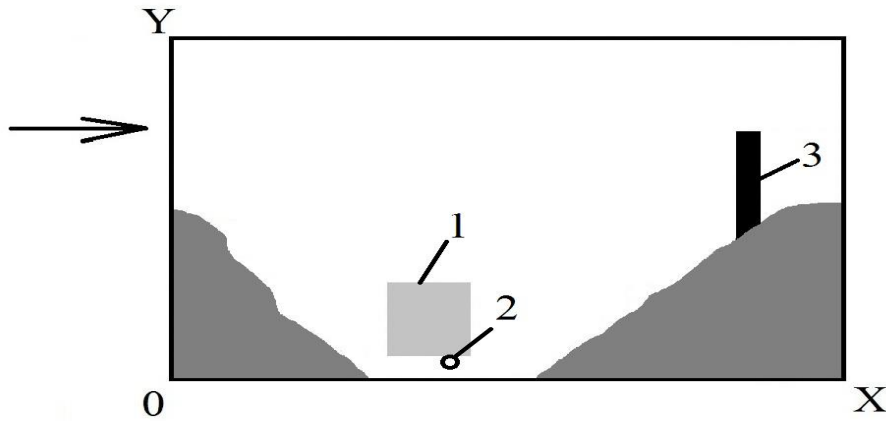


Рис. 2. Розрахункова схема, сценарій №2: 1 – корпус автомобіля; 2 – місце викиду димішки; 3 – бар’єр;

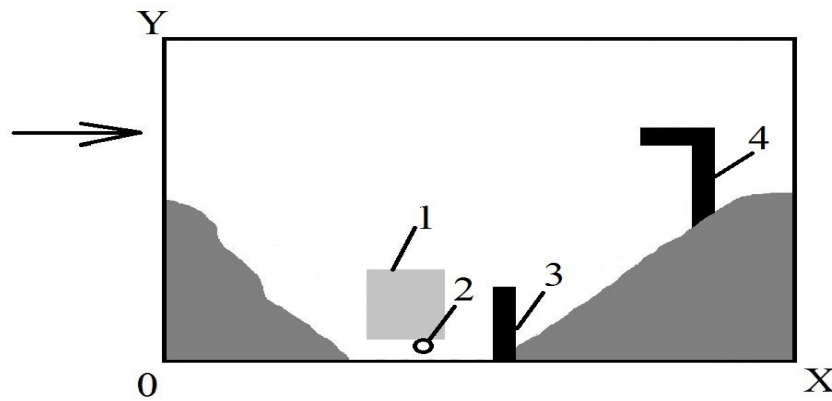


Рис. 3. Розрахункова схема, сценарій №3: 1 – корпус автомобіля; 2 – місце викиду димішки; 3 – бар’єр; 4 – бар’єр

На рис. 4-6 показано поле концентрації  $NO$  в розрахунковій області. Кожне число показує безрозмірну концентрацію забруднюючої речовини у відсотках від максимального її значення в

розрахунковій області. Цьому значенню концентрації відповідає число «99». Друк чисел здійснено в форматі «Integer», тобто без урахування дрібної частини числа.

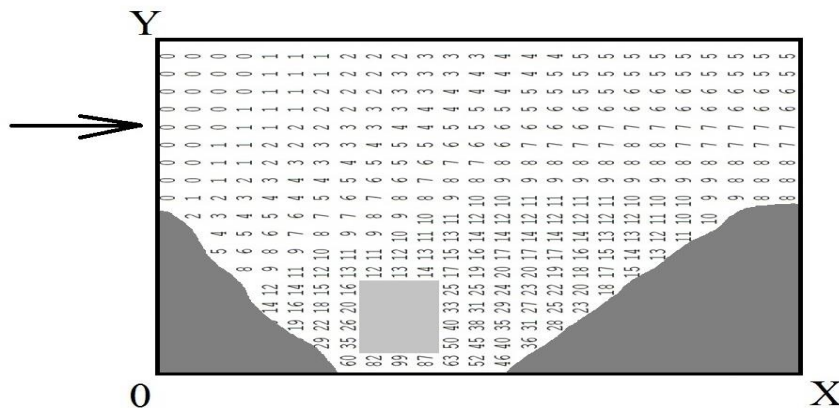


Рис. 4. Розподіл безрозмірного значення концентрації, сценарій № 1

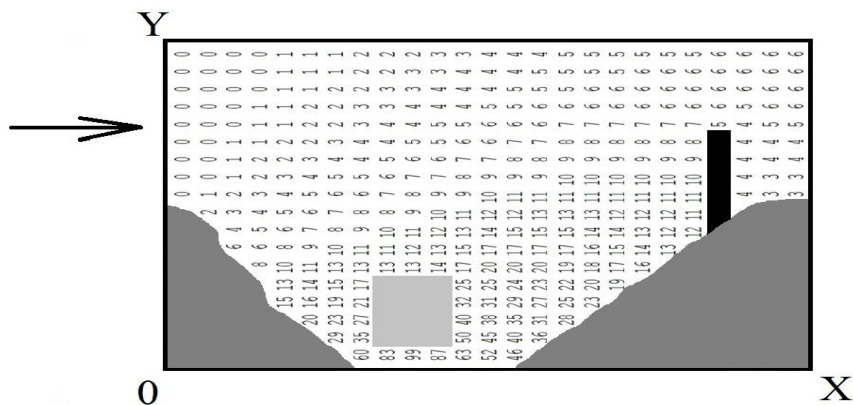


Рис. 5. Розподіл безрозмірного значення концентрації, сценарій № 2

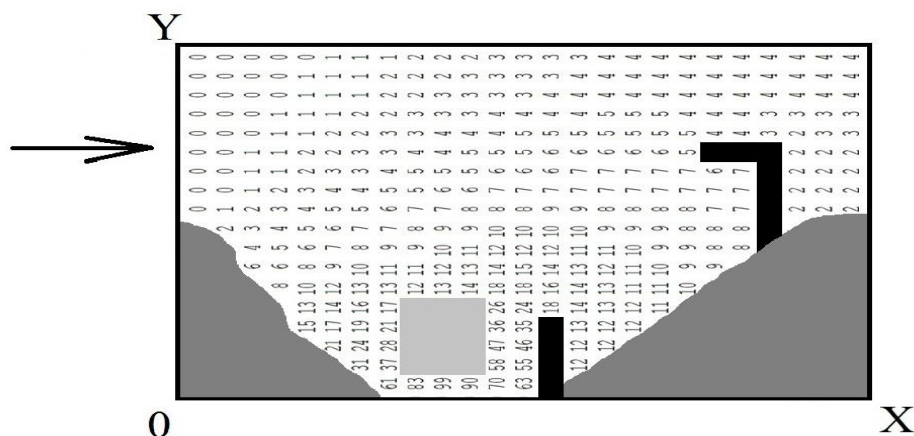


Рис. 6. Розподіл безрозмірного значення концентрації, сценарій №3

Як можна бачити з наведених рисунків, при використанні захисних бар'єрів концентрація забруднюючої речовини в зоні, що розташована на виході з виїмки, – суттєво зменшується.

В табл.1 показано безрозмірне значення концентрації домішки в точці, що розташована на висоті 1.7м та знаходиться на виході з виїмки (робоча зона).

Таблиця 1

Безрозмірне значення концентрації домішки на виході з виїмки

Сценарій	Значення концентрації
№1	1.01
№2	0.54
№3	0.37

З табл. 1 можна бачити, що ефективне зменшення концентрації забруднюючої речовини має місце при використанні сценарію №3: концентрація більш ніж вдвічі в порівнянні з сценарієм, коли захисні бар'єри відсутні. Таким чином, за допомогою розробленої моделі є можливість визначити раціональне розташування захисних бар'єрів для зменшення рівня забруднення повітряного середовища.

Відзначимо, що час розрахунку одного сценарію складає 15с.

**Висновки.**

Побудовано чисельну модель, що дає можливість методом обчислювального експерименту оцінювати ефективність використання захисних бар'єрів біля автотрас для зниження рівня забруднення повітря. Чисельна модель дозволяє врахувати складний рельєф

місцевості, де розташовується автотраса, та складну геометричну форму захисних бар'єрів.

Особливістю розробленої чисельної моделі є швидкість в отриманні результатів прогнозування.

В подальшому, планується створення тривимірної чисельної моделі оцінювання рівня забруднення повітряного середовища в умовах складного рельєфу.

**Список використаних джерел**

1. Марчук, Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды / Г. И. Марчук. – Москва : Наука, 1982. – 320 с.
2. Самарский, А. А. Теория разностных схем / А. А. Самарский. – Москва : Наука, 1983. – 616 с.
3. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде

/ М. З. Згуровский, В. В. Скопецкий, В. К. Хрущ, Н. Н. Беляев. – Киев : Наук. думка, 1997. – 368 с.

4. A new simplified NO/NO<sub>2</sub> conversion model under consideration of direct NO<sub>2</sub>-emissions / I. Doring, W. Bachlin, M. Ketzel, A. Baum, U. Friedrich, S. Wurzler // Meteorologische Zeitschrift. – 2011. – Vol. 20, №1. – P. 67-73.

5. Biliaiev M., Pshinko O., Rusakova T., Biliaieva V., Sladkowski A. Application of Local Exhaust Systems to Reduce Pollution Concentration near the Road. Transport Problems, Volume 15, Issue 4, Part 1, 2020, p.137-148. DOI: 10.21307/tp-2020-055

6. Deborah M.S. Madalozzo, Alexandre L. Braun and Armando M. Awruch, A numerical model for pollutant dispersion simulation in canyons. Mecanica Computacional Vol XXXI, pags. 211-235 (articulo complete) Alberto Cardona, Paul H. Kohan,

Ricardo D. Quinteros, Mario A. Storts (Eds) Salta, Argentina, 13-16 Nivembre 2012,

7. Numerical simulations and wind tunnel studies of pollutant dispersion in the urban street canyons with different height arrangements / Cheng-Hsin Chang, Jin-Shian Lin, Chii-Ming Cheng, Yung-Shan Hong // Journal of Marine Science and technology. – 2013. – Vol. 21, №2. – P. 119-126.

8. Overman, H. T. Simulation model for NO<sub>x</sub> distributions in a streey canyon with air purifying pavement : master thesis / H. T. Overman ; University of Twente. – Enschede, Netherlands, 2009. – 69 p.

9. Spatial Heterogeneity of Roadway Pollutant in Los Angeles / Wonsik C., Shishan Hu, Meilu He, Kozawa K. URL: [http://www.aqmd.gov/docs/default-source/technologyresearch/TechnologyForums/near-road-mitigationmeasures/near\\_road\\_mitigation-agenda-presentations.pdf](http://www.aqmd.gov/docs/default-source/technologyresearch/TechnologyForums/near-road-mitigationmeasures/near_road_mitigation-agenda-presentations.pdf) (Last accessed: 16.12.18)

**Ryabykh G.Y.**

*PhD in Mathematics,*

*Professor in Applied Mathematics & Computer sciences*

**Frolova N.V.**

*senior lecturer of the department «Mathematics»*

**Piskovatskov V.E.**

*Bachelor in Mathematics & Computer sciences*

**Ermakov A.S.**

*Bachelor in Mathematics & Computer sciences*

**Zairova J.Kh.**

*Bachelor in Mathematics & Computer sciences*

**Kouassi B.G**

*Master of Science in Mathematics & Computer sciences*

**Kokora A.U.**

*Master of Science in Civil Engineering*

## MATHEMATICAL MODEL OF NATURAL WATER AFRICAN REPUBLICS TREATMENT USING ANACARD NUTS WASTE

**Рябых Галина Юрьевна**

*кандидат физико-математических наук,  
профессор кафедры «Прикладная математика»*

**Фролова Наталья Владимировна**

*старший преподаватель кафедры «Математика»*

**Куасси Бру Гийом**

*магистр кафедры «Прикладная математика»*

**Кокора Ален Ульрих**

*магистр кафедры «Гражданское строительство»*

**Писковацков Владислав Эдуардович**

*бакалавр кафедры «Прикладная математика»*

**Ермаков Александр Сергеевич**

*бакалавр кафедры «Прикладная математика»*

**Заирова Джахангул Хайруллаевна**

*бакалавр кафедры «Прикладная математика»*

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ВОД АФРИКАНСКИХ РЕСПУБЛИК С ПОМОЩЬЮ ОТХОДОВ ОРЕХА АНАКАРД

**Summary.** The main pollutants of natural reservoirs are studied. The analysis of its' concentration in the Republic of Côte d'Ivoire reservoirs is carried out. An original technique purposed at waters purification is elaborated. It is tested successfully in 2018 purifying industrial wastewater from the receiving chamber of the Rostselmash plant. Respective mathematical model of water purification is developed.

**Аннотация.** Изучены основные загрязнители природных водоемов. Проведен анализ концентрации веществ в водоемах республики Кот-д'Ивуар. Предложен способ очистки воды, испытанный в 2018 году на производственных сточных водах из приемной камеры очистных сооружений машиностроительного завода «Ростсельмаш» и построена математическая модель очистки воды этим способом.

*Key words: water pollution, mathematical statistics, correlation analysis, Fourier series, water purification, mathematical model, differential equations.*

*Ключевые слова: загрязнение воды, математическая статистика, корреляционный анализ, ряд Фурье, очистка воды, математическая модель, дифференциальные уравнения.*

## ВВЕДЕНИЕ

Под загрязнением водных ресурсов понимают любые изменения физических, химических и биологических свойств воды в водоемах в связи со сбрасыванием в них жидких, твердых и газообразных веществ, которые причиняют или могут создать неудобства, делая воду данных водоемов опасной для использования, нанося ущерб народному хозяйству, здоровью и безопасности населения. Источниками загрязнения признаются объекты, с которых осуществляется сброс или иное поступление в водные объекты вредных веществ, ухудшающих качество поверхностных вод, ограничивающих их использование, а также негативно влияющих на состояние дна и береговых водных объектов. Загрязнение поверхностных и подземных вод можно распределить на такие типы [1]:

- механическое - повышение содержания механических примесей, свойственное в основном поверхностным видам загрязнений;
- химическое - наличие в воде органических и неорганических веществ токсического и нетоксического действия;
- бактериальное и биологическое - наличие в воде разнообразных патогенных микроорганизмов, грибов и мелких водорослей;
- радиоактивное - присутствие радиоактивных веществ в поверхностных или подземных водах;
- тепловое - выпуск в водоемы подогретых вод тепловых и атомных ЭС.

Основными источниками загрязнения и засорения водоемов является недостаточно очищенные сточные воды промышленных и коммунальных предприятий, крупных животноводческих комплексов, отходы производства при разработке рудных ископаемых; воды шахт, рудников, обработке и сплаве лесоматериалов; сбросы водного и железнодорожного транспорта; отходы первичной обработки льна, пестициды и т. д. Загрязняющие вещества, попадая в природные водоемы, приводят к качественным изменениям воды, которые в основном проявляются в изменении физических свойств воды, в частности, появление неприятных запахов, привкусов и т. д.); в изменении химического состава воды, в частности, появление в ней вредных веществ, в наличии плавающих веществ на поверхности воды и откладывании их на дне водоемов.

Сточные воды разделяют на три группы: фановые, или фекальные; хозяйственно-бытовые,

включающие стоки от камбуза, душей, прачечных и др.; подсланевые, или нефтесодержащие [2].

Для фановых сточных вод характерно высокое бактериальное загрязнение, а также органическое загрязнение (химическое потребление кислорода достигает мг/л.). Объем этих вод сравнительно невелик.

Хозяйственно бытовые сточные воды характеризуются невысоким органическим загрязнением. Эти сточные воды обычно сбрасываются за борт судна по мере образования. Сброс их запрещен только в зоне санитарной охраны.

Подсланевые воды образуются в машинных отделениях судов. Они отличаются высоким содержанием нефтепродуктов.

Производственные сточные воды загрязнены в основном отходами и выбросами производства. Количественный и качественный состав их разнообразен и зависит от отрасли промышленности, ее технологических процессов; их делят на две основные группы: содержащие неорганические примеси, в т. ч. и токсические, и содержащие яды.

К первой группе относятся сточные воды содовых, сульфатных, азотно-туковых заводов, обогатительных фабрик свинцовых, цинковых, никелевых руд и т. д., в которых содержатся кислоты, щелочи, ионы тяжелых металлов и др. Сточные воды этой группы в основном изменяют физические свойства воды.

Сточные воды второй группы сбрасывают нефтеперерабатывающие, нефтехимические заводы, предприятия органического синтеза, коксохимические и др. В стоках содержатся разные нефтепродукты, аммиак, альдегиды, смолы, фенолы и другие вредные вещества. Вредоносное действие сточных вод этой группы заключается главным образом в окислительных процессах, вследствие которых уменьшается содержание в воде кислорода, увеличивается биохимическая потребность в нем, ухудшаются органолептические показатели воды.

Загрязнение сточными водами в результате промышленного производства, а также коммунально-бытовыми стоками ведет к эвтрофикации водоемов – обогащению их питательными веществами, приводящему к чрезмерному развитию водорослей, и к гибели других водных экосистем с непроточной водой (озер, прудов), а иногда к заболачиванию местности [2].



Довольно вредным загрязнителем промышленных вод является фенол. Он содержится в сточных водах многих нефтехимических предприятий. При этом резко снижаются биологические процессы водоемов, процесс их самоочищения, вода приобретает специфический запах карболки.

На жизнь населения водоемов пагубно влияют сточные воды целлюлозно-бумажной промышленности. Окисление древесной массы сопровождается поглощением значительного количества кислорода, что приводит к гибели икры, мальков и взрослых рыб. Волокна и другие нерастворимые вещества засоряют воду и ухудшают ее физико-химические свойства. На рыбах и на их корме - беспозвоночных - неблагоприятно отражаются молевые сплавы. Из гниющей древесины и коры выделяются в воду различные дубильные вещества. Смола и другие экстрактивные продукты разлагаются и поглощают много кислорода, вызывая гибель рыбы, особенно молоди и икры. Кроме того, молевые сплавы сильно засоряют реки, а топляк нередко полностью забивает их дно, лишая рыб нерестилищ и кормовых мест.

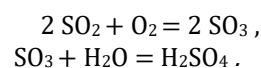
Нефть и нефтепродукты на современном этапе являются основными загрязнителями внутренних водоемов, вод и морей, Мирового океана. Попадая в водоемы, они создают разные формы загрязнения: плавающую на воде нефтяную пленку, растворенные или эмульгированные в воде нефтепродукты, осевшие на дно тяжелые фракции и т. д. Это затрудняет процессы фотосинтеза в воде из-за прекращения доступа солнечных лучей, а также вызывает гибель растений и животных. При этом изменяется запах, вкус, окраска, поверхностное натяжение, вязкость воды, уменьшается количество кислорода, появляются вредные органические вещества, вода приобретает токсические свойства и представляет угрозу не только для человека. 12 г нефти делают непригодной для употребления тонну воды. Каждая тонна нефти создает нефтяную пленку на площади до 12 кв. км. Восстановление пораженных экосистем занимает 10-15 лет.

Цели данного исследования — собрать и проанализировать данные о загрязнении воды в республике Кот-д'Ивуар и регионе Димбокро, разработать математические модели загрязнения и очистки региональных сточных вод, а также разработать эффективную технологию их кондиционирования, предложить дешёвый и доступный способ очистки.

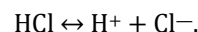
### 1. Краткое описание вредных веществ, загрязняющих воду

1. *Сульфаты* — распространенные компоненты природных вод. Их присутствие в воде обусловлено растворением некоторых минералов — природных сульфатов (гипс), а также переносом с дождями содержащихся в воздухе сульфатов. Последние образуются при реакциях окисления в атмосфере оксида серы (IV) до оксида серы (VI),

образования серной кислоты и ее нейтрализации (полной или частичной) [3]:



2. *Хлориды*: Хлороводородная кислота представляет собой одноосновную кислоту, которая подвергается диссоциации в водном растворе согласно следующему уравнению [3]:

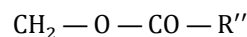
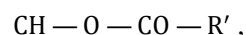
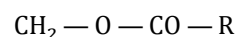


тем самым образуя соли — хлориды (NaCl — хлорид натрия, CaCl<sub>2</sub> — хлорид кальция, AlCl<sub>3</sub> — хлорид алюминия и т.д.).

3. *Азот (общий)* — это сумма минерального и органического азота. Азотсодержащие неорганические вещества — это аммоний, нитраты и нитриты, практически всегда присутствуют во всех водах (включая подземные) [4]. Их повышенное содержание свидетельствует о наличии в воде органического вещества животного происхождения (мочевины, белков и др.).

4. *Нитраты* — соли азотной кислоты, например, NaNO<sub>3</sub>, KNO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Они являются нормальными продуктами обмена азотистых веществ любого живого организма — растительного и животного, поэтому «безнитратных» продуктов в природе не бывает.

5. *Жиры и масла* — природные соединения, находящиеся в тканях животных, растений, в семенах и плодах различных растений, в некоторых микроорганизмах. Как правило, это смеси, состоящие из полных эфиров глицерина и жирных кислот и имеющие состав:



где R, R' и R — углеводородные остатки (радикалы) жирных кислот, содержащие от 4 до 26 атомов углерода.

6. *Фенол (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH)* — простейший представитель класса фенолов. Основными источниками образования фенольных сточных вод являются предприятия термической обработки топлива. Это коксохимические, коксогазовые заводы, заводы полукоксования, газогенераторные станции, предприятия термической обработки дерева, искусственного жидкого топлива.

7. *Свинец (Pb)* — от латинского слова «plumbum» — расположен шестом периоде в IVB группе Периодической таблицы Д.И. Менделеева. Относится к элементам d-семейства. Металл. Относительная атомная масса свинца равна 207,2 а.е.м.

К тяжелым металлам относят свинец, медь, кадмий, цинк, хром, никель, кобальт, марганец,

железо, ртуть. Присутствуют они в сточных водах процессов гальванического покрытия металлами и многих металлургических процессов, встречаются они в самых разнообразных сточных водах тяжелой и легкой промышленности, а также и в шахтных водах.

8. *Ртуть* — элемент шестого периода периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева с атомным номером 80, относящийся к подгруппе цинка (побочной подгруппе II группы). Простое вещество ртуть — переходный металл, при комнатной температуре представляющий собой тяжёлую серебристо-белую жидкость, пары которой чрезвычайно ядовиты. Ртуть в очень малых количествах присутствует в поверхностных природных водах, основным ее хранилищем в водных системах являются донные отложения.

## 2. Данные о загрязнении водоемов республики Кот-д'Ивуар

Исходные данные получены непосредственно в республике Кот-д'Ивуар в ходе работы над диссертационным проектом Б.Г. Куасси [4]. В рамках того проекта данные прошли предварительную обработку, достаточную для эскизного проектирования системы очистки вод. А целью настоящего исследования, является довести систему очистки вод до совершенства. Для этого мы разработаем модели загрязнения и очистки, которые в дальнейшем будут использованы для улучшения экологической обстановки Африканских республик.

### 2.1 Обработка данных

Для наглядности, данные будут представлены в виде таблиц и графиков. Для построения графиков используем прикладной пакет Microsoft Excel. Microsoft Excel (полное название Microsoft Office Excel) — программа для работы с электронными таблицами, созданная корпорацией Microsoft для Microsoft Windows, Windows NT и Mac OS. Входит в состав пакета Microsoft Office. При помощи Excel можно анализировать большие массивы данных. В Excel можно использовать более 600 математических, статистических, финансовых и других специализированных функций, связывать различные таблицы между собой, выбирать произвольные форматы представления данных. Для графического представления данных помимо нескольких десятков встроенных типов диаграмм, можно создавать свои, настраиваемые типы, помогающие наглядно отразить тематику диаграммы.

Некоторые графики содержат приближение к линейному тренду. Задача выбора функции

заключается в подборе по фактическим данным формы зависимости так, чтобы разница между исходными ( $Y$ ) и расчетными ( $y$ ) данными, образующими линию тренда, была минимальной (1).

Соответственно рассчитываются параметры тренда, минимизирующие отклонения расчетных значений от фактических.

Тренд может быть выражен любой функцией, например:

- линейной, вида  $y = a + b \cdot x$ ;
- гиперболической, вида  $y = a + \frac{b}{x}$ ;
- параболической, вида  $y = a + b \cdot x + c \cdot x^2$ .

В данной работе вид тренда принимается линейным:  $y = a + b \cdot x$ , где  $y$  — исследуемая переменная или зависимая переменная;  $x$  — число, определяющее позицию (второй, третий и т.д.) года в периоде прогнозирования или независимая переменная.

При линейной аппроксимации связи между двумя параметрами для нахождения эмпирических коэффициентов линейной функции обычно используется метод наименьших квадратов. Суть метода состоит в том, что линейная функция «наилучшего соответствия» проходит ближайшим образом к экспериментальным точкам графика. Математически условие близости исходных точек и аппроксимирующей прямой записывается следующим образом [5]:

$$S(a, b) = \sum_{i=1}^{i=n} (y_i - a - b \cdot x_i)^2 \rightarrow \min \quad (1)$$

где  $n$  — объем исследуемой совокупности (число единиц наблюдений).

Значения эмпирических констант  $a$  и  $b$  определяются по формуле:

$$\Delta b = \sum_{i=1}^{i=n} y_i \cdot \sum_{i=1}^{i=n} x_i - n \cdot \sum_{i=1}^{i=n} x_i y_i \quad (2)$$

$$\Delta a = \sum_{i=1}^{i=n} x_i \cdot \sum_{i=1}^{i=n} y_i x_i - \sum_{i=1}^{i=n} x_i^2 \cdot \sum_{i=1}^{i=n} y_i \quad (3)$$

Данный алгоритм реализован в системе построения графиков Excel, кроме того алгоритм выдает автоматически степень достоверности модели.

### 2.2 Представление данных

Данные годовых выбросов сульфатов, хлоридов, азота, нитратов, жиров и масел, фенола, свинца и ртути в водный бассейн республики Кот-д'Ивуар за период 2010 – 2019 годы показаны в табл. 1-8, а их графические образы и формульные представления приведены на рис. 1-8:





Таблица 5

Годовые выбросы жиров и масел в водоемы в усл. ед.										
Годы	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Выбросы в усл. ед.	7,2	5,7	5,8	4,9	4,1	3,4	2,9	2,8	2,2	2,1
Выбросы по модели	6,618	6,0598	5,5016	4,9434	4,3852	3,827	3,2688	2,7106	2,1524	1,5942
Абсол. Погрешность	-0,582	0,3598	-0,2984	0,0434	0,2852	0,427	0,3688	-0,0894	-0,0476	-0,5058
Абсол. Погрешность в	0,338724	0,12946	0,08904	0,00188	0,08134	0,18233	0,13601	0,00799	0,00227	0,25583
Относительная погреш	-0,08083333	0,06312	-0,05145	0,00886	0,06956	0,12559	0,12717	-0,03193	-0,02164	-0,24086
Относ погр в кв.	0,006534028	0,00398	0,00265	7,8E-05	0,00484	0,01577	0,01617	0,00102	0,00047	0,05801
Корреляция	0,976995463	0,95452								

### Выбросы жиров и масел в усл. ед.

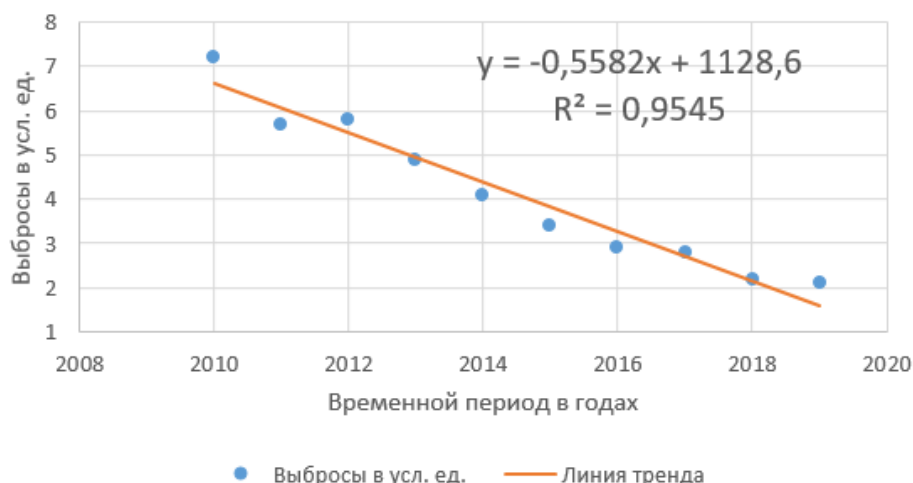


Рисунок 5. — График модели поступления жиров и масел в водоемы и построение соответствующего линейного тренда в период 2010 – 2019 гг

Таблица 6

Годовые выбросы фенола в водоемы в усл. ед.										
Годы	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Выбросы в усл. ед.	39,9	32,6	30,7	25,8	28	24,5	22,4	20,2	17,7	16,1
Выбросы по модели	36,285	33,9535	31,622	29,2905	26,959	24,6275	22,296	19,9645	17,633	15,3015
Абсол. Погрешность	-3,615	1,3535	0,922	3,4905	-1,041	0,1275	-0,104	-0,2355	-0,067	-0,7985
Абсол. Погрешность в	13,068225	1,83196	0,85008	12,1836	1,08368	0,01626	0,01082	0,05546	0,00449	0,6376
Относительная погреш	-0,0906015	0,04152	0,03003	0,13529	-0,03718	0,0052	-0,00464	-0,01166	-0,00379	-0,0496
Относ погр в кв.	0,008208632	0,00172	0,0009	0,0183	0,00138	2,7E-05	2,2E-05	0,00014	1,4E-05	0,00246
Корреляция	0,968403485	0,93781								

### Выбросы фенола в усл. ед.

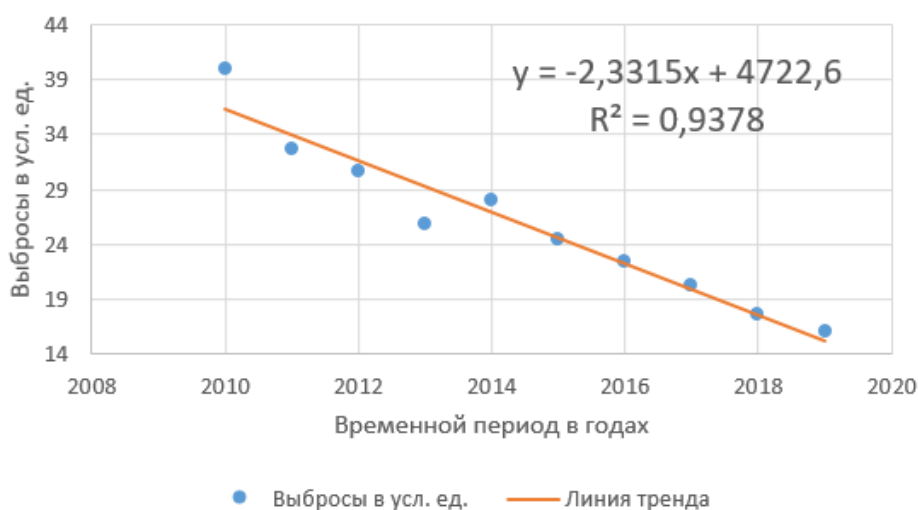
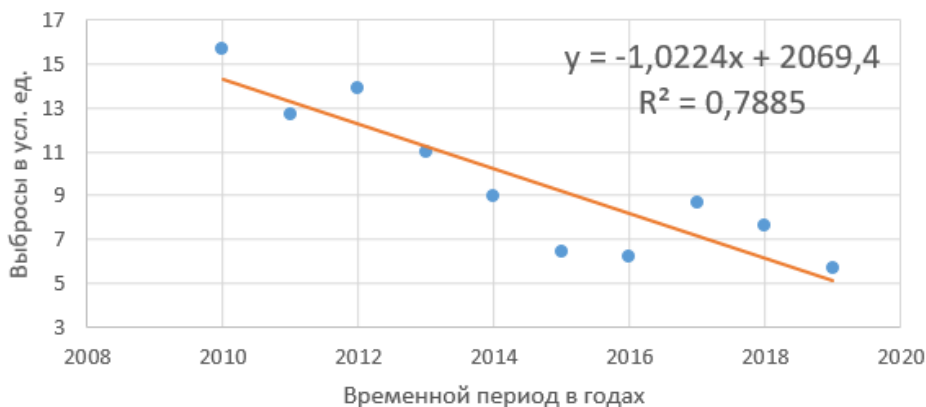


Рисунок 6. — График модели поступления фенола в водоемы и построение соответствующего линейного тренда в период 2010 – 2019 гг

Таблица 7

Годовые выбросы свинца в водоемы в усл. ед.												
Годы	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019		
Выбросы в усл. ед.	15,7	12,7	13,9	11	9	6,4	6,2	8,7	7,6	5,7		
Выбросы по модели	14,376	13,3536	12,3312	11,3088	10,2864	9,264	8,2416	7,2192	6,1968	5,1744		
Абсол. Погрешность	-1,324	0,6536	-1,5688	0,3088	1,2864	2,864	2,0416	-1,4808	-1,4032	-0,5256		
Абсол. Погрешность в	1,752976	0,42719	2,46113	0,09536	1,65482	8,2025	4,16813	2,19277	1,96897	0,27626		
Относительная погрещ	-0,08433121	0,05146	-0,11286	0,02807	0,14293	0,4475	0,32929	-0,17021	-0,18463	-0,09221		
Относ погр в кв.	0,007111753	0,00265	0,01274	0,00079	0,02043	0,20026	0,10843	0,02897	0,03409	0,0085		
Корреляция	0,887995964	0,78854										
											Среднее	Максимальная
											0,0852	2,864
											0,0355	0,4475
											0,2059	

Выбросы свинца в усл. ед.



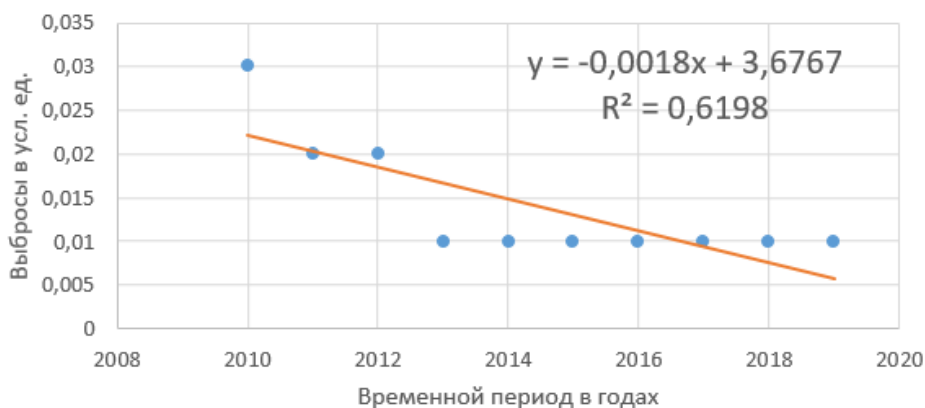
● Выбросы в усл. ед. — Линия тренда

Рисунок 7 — График модели поступления свинца в водоемы и построение соответствующего линейного тренда в период 2010 – 2019 гг

Таблица 8

Годовые выбросы ртути в водоемы в усл. ед.												
Годы	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019		
Выбросы в усл. ед.	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		
Выбросы по модели	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1		
Выбросы по модели	0,0587	0,0569	0,0551	0,0533	0,0515	0,0497	0,0479	0,0461	0,0443	0,0425		
Абсол. Погрешность	-2,9413	-1,9431	-1,9449	-0,9467	-0,9485	-0,9503	-0,9521	-0,9539	-0,9557	-0,9575		
Абсол. Погрешность в	8,65124569	3,77564	3,78264	0,89624	0,89965	0,90307	0,90649	0,90993	0,91336	0,91681		
Относительная погрещ	-0,98043333	-0,97155	-0,97245	-0,9467	-0,9485	-0,9503	-0,9521	-0,9539	-0,9557	-0,9575		
Относ погр в кв.	0,961249521	0,94391	0,94566	0,89624	0,89965	0,90307	0,90649	0,90993	0,91336	0,91681		
Корреляция	0,787295822	0,61983										
											Среднее	Максимальная
											-1,3494	2,9413
											0,95891	0,98043

Выбросы ртути в усл. ед.



● Выбросы в усл. ед. — Линия тренда

Рисунок 8. — График модели поступления ртути в водоемы и построение соответствующего линейного тренда в период 2010 – 2019 гг

Анализ данных по загрязнению природной воды и полученные математические модели показывают, что для нитратов (хотя пока их уровень в пределах нормы) наблюдается опасное

увеличение концентрации. Выбросы всех прочих вредных веществ ежегодно сокращаются.

Для выявления связи между динамикой различных вредных веществ, поступающих в водоемы республики Кот-д'Ивуар за последние 10 лет мы провели корреляционный анализ, составили корреляционную матрицу. Раскрашивая матрицу в зависимости от уровня корреляции, мы видим, что

жиры и масла высоко коррелируют с наибольшим числом компонентов. Отрицательно коррелируют с веществами только нитраты, что означает, что другие вещества выбрасываются в реку в меньших количествах, а выбросы нитратов увеличиваются.

Результаты корреляционного анализа представлены в таблице 9 и на рисунке 9.

Таблица 9.

Корреляционная матрица загрязнений								
	Сульфаты	Хлориды	Оксид азота (IV)	Нитраты	Жиры и масла	Фенол	Свинец	Ртуть
Сульфаты	1	0,76353	0,59392	-0,47425	0,65952	0,72088	0,55582	0,75341
Хлориды	0,763526461	1	0,56024	-0,51555	0,84393	0,77067	0,87097	0,78526
Оксид азота (IV)	0,593921949	0,56024	1	-0,56403	0,68165	0,79488	0,63988	0,67979
Нитраты	-0,47424983	-0,51555	-0,56403	1	-0,718	-0,7671	-0,61517	-0,54976
Жиры и масла	0,659524894	0,84393	0,68165	-0,718	1	0,96917	0,94677	0,86907
Фенол	0,720878514	0,77067	0,79488	-0,7671	0,96917	1	0,8817	0,87071
Свинец	0,555824152	0,87097	0,63988	-0,61517	0,94677	0,8817	1	0,87706
Ртуть	0,753410575	0,78526	0,67979	-0,54976	0,86907	0,87071	0,87706	1
Средний коэф. коррел.	0,571604589	0,63488	0,54829	-0,40048	0,65651	0,65511	0,64463	0,66069

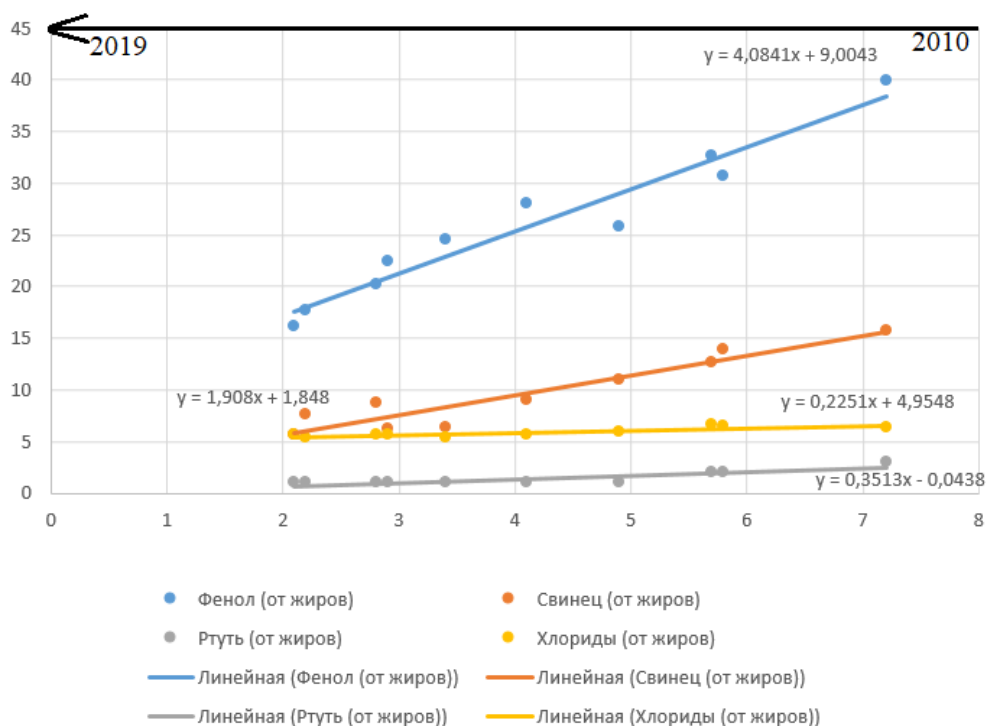


Рисунок 9. — Линейная зависимость различных вредных веществ относительно жиров и масел

В ходе сбора данных по составу вод, удалось обнаружить подборку сведений о ежемесячном поступлении загрязнения нитратами воды. Выявлено, что в разные месяцы это поступление существенно неодинаково. Для учета сезонности в нашу трендовую модель мы решили добавить соответствующую модель – быстрых регулярных изменений.

Из года в год загрязнение растет плавно, но в течение года показатели сильно разнятся. Мы хотим учесть это обстоятельство, предположив, что динамика внутригодовых колебаний повторяется.

Т.е. существует некая периодичность. Представив исходную кусочно-линейную функцию в пределах года, мы выявили, что на 12 отрезках она однозначно удовлетворяет условиям Дирихле [6], поэтому представили эти данные с помощью Фурье разложения на интервале один год.

$$y = f(x) = \sum_i \left[ y_i + \frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i} \cdot (x - x_i) \right] \cdot H(x - x_i) \cdot H(x_{i+1} - x), \quad (4)$$

где,  $i$  – номер интервала;  $I$  – число интервалов;  $H(x)$  – функция Хевисайда.

Согласно методу Фурье разложения, эта функция представима в виде ряда

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^N (a_n \cdot \cos\left(\frac{\pi n x}{l}\right) + b_n \cdot \sin\left(\frac{\pi n x}{l}\right)), \quad (5)$$

коэффициенты которого  $a_n$  и  $b_n$  считаются по формулам:

$$a_n = \frac{1}{l} \cdot \int_{-l}^l f(x) \cdot \cos\left(\frac{\pi n x}{l}\right) dx, \quad (6)$$

$$b_n = \frac{1}{l} \cdot \int_{-l}^l f(x) \cdot \sin\left(\frac{\pi n x}{l}\right) dx \quad (7)$$

Построив график Фурье-разложения в Mathcad, получили картину помесечных выбросов нитратов в течение года (рис. 10).

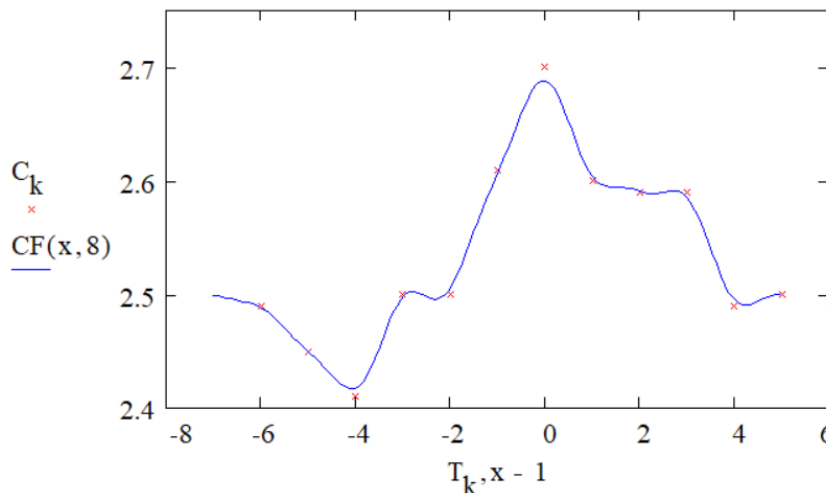


Рисунок 10. — График помесечных выбросов нитратов на интервале один год В совокупности модель долгосрочного тренда (см. рис. 4)

$$y = 5,6461x - 10967 \quad (8)$$

и внутригодовой быстрой динамики (5) - (7) комбинируются в общее уравнение

$$f(t) = \left[ -10967 + 5,6461 \cdot \left( 2010 + \frac{t + 6}{12} \right) \right] \cdot \frac{\frac{a_0}{2} + \left( \sum_{i=1}^8 a_i \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot i \cdot t}{6}\right) + \sum_{i=1}^8 b_i \cdot \sin\left(\frac{\pi \cdot i \cdot t}{6}\right) \right)}{\frac{a_0}{2}} \quad (9)$$

Графический образ функции (9) показан на рис. 11; на нем же приведены фактические данные:

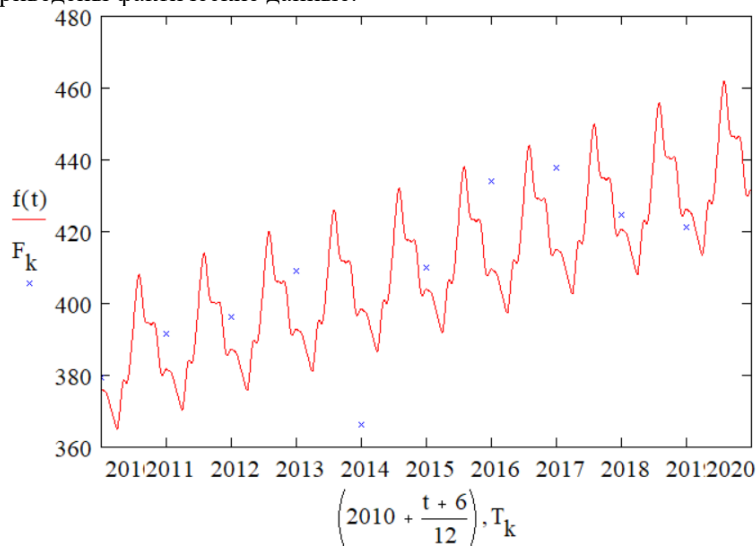


Рисунок 11. — Сезонная модель выбросов нитратов в воды республики Кот-д’Ивуар согласно (9) — сплошная линия в сопоставлении с данными измерений — точки



### 3. Анализ химического состава подземных вод в регионе Димбокро

Таблица 10

#### Физико-химические показатели подземных вод в регионе Димбокро

№	Показатели	Единица	Мин.	Макс.	Средний	Норма OMS
1	pH	мг/л	5,12	8,31	6,58	6,5-8,5
2	Проводимость	μS/cm (мкСм/см)	106	1535,00	391,40	-
3	Температура	°C	21,40	31,60	27,18	-
4	Мутность	NTU (1NTU = 0.58мг/л)	0,33	3,49	0,79	≤5
5	Цветность	UCV (°ПКШ)	-	-	-	≤15
6	<b>Марганец (Mn)</b>	<b>мг/л</b>	<b>0</b>	<b>0,9</b>	<b>0,04</b>	≤0,1
7	<b>Железо (Fe)</b>	<b>мг/л</b>	<b>0</b>	<b>2,5</b>	<b>0,19</b>	≤0,3
8	Кальций (Ca <sup>2+</sup> )	мг/л	4,01	155,00	32,51	
9	Mg <sup>2+</sup>	мг/л	1,94	48,60	13,02	
10	Натрий (Na <sup>+</sup> )	мг/л	0,95	7,06	3,27	
11	Калий (K <sup>+</sup> )	мг/л	0,42	3,14	1,46	≤ 12
12	Гидрокарбонат (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	мг/л	61	451,40	209,05	
13	Хлор (Cl <sup>-</sup> )	мг/л	3,55	92,20	17,61	≤ 250
14	Нитрат (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	мг/л	0	27,00	1,5	≤ 50
15	Сульфат (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	мг/л	0	26,00	5,09	≤ 250
16	Аммоний (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	мг/л	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,5
17	ТН общий	O <sub>F</sub>	2,80	58,48	13,42	
18	Окисляемость (KMnO <sub>4</sub> )	мг O <sub>2</sub> /л	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5

Из приведенных данных видно, что в период ливневых сбросов природной воды наблюдается значительное превышение нормального уровня для марганца и железа.

Таблица 11

		Ежемесячные выбросы марганца в мг/л											
Месяцы	Выбросы	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Выбросы		0,3	0,2	0,16	0,2	0,03	0,03	0,04	0,03	0,06	0,06	0,05	0,16

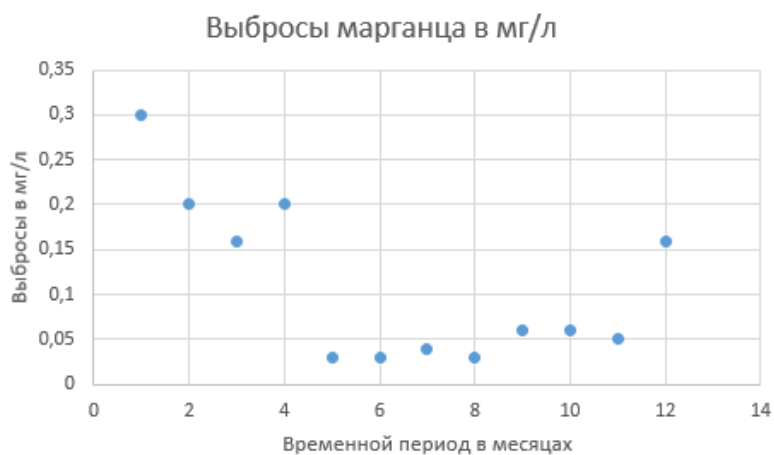


Рисунок 12. — Помесячное загрязнение марганцем

Таблица 12

		Ежемесячные выбросы железа в мг/л											
Месяцы	Выбросы	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Выбросы		0,16	0,18	0,2	0,01	0,01	0,34	0,47	0,31	0,01	0,02	0,04	0,11

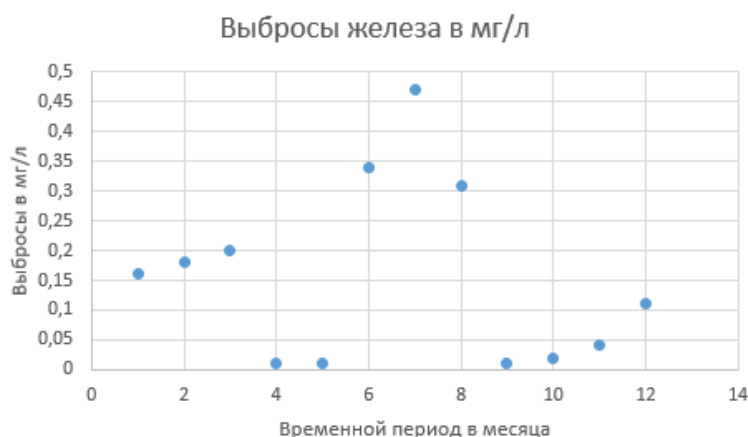


Рисунок 13. — Помесячное загрязнение железом

Согласно имеющимся данным экологического мониторинга, химический состав воды в республике Кот-д'Ивуар в период дождей, не удовлетворяет нормам Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) по марганцу и железу. Таким образом, процесс очистки воды является актуальным.

#### 4. Использование скорлупы ореха анакард для очистки воды от марганца и железа

Активированный уголь (АУ) — это реагент, широко используемый при очистке жидких или газообразных стоков. Он устраняет путем адсорбции все или часть веществ, отвечающих за вкус, запах или цвет водных стоков, а также природных или ксенобиотических органических загрязнителей, а также ионы металлов в воде. АУ может быть получен из любого типа органического твердого материала, такого как торф, древесина и другая лигноцеллюлозная биомасса, плодовые оболочки или косточки.

Республика Кот-д'Ивуар является ведущим производителем орехов анакард в Африке. В последние годы его производство постоянно увеличивается: 380 000 тонн в 2010 году, 450 000 тонн в 2012 году, более 700 000 тонн в 2015, 725 000 тонн в 2016 году и 750 000 тонн в 2018 году, что соответствует почти 1/4 мирового производства. После извлечения миндаля из орехов, СОА является ненужным продуктом. В литературе отходы СОА были предметом исследований для производства энергии. С другой стороны, подготовка активированного угля (АУ) из СОА мало изучена. Активированный уголь предлагает множество применений в области очистки воды и газообразных сточных вод.

Основными характеристиками АУ (сорбента) являются: элементный состав, зольность, пористость, удельная поверхность, размер пор, поверхностные функции, рентгенофазовые характеристики.

Для микропористых сорбентов с широким распределением пор изотермы адсорбции паров хорошо аппроксимируются двучленным уравнением Дубинина - Радускевича о распределении степени заполнения микропор по

дифференциальной мольной работе адсорбции  $-A$ , характеризующей размер микропор. Приводимое ниже уравнение Дубинина - Радускевича характеризует

две однородные микропористые структуры с параметрами соответственно  $V_{01}$  и  $E_{01}$ , и  $V_{02}$ , и  $E_{02}$ :

$$V = V_{01} \cdot e^{-\left(\frac{A}{E_{01}}\right)^2} + V_{02} \cdot e^{-\left(\frac{A}{E_{02}}\right)^2} \quad (10)$$

где:  $V$  — текущая величина адсорбции, выраженная через объем жидкости,  $\text{см}^3/\text{г}$   $V_{01}$  — предельный объем адсорбционного пространства микропор;  $E_{01}$  — характеристическая энергия адсорбции в микропорах стандартного пара;  $V_{02}$  и  $E_{02}$  — объем супермикропор и характеристическая энергия, соответственно.

Изучение физико-химических характеристик карбонизата скорлупы орехов кешью и активированных углей, полученных из них путем физической активации, позволяет сделать следующие выводы:

- Обработка измельченных СОА (фракция 3-6 мм) в кипящей воде в течение 2-3 часов перед карбонизацией их при 800 °С может позволить удалить фенолы и карбоксилы.
- Полученные карбонатные и активные угли содержат высокие уровни углерода от 79,7% до 82,4% от их сухой массы. Общее содержание в N и H составляет от 1,2 до 1,9 %. Зольность составляет от 5,66 до 7,31%.
- Удельная поверхность и общий объем мезо- и микропор карбонизированного АУ, соответственно  $3,56 \pm 0,18 \text{ м}^2/\text{г}$  и  $0,0047 \text{ см}^3/\text{г}$ , являются довольно низкими. Можно предполагать, что удельная поверхность и общий объем мезо- и микропор могли бы быть еще больше, если бы температура активации была еще больше увеличена.

Данный метод был протестирован студентом ДГТУ Куасси Бру Гийом в 2018 году на производственных сточных водах из приемной камеры очистных сооружений машиностроительного завода «Ростсельмаш». Время сорбции было принято 20; 40; 60; 90; 120;

140; 180 минут при дозе сорбента 0,5 мг/л. Перемешивание осуществлялось лабораторным флокулятором (ПЭ 8800) с установленной скоростью 45 об/мин и временем перемешивания 20 минут. Анализы по результатам эксперимента проведены в аккредитованной лаборатории

очистных сооружений машиностроительного завода ООО «Ростсельмаш» г. Ростов-на-Дону.

Результаты применения сорбента из скорлупы ореха анакард для удаления железа и алюминия в производственных сточных водах

Таблица 13

Время сорбции, мин	Исходные сточные воды, мг/л			Очищенные сточные воды, мг/л			Эффективность очистки, %	
	pH	Fe	Al	pH	Fe	Al	Al	Fe
20	8-9	1,05	0,1	9	0,75	0,09	10	28,6
40					0,62	0,09	10	41,00
60					0,53	0,09	10	49,52
90					0,41	0,08	20	60,95
120					0,24	0,06	40	77,14
140					0,11	0,03	70	89,52
180					0,03	0,01	90	97,14

Анализируя таблицу 13, можно отметить что, эффективность удаления железа и алюминия больше 90% после 180 мин. После 140 мин. концентрация железа (0,11мг/л) и алюминия (0,03мг/л) соответствует предельно допустимым концентрациям (ПДК).

Построим математическую модель скорости улавливания железа сорбентом в виде дифференциального уравнения (ДУ) 1-го порядка:

$$\frac{dC(t)}{dt} = -kC(t) \quad (11)$$

где  $C(t)$  — концентрация железа в зависимости от времени,  $k$  — эффективность улавливания железа (Fe) сорбентом.

Общее решение этого уравнение  $C(t) = C(0)e^{-kt}$ . Так как известно, что  $C(0) = 1,05$ , частное решение ДУ(1) имеет вид:  $C(t) = 1,05e^{-kt}$ . После логарифмирования получаем:

$$\log_{10} C(t) = \log_{10} 1,05 - k \cdot t \cdot \log_{10} e \quad (12)$$

Сопоставление этой модели (12) с фактическими данными приведено на рис.14

Таблица 14

Время	0	20	40	60	90	120	140	180		
Уровень Fe	1,05	0,75	0,62	0,53	0,41	0,24	0,11	0,03		
Расчетный уровень	0,9016	0,7951	0,6871	0,5791	0,4171	0,2551	0,1471	-0,0689	Среднее значение	Максимальное знач
Квадрат отн погрешно	0,022023	0,002034	0,004502	0,002411	5,04E-05	0,000228	0,001376	0,009781	0,072806	
Абсолютное значение	0,1484	0,0451	0,0671	0,0491	0,0071	0,0151	0,0371	0,0989		0,1484
Корреляция модель	0,973925									

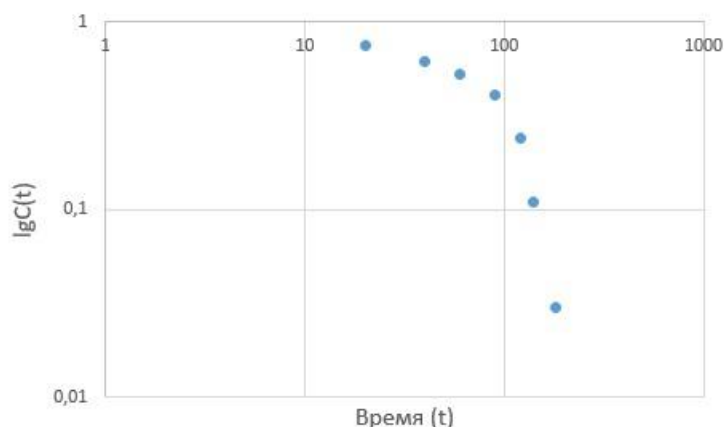


Рисунок 14. — Логарифмический график ДУ (1) Fe.

Если предложенная модель (12) справедлива, график должен быть линейным, т.е. точки должны лечь на прямую линию. Однако на рис. 14 видно, согласие данных мониторинга с моделью не удовлетворительно или построенная модель (12) не работает.

Построим альтернативную математическую модель, используя простейшее ДУ 1-го порядка:

$$\frac{dC(t)}{dt} = -k, \quad (13)$$

где  $k$  — эффективность улавливания железа сорбентом.

Общее решение этого уравнения  $C(0) = 1.05$ , то получаем частное решение ДУ(2)  
 $C(t) = C(0) - k \cdot t$ . Так как известно  $C(t) = 1.05 - k \cdot t$ .

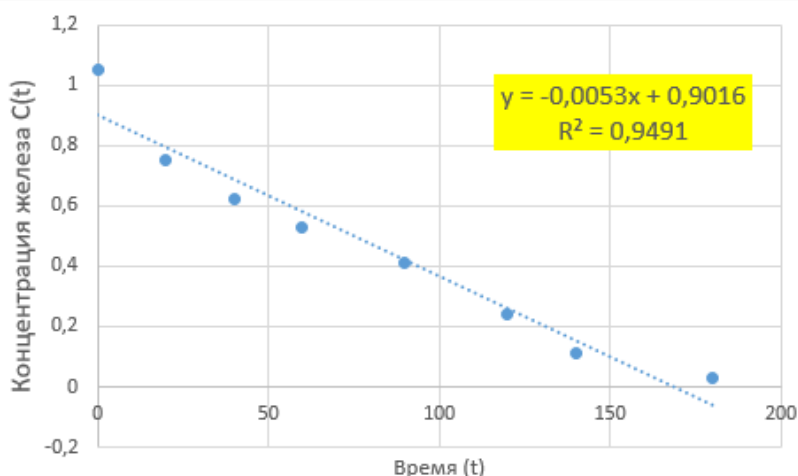


Рисунок 15. — Интегральная кривая-решения ДУ (2) Fe

Эта модель хорошо согласуется экспериментальными данными, что видно на рис. 15. Следовательно, данная математическая модель адекватна имеющимся данным. Инициализируя модель, получаем  $k = 0,0053$  мг/л: в рамках (13) скорость извлечения вещества из воды постоянна. Данная математическая модель характеризуется

средней относительной погрешностью равной 0,07, максимальной относительной погрешностью 0,14 и коэффициентом корреляции  $R = 0,97$ , что подтверждает также формальное соответствие модели к эксперименту.

Применим эту же модель для процесса изъятия алюминия.

Таблица 15

Время	0	20	40	60	90	120	140	180				
Уровень Al	0,1	0,09	0,09	0,09	0,08	0,06	0,03	0,01				
Расчетный уровень	0,1089	0,0991	0,0893	0,0795	0,0648	0,0501	0,0403	0,0207	Среднее значение	Максимальное знач		
Квадрат отн погрешно	7,92E-05	8,28E-05	4,9E-07	0,00011	0,000231	9,8E-05	0,000106	0,000114	0,010139			
Абсолютное значение	0,0089	0,0091	0,0007	0,0105	0,0152	0,0099	0,0103	0,0107		0,0152		
Корреляция модель -	0,943585											

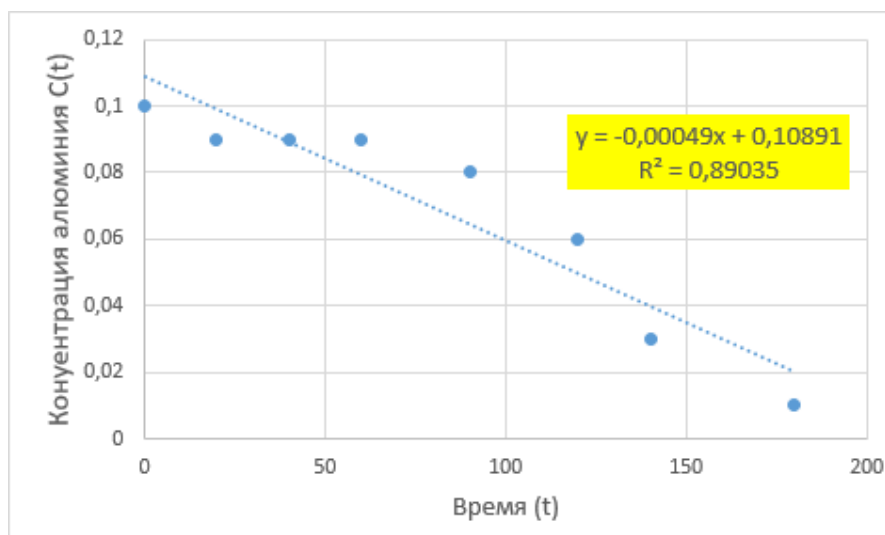


Рисунок 16. — График ДУ (2) Al

Полученные результаты характеризуются средней относительной погрешностью равной 0,01, максимальной относительной погрешностью равной 0,02 и коэффициентом корреляции  $R = 0,94$ , что подтверждает соответствие модели к эксперименту. Получаем  $k = 0,00049$  мг/л.

#### Заключение

В данной работе изучены статистические данные загрязняющих веществ (сульфатов, хлоридов, общего азота, нитратов, жиров и масел, фенола, свинца и ртути), попадающих со сточными водами в водоёмы.

Предварительная визуализация данных позволила построить двухуровневое описание динамики загрязняющих веществ: на продолжительные многолетние сроки – с помощью линейных трендовых зависимостей, а в течение каждого года – посредством универсальных периодических функций. Также осуществлена «сшивка» кратко- и долгосрочных моделей загрязнения воды в республике Кот-д'Ивуар, что существенно расширяет возможности прогнозирования и повышает его точность.

Методами корреляционного анализа установлена «синхронность» снижения загрязнения вод в республике Кот-д'Ивуар рядом опасных веществ: сульфаты, хлориды, оксид азота, фенол, ртуть, свинец, жиры и масла. При этом загрязнение одним наиболее опасных классов веществ – нитратами возрастает, требует особого внимания при контроле и нормировании выбросов этих загрязнителей.

Для процесса очистки сточных вод с помощью ореха анакард, построена и идентифицирована простая кинетическая модель.

Результаты математического анализа позволят повысить эффективность водоохраных мероприятий, как минимум в масштабах республики Кот-д'Ивуар.

#### Список первоисточников:

1. М.А. Вострикова, В.В. Шкода «Основные виды загрязнений водных объектов». Международный научный журнал «Инновационная наука» №4/2016.

2. Р.Р. Зайнуллин, А.А. Гуляутдинов «Проблемы очистки городских сточных вод». Международный научный журнал «Инновационная наука» №6/2016.

3. Я. И. Герасимов, В. П. Древегин, Е. Н. Еремин, А. В. Киселев, В. П. Лебедев, Г. М. Панченков, А. И. Шлыгин — Курс физической химии под общей редакцией чл.-корр. АН СССР проф. Я. И. Герасимова — ТОМ I Издательство «ХИМИЯ» Москва 1964 Ленинград УДК 541-1(075-6) Г 37.

4. Б.Г. Куасси, А.С. Смоляниченко, Е.В. Яковлева «Исследование применения новых сорбентов в практике очистки сточных вод машиностроительных заводов».

5. Ананьев, М. В. Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии: [учеб.-метод. пособие] / М. В. Ананьев ; [науч. ред. Ю. П. Зайков] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015.

6. Гурьянова, К.Н. Математический анализ: учебное пособие / К. Н. Гурьянова, У. А. Алексеева, В. В. Бояринов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014.

#5(69), 2021 часть 1  
Восточно Европейский научный журнал  
(Санкт-Петербург, Россия)  
Журнал зарегистрирован и издается в России  
В журнале публикуются статьи по всем  
научным направлениям.  
Журнал издается на русском, английском и  
польском языках.

Статьи принимаются до 30 числа каждого  
месяца.  
Периодичность: 12 номеров в год.  
Формат - А4, цветная печать  
Все статьи рецензируются  
Бесплатный доступ к электронной версии  
журнала.

Редакционная коллегия

Главный редактор - Адам Барчук

Миколай Вишневецки

Шимон Анджеевский

Доминик Маковски

Павел Левандовски

Ученый совет

Адам Новицки (Варшавский университет)

Михал Адамчик (Институт  
международных отношений)

Питер Коэн (Принстонский университет)

Матеуш Яблоньски (Краковский  
технологический университет имени  
Тадеуша Костюшко)

Петр Михалак (Варшавский университет)

Ежи Чарнецкий (Ягеллонский университет)

Колуб Френнен (Тюбингенский  
университет)

Бартош Высоцкий (Институт  
международных отношений)

Патрик О'Коннелл (Париж IV Сорбонна)

Мацей Качмарчик (Варшавский  
университет)

#5(69), 2021 part 1  
Eastern European Scientific Journal  
(St. Petersburg, Russia)  
The journal is registered and published in Russia  
The journal publishes articles on all scientific  
areas.  
The journal is published in Russian, English  
and Polish.

Articles are accepted till the 30th day of each  
month.  
Periodicity: 12 issues per year.  
Format - A4, color printing  
All articles are reviewed  
Free access to the electronic version of journal

Editorial

Editor-in-chief - Adam Barczuk

Mikolaj Wisniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Pawel Lewandowski

Scientific council

Adam Nowicki (University of Warsaw)

Michal Adamczyk (Institute of International  
Relations)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jablonski (Tadeusz Kosciuszko  
Cracow University of Technology)

Piotr Michalak (University of Warsaw)

Jerzy Czarnecki (Jagiellonian University)

Kolub Frennen (University of Tübingen)

Bartosz Wysocki (Institute of International  
Relations)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (University of Warsaw)

**Давид Ковалик (Краковский технологический университет им. Тадеуша Костюшко)**

**Питер Кларквуд (Университетский колледж Лондона)**

**Игорь Дзедзич (Польская академия наук)**

**Александр Климек (Польская академия наук)**

**Александр Роговский (Ягеллонский университет)**

**Кехан Шрайнер (Еврейский университет)**

**Бартош Мазуркевич (Краковский технологический университет им. Тадеуша Костюшко)**

**Энтони Маверик (Университет Бар-Илан)**

**Миколай Жуковский (Варшавский университет)**

**Матеуш Маршалек (Ягеллонский университет)**

**Шимон Матысяк (Польская академия наук)**

**Михал Невядомский (Институт международных отношений)**

**Главный редактор - Адам Барчук**

1000 экземпляров.

Отпечатано в ООО «Логика+»

198320, Санкт-Петербург,

Город Красное Село,

ул. Геологическая,

д. 44, к. 1, литера А

«Восточно Европейский Научный Журнал»

Электронная почта: [info@eesa-journal.com](mailto:info@eesa-journal.com),

<https://eesa-journal.com/>

**Dawid Kowalik (Kracow University of Technology named Tadeusz Kościuszko)**

**Peter Clarkwood (University College London)**

**Igor Dzedzic (Polish Academy of Sciences)**

**Alexander Klimek (Polish Academy of Sciences)**

**Alexander Rogowski (Jagiellonian University)**

**Kehan Schreiner (Hebrew University)**

**Bartosz Mazurkiewicz (Tadeusz Kościuszko Cracow University of Technology)**

**Anthony Maverick (Bar-Ilan University)**

**Mikołaj Żukowski (University of Warsaw)**

**Mateusz Marszałek (Jagiellonian University)**

**Szymon Matysiak (Polish Academy of Sciences)**

**Michał Niewiadomski (Institute of International Relations)**

**Editor in chief - Adam Barczuk**

1000 copies.

Printed by Logika + LLC

198320, Region: St. Petersburg,

Locality: Krasnoe Selo Town,

Geologicheskaya 44 Street,

Building 1, Litera A

"East European Scientific Journal"

Email: [info@eesa-journal.com](mailto:info@eesa-journal.com),

<https://eesa-journal.com/>