

Polish journal of science

POLISH JOURNAL OF SCIENCE

№94 (2026)

ISSN 3353-2389

Polish journal of science:

- has been founded by a council of scientists, with the aim of helping the knowledge and scientific achievements to contribute to the world.
- articles published in the journal are placed additionally within the journal in international indexes and libraries.
- is a free access to the electronic archive of the journal, as well as to published articles.
- before publication, the articles pass through a rigorous selection and peer review, in order to preserve the scientific foundation of information.

Editor in chief – J an Kamiński, Kozminski University

Secretary – Mateusz Kowalczyk

Agata Żurawska – University of Warsaw, Poland

Jakub Walisiewicz – University of Lodz, Poland

Paula Bronisz – University of Wrocław, Poland

Barbara Lewczuk – Poznan University of Technology, Poland

Andrzej Janowiak – AGH University of Science and Technology, Poland

Frankie Imbriano – University of Milan, Italy

Taylor Jonson – Indiana University Bloomington, USA

Remi Tognetti – Ecole Normale Supérieure de Cachan, France

Bjørn Evertsen – Harstad University College, Norway

Nathalie Westerlund – Umea University, Sweden

Thea Huszti – Aalborg University, Denmark

Aubergine Cloez – Université de Montpellier, France

Eva Maria Bates – University of Navarra, Spain

Enda Baci – Vienna University of Technology, Austria

Also in the work of the editorial board are involved independent experts

1000 copies

POLISH JOURNAL OF SCIENCE

Wojciecha Górskiego 9, Warszawa, Poland, 00-033

email: editor@poljs.com

site: <http://www.poljs.com>

CONTENT

ART STUDIES

**Mukhamedjanova S., Ungarova Sh.,
Maximchev T.**

ORIENTALISM IN CHAMBER VOCAL MUSIC OF R.
STRAUSS ON THE EXAMPLE OF THE CYCLE "SONGS OF
THE EAST"3

BIOLOGICAL SCIENCES

Allakhverdiev A., Allakhverdieva A.

NON-SPECIFIC SYSTEMS OF THE WOMEN'S BRAIN IN
THE PROCESSES OF MENTAL ACTIVITY DURING
PERIODS OF GEOMAGNETIC REST.....9

Sardarova A., Quliyeva L.

THE ROLE OF SHRUB AND SUBSHRUB SPECIES
DISTRIBUTED IN THE SHUSHA REGION IN
BIODIVERSITY AND THEIR PROSPECTS FOR
UTILIZATION18

HISTORICAL SCIENCES

Surxayeva S.

STUDY AND PROTECTION OF THE ARCHAEOLOGICAL
AND ARCHITECTURAL MONUMENTS OF THE
ORDUBAD DISTRICT29

MEDICAL SCIENCES

Bilousova S., Shanygin A.

ANALYZING THE LEVEL OF STRESS IN STUDENTS
WHILE STUDYING UNDER MARTIAL LAW.....33

Anis A., Tulyaganova D., Nazarova G.,

Yakubov M., Rajabova D., Khan T.

FEATURES OF DIASTOLIC DYSFUNCTION IN PATIENTS
WITH ISCHEMIC HEART DISEASE SUFFERING FROM
TYPE 2 DIABETES MELLITUS38

Rakhimova D., Alyavi A., Norpulatov E.,

Nuritdinova S., Abdullazhonova Sh.,,

Atakhodjaeva G.

PREVENTION AND TREATMENT OF PULMONARY
HYPERTENSION IN PATIENTS WITH CHRONIC
OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE42

PEDAGOGICAL SCIENCES

Lyu Jingwei, Lu Xiaochen

THEMATIC HIERARCHY THEORY AND IDEOLOGICAL-
POLITICAL EDUCATION: A STUDY OF MORAL
EDUCATION PATHWAYS FROM THE PERSPECTIVE OF
LANGUAGE PHILOSOPHY45

SOCIAL SCIENCES

Amiraliyeva E., Garayeva S.

THE MANAGEMENT ASPECTS OF INCREASING PUBLIC
PARTICIPATION IN MASS SPORTS IN MODERN
AZERBAIJAN.....49

TECHNICAL SCIENCES

Avrunin G., Bilan I., Moroz I.,

Pidgorny M., Nadobko E.

ANALYSIS OF TECHNICAL CHARACTERISTICS OF
DOMESTIC ALL-WHEEL VEHICLES.....56

Biliaiev M., Kozachyna V., Kirichenko P.,

Biliaieva V., Mashykhina P.

STUDY OF FLOW AERODYNAMICS AND DUST
FORMATION INTENSITY WHEN USING A SEMI-
PERMEABLE PROTECTIVE BARRIER71

VETERINARY SCIENCES

Papchenko I., Antipov A., Goncharenko V.,

Bilyk S., Dzhmil V., Tkachenko I., Tkachenko

S., Selykh I., Peresunko O., Yerokhina O.

PATHOLOGICAL-ANATOMIC DIAGNOSIS OF
MYCOTOXICOSES IN PIGS.....80

ART STUDIES

ORIENTALISM IN CHAMBER VOCAL MUSIC OF R. STRAUSS ON THE EXAMPLE OF THE CYCLE "SONGS OF THE EAST"

Mukhamedjanova S.

Associate Professor of the Ensemble Art Department of the Kazakh National Conservatoire named after Kurmangazy.

Almaty, Kazakhstan

Ungarova Sh.

Associate Professor of the Ensemble Art Department of the Kazakh National Conservatoire named after Kurmangazy.

Almaty, Kazakhstan

Maximchev T.

Lecturer of the Ensemble Art Department of the Kazakh National Conservatoire named after Kurmangazy.

Almaty, Kazakhstan

DOI: [10.5281/zenodo.18330935](https://doi.org/10.5281/zenodo.18330935)

Abstract

From the 17th century to the present day, the theme of the East has been among the interests of composers of different times and nations. As usual, orientalist composers who showed interest in oriental themes interpreted them through the prism of their own musical style, and the nationality of the composer himself also imposed unique features. It is well known that the vocal heritage of R. Strauss is diverse and has been undeservedly underestimated by researchers until now. The subject of analysis of this article is the vocal cycle of R. Strauss. Strauss's vocal cycle "Songs of the East" is a fine example of the late work of the German composer. In it, the composer for the first time turns directly to the original samples of oriental poetry and skilfully combines the musical principles of German song with oriental images. The aim of the article is to provide an insight into and a comparative assessment of orientalism in the composer's chamber vocal music on the example of the song "Ihre Augen" from the cycle "Songs of the East".

Keywords: song, vocal cycle, Orient, Orientalism, Songs of the East, Richard Strauss.

The East has always attracted the attention of Western artists. Enchanting, magical, mystical, this is how it appeared to European man. The fascination of the Western world with the exoticism of the East gave rise to such a cultural phenomenon as Orientalism. Orientalism (from Latin *orientalis* - Eastern) is a recreation of the conventional image of the East, its life and traditions in the work of Western artists. As the famous American literary scholar E. Said writes: "The East (Orient) is almost entirely a European invention, since antiquity it has been a receptacle of romance, exotic creatures, painful and enchanting memories and landscapes, amazing experiences" [1, p. 7].

The theme of the East has always excited the minds of composers of different times: F. Couperin, J. Rameau, W. Mozart, L. van Beethoven, F. Schubert, G. Verdi, J. Brahms, G. Bizet, G. Puccini, H. Wolf, G. Mahler, C. Debussy, E. Satie, M. Ravel, in Russian music - M. Glinka, M. Balakirev, A. Borodin, N. Rimsky-Korsakov, S. Rachmaninov and many other creators. As a rule, composers who showed interest in the theme of the East interpreted it through the prism of their own musical style; the composer's nationality is also superimposed. For example, M. Balakirev's famous "Islamey", despite its clearly traceable oriental flavour, is truly Russian music. It is not by chance that musicologist T. Tikhonova writes: "The model of the Orient in each particular work is connected primarily with the author's individuality, with what is important to him in Eastern culture, as well as with his compositional style" [2].

Thus, in Russian music, the Orient organically entered the work of almost every composer, starting with Glinka and the composers of the "Mighty Handful" and ending with Soviet music. The appeal of Russian composers to Eastern culture forms a special stylistic phenomenon, which has been consolidated in history as 'musical orientalism', "Russian music about the East" (B. Asafiev's terms). This is primarily due to Russia's territorial location, its close ties with China, Japan and other countries of Southeast and Central Asia [3, p.150].

The theme of the East did not immediately become so widespread in the West. The detachment of the Western world, the policy of Eurocentrism in the minds of Europeans, as researchers note, for a long time limited the knowledge of music, literature, painting and culture of Eastern peoples. Only in the second half of the XIX - early XX centuries, European composers began to take an active interest in Eastern music. It is at this time actively establish ties between Europe and Asia. At the beginning of the new century, translations of Oriental poetry into European languages are created, touring performances of ethnographic ensembles, painting exhibitions are held. A landmark event for European art was the performance of ethnic musicians from China, dance ensembles from Java and Indonesian gamelan in 1889 at the World Exhibition in Paris. This served as a significant impetus in the development of interest in the music of Southeast Asia. Thus, C. Debussy, inspired by the sound of the Indonesian gamelan orchestra, wrote the work "Pagodas", which was included in the piano cycle "Estampas". As the writer

V. Hugo accurately noted "...the Orient as a thought or as an image now occupies the imagination and minds of all people... In the age of Louis XIV we were Hellenists, now we are Orientalists. Never have so many minds at the same time fumbled in this great abyss - Asia" [4, p. 135].

German and Austrian composers were also influenced by Eastern music and culture. Composers such as G. Mahler, R. Strauss, A. Schoenberg and A. Webern began to actively address the theme of the East. During his long life, Richard Strauss tried his hand at all musical genres and styles. In the composer's creative diversity there was also a place for the theme of the East, which is the least studied in musicology. As is well known, he first attempted to convey oriental images of ancient Judea in the opera "Salome" (1905). We know from Strauss's diary entries that the composer had long been interested in the world of the East. As the composer noted, "operas on oriental and biblical subjects lack oriental colouring" [5, p. 186]. In the opera "Salome", Strauss finds his own style in "exotic harmony" (Strauss's term). We can also find some oriental elements in the ballet "The Legend of Joseph" (1914) and the opera "Helen of Egypt" (1928), in particular, in the scene where the sons of the desert appear. It is noteworthy that in 1914 R. Strauss travelled through Greece and Egypt. This journey probably enriched him, giving him the inspiration to compose works on oriental ("Songs of the East", Songs Op. 67 from the "West-Eastern Divan") and ancient subjects (the operas "Ariadne on Naxos", "Daphne" and "The Love of Danae"). Already on the slope of his years, in 1940 the composer wrote a symphonic work entitled "Japanese Solemn Music". Here the composer shows himself as a powerful symphonist, an heir to the traditions of Wagner and Brahms. However, this work, the music of which corresponds entirely to the genre of the symphonic poem, lacks the rich oriental flavour. Interestingly, "Japanese Solemn Music" was written at the height of the Second World War (1940) and dedicated to the Emperor of Japan.

Strauss's vocal legacy is the least studied layer of the great composer's work. Over the course of his long life, the composer expressed his most intimate thoughts and feelings in them. At the same time, it was a kind of laboratory in which Strauss perfected his unique compositional style. During his long, creative life, the composer, according to various estimates, wrote more than 200 songs, but unfortunately only a few of them are performed today. For a long time the composer's vocal work was undeservedly overshadowed by opera and symphony. Only in the last two decades has there been an active study of the composer's unique song heritage.

In his vocal works Strauss is entirely in line with the German and Austrian song tradition. As the musicologist E. Krause writes, "there is no doubt that Strauss the lyricist originated from Schubert, Schumann and, mainly, Liszt" [6, p. 290].

"Songs of the East" was written by the composer in 1928 and belongs to the late period of his work. The appeal to the theme of the East was dictated by the general interest of the Western world in the enchanting images of Eastern aesthetics. It is important to note that the East is shown in the most personal genre for the composer - the song. As is well known, many researchers divide Strauss's song works into several groups: love lyrics, landscape lyrics, satirical, social, lyric-psychological, philosophical. Researcher O. Alferova in her work "The Vocal Cycle of R. Strauss Flower Girls: to the problem of style" singles out the vocal cycles "Songs of the East" and "Lotus Petals" in a separate group (Songs inspired by images of the East) [7]. It should be noted that in the cycle "Songs of the East" Strauss for the first time directly addresses oriental poetry. The vocal cycle Songs of the East for soprano is based on the words of Persian poet Shirazi Hafiz and Chinese classical poetry translated by Hans Bethge. Songs No. 1, 2, 4 and 5 were written based on Hafiz, and the song "Liebesgeschenke" ("Gifts of Love") from the Chinese Flute. The special interest of the German Romantics in the poetic heritage of the Persian poet Hafiz should be emphasised. This was particularly evident in the works of Brahms and Wolf. Shirazi Hafiz (circa 1225-1300) was a Persian poet and Sufi sheikh whose poems are the pinnacle of Persian poetry, especially in the ghazal genre. Let us recall that the genre of ghazal (small lyric poem), as researchers point out, reaches its perfect embodiment in the works of Hafiz. They extensively praise sensual, earthly love. Hafiz's poetry, as M. Kurgantsev, one of the researchers of the poet's heritage, emphasises, is a new frontier of world lyrics, an important step on the way to comprehending the human heart [8, p. 10]. The peculiarity of Hafiz's lyrics lies in the fact that it is earthly love that appears in the ghazals as the greatest value of existence, as a force equal in its irresistibility to the natural elements. The triumph of love according to Hafiz is a verdict to the forces of evil, lies and violence, as modern French poet Louis Aragon said "Speak only of love, everything else is a crime" [8, p. 12]. The vocal cycle is dedicated to the singer Elisabeth Schumann and her husband, the conductor Carl Alwin, with whom Strauss had a long association. Many of the vocal works were written especially for E. Schumann and performed by this remarkable vocalist of the twentieth century.



Hans Bethge
(1876-1946)

Richard Strauss's appeal to Chinese poetry is noteworthy. It should be said that the collection of translations *The Chinese Flute* was a landmark for twentieth-century music. Published by H. Bethge in 1907, it was the first major publication to include free translations of classical Chinese poetry. Poems from *The Chinese Flute* became the literary basis for works by G. Mahler, R. Strauss, K. Szymanowski, B. Martinů, A. Schoenberg, A. Webern, K. Penderecki and many other contemporary composers. The cycle *Songs of the East* clearly shows a connection with Mahler and his "Song of the Earth" (1909), as indicated by the literary basis and form of the Strauss cycle. "Song of the Earth" is a symphony in songs by Gustav Mahler for two soloists and orchestra. In form, the symphony is close to a vocal cycle, which brings it closer to Strauss's *Songs*. At different times the work "Songs of the East" has had polar assessments and significance in the composer's work. For example, E. Krause, a researcher of Strauss's works, assesses this cycle as "devoid of cogency", which, in our opinion, sounds subjective [6, p. 298]. Strauss's work is currently being reinterpreted, undeservedly forgotten works are being restored and their significance is being reassessed. Today, the cycle is still rarely found in the repertoire of performers. In the mid-twentieth century, the songs were part of the repertoire of the famous German baritone Dietrich Fischer-Dieskau. In co-operation with the brilliant accompanist Gerald Moore, he performed many of Strauss's vocal works. In his autobiographical book "Singer and Accompanist" G. Moore examines in detail some of Strauss's songs, giving them a high artistic assessment [9, pp. 245-251]. The main theme of the cycle "Songs of the East" is connected with love lyrics, with asceticism, philosophy, metaphorical expression characteristic of oriental poetry. R. Strauss takes his own approach to the embodiment of the images of the East. There is almost no artificial imitation in the cycle. The composer interprets the East in an original way, trying to avoid classical stamps, refraining from the ornamentation characteristic of the East in the melodic line and the complexity of the rhythmic pattern, while at the same time complicating the harmonic language and polyphonic fabric. Here we

see a mature master whose works are characterised by complex harmonic structures and clarity of form.

The vocal cycle "Songs of the East" has a lyrical and romantic character, which is generally typical of the composer's vocal work. One of the features of the cycle is the interpretation of the piano part, in which, in our opinion, the central core, the "East" itself, is concentrated. The piano texture creates allusions to impressionism, referring us to works by Satie, Debussy and Ravel. The sequence of songs is given according to the principle of contrast – key-scale, size, tempo, texture, shape, character. Strauss builds a cycle from the most clear and transparent in texture and melodic line of the song "Ihre Augen" ("Her eyes") to the last "Huldigung" ("Worship") with her complex vocal part with an abundance of chromaticisms, deviations and texturally complex piano accompaniment.

«Ihre Augen»

The cycle opens with the song "Ihre Augen" ("Her eyes") by Hafiz, which celebrates the enchanting beauty of women. Below we present the literary text of the song – the German original and the English translation of the authors of the work:

<i>Deine gewölbten Brauen, O Geliebte, sind Paradieseslauben, darunter lächelnd die holden Engel deiner Augen wohnen.</i>	<i>Your arched brows, O beloved, Are bowers of para- dise; smiling below Them, those sweet an- gels, your eyes, abide.</i>
<i>Der Glanz, der durch die Welt gebreitet ist, geht aus von diesen Engeln, die den Schimmer mitbrachten aus der Flur des Paradieses!</i>	<i>A gleam, spread throughout the world, Goes forth from these angels who brought with them The lustre from the fields of Paradise!</i>

Obviously, one of the most interesting questions is the author's approach to the creation of Eastern images and the ways of their embodiment. When analysing the interaction between the Western and the Eastern, we take into account the theory of multidimensionality put

forward by Y. Azarova, in which the interaction of different cultures (West and East) is traced at three levels of composition: semantic, stylistic and architectonic. The semantic level implies familiarity with religious and philosophical ideas of Buddhism, Taoism, Confucianism. The principles of "connection of opposites" (yin-yang), "non-action" (wu-wei), "completeness" (dharma), "emptiness" (shunyata). The stylistic level involves borrowing not so much the actual musical material as its spiritual code, which represents the Eastern way of thinking, Eastern colour (intonation, rhythm, metre, timbre, register). The architectonic level involves the creation of new original artistic forms [10, p.165-155].

It is noteworthy that, having numerous examples of the embodiment of images of the East (Schumann,

Mendelssohn, Brahms and Wolf), R. Strauss approaches the embodiment of images of the East in his own way. There is almost no artificial imitation in the cycle. In his endeavour to show the East, the composer tries to avoid in his music the stamps developed in the work of his predecessors, refraining from the ornamentation characteristic of the East in the melodic line and the complexity of the rhythmic pattern, but at the same time complicating the harmonic language and polyphonic fabric. However, from the first bars of the piano introduction, in the shimmering eighth notes in the right hand (major pentatonic), one can clearly hear the oriental spirit of the cycle:



Figure 1. R. Strauss, "Songs of the East", "Ihre Augen", introduction theme

According to the composer's comments, he uses in the cycle a through-form characteristic of the vocal works of F. Liszt and H. Wolf. An extended piano introduction (an extended period of 10 bars) precedes the vocal part. The tempo is Moderato, tonality C-dur, the melody is cantilinal in character. The song is characterized by a small tessitura from a1 - h2 (A of the first octave - B of the second). The flexible plasticity of the vocal melody, the subtlety of the harmonies and the refinement of the piano texture correspond to the image that dominates Hafiz's poetic text.

One of the characteristic features of the composer's construction of the tonal plan is the frequent absence of signs in the key, caused by frequent deviations in tonality of both close and distant affinities (in the future, the parallel major-minor serves as a basis for such "colouring" through the introduction of side septactic chords and their resolution).

We note the surprising interrelation of poetic and vocal beginnings, which conveys the semantic nuances and individual subtleties of the poetic text and even the structure of the Oriental poet's verse. The latter can be defined as one of the typical features inherent in the song style of Strauss, who said: "the verse gives birth

to the vocal melody, and the piano amplifies and deepens the content" [6, p. 294].

It is significant that the composer's creative experiments in this sphere testify to the support and development of the trend formed in the vocal music of H. Wolf, G. Mahler and M. Reger. It should be recalled that the names of these composers are associated with the emergence of such a new genre hybrid, a type of song, as "poem with music". This genre innovation V. Vasina-Grossman calls "the most characteristic in the lyrics of the last third of the XIX - early XX century" [11, p. 304]. According to the composer himself, who gave priority to verse over vocal melody, such an intellectual problem as the relationship between music and words, the correlation between the poetic text and melody, was constantly in the centre of his attention, as were many other brilliant creators.

The song "Ihre Augen" is one of the most vivid and imaginative in the cycle. It organically combines the principles of romantic German song and impressionism, manifested in particular in the harmonic sphere, the use of harmonic shimmers and pentatonic passages in the piano part. Arpeggiato chords and triol pulsation give a specific oriental lightness and clarity to the melodic pattern:



Figure 2. R. Strauss, "Songs of the East", "Ihre Augen", piano texture fragment

The beginning of the vocal part exactly repeats the melodic line set out in the first bars of the accompaniment. The texture in the piano part is extremely varied. Based on the existing nine types of piano accompaniment, one can confidently say that the use and alternation of various types of texture is masterly.

Already in the introduction one finds a characteristic feature of the song - the complete independence of the piano part. But despite the apparent "freedom" of

the accompaniment, the piano entirely follows the vocal part, often duplicating the soloist's theme: the piano finishes the soloist's work, continues the development of the thematic material during pauses or sustained notes. Three solo piano conceptions can be distinguished throughout the song:

Introduction (Prelude) The most significant piano conception (10 bars). The piano introduction precedes the soloist and contains the intonations of the vocal part:



Figure 3. R. Strauss, "Songs of the East", "Ihre Augen", holding the main vocal theme in the piano part

Middle section (interlude) The middle is a 4-stroke passage. It serves as a preparation for the climax of the piece: it begins with *pp* followed by *cresc.* in the last bar and an exit on *f*, literally leading to the 'top of the

source" (tension, tessitura). In the soloist's part, the climax is given on the B-flat note of the second octave on the word "Der Glanz" ("Shine"):



Figure 4. R. Strauss, "Songs of the East", "Ihre Augen", middle piano interlude

The tonal plan is G-dur, e-moll, Ges-dur. In this fragment, R. Strauss turns to the sound imitation of instrumental tunes and overdubs, which are pentatonic in their basis.

The conclusion (postlude) is a kind of emotional and semantic quintessence of the main idea of the song, despite its six-stroke form. Let us highlight the harmonic diversity of this fragment, in which functional harmony acquires a phonetic role - colouristic, out of

harmonic context. In this way we can see features of modality (and impressionism in the European context) in the work of R. Strauss. The composer's virtuoso manner of handling the tonal plan is characteristic of

the composer, and the further completion in C-dur follows:



Figure 5. R. Strauss, "Songs of the East", "Thre Augen", piano postlude

We should also note such a feature as the presence of large solo passages in the piano part, in which the development of motifs of musical material is observed. The presentation of solo fragments is also correlated with "musical" layers. This allows us to speak of the composer's inherent method of bringing the vocal cycle closer to the genres of symphonic music. The same principle is maintained by the composer in the following songs of the cycle.

In comprehending the poetry of Hafiz, the master of the ghazal, R. Strauss also adheres, as he said, to the model and style he found in the other songs of the cycle based on poems by the oriental poet - "Schwung", "Die Allmächtige" and "Huldigung". In these songs he managed to find an intonation and melodic sphere imbued with subtle psychology, an interesting metrical organisation and a flexible form. In terms of melodic pattern, harmonic language and texture, the influence of Eastern culture can also be traced. Strauss's intension to create a West-Eastern synthesis, manifested in the subtle combination of the musical features of two different cultures, comprehension of the other essence and the ability to discover it in his music, is a powerful factor in renewing and enriching not only the themes, imagery and musical language, but also the very principles of the approach to musical material in this innovative vocal cycle.

Thus, in the vocal heritage of R. Strauss, a special place is occupied by works related to Eastern culture, themes and images of the East. The vocal cycle "Songs of the East", based on Hafiz, is an artistic phenomenon of the late Romantic style. Richard Strauss, a daring innovator, connected in his search for the renewal of musical language, style and genres with new artistic trends in musical art - Expressionism (a forerunner of Expressionism), Impressionism, Symbolism, Neoclassicism, remains to a greater extent an adherent of the traditions developed in the works of F. Schubert, R. Schumann, J. Brahms, H. Wolf, the last Romantic. Strauss's vocal cycle "Songs of the East" is Strauss's significant musical steps towards the culture of the East, serving as a

confirmation of the fact that one of the characteristic features of modern culture is the tendency to connect the seemingly incommunicable, the interaction between the cultures of the West and the East, leading to the contact between the past and the modern, the traditional and the new, the Western and the Eastern.

References

1. Said E. Orientalism. Western Concepts of the East. Russian World Publishing House 2006, 638 p.
2. Tikhonova T. The East-West dialogue in the works of European composers of the first quarter of the 20th century: Musical and theatrical models. – Dis. kand. isc. M., 2003, 240 p.
3. Devyatova O. European and cultural Chinese traditions in the music of Gustav Mahler and Igor Stravinsky Materials of the International Scientific Conference (IX Kolosnitsynskiye Readings), 2014. – Ekaterinburg: [Humanitarian University], 2014, pp. 150-155.
4. Hugo V. Preface to the collection 'Oriental Motives'. – *Sobr. Soch.* Vol. 14. – M.: 1956, 768 p.
5. Nestiev I. Foreign music of the twentieth century. M., 1975, 255 p.
6. Krause E. Richard Strauss / E. Krause. – M., Muzgiz, 1961, 610 p.
7. Alferova O. R. Strauss's vocal cycle "Flower Girls": towards the problem of style // "Musiqi Dunyasi" ("The World of Music"), Baku, 2015, pp. 55-67.
8. Kurgantsev M. Lyricists of the East. – M., Pravda Publishing House, 1986, p.12.
9. Moore G. Singer and Accompanist. – M., Raduga, 1987, 432 p.
10. Azarova Yu. West and East in the music of postmodernism / Yu. Azarova // actual problems of art practice and art history science. – 2016-2017. – issue 8-9, pp. 165-176.
11. Vasina-Grossman V. Romantic song of the XIX century. M., 1966, 406 p.

BIOLOGICAL SCIENCES

НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ МОЗГА ЖЕНЩИН В ПРОЦЕССАХ УМСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПЕРИОДЫ ГЕОМАГНИТНОГО ПОКОЯ

Аллахвердиев А.Р.

Доктор медицинских наук, профессор.

Министерство Науки и Образования Азербайджанской

Республики Институт Физиологии им.Академика Абдуллы Гараева. г.Баку, Азербайджан

Аллахвердиева А.А.

Кандидат медицинских наук, доцент

Министерство Науки и Образования Азербайджанской

Республики Институт Физиологии им.Академика Абдуллы Гараева. г.Баку, Азербайджан

Институт Физических проблем Бакинского Государственного

Университета. г.Баку, Азербайджан

NON-SPECIFIC SYSTEMS OF THE WOMEN'S BRAIN IN THE PROCESSES OF MENTAL ACTIVITY DURING PERIODS OF GEOMAGNETIC REST

Allakhverdiev A.

Doctor of Medical Sciences, Professor

Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan

Institute of Physiology named after academician Abdulla Garayev,

Baku, Azerbaijan

Allakhverdieva A.

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor

Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan

Institute of Physiology named after academician Abdulla Garayev,

Baku, Azerbaijan

Institute of Physical Problems of Baku State University

Baku, Azerbaijan

DOI: [10.5281/zenodo.18330943](https://doi.org/10.5281/zenodo.18330943)

Аннотация

В работе представлены результаты персонифицированного анализа неспецифических систем головного мозга женщин, в возрасте 30-35 лет при переходе от состояния покоя к активной умственной деятельности -счет в уме - в дни со спокойной магнитной обстановкой. Регистрация ЭЭГ проводилась от основных областей коры больших полушарий с использованием компьютерных энцефалографов «Neuron-Spektr-5» и «Neurofax». Вычислялись индексы, амплитуды и частотные характеристики основных спектров электрической активности. Выявленное в результате исследования увеличение индекса тета- ритма в височных областях при решении арифметической задачи в геомагнитно спокойные дни, отражает особую роль подкорково-корковых, в частности гиппокампадно-темпоральных связей в процессах мыслительной деятельности. В то же время формируется более оптимальная структура ЭЭГ, что достигается усилением восходящих активирующих посылок неспецифических систем, сопровождающихся учащением и повышением энергии корковой активности.

Abstract

The paper presents the results of a personalized analysis of non-specific systems of the female brain, at the age of 30-35 years, when moving from a state of rest to active mental activity - mental arithmetic - on days with a calm magnetic situation. EEG recording was carried out from the main zones of the cerebral cortex using the Neuron-Spectrum-5 and Neurofax computer encephalographs. Calculations of indices, amplitudes and frequency characteristics of the electrical activity spectrum were performed. The study revealed an increase in the theta rhythm index in the temporal regions when solving an arithmetic problem on geomagnetically quiet days, reflects the special role of subcortical-cortical, hippocampal-temporal connections in the processes of mental activity. At the same time, a more optimal EEG structure is formed, which is achieved by strengthening the ascending activating impulses of non-specific systems, accompanied by an increase in the frequency and energy of cortical activity.

Ключевые слова: электроэнцефалография, частотно-амплитудный, индексный анализы, счет в уме, женский пол, спокойные дни.

Keywords: electroencephalography, frequency-amplitude, index analysis, mental arithmetic, female gender, quiet days.

Введение. Возрастно-половые аспекты деятельности головного мозга в различных функциональных состояниях является мультидисциплинарной проблемой, охватывающей как фундаментальные, так и прикладные вопросы жизнедеятельности организма. Рассматривая организм как систему, находящуюся в постоянном контакте с окружающей средой, исследование влияния внешних факторов на мозговую деятельность различных возрастных групп женщин и мужчин, приобретает особую значимость для понимания нейрофизиологических механизмов и разработки клинко-профилактических мероприятий. Среди факторов внешней среды особый интерес вызывает геомагнитная обстановка Земли, зависящая от состояния Солнечной активности. Вспышки на Солнце и доставленная скоростным ветром на Землю ионизированные частицы, вызывают изменения магнитной обстановки, вплоть до магнитных бурь высокого уровня.

Продолжая серию исследований, посвященных влиянию геомагнитной обстановки на различные функциональные состояния головного мозга женщин, в данной работе представлены результаты персонифицированного анализа неспецифических систем при переходе от состояния покоя к активной умственной деятельности в дни со спокойной магнитной ситуацией. В последующем планируется проведение аналогичных исследований при возмущении геомагнитной обстановки. В доступной литературе имеются работы касающиеся изучения динамики электроэнцефалограммы (ЭЭГ) при смене функциональных состояний, но степень геомагнитной возмущенности в них не учитывалась (1, 2)

Методика. Для устранения влияния индивидуальных различий на результаты проведенного исследования, нами применялись персонифицированные подходы и анализ изменений у одной и той же личности. К обследованию на фоне добровольного согласия были привлечены женщины в возрасте 30-35 лет, не имеющие неврологических и психических заболеваний. Исследование заключалось в фиксации электроэнцефалограмм с использованием компьютерных энцефалографов «Neuron-Spektr-5» и «Neurofax» в состоянии спокойного бодрствования и при умственном напряжении (в качестве модели когнитивной деятельности использовался счет в уме) при закрытых глазах. Женщины выполняли арифметическую задачу в уме, состоящую из простых заданий на сложение и вычитание

одно и двузначных чисел. Задача (задание) широко используется в психофизиологических исследованиях и служит инструментом для активации определенных когнитивных процессов, позволяющих изучать, реакцию мозга на различные ситуации. В таких исследованиях могут применяться задачи на внимание, на принятие решений, запоминание, числовые вычисления, для последующей оценки изменений в электрофизиологических показателях, таких как ритмы ЭЭГ. Расположение электродов соответствовало международной схеме 10-20 %, от основных областей правой и левой гемисферы мозга: лобных полюсов (Fp2 и Fp1) лобных областей (F4 и F3) центральных (C4 и C3) и теменных зон (P4 P3), затылочных отделов (O2 и O1), передневисочных сегментов (F8 и F7), центрально височных (T4 и T3) и задневисочных (T6 и T5) сегментов коры. Для анализа полученных данных использовались 10 секундные безартефактные сегменты ЭЭГ, обрабатываемые программой Нейрон Спектр NET фирмы Нейрософт. Были произведены вычисления индексов, амплитуд и частотных характеристик для спектров электрической активности, соответствующих дельта, тета, альфа, низкочастотному бета-1 и высокочастотному бета-2 диапазонам. Электроэнцефалографические записи проводились в дни со спокойной гелиогеомагнитной обстановкой Kp=1-2. Информация о магнитной обстановке в городе Баку, предоставлялась кафедрой астрофизики Бакинского Государственного Университета.

Результаты исследования и их обсуждение. В результате периодометрического анализа были получены частотно-амплитудные и индексные характеристики биоэлектрической активности основных корковых областей правой и левой гемисфер, выявляющие структуру ЭЭГ женщин 30-35 лет в состоянии покоя и при решении арифметической задачи в геомагнитно-спокойные периоды. Для определения особенностей динамики показателей ЭЭГ при переходе из состояния покоя в напряженное, нами проводился сравнительный анализ спектра соответствующих показателей, с построением гистограмм, отражающих величины изменений. На рис.1 и рис.2 представлены изменения индекса дельта-ритма и тета-ритма по основным областям обоих полушарий при переходе из одного функционального состояния в другое в спокойные дни.

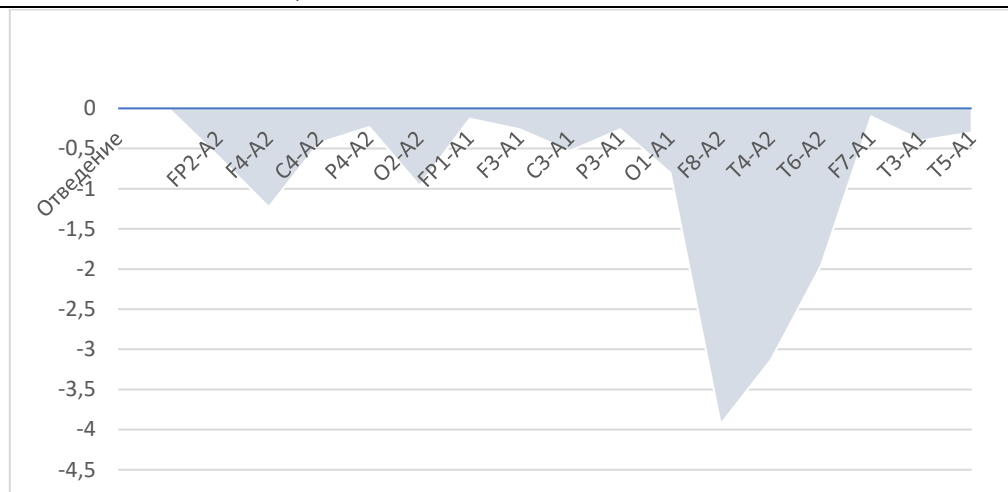


Рис.1 Индексы дельта-ритма при умственном напряжении в отличие от состояния покоя в спокойные дни Горизонталь –корковые области мозга, вертикаль динамика выраженная в виде –разницы между величинами индекса дельта-ритма при счете в уме и в состоянии покоя.

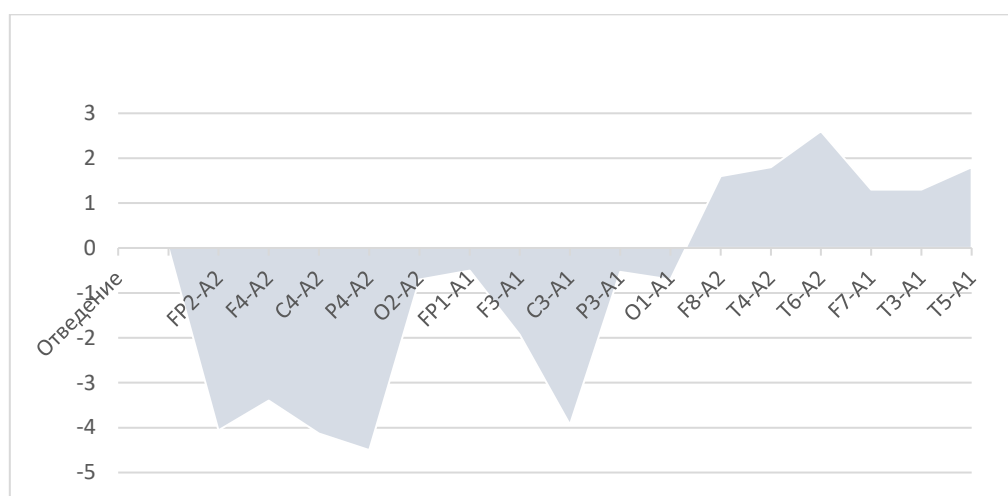


Рис.2 Индексы тета -ритма при умственном напряжении в отличие от состояния покоя в спокойные дни Остальные обозначения те же, что и на рис.1

Как видно из представленных данных в спокойные дни переход в состояние решения арифметической задачи сопровождается снижением индекса дельта-ритма по всем корковым областям. Индекс тета-диапазона при переходе из спокойного в состояние напряжения при $Kp=1-2$, (на фоне понижения в других областях) увеличивался в темпоральных отделах. Обоснованно полагают, что функциональная активность в диапазоне тета-ритма связана с разнообразными психическими процессами. В частности, считается, что рост спектральной мощности ритма тета-диапазона указывает на повышенное умственное напряжение индивида и его готовность к выполнению задания (3,4). Увеличение спектральной составляющей ритма тета-диапазона в электроэнцефлограмме характерно для состояний эмоционального напряжения, когнитивной нагрузки и связано с процессами памяти и обучения (4,5,6,7). и с неспецифическими переменными - с уровнем внимания (8).

В задачах, направленных на эпизодическую память, установлена связь между ростом мощности тета-ритма и успешностью запоминания (10). Исследования указывают, что транскраниальная сти-

муляция на частоте тета-ритма в определенных отделах коры, прежде всего в префронтальной и парietальной приводит к синхронизации нейронной активности данной частоты и помогает выполнять мнестические задачи с большим эффектом (11, 12, 13). Тета-активность рассматривают как один из элементов процесса регуляции, поддерживающих механизмы рабочей памяти (14). Тета-ритм фиксируется при адаптивных перестройках организма в ответ на изменения окружающей среды (15, 16, 17), а также в рамках различных эмоциональных процессов (18). При воспроизведении самых ярких и образных автобиографических воспоминаний увеличивается спектральная мощность тета-ритма (19). Из приведенных данных можно судить, что тета-ритм связан с функционированием памяти, внимания и исследования новых навыков, и неразрывен с состоянием эмоционального напряжения (20). Мыслительная деятельность сопровождается перестройкой структуры электроэнцефалограммы, в том числе и изменениями медленно-частотного спектра активности. (21, 22, 23). При этом увеличение процентной выраженности волн медленного диапазона коррелирует со степенью интеллектуального напряжения (24). Опираясь на то, что степень

процентной представленности и мощности тета-ритма положительно коррелирует с успешностью решения когнитивной нагрузки (25,26,27), полученные нами данные созвучны с этими результатами, но параллельно свидетельствуют о приоритете при этом темпоральных областей.

Таким образом выявленное нами увеличение тета-индекса в височных областях при умственной нагрузки в спокойные дни, по-видимому отражает особую роль этих корковых отделов, участвующих в когнитивных процессах, направленных для достижения поставленных задач.

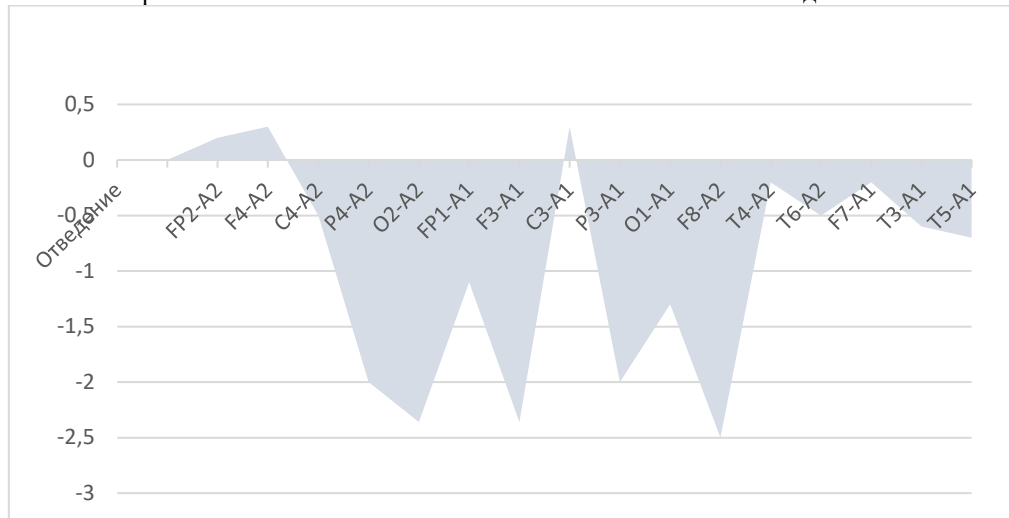


Рис.3 Индексы альфа -ритма при умственном напряжении в отличие от состояния покоя в спокойные дни. Остальные обозначения те же, что и на рис.1

При смене функционального состояния, изменения претерпевал и индекс альфа-ритма. При переходе в состояние психического напряжения наблюдается снижение индекса альфа-ритма во всех отделах (рис 3). Альфа-ритм является показателем зрелости коры головного мозга, его повышенные показатели в каудальных областях мозга являются индикатором естественного процесса онтогенеза в соответствии с возрастной динамикой. Существует гипотеза, согласно которой частота альфа-ритма отражает уровень «когнитивной готовности», т.е. потенциальной способности функционирующих сетей нейронов к деятельности в когнитивной сфере (28). На изменения в картине ЭЭГ показателей альфа - ритма при когнитивных нагрузках у женщин указывают ряд исследователей (29). Также в ряде работ рассматривается реакция альфа ритма на успешность обучения (30, 31). Авторы отмечают понижение мощности альфа- ритма при длительной когнитивной нагрузке Klimesch (32), отмечая, что понижение мощности альфа ритма при решении арифметической задачи связано с тем, что такого рода деятельность требует задействования рабочей памяти это и ведет к подавлению на электроэнцефалограмме альфа- ритма.

Также было установлено, что во время выполнения когнитивных заданий наблюдается снижение мощности альфа-ритма (33,34). Различные исследователи показывают, что уровень пика альфа ритма положительно связан с когнитивными процессами, включая память и быстроту передачи информации (35, 36), хотя некоторые специалисты отмечают уменьшение мощности альфа-ритма после длительной когнитивной нагрузки (37). Klimesch (32) отмечает, что снижение мощности альфа-ритма после когнитивной нагрузки, например, после выполнения математической задачи связана с необходимостью задействования рабочей памяти, а это приводит к подавлению альфа-ритма на электроэнцефалограмме. Также успешность выполнения работы связывается с асимметрией мощности альфа-ритма (38). Авторами показано, что при успешном выполнении вербальной задачи мощность альфа-ритма снижалась в левом полушарии, а при работе с пространственной задачей — в правом. Полученные нами результаты касающиеся изменений характеристик альфа ритма при смене функциональных состояний согласуются с результатами вышеуказанных исследователей.

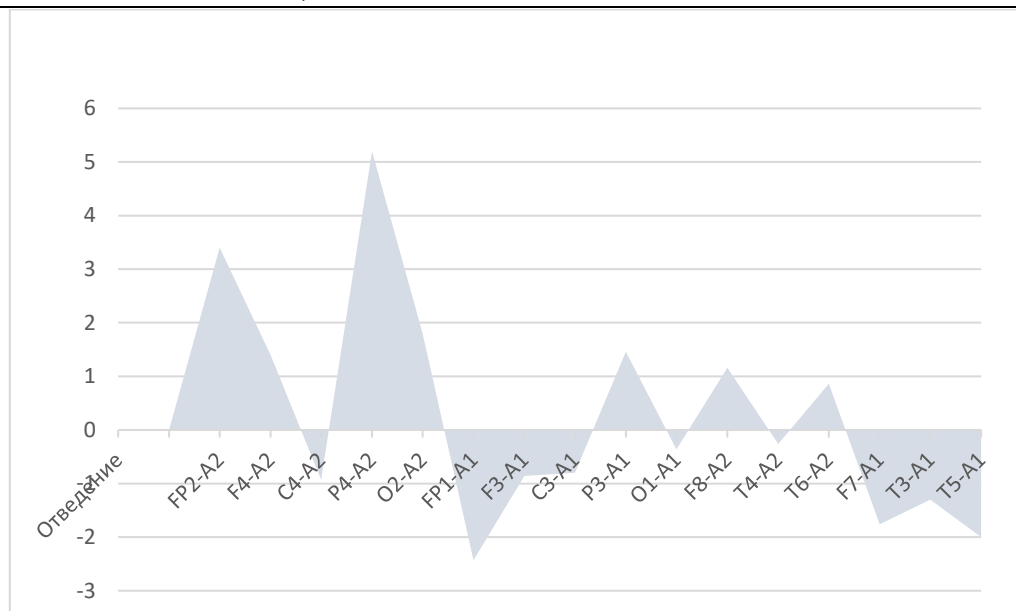


Рис.4 Индексы бета-1 ритма при умственном напряжении в отличие от состояния покоя в спокойные дни. Остальные обозначения те же, что и на рис.1

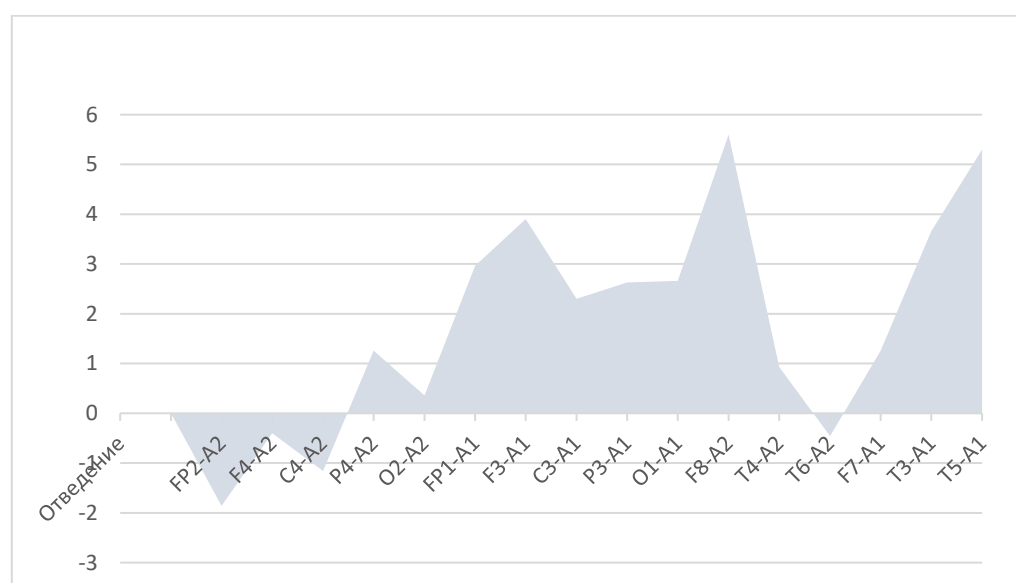


Рис.5 Индексы бета 2 -ритма при умственном напряжении в отличие от состояния покоя в спокойные дни. Остальные обозначения те же, что и на рис.1

Рис 4 и рис 5 наглядно демонстрирует, что в геомагнитно-спокойные дни переход в состояние выполнения задачи сопровождается повышением индекса высокочастотного бета-ритма. Буксем (39) указывал на повышение ритма бета-диапазона после длительной когнитивной нагрузки регистрируемое в лобных отведениях. Ритмы бета диапазона чаще всего регистрируются от фронтальных (лобный бета-ритм) и центральных (роландический бета- ритм) отведений обеих гемисфер. Изменения основных характеристик лобного бета-ритма наблюдается при выполнении когнитивных задач, направленных на принятие решений и оценивание стимула. Исследования показали, что уровень мощности бета-ритма напрямую коррелирует с уровнем метаболической активности в соответствующих отделах мозга (40). Klimesch (41) предполагает, что

повышение мощности нижнечастотного бета ритма связано с увеличением усилий, которые испытуемый должен приложить для поддержания высокой концентрации внимания в процессе выполнения заданий. Поликанова (42) установила, что в результате длительной когнитивной нагрузки наблюдается увеличение мощности всего диапазона бета ритма, включающего бета 1 и - бета-2 поддиапазоны.

Динамика процентной представленности бета-ритма при переходе от покоя к счету в уме в спокойные дни, свидетельствует об усилении восходящих влияний наиболее высоких звеньев активирующих механизмов неспецифических систем, формирующих оптимальное функциональное состояние корковых областей, необходимое для достижения поставленных целей.

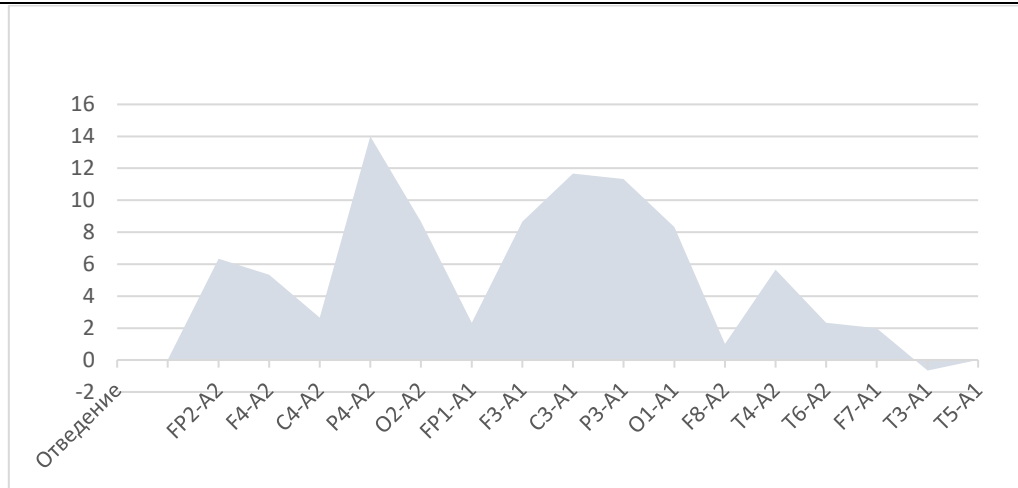


Рис.6 Амплитуда альфа- ритма при умственном напряжении в отличие от состояния покоя в спокойные дни. Остальные обозначения те же, что и на рис.1

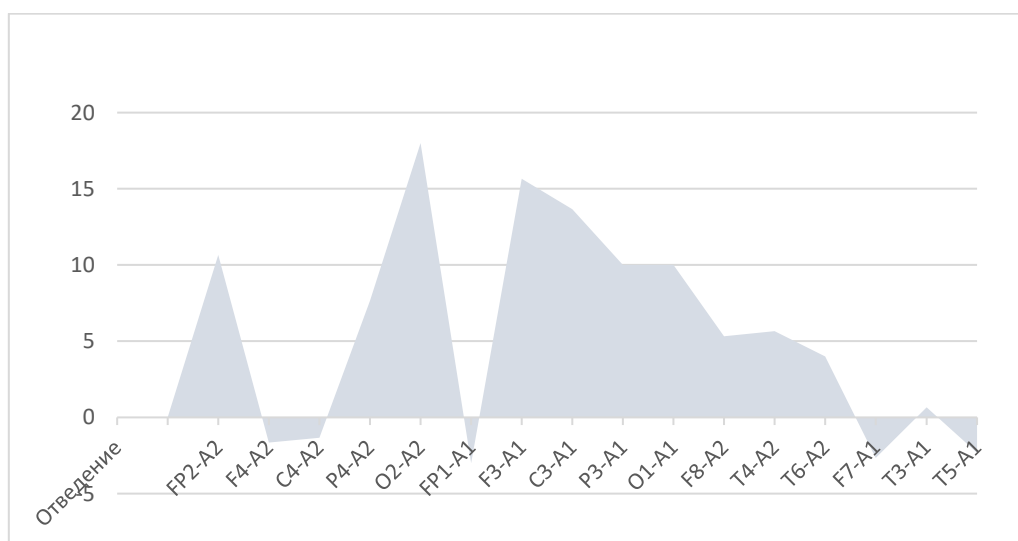


Рис.7 Амплитуда бета1-ритма при умственном напряжении в отличие от состояния покоя в спокойные дни. Остальные обозначения те же, что и на рис.1

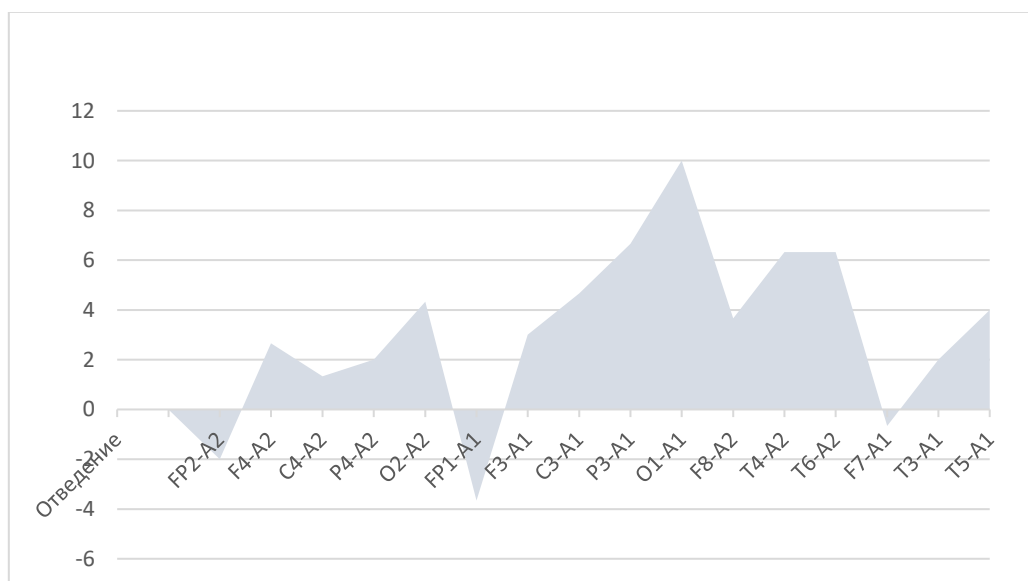


Рис.8 Амплитуда бета2- ритма при умственном напряжении в отличие от состояния покоя в спокойные дни. Остальные обозначения те же, что и на рис. 1

Как видно из гистограмм (рис 7, 8) в геомагнитно спокойные дни почти во всех областях переход к умственному напряжению ведет к увеличению амплитуды ритмов альфа- и бета- диапазонов. Характеристики альфа-ритма претерпевают изменения амплитуды при изменении функциональных состояний мозга, при этом повышение его амплитуды свидетельствует об усилении тормозных процессов, а понижение – об увеличении активационных. (43, 44). Налицо некоторое не соответствие в полученных нами данных: с одной стороны снижение индекса альфа-ритма, с другой-увеличение его амплитуды. Что требует дальнейшего детального рассмотрения.

Динамика амплитуды ритмов в спокойные периоды при смене покоя умственной нагрузкой свидетельствует о формировании структуры ЭЭГ с

большой энергией, в диапазоне быстрочастотных ритмов, которые отражают более оптимальный вариант функционального состояния, необходимого для решения поставленной задачи.

Частотные характеристики ритмов, претерпевали различные изменения (рис 9, 10). При этом, существенные различия наблюдались в диапазонах тета- и высокочастотного бета- ритма. В базе научных данных рассматривается влияние различных типов умственной деятельности на частотные характеристики ритмов тета-диапазонов и связи между изменениями этих ритмов и успешностью выполнения когнитивных задач (9). Переход от спокойного состояния к умственной нагрузке, проявлялся диффузным повышением частоты ритма тета- диапазона и выраженным учащением высокочастотного бета.

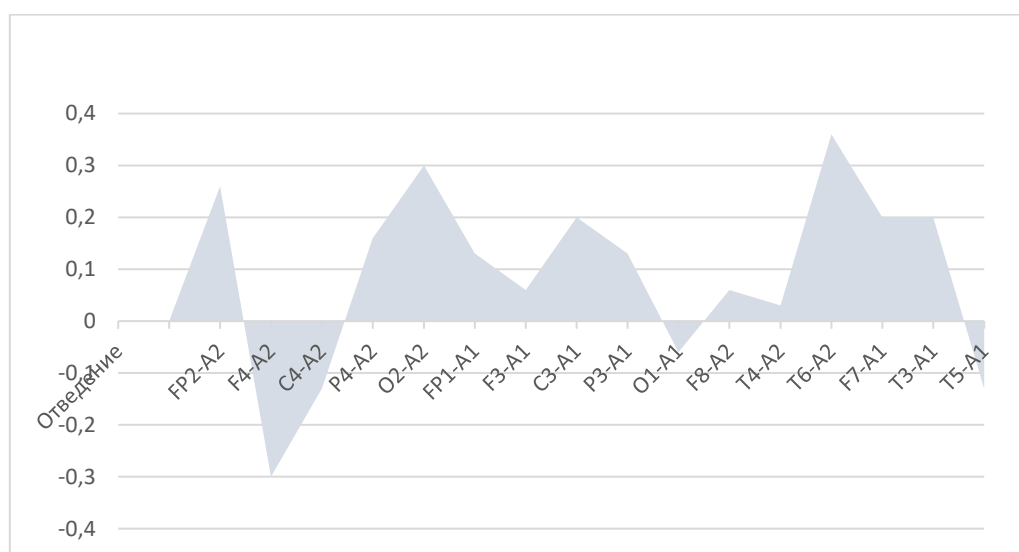


Рис.9 Частота тета- ритма при умственном напряжении в отличии от состояния покоя в спокойные дни. Остальные обозначения те же, что и на рис. 1

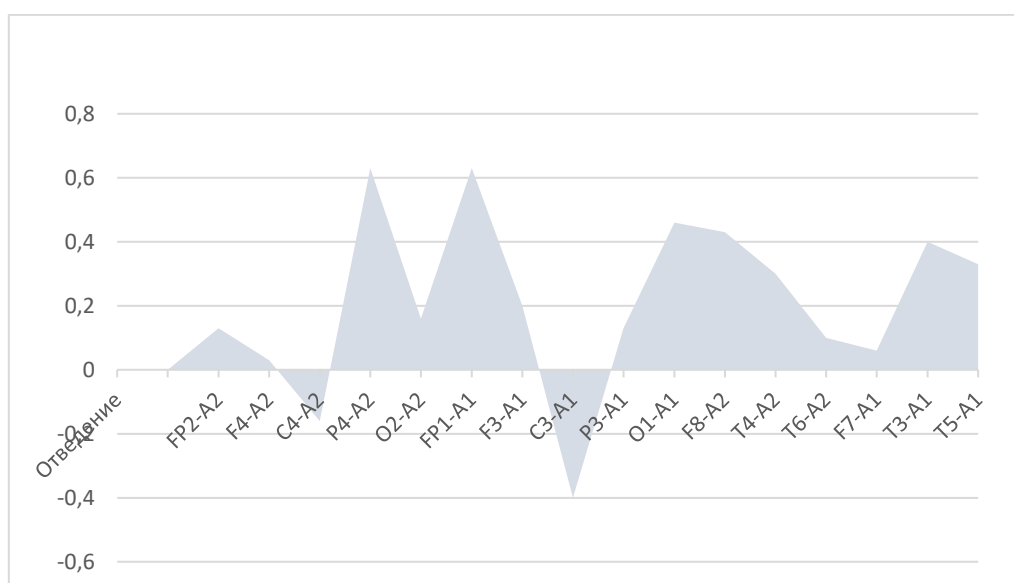


Рис.10 Частота бета 2 ритма при умственном напряжении в отличии от состояния покоя в спокойные дни. Остальные обозначения те же, что и на рис.1

Проведенное исследование, свидетельствуют о том, что при переходе от состояния покоя к актив-

ной мыслительной деятельности выраженные изменения прослеживаются в характеристиках частот,

амплитуд и процентной представленности, главным образом, ритмов медленного и быстрого диапазонов. Увеличение индекса тета- ритма в височных областях при решении арифметической задачи в геомагнитно спокойные дни, отражает особую роль подкорково-корковых, в частности гиппокампа-льно-темпоральных связей в процессах мыслительной деятельности. В то же время, в процессе реализации задания в спокойные геомагнитные периоды формируется более оптимальная структура ЭЭГ, что достигается усилением восходящих активирующих посылок неспецифических систем, сопровождающихся учащением и повышением энергии корковой активности. Результаты настоящего исследования являются основой для проведения сравнительного анализа аналогичных данных молодых женщин при возмущении геомагнитной обстановки.

Список литературы

1. А. В. Истомина, А. Ю. Фарбер, А. В. Манжурцев, М. В. Ублинский, М. Арсалиду. Журнал высшей нервной деятельности, 2025, том 75, № 1, с. 31–53 УДК: 612.821.2. Нейронные корреляты решения арифметических задач у взрослых 2025 г.
2. Zyma I, Tukaev S, Seleznev I, Kiyono K, Popov A, Chernykh M, Shpenkov O. Физиология Высшей нервной (когнитивной) деятельности человека. Electroencephalograms during Mental Arithmetic Task Performance. Data. 2019; 4(1):14. <https://doi.org/10.3390/data4010014> (дата обращения: 25.04.2024).
3. Анохин П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса / М.: М
4. Русалова М.Н. Фронтно-окципитальная асимметрия мощности тета-ритма ЭЭГ человека // Асимметрия. 2018. Том 12. № 3. едичина, 1968. 548 с.
4. Русалова М.Н. Фронтно-окципитальная асимметрия мощности тета-ритма ЭЭГ человека // Асимметрия. 2018. Том 12. № 3. едичина, 1968. 548 с.
5. Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis // Brain Research Reviews. 1999. Vol. 29. № 2—3. P. 169—195.
6. Laukka, S.J., Jarvilehto, T., Alexandrov, Yu.I., Lindquist J. Frontal midline theta related to learning in a simulated driving task // Biological psychol. 1995. Vol. 40. P. 313—320.
7. Ulanovsky N., Moss C.F. Hippocampal cellular and network activity in freely moving echolocating bats // Nat Neurosci. 2007. Vol. 10. № 2. P. 224—233. DOI:10.1038/nn1829
8. Коробейникова И.И., Каратыгин Н.А., Венерина Я.А. Электрофизиологические корреляты достижения результата целенаправленной деятельности человека в условиях ритмически организованной оптической стимуляции частотой 10 Гц // Методические аспекты и разработки. Психическое здоровье. 2020. № 7. С. 9—15.
9. Жожикашвили Н. А., Бакумова А. Д. Альфа- и тета- ритмы как маркеры когнитивного усилия. Российский психологический журнал, 2022, ТОМ 19, № 2, 201-219. doi: 10.21702/rpj.2022.2.15 ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ
10. Lin J., Rugg M., Das S. et al. Theta band power increases in the posterior hippocampus predict successful episodic memory encoding in humans // Hippocampus. 2017. Vol. 27. P. 1040—1053. DOI:10.1002/hipo.22751
11. Alekseichuk I., Pabel S.C., Antal A., Paulus W. Intrahemispheric theta rhythm desynchronization impairs working memory // Restor Neurol Neurosci. 2017. Vol. 35. № 2. P. 147—158. DOI:10.3233/RNN-160714
12. Chander B.S., Witkowski M., Braun C., Robinson S.E., Born J., Cohen L.G., Birbaumer N., Soekadar S.R. tACS Phase Locking of Frontal Midline Theta Oscillations Disrupts Working Memory Performance // Front Cell Neurosci. 2016. Vol. 120. № 10. DOI:10.3389/fncel.2016.00120
13. Wang W.C., Wing E.A., Murphy D.L.K., Luber B.M., Lisanby S.H., Cabeza R., Davis S.W. Excitatory TMS modulates memory representations // Cogn Neurosci. 2018. Vol. 9. № 3—4. P. 151—166. DOI:10.1080/17588928.2018.1512482
14. Sauseng P., Griesmayr B., Freunberger R., Klimesch W. Control mechanisms in working memory: a possible function of EEG theta oscillations // Neurosci Biobehav Rev. 2010. Vol. 34. № 7. P. 1015—1022. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2009.12.006
15. Harper J., Malone S.M., Iacono W.G. Theta—and delta-band EEG network dynamics during a novelty oddball task // Psychophysiology. 2017. Vol. 54. № 11. P. 1590—1605. DOI:10.1111/psyp.12906
16. Cavanagh J.F., Zambrano-Vazquez L., Allen J.J. Theta lingua franca: a common mid-frontal substrate for action monitoring processes // Psychophysiology. 2012. Vol. 49. № 2. P. 220—238. DOI:10.1111/j.1469-8986.2011.01293.x
17. Burwell S.J., Malone S.M., Bernat E.M., Iacono W.G. Does electroencephalogram phase variability account for reduced P3 brain potential in externalizing disorders? // Clin Neurophysiol. 2014. Vol. 125. № 10. P. 2007—2015. DOI: 10.1016/j.clinph.2014.02.020
18. Князев Г.Г., Митрофанова Л.Г., Бочаров А.В. Эмоциональный интеллект и осцилляторные ответы на эмоциональные выражения лиц // Физиология человека. 2013. Том 39. № 4. С. 41—48. DOI:10.7868/S0131164613030120
19. Knyazev G.G., Savostyanov A.N., Bocharov A.V., Dorosheva E.A., Tamozhnikov S.S., Saprigyn A.E. Oscillatory correlates of autobiographical memory // Int. J Psychophysiol. 2015. Vol. 95. № 3. P. 322—332. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2014.12.006
20. Karatygin N.A., Korobeinikova I.I., Venerina Y.A., Venerin A.A., Alexandrov Y.I. Spectral Characteristics of the EEG Theta-Band and Efficiency of Cognitive Test «N-Back» Performing. Eksperimental'naya psikhologiya = Experimental Psychology (Russia), 2022. Vol. 15, no. 2, pp. 95—110. DOI: <https://doi.org/10.17759/exppsy.2022150208> (In Russ.).
21. Коробейникова, И.И. Связь результативности интеллектуальной тестовой деятельности чело-

века с различными спектральными характеристиками альфа-ритма фоновой ЭЭГ // Тюменский медицинский журнал. 2014. Т. 16, № 3. С. 50-53

22. Лобасюк Б.А., М. И. Боделан, В. В. Мартынюк, К. В. Аймедов, Системный анализ электрогенеза при счете в уме. Психиатрия, Психіатрія, Неврологія та Медична Психологія. Том 2, No2 (4) 2015 p.17-22

23. Каратыгин Н.А. Электрофизиологические корреляты различной результативности интеллектуальной деятельности: Автореф. дис...канд. биол. наук. М., 2015. – с.25

24. Марютина Т.М., Кондаков И.М. Психфизиология. Учебник для вузов- Москва: МГППУ, 2004 с. 183

25. Дорджиева Д.Б., Пантина Е.Е. Биоэлектрическая активность головного мозг индивидов с различным уровнем качества мыслительной деятельности// Естественные и математические науки в современном мире: сб. ст. по матер. XXIX междунар. науч.-практ. конф. № 4(28). – Новосибирск: СибАК, 2015.

26. Jap B.T., Lal S., Fischer P., Bekiaris E. *Using EEG spectral components to assess algorithms for detecting fatigue* // Expert Systems with Applications. - 2009. - 36. - 2352-2359.

27. Boksem M.A.S., Meijman T.F., Lorist M.M., 2006. Mental fatigue, motivation and action monitoring // Biol. Psychol. –2006. – 72. – 123-132.

28. Базанова О.М. Современная интерпретация альфа-активности ЭЭГ. Международный неврологический журнал. 2011;8(46):96–104.

29. Давыдов., В.В., Петрова И.Н. (2022). Также ряд работ рассматривает реакцию альфа ритма на успешность обучения Александров, А.М. и др 2023 О корреляции альфа-ритма и успешности обучения / А.М. Александров, О.В. Савокина, М.И. Сизинцев // В материалах Итоговой конференции военно-научного общества курсантов, студентов и слушателей Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова. - 2023. - С. 32-35.

30. Александров, А.М. и др 2023 О корреляции альфа-ритма и успешности обучения / А.М. Александров, О.В.Савокина, М.И. Сизинцев // В материалах Итоговой конференции военно-научного общества курсантов, студентов и слушателей Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова. - 2023. - С. 32-35

31. Начарова, М.А. Особенности взаимосвязи между индивидуальной пиковой частотой а-ритма ЭЭГ и характеристиками общего интеллекта / М.А. Начарова, С.А. Махин, В.Б. Павленко // Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. Биология. Химия. - 2019. - Т. 5. - № 2. -С. 132-144.

32. Klimesch, W. (1997) EEG-alpha rhythms and memory processes. International Journal of Psychophysiology, 26, 319-340.

33. Osaka, 1984; M. (1984) Peak alpha frequency of EEG during a mental task: task difficulty and hemispheric differences. Psychophysiology, 21, 101-105.

34. Petersen, I., Eeg-Olofsson, O. (1971) The development of the electroencephalogram in normal children from the age of 1 through 15 years – Nonparoxysmal activity. Neuropaediatric, 2, 375-404. Glass et al, 1970).

35. Angelakis, 2004; Angelakis E., Lubar J.F., Stathopoulou S., Kounios J. Peak alpha frequency: an electroencephalographic measure of cognitive preparedness // Clin. Neurophysiol. – 2004. – 115. – 887-897.

36. Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis // Brain Res. Brain Res. Rev. – 1999. – 29. – 169-195.)

37. Cheng, 2011 Cheng Shyh-Yueh, Hsu Hong-Te Mental Fatigue Measurement Using EEG, Risk Management Trends. Giancarlo Nota (Ed.), 2011.).

38. Davidson R.J. et al., 1990] Davidson R.J., Chapman J.P., Chapman L.J., Henriques J.B. Asymmetrical Brain Electrical Activity Discriminates Between Psychometrically- Matched Verbal and Spatial Cognitive Tasks //Psychophysiology. - 1990. - V. 27(5). - P. 528-543.

39. Boksem M.A.S., Meijman T.F., Lorist M.M., 2006. *Mental fatigue, motivation and action monitoring* // Biol. Psychol. -2006. - 72. - 123-132

40. Jan Cook, 1998) Cook I.A., O'Hara R., Uijtdehaage S.H., Mandelkern M., Leuchter A.F. *Assessing the accuracy of topographic EEG mapping for determining local brain function* // Electroencephalogr Clin Neurophysiol. - 1998. - 107(6). - 408-414.

41. Klimesch W. *EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis* // Brain Res. Brain Res. Rev. - 1999. - 29. - 169-195.. and action monitoring // Biol. Psychol. - 2006. - 72. - 123-132.

42. И.С. Поликанова, А.В. Сергеев Влияние длительной когнитивной нагрузки на параметры ЭЭГ Национальный психологический журнал №1 (13) 2014 стр 86-94 Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия Поступила: 26 августа 2014/ Принята к публикации: 30 сентября 2014

43. Русалова М.Н. Динамика асимметрии активности коры головного мозга человека при эмоциональных состояниях. //Журн. высш. нервн. деят. 2005.- Т. 36.- №4.- С. 754–757.

44. Русалова М.Н. Функциональная асимметрия мозга: эмоции и активация. Функциональная межполушарная асимметрия. Хрестоматия. М: Научный мир. - 2004.- 322–348

THE ROLE OF SHRUB AND SUBSHRUB SPECIES DISTRIBUTED IN THE SHUSHA REGION IN BIODIVERSITY AND THEIR PROSPECTS FOR UTILIZATION

Sardarova A.

PhD in Biology

Quliyeva L.

Azerbaijan State Agricultural University

DOI: [10.5281/zenodo.18330959](https://doi.org/10.5281/zenodo.18330959)

Abstract

Shusha and its surrounding areas, located in the Lesser Caucasus, represent a unique montane-forest ecosystem characterized by a high diversity of shrub and subshrub life forms. These plants not only form structural components of the landscape but also perform essential ecological functions, including soil erosion prevention, slope stabilization, formation of phytocoenoses, and provision of food and shelter for local fauna. Through geobotanical route surveys conducted in the Shusha region, the distribution and biomorphological traits of shrub and subshrub species such as *Juniperus foetidissima*, *Corylus avellana*, *Rhamnus pallasii*, *Rubus subg. rubus*, *Prunus cerasifera*, *Prunus spinosa*, *Berberis vulgaris*, *Mespilus germanica*, *Rosa canina*, *Crataegus pentagyna*, *Ribes nigrum*, *Ribes uva-crispa*, *Euonymus velutinus*, and *Cornus mas* were documented. Many of these species are endemic, relict, and genetically valuable for the region, and their richness in bioactive compounds highlights their pharmacological and ethnobotanical importance. The results indicate that shrubs and subshrubs play a key role in ecosystem services, particularly in vegetation restoration and successional processes. This study provides a comprehensive assessment of the ecological, economic, and pharmacological significance of shrubs and subshrubs in the Shusha region, offering a scientific basis for their conservation and sustainable management.

Keywords: Shusha region, shrub and subshrub biodiversity, montane-forest ecosystems, phytocoenotic structure, bioactive compounds.

Introduction

The city of Shusha and its surrounding areas constitute one of the mountain-forest zones of the Lesser Caucasus with the highest levels of biodiversity. The region's rugged topography, diverse microclimatic conditions, mosaic soil cover, and intensity of anthropogenic disturbances have created favorable conditions for a rich variety of plant life forms (Table 1). Among this floristic diversity, shrubs and subshrubs occupy a particularly important place. They are not only struc-

tural components shaping the appearance of the landscape but also key functional groups that ensure ecosystem stability.

The ecological role of shrub and subshrub species includes regulating soil-carbon balance, reducing erosion, structuring phytocoenoses, and providing food and shelter for fauna. Many of the life forms distributed in the Shusha territory are endemic, relict, or rare species, which increases their genetic and taxonomic value.

Table 1.

Key Climatic and Topographic Indicators of the Shusha Region	
Altitude above sea level	1,300-1,800 m
Annual temperature variations	min: -4 °C, max: +19 °C
Annual precipitation amount	700-800 mm

In recent years, in the context of restoration and reclamation activities carried out in Shusha, the ecosystem services provided by shrubs and subshrubs have become even more relevant. They play a leading role in soil regeneration and the recovery of vegetation cover during the initial stages of succession, thus contributing significantly to biodiversity conservation. Therefore, studying the ecological, biogeographical, and functional importance of Shusha's shrub and subshrub flora provides a scientific basis for the sound management of the region's natural resources and the development of sustainable restoration strategies (Botanika Institutu, 2025).

The city of Shusha and its surrounding territories, as part of the unique mountain-forest ecosystem of the Lesser Caucasus, are characterized by a rich shrub and subshrub flora (Qurbanov, 2024). These life forms play an essential role in preserving the region's biodiversity, ensuring ecological stability, and maintaining the resilience of phytocoenoses.

The role of shrubs and subshrubs distributed in the Shusha region in biodiversity and their utilization prospects can be summarized as follows:

1. Maintaining ecosystem stability

Shrubs and subshrubs possess strong root systems that prevent soil erosion and stabilize slopes. Representatives of the genera *Juniperus*, *Rosa*, *Berberis*, *Paliurus*, *Cotoneaster*, and *Spiraea* perform important ecological functions in reducing landslides on Shusha's steep terrain.

2. Key elements in the structure of phytocoenoses

These plants shape the mosaic structure of mountain-meadow and forest-edge phytocoenoses, ensuring both vertical and horizontal stratification of vegetation. Through their xenomorphic and psychomorphic adaptations, shrubs and subshrubs are capable of withstanding harsh mountain climates, thereby increasing the resilience of plant communities.

3. Carriers of genetic and taxonomic diversity

Numerous endemic and relict species occur

among the shrubs and subshrubs distributed in Shusha (e.g., *Juniperus foetidissima*, *Berberis vulgaris*, *Rhamnus pallasii*). These species provide insights into the region's paleobotanical past and are of special importance for the preservation of the gene pool.

4. Sources of habitat and food for fauna

Shrubs and subshrubs create favorable microhabitats for birds, small mammals, and insects. Species such as *Rosa canina*, *Berberis vulgaris*, and *Crataegus pentagyna* provide fruit that serves as food for birds and play an important role in seed dispersal (Əsgərov, 2016).

5. Ecological resilience to anthropogenic impacts

In the restored areas of Shusha, shrubs and subshrubs play a leading role during the initial stages of succession. They improve soil structure, accelerate humus accumulation, and facilitate the recovery of forest cover.

6. Potential for biocontamination resistance and climate-change adaptation

These life forms exhibit resilience to high-stress

factors (drought, temperature fluctuations, soil salinity, and anthropogenic pollution). Such characteristics allow their use as bioindicators for ecological monitoring.

7. Significance for pharmacology and ethnobotany

Shrub and subshrub species widely distributed in Shusha - such as *Berberis*, *Rosa*, *Rubus*, *Crataegus*, *Corylus*, *Rhamnus*, *Prunus*, *Juniperus*, *Mespilus*, and *Ribes* - are rich in biologically active substances and have been traditionally used as medicinal plants. Their therapeutic properties enhance the region's phytotherapeutic potential (Sərdarova, 2022; İbadullayeva, 2024).

Materials and Methods

The research was conducted in 2025 within the mountain-forest and subalpine landscapes of the city of Shusha and its surrounding territories (Figure 1). To study the vegetation cover, the geobotanical route method was applied (Shetekauri & Kikvidze, 2018; Müllerová et al., 2020).

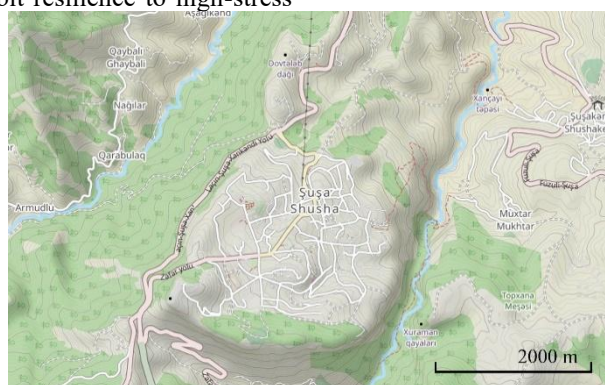


Figure 1. General Morphological Structure of *Corylus avellana*

1. Route organization.

Research sites were selected with consideration of the region's mosaic relief. The route was planned in the following sequence:

Shusha city - Dashalti gorge - Topkhana forest massif - Zarisli direction.

An elevation range of 1450-1750 m was covered along the route. Every 200-300 meters, the composition of the vegetation was visually assessed, and dominant and associated shrub and subshrub species were recorded.

2. Geobotanical observations.

At each observation point, the following parameters were documented:

- Dominant and subdominant shrub and subshrub species
- Biomorphological characteristics of plants (height, branching type, green biomass, condition of generative and vegetative organs)
- Phytocoenotic state and the structure of plant groupings

The geobotanical approach described by Shetekauri & Kikvidze (2018) served as the methodological basis for the observations.

3. Sample collection.

For optimal morpho-anatomical analysis, 3-5 individuals of each shrub or subshrub species encountered along the route were sampled. For each specimen, the following information was recorded:

- Geographic coordinates of the collection site
- Elevation
- Plant species and a brief morphological description

The collection process was carried out in accordance with field flora study principles described by Müllerová et al. (2020).

4. Preparation of herbarium specimens.

The collected materials were processed following classical herbarium methods (Bridson & Forman, 2019; Shipunov, 2019):

- Specimens were placed in field presses between sheets of paper.
- In the laboratory, they were dried completely in a ventilated dryer at 45-50 °C.
- A label was prepared for each specimen (species name, locality, date, collector).
- Completed herbarium specimens were coded and incorporated into the Herbarium Fund of the Department of Biology named after Valida Tutayuk at the Azerbaijan State Agricultural University.

Biomorphological Characteristics and Pharmacological Significance of Shrubs and Subshrubs

Distributed in the Shusha Region
Corylus avellana L.



Figure 2. General Morphological Structure of Corylus avellana

Corylus avellana is a perennial shrub or small tree belonging to the family Betulaceae. Its natural distribution includes Europe, the Americas, and Asia Minor. This species grows at altitudes ranging from 10 to 1700 meters above sea level and is primarily shade-tolerant, preferring temperate and humid conditions. *C. avellana* can live for 80-100 years and reach a height of 3-9 meters. The canopy is dense and highly branched (Figure 2). The stem diameter ranges from 15 to 18 cm, while the leaves measure 5-9 cm in width and 6-12 cm in length. Leaves are rounded, ovate-rounded, or oval with serrated margins. The plant undergoes autumnal leaf shedding. Young shoots are light brown, and the bark of mature stems turns light gray.

Flowering occurs from February to March, producing monoecious flowers of various types. Fruit ripening takes place in August-September. While the plant naturally propagates through seeds, vegetative propagation is also possible.

The biochemical composition of *C. avellana* fruits includes fatty acids such as oleic, linoleic, palmitic, stearic, palmitoleic, and linolenic acids. Protein content ranges from 12.61% to 18.69%, with amino acids including glutamic acid, aspartic acid, alanine, serine, glycine, proline, tyrosine, arginine, leucine, valine, phenylalanine, isoleucine, threonine, lysine, histidine, and methionine. Vitamins present include fat-soluble vitamins such as retinol (vitamin A), α -tocopherol (vitamin E), γ -tocopherol, δ -tocopherol, and water-soluble vitamins such as vitamin C, niacin, B6 (pyridoxine), B1 (thiamine), B2 (riboflavin), folic acid, and biotin (Gunes et al., 2010; Shataer et al., 2021).

The fruits of *C. avellana* are of significant nutritional value and are widely used in confectionery production. Due to the durability of its wood, the species is also used as raw material for furniture, baskets, and other products.

***Rhamnus pallasii* Fisch. & C.A.Mey.**



Figure 3. General Morphological Structure of Rhamnus pallasii

Rhamnus pallasii is a low-growing shrub belonging to the family Rhamnaceae (Figure 3). The plant can reach up to 3 meters in height. Its branches are arranged

alternately and bear thorns. Leaves are narrow and lanceolate, measuring 20-30 mm in length and 4-6 mm in width.

Flowering occurs in June, with clusters of 10-12

flowers emerging from the axils of the leaves. Flowers are small, grayish, and may be either petalled or apetalous. Fruits ripen in October, producing black berries with a diameter of 4-5 mm.

R. pallasii possesses a rich biochemical composition. The main classes of bioactive compounds identified in the plant include anthraquinones, flavonoids, naphthalene terpenoids, alkaloids, steroids, organic ac-

ids, and essential oils. From a pharmacological perspective, the plant exhibits anti-inflammatory, antibacterial, antifungal, antimalarial, antioxidant, antiproliferative, and cytotoxic properties. It is also used for wound healing, blood purification, improvement of circulation, treatment of sexually transmitted infections, digestive and liver disorders, and support of the endocrine and nervous systems (Nigussie et al., 2021).

Rubus subg. rubus



Figure 4. General Morphological Structure of *Rubus subg. rubus*

Rubus subg. rubus, belonging to the family Rosaceae, is a shrub species with a perennial root system. Under natural conditions, its stems grow densely and intertwined. Each stem is biennial: in the first year, it emerges and grows intensively, reaching a length of 3-9 meters and bending to creep along the ground. In the second year, the stem ceases elongation, and its buds develop into inflorescences. Flowering occurs in late spring and early summer. Flowers have five white or pale pink petals, with a total diameter of approximately 2 cm.

The leaves are compound in structure, typically consisting of 5-7 leaflets attached to the petiole by short stalklets (Figure 4). The plant possesses short, curved, very sharp thorns, located both on the stems and along the central vein on the lower surface of the leaflets. *Rubus subg. rubus* is a hardy plant capable of developing even in nutrient-poor soils.

A wide range of bioactive compounds has been

identified in the plant, including alkaloids, flavonoids, tannins, saponins, glycosides, terpenoids, sterols, carbohydrates, polyphenols, anthocyanins, ellagic acid, salicylic acid, triterpenic acids, rubitic acid, and ascorbic acid (vitamin C). The roots are particularly rich in saponins and tannins, the leaves in flavonoids and tannins, and the fruits in polyphenols, anthocyanins, ellagic acid, salicylic acid, fiber, and other compounds (Verma et al., 2014).

From a pharmacological standpoint, the plant has antimicrobial properties and is used against infections. It exhibits anti-inflammatory effects, protects mucous membranes, and has a positive impact on the digestive system. The fruits are a strong source of antioxidants. The species contributes to the regulation of the blood and endocrine systems, the respiratory system, and demonstrates anticancer activity.

Prunus cerasifera AHH.



Figure 5. General Structure and Fruit Morphology of *Prunus cerasifera*

Prunus cerasifera is a shrub or small tree belonging to the family Rosaceae and can grow to a height of

8-12 meters. The leaves are ovate and measure 3-7 cm in length (Figure 5). The plant flowers in early spring,

before leaf formation. The flowers are white, composed of five petals, and measure 2-3 cm in diameter. Fruit ripening occurs from July to September. *P. cerasifera* has a wide natural distribution across various regions of Azerbaijan, including forested areas.

The biochemical components identified in *P. cerasifera* include protocatechuic acid, vanillic acid, rutin, gallic acid, catechin, chlorogenic acid, caffeic acid, syringic acid, p-coumaric acid, ferulic acid, o-coumaric acid, phloridzin, citric acid, malic acid, succinic acid, fumaric acid, vitamin C (ascorbic acid), and other compounds (Celik et al., 2017).

Due to its high content of phenolic compounds and other bioactive substances, the plant exhibits strong antioxidant properties. It is also a source of mineral elements such as potassium, copper, magnesium, iron, and zinc, which contribute to the regulation of metabolic processes. The fruits are rich in pectin components, which have positive effects on the digestive system and help reduce cholesterol levels (Dunaevskaya et al., 2021). The fruits of *P. cerasifera* are consumed fresh and are also used in the preparation of pastila and various jams.

Prunus spinosa L.



Figure 6. General Structure and Fruit Morphology of *Prunus spinosa*

Prunus spinosa, a shrub or subshrub of the family Rosaceae, can grow up to 5 meters in height. Its branches are densely arranged and covered with stiff thorns. Leaves are oval, measuring 2-4.5 cm in length and 1.2-2 cm in width, with serrated margins. The plant flowers before leaf emergence, producing flowers approximately 1.5 cm in diameter, each with five cream-white petals. Fruits develop in autumn, reaching 10-12 mm in diameter and exhibiting a violet-blue coloration (Figure 6).

The species is native to Europe, Western Asia, and northwestern Africa and naturally occurs in various regions of Azerbaijan, particularly in forests and shrublands.

P. spinosa is rich in phenolic compounds, including chlorogenic acid, caffeic acid, rutin, gallic acid, catechin, protocatechuic acid, syringic acid, p-coumaric

acid, ferulic acid, phloridzin, malic acid, citric acid, succinic acid, fumaric acid, and vitamin C (Celik et al., 2017). The high content of polyphenols and anthocyanins confers strong antioxidant and anti-inflammatory properties, aiding in the neutralization of free radicals and protection against oxidative stress. Its pharmacological activities include improvement of endothelial function, regulation of insulin sensitivity, reduction of diabetes risk, antidiarrheal, astringent, antidyenteric, antimicrobial, antiviral, anti-atherosclerotic, antithrombotic, and anticancer effects.

Fruits of *P. spinosa* are utilized in the food industry in both dried and fresh forms and can serve as natural colorants. Additionally, the species has been identified as suitable for soil restoration purposes (Bei et al., 2024).

Juniperus foetidissima Willd.

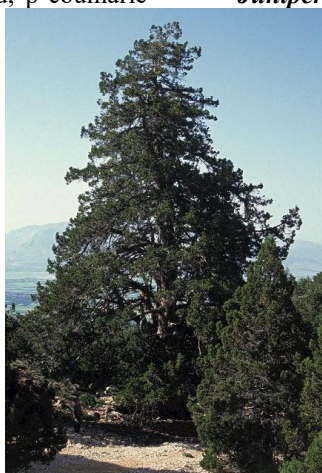


Figure 7. General Morphological Structure of *Juniperus foetidissima*

Juniperus foetidissima, a tree or shrub of the family Cupressaceae, can grow up to 5-6 meters in height (Figure 7). The species exhibits two types of leaves: on young, dark green shoots, the leaves are needle-like and 8-10 mm long, whereas on older stems, they are scale-like, rhombic in shape, and 2-3 mm in length. The cones of *J. foetidissima* begin to form from late April to early June, with maturation taking nearly two years. Mature cones are blue-black, 7-13 mm in diameter, and resemble berries in appearance. The species is naturally distributed in the eastern Greater Caucasus, the northern and southern parts of the Lesser Caucasus, and the mountainous regions of Nakhchivan in Azerbaijan.

J. foetidissima is rich in phenolic compounds, including catechin, epicatechin, quercitrin, rutin, and

quercetin-3-O-glucoside. It also contains monoterpenes such as sabinene. Extracts of the plant exhibit antioxidant activity, neutralizing reactive oxygen and nitrogen species and inhibiting lipid peroxidation. Its anti-inflammatory properties make it useful in treating inflammatory conditions. Traditionally, the species has been used for the common cold, urinary tract and kidney infections, bronchitis and pneumonia, dysentery, stomach pain and diarrhea, as well as to regulate menstruation and relieve pain. Additionally, *J. foetidissima* is employed as an aromatic spice, in the production of alcoholic beverages, aromatherapy, perfumery, and other applications (Lesjak et al., 2013).

***Berberis vulgaris* L.**

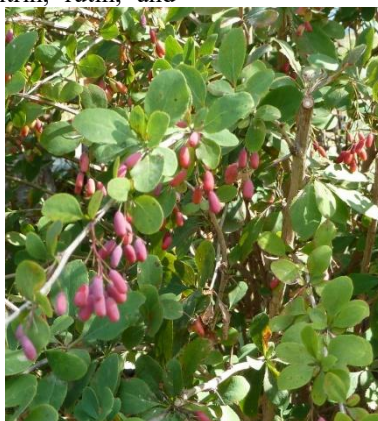


Figure 8. General Morphological Structure of *Berberis vulgaris*

Berberis vulgaris, a shrub belonging to the family Berberidaceae, can grow up to 1.5-2.5 meters in height. Young shoots are yellow-brown, while older stems are gray. Thorns on the stem can reach up to 2 cm in length. Leaves are delicate, elliptic or obovate, light green in color, with ciliate-serrated margins.

Flowering occurs from May to June. Flowers are pale yellow and form racemose clusters up to 6 cm in length. Fruits mature in August-September, producing berries that are bright red or sometimes yellowish-red, approximately 12 mm long (Figure 8).

B. vulgaris is a mesoxerophytic plant growing at altitudes up to 1800 meters, commonly found in forests, forest edges, and shrublands. Its natural distribution spans Europe and Asia Minor, and within Azerbaijan, it occurs from lowlands to the middle mountain zone.

The plant contains a variety of bioactive com-

pounds in different organs, including phenolics, flavonoids, tannins, glycosides, saponins, steroids, terpenoids, vitamins C, K, and A, and major alkaloids such as chlorogenic acid, berberine, oxyaconthine, berbamine, berberubine, columbamine, catechin, caffeic acid, gallic acid, and anthocyanins. Berberine is the principal alkaloid, exhibiting antioxidant, anti-inflammatory, hypoglycemic, and hypolipidemic activities.

Traditionally, *B. vulgaris* has been used to treat fever, cough, liver diseases, depression, hyperlipidemia, and hyperglycemia. Pharmacologically, it possesses anticancer, anti-inflammatory, antidiabetic, antioxidant, antibacterial, analgesic, antinociceptive, and hepatoprotective properties. The fruits are also utilized in the food industry for producing juices, jams, and marmalades (Rahimi-Madiseh et al., 2017; El-Zahar et al., 2022).

***Mespilus germanica* L.**



Figure 9. General Structure and Fruit Morphology of *Mespilus germanica*

Mespilus germanica, a large shrub or small tree of the family Rosaceae, ranges from 1.5 to 4 meters in height. The stem is thorny with grayish-brown bark. Leaves are dark green, elliptic, measuring 8-15 cm in length and 3-5 cm in width. The species is deciduous, with foliage turning red in autumn. Flowering occurs from May to June. Flowers have five heart-shaped white petals, with a diameter of 2-5 cm. Fruits mature in late autumn, measuring 2-3 cm in diameter, with a red-brown coloration (Figure 9). *M. germanica* is found at altitudes up to 1100 meters and naturally occurs in the Caucasus, Asia Minor, and southeastern parts of the Balkan Peninsula.

The fruits, leaves, bark, and seeds are rich in bioactive compounds, including pectin, amino acids, carbohydrates (glucose, fructose, sucrose), organic acids (malic, citric, ascorbic, quinic acids), fatty acids (oleic, linoleic, palmitic, stearic acids), chlorogenic acid, caffeic acid, gallic acid, catechin, epicatechin, quercetin,

kaempferol derivatives, phenolic tannins, antioxidant compounds, triterpenes, carotenoids, and minerals. Leaf extracts are particularly high in phenolic content. Different plant parts have been shown to exhibit antioxidant, antidiabetic, antimicrobial, anti-inflammatory, and anthelmintic activities (Nistor et al., 2024).

Traditionally, *M. germanica* has been used for treating menstrual disorders, alleviating cold and flu symptoms, addressing kidney and urinary tract issues, supporting liver and kidney function, and treating enteritis and intestinal inflammations. The fruits can be consumed fresh or processed into molasses, marmalade, compote, jam, and other products. They are also a high-quality source of pectin. The seed oil can be used as biofuel and in cosmetics. Additionally, the species is cultivated as an ornamental shrub in parks and gardens.

***Rosa canina* L.**



Figure 10. General Structure and Fruit Morphology of *Rosa canina*

Rosa canina, a shrub of the family Rosaceae, reaches a height of 1.5-2.5 meters. Its branches bear numerous rigid thorns. Leaves are compound, typically composed of seven leaflets, with a total leaf length of 7-9 cm. Leaflets are smooth, mostly elliptic, measuring 2-2.5 cm in length and 1-1.5 cm in width.

Flowering occurs in May, producing pale pink to whitish petals, 4-6 cm in diameter, arranged in clusters of 3-5 flowers. Fruit ripening takes place in June-July, yielding obovate to broad-oval, sometimes globular hips, 15-26 mm in length (Figure 10).

R. canina thrives in shrublands, forest edges, riverbanks, and similar habitats. In Azerbaijan, it is naturally distributed across many regions of the Greater and Lesser Caucasus.

The fruits are particularly rich in vitamin C and also contain vitamins A, B1, B2, B6, D, E, and K. Organic acids such as quinic, tartaric, and citric acids are present. The plant contains flavonols such as catechin, anthocyanins like cyanidin-3-glucoside, phenolic acids such as galloylquinic acid, and carotenoids including β -carotene, lycopene, β -cryptoxanthin, rubixanthin, gazanixanthin, and zeaxanthin (Peña et al., 2023).

Therapeutically, *R. canina* exhibits antioxidant activity by protecting cells from free radicals and reducing oxidative stress. Its anti-inflammatory properties help mitigate inflammation. Certain phenolic and flavonoid compounds present in the plant confer anticancer and antimicrobial effects. The species is utilized in the food industry for teas, juices, jams, and in the



Figure 11. General Structure and Fruit Morphology of *Crataegus pentagyna*

Crataegus pentagyna, a tree or shrub of the family Rosaceae, reaches 5-6 meters in height. Its branches have gray bark and thorns measuring 5-10 mm in length. Leaves are dark green on the upper surface and lighter green on the underside, with 3-5 lobes that are broad and either blunt or pointed (Figure 11). Flowering occurs in May, producing flowers in complex corymb inflorescences. Flowers measure 1.2-1.7 cm in diameter and have white petals. Fruit development takes place from September to October, yielding black or dark purple fruits 8-12 mm in diameter.

The species is widely distributed in Azerbaijan, from lowlands to middle mountain zones of the Lesser and Greater Caucasus. It is commonly found in sparse forests and shrublands, growing both in groups and as isolated individuals.

Fruits, leaves, and roots of *C. pentagyna* are rich in phenolic compounds, including apigenin, caffeoyl quinic acid derivatives, salicylic acid, naringenin-6-C-

glucoside, and naringenin (Taleghani et al., 2024). Additionally, the plant contains terpenes, lipophilic compounds, anthocyanins, hydrocarbons, fatty acids, and their derivatives. Extracts from fruits, leaves, and roots exhibit antioxidant activity, neutralizing free radicals. They also demonstrate antimicrobial efficacy, showing bactericidal and bacteriostatic effects against both Gram-positive and Gram-negative bacteria. Due to its flavonoid and phenolic acid content, the plant supports vascular function, promotes vasodilation, exhibits anti-atherosclerotic and antihypertensive effects, and plays a cardioprotective role. Furthermore, it contributes to reducing oxidative stress and has anti-inflammatory properties. Fruit, leaf, and root extracts, owing to their antioxidant and antimicrobial activities, can also be used as additives in the preservation of processed foods.

Ribes nigrum L.



Figure 12. General Structure and Fruit Morphology of *Ribes nigrum*

Ribes nigrum, a medium-sized shrub of the family Grossulariaceae, can grow up to 1.5 meters in height and diameter. Simple leaves, 3-5 cm wide, are arranged alternately along the stem. Flowering occurs from May to June, producing inflorescences up to 8 cm long, each bearing 10-20 flowers. Individual flowers are 4-6 mm in diameter, with small, inconspicuous, oval petals. Fruit development occurs in July, yielding mature berries approximately 1 cm in diameter, dark purple to black in color (Figure 12). The species naturally occurs throughout Europe, Russia, Kazakhstan, northern China, Mongolia, and several regions of Azerbaijan.

R. nigrum is rich in flavonols, phenolic acids, proanthocyanidins, and anthocyanins, which give the fruits

their dark color. Fruits are also abundant in vitamin C, vitamin E, various minerals, organic acids, and pectins. Seeds contain omega-3 and omega-6 fatty acids, gamma-linolenic acid, stearidonic acid, and tocopherols (vitamin E). Polyphenols and anthocyanins exhibit strong antioxidant activity by neutralizing free radicals and reducing oxidative stress. The plant also demonstrates anti-inflammatory, immunomodulatory, and antimicrobial effects. Flavonoids and polyphenols contribute positively to cardiovascular health and metabolic processes related to glucose and lipids. In the food industry, the fruits of *R. nigrum* are used for juices, compotes, jams, ice creams, and other products. Due to their anthocyanin content, the fruits can also serve as

natural colorants and flavoring agents (Ejaz et al., 2023).

***Euonymus velutinus* Fisch. & C.A.Mey.**



Figure 13. General Structure and Fruit Morphology of *Euonymus velutinus*

Euonymus velutinus, a shrub of the family Celastraceae, reaches 1.5-4 m in height (Figure 13). Its leaves are oblong-elliptic or obovate, measuring 2-8 cm in length and 1-3.5 cm in width.

Flowering occurs from May to June, with small, greenish flowers arranged in umbels. Each flower has four elongated petals. Fruits mature in August; the seeds are ovate and fully enclosed by the fruit covering.

E. velutinus naturally occurs in Iran, Central Asia, and Azerbaijan, including the central and southern parts of the Lesser Caucasus, the western and eastern parts of the Greater Caucasus, and the Kura-Araz lowlands. It grows mainly at elevations of 1500-1800 m in sparse forests, forest edges, and similar habitats.

Biochemically, *E. velutinus* contains alkaloids

such as euonymin, evomonin, evonin, and velutin; terpenoids including triterpenes (β -amyrin, lupeol) and sesquiterpenes; phenolic compounds such as flavonoids and phenolic acids (caffeic acid, ferulic acid); lignans including sesamin derivatives; fatty acids and phytosterols; anthocyanins and carotenoid pigments; and evonates (Sharma et al., 2012).

Pharmacologically, the plant exhibits antioxidant, antibacterial, antifungal, antidiabetic, anti-inflammatory, cardioprotective, anticancer, sedative, and mild neuroprotective effects. In traditional medicine, it is used for rheumatism and joint pain, digestive disorders, and as anthelmintic. Other applications include landscaping in parks and gardens, use of its wood in industry, and extraction of natural dyes from its fruits and seeds.

***Cornus mas* L.**



Figure 14. General Structure and Fruit Morphology of *Cornus mas*

Cornus mas, a shrub or small tree of the family Cornaceae, reaches a height of 2-4 m. Its leaves are opposite, simple, ovate to ovate-elliptic, measuring 4-10 cm in length and 3-5 cm in width, with entire margins.

Flowering occurs in February-March, before leaf emergence. Small, golden-yellow flowers are arranged in umbels of 15-25 flowers. Fruit ripening takes place from August to September. Fruits are elongated, each containing a single large seed, and turn red upon maturity, measuring 10-30 mm in length (Figure 14).

C. mas naturally grows at the foothills of the Greater and Lesser Caucasus Mountains, forming small forests or growing individually.

The fruits contain phenolic compounds, anthocyanins such as cyanidin-3-glucoside and pelargonidin derivatives, flavonoids including quercetin and kaempferol derivatives, phenolic acids (gallic acid,

chlorogenic acid, caffeic acid, ellagic acid), triterpenes and iridoids (ursolic acid, oleanolic acid, cornuside, loganin, sweroside), and vitamin C. Pharmacologically, the species exhibits antioxidant, anti-inflammatory, antidiabetic, insulin-sensitizing, cardioprotective, hepatoprotective, anticancer, antimicrobial, and antiviral effects (Sevindik et al., 2024).

The fruits are used in the food industry for jams, preserves, and compotes, as well as in dried form in various dishes. Due to their high anthocyanin content, the fruits serve as natural colorants. In cosmetics, they are used as antioxidant-rich ingredients in creams. *C. mas* also plays an important role in preventing soil erosion. Additionally, early spring flowering makes it a valuable species for beekeeping.

***Ribes uva-crispa* L.**



Figure 15. General Structure and Fruit Morphology of *Ribes uva-crispa*

Ribes uva-crispa, a shrub of the family Grossulariaceae, grows up to 1 m in height. Its shoots are covered with simple spines approximately 2.5 cm long. Leaves are round, 6 cm long and 3-5 cm wide, with 3-5 lobed margins. Flowering occurs in May-June, with 1-3 flowers forming racemes. Flowers have five petals, greenish or reddish in color. Fruit development occurs from June to August. The resulting berries are oval or semi-spherical, about 12 mm in diameter, covered with fine hairs, and turn green, yellow, or dark red when mature (Figure 15). *R. uva-crispa* naturally grows mainly in shaded forests. The species is distributed in Azerbaijan (Nakhchivan and parts of the Lesser Caucasus), as well as in Central and Southern Europe and North America.

The plant is rich in phenolic compounds, including flavonoids (quercetin, kaempferol derivatives), phenolic acids (chlorogenic acid, caffeic acid, gallic acid), anthocyanins (cyanidin-3-glucoside), vitamins (C, A, B1, B2, B6), sugars (glucose, fructose), organic acids (malic, citric, tartaric), pectin, minerals, volatile and non-volatile compounds. It exhibits antioxidant, anti-inflammatory, antidiabetic, hypoglycemic, and antimicrobial activities, making it an important therapeutic agent in both traditional and modern medicine (Orsavová et al., 2019).

Additionally, *R. uva-crispa* supports lipid metabolism, reducing cholesterol and triglycerides. Its high fiber content improves digestion and alleviates bloating. The elevated vitamin C content strengthens the immune system. In the food industry, its fruits are used for jams, preserves, wines, and compotes, and the pectin content allows for jellies and gels. In cosmetics, it is used in anti-aging products. The plant is also cultivated as an ornamental fruit-bearing shrub in gardens.

Conclusion

The analyses indicate that Shusha and its surrounding areas host a unique mountain-forest ecosystem distinguished by a high diversity of shrub and semi-shrub life forms. These plants are not only dominant components of the region's phytosociological structure, shaping the visual landscape, but also constitute essential biological groups that ensure the functional stability of the ecosystem. Their robust root systems prevent soil

erosion, stabilize slopes, and accelerate soil regeneration during early successional stages, thereby facilitating forest cover restoration.

Many of the shrubs and semi-shrubs found in Shusha are endemic, relict, or ecologically adapted species. They play a crucial role in preserving genetic diversity, providing food and shelter for local fauna, and maintaining ecological balance. In addition, the bioactive compounds present in these plants enhance the region's pharmacological and ethnobotanical significance.

Thus, the role of shrubs and semi-shrubs in Shusha's ecosystem is multifaceted. Their conservation, integration into ecological monitoring, and prioritization in restoration programs provide a scientific foundation for the sustainable management of regional ecosystems. Comprehensive research and protection of these plant groups are of decisive importance for ensuring the long-term ecological health and stability of Shusha.

References

1. Bei, M. F., Apahidean, A. I., Budău, R., Rosan, C. A., Popovici, R., Memete, A. R., Domocoș, D., & Vicas, S. I. (2024). An overview of the phytochemical composition of different organs of *Prunus spinosa* L., their health benefits and application in food industry. *Horticulturae*, 10(1), 29. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10010029>
2. Botanika İnstitutu. (2025). *Qarabağ florası [Flora of Karabakh]*. CBS Polygraphic Production.
3. Bridson, D., & Forman, L. (2019). *Herbarium Handbook*. Royal Botanic Gardens, Kew.
4. Celik, F., Gundogdu, M., Alp, S., Muradoglu, F., Ercişli, S., Gecer, M. K., & Canan, I. (2017). Determination of phenolic compounds, antioxidant capacity and organic acids contents of *Prunus domestica* L., *Prunus cerasifera* Ehrh. and *Prunus spinosa* L. fruits by HPLC. *Acta Chromatographica*, 29(4), 507-510. <https://doi.org/10.1556/1326.2017.00327>
5. Dunaevskaya, E. V., Gorina, V. M., Melkozerova, E. A., Khetagurov, Kh. M., & Kozyrev, A. Kh. (2021). *Prunus cerasifera* Ehrh. fruits are a

source of biologically active substances and high-quality feedstock for Food for Specific Health Use. *E3S Web of Conferences*, 282, 04008. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128204008>

6. Ejaz, A., Waliat, S., Afzaal, M., Saeed, F., Ahmad, A., Din, A., Ateeq, H., Asghar, A., Shah, Y. A., Rafi, A., & Khan, M. R. (2023). Biological activities, therapeutic potential, and pharmacological aspects of blackcurrants (*Ribes nigrum* L.): A comprehensive review. *Food Science & Nutrition*, 11(10), 5799-5817. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3592>

7. El-Zahar, K. M., Al-Jamaan, M. E., Al-Mutairi, F. R., Al-Hudiab, A. M., Al-Einzi, M. S., & Mohamed, A. A. (2022). Antioxidant, antibacterial, and antifungal activities of the ethanolic extract obtained from *Berberis vulgaris* roots and leaves. *Molecules*, 27(18), 6114. <https://doi.org/10.3390/molecules27186114>

8. Əsgərov, A.M. (2016) *Azərbaycanın bitki aləmi [The flora of Azerbaijan]*. Teas Press.

9. Gunes, N. T., Köksal, A. İ., Artık, N., & Poyrazoğlu, E. (2010). Biochemical content of hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars from West Black Sea Region of Turkey. *European Journal of Horticultural Science*, 77-84. <https://doi.org/10.1079/ejhs.2010/1430861>

10. Ibadullayeva, S.J. (2024). *Traditional folk medicine of Azerbaijanis*. Savad.

11. Lesjak, M. M., Beara, I. N., Orčić, D. Z., Ristić, J. D., Anačkov, G. T., Božin, B. N., & Mimica-Dukić, N. M. (2013). Chemical characterisation and biological effects of *Juniperus foetidissima* Willd. 1806. *LWT - Food Science and Technology*, 53(2), 530-539. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.03.010>

12. Müllerová, J., et al. (2020). Field survey methods in modern vegetation science. *Journal of Vegetation Science*, 31(4), 684-696.

13. Nigussie, G., Melak, H., & Endale, M. (2021). Traditional medicinal uses, phytochemicals, and pharmacological activities of genus *Rhamnus*: A review. *JOTCSA*, 8(3), 899-932. <https://doi.org/10.18596/jotcsa.929188>

14. Nistor, D. I., Marc, R. A., & Mureşan, C. C. (2024). Phytochemistry, nutritional composition, health benefits and future prospects of *Mespilus germanica* L. (Medlar): A review. *Food Chemistry: X*, 22, 101334. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101334>

15. Orsavová, J., Hlaváčová, I., Mlček, J., Snopek, L., & Mišurcová, L. (2019). Contribution of phenolic compounds, ascorbic acid and vitamin E to antioxidant activity of currant (*Ribes* L.) and gooseberry (*Ribes*

uva-crispa L.) fruits. *Food Chemistry*, 284, 323-333. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.072>

16. Peña, F., Valencia, S., Tereucán, G., Nahuelcura, J., Jiménez-Aspee, F., Cornejo, P., & Ruiz, A. (2023). Bioactive compounds and antioxidant activity in the fruit of rosehip (*Rosa canina* L. and *Rosa rubiginosa* L.). *Molecules*, 28(8), 3544. <https://doi.org/10.3390/molecules28083544>

17. Qurbanov, E. M. (2024). *Azərbaycanın bitki örtüyü [Vegetation of Azerbaijan]* (Monograph). Elm.

18. Rahimi-Madiseh, M., Lorigoini, Z., Zamani-Gharaghoshi, H., & Rafieian-Kopaei, M. (2017). *Berberis vulgaris*: Specifications and traditional uses. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 20(5), 569-587. <https://doi.org/10.22038/IJBMS.2017.8690>

19. Sərdarova, A.S. (2022). *Əczaçılıq botanikası [Pharmaceutical botany]*. Elm.

20. Sevindik, M., Khassanov, V. T., Sevindik, E., Uysal, I., & Mohammed, F. S. (2024). *Cornelian Cherry (Cornus mas L.): A comprehensive review on its usage areas, biological activities, mineral, phenolic and chemical contents and applications*. *Applied Fruit Science*, 66, 2061-2071. <https://doi.org/10.1007/s10341-024-01151-3>

21. Sharma, A., Sati, S. C., Sati, O. P., Sati, M. D., & Kothiyal, S. K. (2012). Genus *Euonymus*: Chemical and pharmacological perception. *Mini-Reviews in Organic Chemistry*, 9(4), 341-351. <https://doi.org/10.2174/157019312804699500>

22. Shataer, D., Li, J., Duan, X. M., Liu, L., Xin, X. L., & Aisa, H. A. (2021). Chemical composition of the hazelnut kernel (*Corylus avellana* L.) and its anti-inflammatory, antimicrobial, and antioxidant activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(14), 4111-4119. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c00297>

23. Shetekauri, D., & Kikvidze, Z. (2018). Mountain vegetation research methods in the Caucasus. *Caucasus Botanical Journal*, 3(2), 45-59.

24. Shipunov, A. (2019). *How to make herbarium: a short manual*. ND Minot State University.

25. Taleghani, A., Eghbali, S., Moghimi, R., et al. (2024). *Crataegus pentagyna* Willd. fruits, leaves and roots: Phytochemicals, antioxidant and antimicrobial potentials. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 24, 126. <https://doi.org/10.1186/s12906-024-04430-4>

26. Verma, R., Gangrade, T., Punasiya, R., & Ghulaxe, C. (2014). *Rubus fruticosus* (blackberry) use as an herbal medicine. *Pharmacognosy Reviews*, 8(16), 101-104. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.134239>

HISTORICAL SCIENCES

ORDUBAD RAYONUNUN ARXEOLoji VƏ MEMARLIQ ABİDƏLƏRİNİN TƏDQIQI VƏ MÜHAFİZƏSİ

Surxayeva S.

Orcid ID:0009-0002-7973-2767

Nakhchivan State University, Faculty of History, Naxçıvan, Azərbaycan

STUDY AND PROTECTION OF THE ARCHAEOLOGICAL AND ARCHITECTURAL MONUMENTS OF THE ORDUBAD DISTRICT

Surxayeva S.

Orcid ID:0009-0002-7973-2767

Nakhchivan State University, Faculty of History, Naxçıvan, Azərbaycan

DOI: [10.5281/zenodo.18330976](https://doi.org/10.5281/zenodo.18330976)

Xülasə

Məqalə Ordubad rayonunun — Naxçıvan Muxtar Respublikasının ən qədim və mədəni baxımdan zəngin ərazilərindən birinin arxeoloji və memarlıq abidələrinin tədqiqinə həsr edilmişdir. Tədqiqatın məqsədi abidələrin mövcud vəziyyətinin kompleks təhlili, onların tarixi-mədəni dəyərinin öyrənilməsi, həmçinin bu abidələrin mühafizəsi və səmərəli istifadəsi üzrə müasir yanaşmaların müəyyən edilməsidir. Araşdırmada müqayisəli-tarixi metod, sahə müşahidələri, arxiv materiallarının təhlili və əvvəlki tədqiqatların məlumatlarından istifadə olunmuşdur.

Əldə olunan nəticələr göstərir ki, Ordubad rayonu erkən əkinçilik dövrünə aid yaşayış məskənlərindən tutmuş orta əsr şəhərsalma memarlığına qədər geniş spektrli arxeoloji irsə malikdir. Dövlət tərəfindən həyata keçirilən mühafizə tədbirlərinə baxmayaraq, bəzi obyektlər təbii və antropogen amillərə qarşı həssas olaraq qalır. Tədqiqatın əhəmiyyəti abidələrin konservasiyası, bərpası və populyarlaşdırılması üzrə elmi əsaslandırılmış tövsiyələrin hazırlanması zərurəti ilə əlaqədardır. Bu isə mədəni turizmin inkişafına və regionun tarixi-mədəni kimliyinin qorunmasına töhfə verəcəkdir. Eyni zamanda, tədqiqat göstərir ki, abidələrin davamlı qorunması üçün yerli icmaların iştirakı və maarifləndirilməsi mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bundan əlavə, müasir rəqəmsal texnologiyaların — 3D xəritələşdirmə, fotogrammetriya və elektron məlumat bazalarının tətbiqi abidələrin daha dəqiq sənədləşdirilməsinə və elmi dövriyyəyə daxil edilməsinə imkan yaradır.

Abstract

The article is devoted to the study of the archaeological and architectural monuments of the Ordubad district, one of the most ancient and culturally rich regions of the Nakhchivan Autonomous Republic. The aim of the research is to conduct a comprehensive analysis of the current condition of these monuments, to examine their historical and cultural value, and to identify modern approaches to their protection and effective use. The study employs the comparative-historical method, field observations, analysis of archival materials, and data from previous research.

The obtained results indicate that the Ordubad district possesses a wide range of archaeological heritage, from early agricultural settlements to medieval urban architectural complexes. Despite the protective measures implemented by the state, some sites remain vulnerable to natural and anthropogenic factors. The significance of the research lies in the necessity to develop scientifically grounded recommendations for the conservation, restoration, and popularization of these monuments. This, in turn, will contribute to the development of cultural tourism and the preservation of the region's historical and cultural identity.

At the same time, the study demonstrates that the participation and awareness-raising of local communities are of crucial importance for the sustainable protection of the monuments. In addition, the application of modern digital technologies—such as 3D mapping, photogrammetry, and electronic databases—enables more accurate documentation of the monuments and their integration into scholarly circulation.

Açar sözlər: Ordubad rayonu, arxeoloji irs, memarlıq abidələri, mühafizə, konservasiya, tarixi kimlik.

Keywords: Ordubad district, archaeological heritage, architectural monuments, protection, conservation, historical identity.

Giriş

Ordubad rayonu — Naxçıvan Muxtar Respublikasının ərazisində yerləşən və Azərbaycan tarixinin ən mühüm tarixi-mədəni bölgələrindən biri hesab olunan ərazilərdəndir. Minilliklər boyunca bu ərazi məskunlaşma, əkinçilik, sənətkarlıq və mədəni qarşılıqlı əlaqənin mühüm mərkəzlərindən biri olmuşdur. Arxeoloji obyektlərin zənginliyi, orta əsrlərə aid özünəməxsus memarlıq üslubu, inkişaf etmiş suvarma sistemi, ənənəvi şəhərsalma prinsipləri və

müxtəlif tarixi dövrlərə məxsus abidələrin geniş spektri — erkən əkinçilik mədəniyyətlərindən başlayaraq gec orta əsr memarlıq ansambllarına qədər — bu bölgənin elmi baxımdan dərin tədqiqini zəruri edir.

Tədqiqatın aktuallığı, artan antropogen təsirlər, iqlim dəyişiklikləri, təbii aşınma prosesləri və urbanizasiya nəticəsində abidələrin mühafizəsi üçün yaranmış təhlükələrin elmi əsaslarla qiymətləndirilməsi zərurəti ilə müəyyən olunur. Müasir şəraitdə tarixi-mədəni irsin qorunması yalnız

obyektlərin mövcud vəziyyətinin qeydiyyatı ilə kifayətlənmir, həm də innovativ mühafizə, monitoring və idarəetmə metodlarının tətbiqini tələb edir. Bundan əlavə, beynəlxalq təcrübə göstərir ki, mədəni irsin səmərəli istifadəsi regionun davamlı inkişafının, turizm potensialının artırılmasının və tarixi kimliyin möhkəmləndirilməsinin mühüm elementidir.

Ədəbiyyatın qısa icmalı göstərir ki, Ordubadda müxtəlif dövrlərdə arxeoloji qazıntılar aparılmış olsa da, bir çox obyektlər hələ də tam öyrənilməmişdir, həmçinin aşkar edilmiş materialların bir hissəsi müasir tarixi və texnoloji metodlarla yenidən təhlilə ehtiyac duyur. Mövcud tədqiqatlar bölgənin böyük elmi potensiala malik olduğunu təsdiq etsə də, abidələrin sistemli monitoringinə və məlumatların elmi əsaslarla təsnifatına ehtiyacı vurğulayır.

Tədqiqatın məqsədi — Ordubad rayonunun arxeoloji və memarlıq abidələrinin müasir vəziyyətini müəyyənləşdirmək, onların qorunması ilə bağlı əsas problemləri aşkarlamaq və uzunmüddətli mühafizə və səmərəli istifadə üçün elmi əsaslandırılmış tövsiyələr təqdim etməkdir.

Bu məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı vəzifələr müəyyən edilmişdir:

- abidələrin əsas tiplərinin xronoloji və funksional xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla təsnifatı;
- maddi mədəniyyət nümunələrinin mühafizə vəziyyətinin təhlili;
- abidələrin davamlılığına təsir edən başlıca təhlükə və risklərin müəyyənləşdirilməsi;
- abidələrin mühafizəsi, bərpası, konservasiyası və səmərəli istifadəsi üzrə elmi əsaslandırılmış təkliflərin işlənməsi.

Metod

Tədqiqat kompleks yanaşmaya əsaslanır və bu, müxtəlif analiz metodlarının birləşdirilməsini nəzərdə tutur, nəticədə Ordubad rayonunun arxeoloji və memarlıq abidələrinin vəziyyətinə sistemli baxış təmin edilir. İş zamanı aşağıdakı metodlardan istifadə olunmuşdur:

– **Müqayisəli-tarixi təhlil** — müxtəlif tarixi dövrlərə aid abidələr haqqında məlumatların müqayisəsi, tipoloji xüsusiyyətlərin, xronoloji əlaqələrin və memarlıq formalarının inkişafının müəyyən edilməsi. Bu metod regionun və onun mədəni irsinin tarixi perspektivdə inkişaf qanunauyğunluqlarını aşkar etməyə imkan verir.

– **Sahə tədqiqatları** — arxeoloji və memarlıq obyektlərinin vizual müayinəsi, fotoqrafik sənədləşdirmə, ölçmələr, mühafizə vəziyyətinin qiymətləndirilməsi və təhlükələrin müəyyənləşdirilməsi. Sahə mərhələsi gələcək təhlil üçün ilkin məlumatları təmin edir və obyektlərin coğrafi koordinatlara əsaslanan ətraflı kataloqunun hazırlanmasına imkan verir.

– **Arxiv təhlili** — Arxeologiya İnstitutunun materialları, tarixi xəritələr, topoqrafik sənədlər, ekspedisiyaların hesabatları və digər arxiv mənbələrinin istifadəsi. Bu metod cari müşahidələri tarixi məlumatlarla müqayisə etməyə və zamanla dəyişiklikləri müəyyənləşdirməyə imkan verir.

– **Elmi ədəbiyyatın təhlili** — mədəni irsin qorunması, konservasiyası və populyarlaşdırılması

mövzusunda yerli və xarici tədqiqatçıların işlərinin öyrənilməsi. Bu metod mövcud yanaşmaları müəyyən etməyə, bilik boşluqlarını aşkarlamağa və müasir tədqiqat metodlarının tətbiqinə əsas yaratmağa imkan verir.

– Mədəni-landşaft təhlili metodları —

abidələri təbii mühit, tarixi formalaşmış ərazi strukturları, torpaq və su resurslarından istifadə kontekstində öyrənir. Bu yanaşma irs obyektləri ilə ətraf mühit arasındakı əlaqələri anlamağa, həssaslıq faktorlarını aşkar etməyə və davamlı inkişaf və turizm proqramlarına inteqrasiya imkanlarını müəyyənləşdirməyə kömək edir.

Tədqiqat metodikası digər tədqiqatçılar tərəfindən təkrarlana biləcək şəkildə təsvir edilmişdir: məlumat mənbələri, obyektlərin seçimi prinsipləri, vizual müayinə, sənədləşdirmə, fotoqrafik qeydiyyat və informasiya sistemləşdirilməsi prosedurları göstərilmişdir. Bu metodların kompleks tətbiqi əldə olunan nəticələrin obyektivliyini, dolğunluğunu və etibarlılığını təmin edir.

Aparılmış kompleks tədqiqatlar nəticəsində Ordubad rayonunun arxeoloji və memarlıq abidələri ilə bağlı aşağıdakı nəticələr əldə edilmişdir. Bu nəticələr regionun mədəni-tarixi irsini daha dolğun şəkildə xarakterizə etməyə və onun qorunmasına qarşı mövcud müasir təhlükələri müəyyən etməyə imkan verir.

1. Arxeoloji abidələr. Tədqiqat göstərmişdir ki, Ordubad rayonunun ərazisi müxtəlif tarixi dövrlərə aid xeyli arxeoloji obyektlərə malikdir. Aşkarlanan abidələr arasında erkən bronz dövrünə aid düşərgələr xüsusi diqqətə layiqdir və bu ərazilərin insan tərəfindən erkən mənimsənildiyini göstərir. Daş alətlər, keramika nümunələri və ocaq qalıqlarına əsaslanaraq qədim icmaların kənd təsərrüfatı və heyvandarlıqla məşğul olan həyat tərzini bərpa etmək mümkündür.

Bundan əlavə, rayonda qədim yaşayış yerlərinin və kurqan tipli məzarlıqların izləri aşkar edilmişdir ki, bu da qədim cəmiyyətlərin dəfn adətləri və sosial quruluşunu öyrənmək baxımından böyük əhəmiyyət kəsb edir. Ən vacib arxeoloji abidələrə Qamığaya, Güllüstan və Yayla təpəsi daxildir. Bu obyektlər regionun mədəni davamlılığını əsrlər boyu nümayiş etdirir və qədim yaşayış yerlərinin memarlıq və müdafiə praktikalarının inkişafını izləməyə imkan verir.

Həmçinin müdafiə strukturlarının qalıqları — divar, qala və bəzən bürclərin qalıqları da qeydə alınmışdır. Onların təhlili rayonun müxtəlif tarixi dövrlərdə hərbi-strateji əhəmiyyətini və qədim tikinti texnologiyalarını göstərir (Cədvəl 1. Ordubad rayonunun arxeoloji abidələrinin əsas göstəriciləri).

2. Memarlıq abidələri. Ordubad rayonunun memarlıq irsinin əsas obyektləri orta əsr məscidləri, karvan-saraylar, qəbirüstü abidələr və ənənəvi tipli yaşayış binalarıdır. Orta əsr məscidləri yalnız dini tarix baxımından deyil, həm də regionun klassik müsəlman memarlığının nümunələri kimi dəyərlidir. Məscidlər xarakterik dekorativ elementlər və konstruktiv xüsusiyyətlərlə seçilir.

Ticarət yolları üzərində yerləşən karvan-saraylar Ordubad rayonunun tarixi ticarət yollarının kəsişmə nöqtəsi kimi əhəmiyyətini əks etdirir və orta əsrlərdə

səyahət və ticarətin təşkili nümunəsi kimi xidmət edir. Qəbirüstü abidələr və məqbərələr görkəmli şəxslərin dəfn ənənələrini və dini hörmətini nümayiş etdirir.

Ordubadın ənənəvi yaşayış binalarına xüsusi diqqət yetirilmişdir. Yerli tikinti materiallarından istifadə edilərək inşa olunmuş və xarakterik memarlıq planlaşdırılmasına malik evlər əhalinin sosial-mədəni

xüsusiyyətlərini, həmçinin regionun iqlim və təbii şəraitini əks etdirir. Bu obyektlərin əhəmiyyətinə baxmayaraq, onların qorunma səviyyəsində fərqlilik müşahidə olunur: bəziləri nisbətən yaxşı vəziyyətdədir, digərləri isə daha da dağılmalarının qarşısını almaq üçün təcili bərpa işlərinə ehtiyac duyur.

Cədvəl 1.

Ordubad rayonunun arxeoloji abidələrinin əsas göstəriciləri				
Obyektin adı	Abidənin tipi	Dövr	Vəziyyəti	Əsas tapıntılar
Qamığaya	Kurqan	Erkən bronz	Qənaətbəxş	Daş alətlər, keramika
Gülüstan	Yaşayış yeri	Orta əsrlər	Qismən dağılıb	Tikili qalıqları, keramika fragmentləri
Yayla təpəsi	Müdafiə qurğusu	Orta əsrlər	Bərpa tələb olunur	Daş divarlar, bürclər

Bu cədvəl Ordubad rayonunda aşkar edilmiş əsas arxeoloji obyektləri vizuallaşdırmaq məqsədi daşıyır. Hər bir obyektin adı, abidənin tipi, aid olduğu tarixi dövr, qorunma vəziyyəti və tapılan əsas arxeoloji nümunələr göstərilmişdir. Cədvəl həm tədqiqat nəticələrinin sistemləşdirilməsinə, həm də gələcək monitorinq, bərpa və turizm proqramlarının planlaşdırılmasına əsas yaradır.

3. Abidələrin qorunma vəziyyəti. Tədqiqat zamanı müəyyən edilmişdir ki, arxeoloji və memarlıq abidələrinin böyük hissəsi dağıntı təhlükəsi altındadır. Qorunma vəziyyətinə təsir edən əsas amillər aşağıdakılardır:

- **Eroziya və təbii dağılma:** intensiv yağıntılar, külək eroziyası, temperatur və rütubətin təsiri daş və kərpic konstruksiyalarının vəziyyətinə mənfi təsir göstərir.
- **Sistemli monitorinqin olmaması:** bir çox abidələr müntəzəm müşahidə və qeydiyyat

proqramlarına daxil edilmədiyindən zədələnmələrin vaxtında aşkar edilməsi və qarşısının alınması çətinləşir.

- **Qeyri-qanuni tikinti işləri:** müasir binaların və təsərrüfat obyektlərinin abidələrin yaxınlığında tikilməsi onların qismən dağılışına və tarixi mühitin pozulmasına səbəb olur.

- **İqlim dəyişiklikləri:** temperaturun dəyişməsi, quraqlıqlar, güclü küləklər və digər müasir iqlim faktorları dağıntı proseslərini sürətləndirir, xüsusilə daş və palçıq tikililərinə.

Diagram 1 Ordubad rayonundakı arxeoloji və memarlıq abidələrinin qorunmasına təhlükə yaradan müxtəlif amillərin paylanmasını göstərir. Hər bir sektor təhlükələrin faiz nisbətini əks etdirir.

Beləliklə, abidələr üçün ən əhəmiyyətli təhlükə eroziya hesab olunur, ən az təsirli təhlükə isə qeyri-qanuni tikintidir.

Ordubad rayonundakı abidələrin qorunmasına təhlükələr

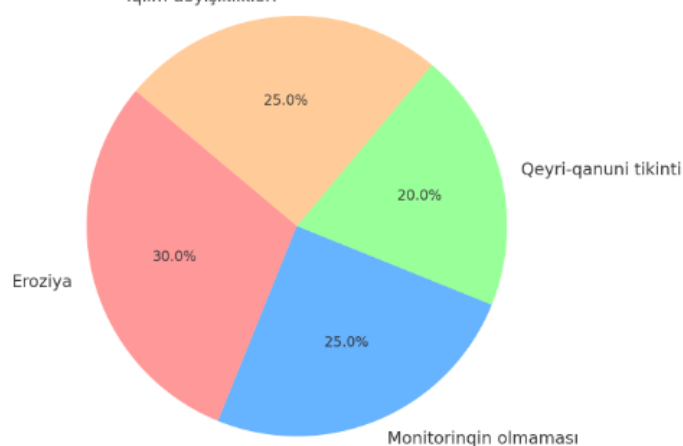


Diagram 1. Ordubad rayonundakı arxeoloji və memarlıq abidələrinə təhlükələr üzrə paylanma

4. Məlumatların sənədləşdirilməsi və sistemləşdirilməsi. İşlər zamanı hər bir obyektin ətraflı təsviri, coğrafi mövqeyi (xəritədə qeyd olunmaqla) və qorunma vəziyyəti daxil olmaqla yenilənmiş və sistemləşdirilmiş abidələr siyahısı hazırlanmışdır. Bu yanaşma monitorinq, bərpa işlərinin planlaşdırılması və

mədəni irsin təşviqi üçün məlumat bazası yaratmağa imkan verir.

Sənədləşdirmədə abidələrin həm arxeoloji, həm də memarlıq xüsusiyyətləri, eləcə də obyektlərin tarixi-mədəni əhəmiyyəti əks olunur. Bu isə qoruma strategiyalarının hazırlanması üçün əsas yaradır:

profilaktik tədbirlər, bərpa işləri və abidələrin turizm marşrutlarına və təhsil proqramlarına inteqrasiyası.

Tədqiqat nəticələri təsdiq edir ki, Ordubad rayonu həm tarixi, həm də mədəni dəyərə malik arxeoloji və memarlıq irsinin əhəmiyyətli mərkəzidir. Lakin abidələrin əksəriyyəti üçün yüksək səviyyədə təhlükə mövcuddur və bu, aşağıdakıları tələb edir:

- Mədəni irs obyektlərinin qorunmasının gücləndirilməsi.
- Abidələrin vəziyyətinin sistemli monitorinqi və qeydiyyatının təbii.
- Ən həssas obyektlərdə bərpa və konservasiya işlərinin aparılması.
- Rayonun arxeoloji və memarlıq abidələrinin dəyəri və əhəmiyyəti barədə əhali və turistlərin məlumatlandırılması.

Beləliklə, Ordubad rayonunun irsinin öyrənilməsi, qorunması və təşviqi üçün kompleks yanaşma yalnız tarixi yaddaşın qorunmasına deyil, həm də regionun davamlı mədəni və turizm inkişafı üçün şərait yaratmağa imkan verir.

Müzakirə

Əldə olunan nəticələrin əvvəlki tədqiqatlarla müqayisəsi göstərir ki, müxtəlif illərdə aparılmış arxeoloji tədqiqatlara baxmayaraq, Ordubad rayonundakı bir çox abidələr hələ də kifayət qədər qiymətləndirilməyib. Bu, xüsusilə kiçik və ya uzaq ərazilərdə yerləşən arxeoloji obyektlər üçün doğrudur, çünki onların bəzilərində çıxış məhdud olub və sənədləşdirmə işləri tam aparılmayıb. Beynəlxalq təcrübə (Türkiyə, Gürcüstan, İran) göstərir ki, tarixi və memarlıq abidələrinin mədəni marşrutlara daxil edilməsi onların qorunmasına mühüm töhfə verir. Bu, həm də turizmin inkişafına, yerli əhalinin maarifləndirilməsinə və iqtisadi səmərəliliyin artmasına imkan yaradır.

Tədqiqatın praktiki əhəmiyyəti odur ki, təqdim olunan tövsiyələr, abidələrin bərpası və turist infrastrukturunun inkişafı üzrə proqramların hazırlanmasında istifadə oluna bilər. Belə tövsiyələr, xüsusilə abidələrin qorunması və davamlı istifadəsi üçün konkret tədbirlərin müəyyənəşdirilməsinə xidmət edir. Teorik əhəmiyyət isə Ordubad rayonunun tarixi-mədəni irsinin sistemli şəkildə öyrənilməsi və qorunmasına yönəlmiş yanaşmanın formalaşdırılmasında özünü göstərir. Bu, həmçinin gələcək tədqiqatçılar üçün metodoloji baza rolunu oynayır.

Tədqiqatın məhdudiyyətləri də nəzərə alınmalıdır. Məsələn, bəzi arxeoloji obyektlərə çıxışın məhdud olması, müasir lazer skanərləmə və 3D sənədləşdirmə kimi texnologiyaların tətbiq olunmaması tədqiqatın əhatə dairəsini məhdudlaşdırır. Gələcəkdə tövsiyə olunur ki, sahə işlərinin coğrafiyası genişləndirilsin, rəqəmsal 3D sənədləşdirmə metodları tətbiq edilsin və

multidissiplinar yanaşmalarla tədqiqatlar aparılsın. Bu, abidələrin qorunmasını daha effektiv və davamlı edəcək, həmçinin regional və beynəlxalq səviyyədə müqayisəli araşdırmalara imkan yaradacaq.

Nəticə

Aparılmış tədqiqat göstərdi ki, Ordubad rayonu zəngin arxeoloji və memarlıq potensialına malikdir və bu potensialın qorunması sistemli və elmi əsaslarla həyata keçirilməlidir. Tədqiqatın məqsədləri uğurla həyata keçirilib: əsas abidə tipləri təsnif edilib, onların cari vəziyyəti qiymətləndirilib, mövcud təhlükələr müəyyən olunub və qorunma üçün praktik tövsiyələr irəli sürülüb.

Təqdim olunan tədbirlərin həyata keçirilməsi abidələrin qorunmasına, tarixi-mədəni irsin davamlı saxlanmasına və turizmin inkişafına şərait yaradacaq. Bundan başqa, regionun tarixi identifikasiyasının möhkəmlənməsinə və yerli icmaların mədəni irsə olan marağının artmasına kömək edəcək. Belə sistemli yanaşma həm də gələcək tədqiqatlar üçün metodoloji baza yaradacaq və Ordubad rayonunun tarixi irsinin beynəlxalq müqayisələrdə daha yaxşı nümayiş etdirilməsinə imkan verəcək.

Ədəbiyyat

1. Baxşəliyev, V., Marro, C., Berthon, R., & Sarialtun, S. (2017). *Kültəpədə arxeoloji qazıntılar* (2013–2016). Bakı: Nurlan. — книга о результатах археологических раскопок в поселении Кюльтепе I и других памятниках Нахчывана.
2. Baxşəliyev, V., & Guliyeva, Z. (2017). *Naхçиванın tarixi abidələri*. Bakı: Nurlan. — монография о исторических и архитектурных памятниках Нахчывана.
3. Guliyeva, Z. K. (2020). *Naхçиванın Neolit və Eneolit mədəniyyəti*. Naхçиван: Əcəmi. — исследование неолита и энеолита в Нахчыванской Автономной Республике.
4. Gasimli, V. A. (2024). *Medieval memorial monuments of Nakhchivan*. *Archaeological Heritage*, 2, 1–XX. <https://dergipark.anas.az/index.php/ah/article/view/489>
5. İsxanlı, H. (2025). *Azərbaycan arxeologiyası: dərs vəsaiti*. Bakı: ADPU nəşri. — учебное пособие по археологии Азербайджана с материалами по памятникам Нахчывана. adpuagcabedi.edu.az
6. *Naхçиван abidələri ensiklopediyası*. (2008). Naхçиван: Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Naхçиван Bölməsi. — энциклопедия памятников истории и культуры Нахчыванской Автономной Республики.
7. “*Historical monuments of Nakhchivan*” (2017). *Science.gov.az*. — учебное пособие о древних поселениях и архитектурных памятниках региона, подготовленное Институтом истории, этнографии и археологии АНАС.

MEDICAL SCIENCES

АНАЛІЗ РІВНЯ СТРЕСУ У СТУДЕНТІВ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Білоусова С.Є.

здобувач освіти,

Одеський національний медичний університет

Шанигін А.В.

доктор філософії з медицини,

Одеський національний медичний університет

ANALYZING THE LEVEL OF STRESS IN STUDENTS WHILE STUDYING UNDER MARTIAL LAW

Bilousova S.

applicant,

The Odesa National Medical University

Shanygin A.

Doctor of Philosophy in Medicine

The Odesa National Medical University

DOI: [10.5281/zenodo.18330990](https://doi.org/10.5281/zenodo.18330990)

Анотація

У статті проаналізовано вплив стресу на студентів різних навчальних закладів в умовах війни. За даними статистичного дослідження було виявлено, що всі опитані відчувають стрес під час навчання у більшій або меншій мірі. У третини стрес навіть перетворився на хронічний.

Abstract

The article analyses the impact of stress on students of different educational institutions in the context of war. According to the statistical study, it was found that all respondents experience stress during their studies to a greater or lesser extent. For one third, stress has even become chronic.

Ключові слова: Стрес, вища освіта, стрес під час навчання, стресостійкість, психологічна підтримка, методи подолання стресу, навчання під час війни.

Keywords: Stress, higher education, stress during studying, stress resistance, psychological support, methods of overcoming stress, studying during war.

During their studies, students are strongly influenced by various stress factors, especially during the exam period. The stress experienced by students is characterized as chronic. There is an acute form of stress - "exam stress". Among the factors that influence the formation of this condition are the following: an increase in intellectual workload, emotional experiences due to the results of tests and exams, changes in rest and sleep patterns, lack of time for preparation, a tight schedule of tests and exams, high levels of anxiety, etc. The body's response to stress can be active or passive. There are usually three stages of stress response development:

1) anxiety stage - manifested in increased personal control of the situation, concentration of attention on the stimulus;

2) the stage of resistance - mental and physical activity is aimed at coping with a stressful situation;

3) the stage of exhaustion - if the stimulus is prolonged, a feeling of anxiety reappears, and the body is exhausted [1,2].

The war has had a significant impact on the mental state of students. In addition to the problems that arise during their studies, they also have to deal with worries about their lives and the lives of their loved ones. The psychosocial impact on students in conflict zones is profound and often leads to a number of mental health

disorders, including post-traumatic stress disorder, depression, and anxiety. The topic of mental health and ways to improve it among students is relevant and important, as it has been found that many students experience a wide range of negative emotional states, with apathy leading the list, which affects the quality of life and education of young people [3,7]. This has a serious impact on the assimilation of information. For example: reduced motivation, impaired memory and concentration, impaired ability to perceive and think, etc. The form of education has a great impact on the level of stress. It should be noted that students experience stress in distance learning in a similar way to full-time education. According to statistics, the transition to full-time education has had a worse impact on student performance [5].

Data from medical and psychological studies indicate a fairly high incidence of diseases of "stress etiology" among students. The period of studying at higher education institution coincides with the age when there is a high risk of developing mental disorders due to significant stressful loads. According to research, the risk of mental illness among students is highest in the junior year. This is due to difficulties in adapting to new professional and living conditions. After the 3rd year of study, the risk decreases, being minimal in the 4th-6th years of study [6].

The period of study has a significant impact on the formation of personality, so the problem of students' mental health is very relevant. Stress in the learning process needs to be regulated. This should be done by both students and higher education institutions [8].

Among the individual factors of successful socio-psychological adaptation of students of higher education institutions, an important role belongs to the level of stress resistance of the individual, its high level contributes to the preservation of physical and mental health of students in overcoming stressful situations at the beginning of their studies and further professional activities [9].

According to scientific and practical research, higher education institutions should conduct interviews for students of all years of study, research based on psychodiagnostic methods to identify negative mental states, organize and conduct trainings for successful social and psychological adaptation [10].

Based on scientific sources, it can be concluded that psychological support is very important for students, as they not only suffer from current circumstances but also face an uncertain future [11].

Identification of a group of students who have lost motivation to study and are disappointed in their decision should encourage educational institutions to take measures, such as developing recommendations and methods to improve the psycho-emotional state of students in order to correct possible negative influences and changes in professional orientations in the future. A comprehensive approach by a higher education institution may include: organizing events in schools to introduce future specialties; promoting personal and conscious choice of profession and the inadmissibility of pressure from the environment; improving curricula and creating a friendly academic environment; monitoring the psychological state of students [12].

To determine the impact of stress on students during studying and examination sessions. To determine the process of stress formation and the factors that influence it. To investigate how the health status of the respondents and their relationships with loved ones changed during their studies. To develop measures to

combat stress on the part of students and higher education institutions.

To conduct the study, an online questionnaire was created using Google Forms and distributed to students of various higher education institutions. The survey involved 297 respondents aged 16-34 years (mean age 19 ± 1.9 years), mostly students of 1-4 years of study. Among them, 29% (86 people) were men and 71% (211 people) were women.

At the beginning, the respondents were asked to define their level of stress using a scale from 1-10. Subsequently, all students were divided into groups according to their level of stress (1-4 – low, 5-7 – medium, 8-10 – high). Evaluating the data obtained, it was found that 44% of respondents experience a high level of stress, 43% – medium and 13% – low.

In the next section, a study was conducted to identify the causes of stress. The respondents were offered five options (reasons) with the following results: academic performance rating – 60% (177 people), pressure from teachers – 43% (129 people), lack of literature – 26% (77 people), heavy workload during studies – 88% (262 people), fear of the future – 56% (167 people). The most significant stress factor was excessive workload, which may be due to the intensity of the educational program and the need to master a large amount of material in a short time. The least significant reason was the lack of literature, which is likely to be due to the widespread access to information through digital sources, including artificial intelligence and online services.

The next question was about determining the acute level of stress during the exam session. It was found that 64% (190 people) of respondents experience a significant negative impact, 30% (89 people) – a minor one, while 6% (18 people) do not experience stress at all. The gender analysis revealed that among women, 69% (145 people) experience a high level of stress, 26% (55 people) – a moderate level, and 5% (11 people) – no impact. Among men, 53% (46 people) reported a high level of stress, 38% (32 people) – a moderate level, and only 9% (8 people) did not experience stress during the session (Fig. 1).

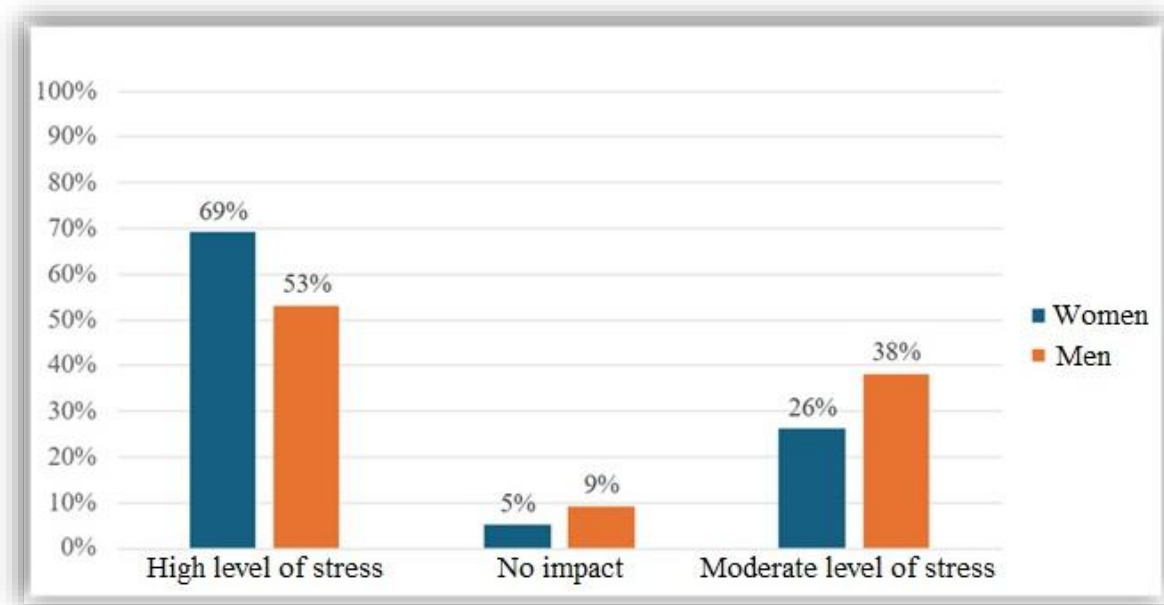


Figure. 1: The impact of stress during the exam session

The respondents were asked to identify how their condition worsened under the study time and sessions. Ten answer options were provided for this purpose. The results were as follows: poor sleep – 76% (225 people), nervous breakdowns and conflicts with loved ones – 48% (143 people), headaches or chest discomfort – 56% (165 people), digestive problems – 38% (114 people), reduced concentration – 59% (175 people), low level of performance and fatigue – 67% (200 people), rushing and feeling of constant lack of time – 69% (206 people), frustration and self-doubt – 56% (166 people),

desire to change profession – 33% 98 (people), desire to change educational institution – 29% (87 people).

In the section on assessing the emotional state of students, the range of emotions that arise in the learning process was analyzed. The results showed that 86% (255 people) of the respondents feel anxiety, 58% (172 people) – apathy, 57% (169 people) – fear, 56% (165 people) – guilt, and 39% (116 people) – anger (Fig. 2). The data obtained indicate a high level of emotional stress among students.

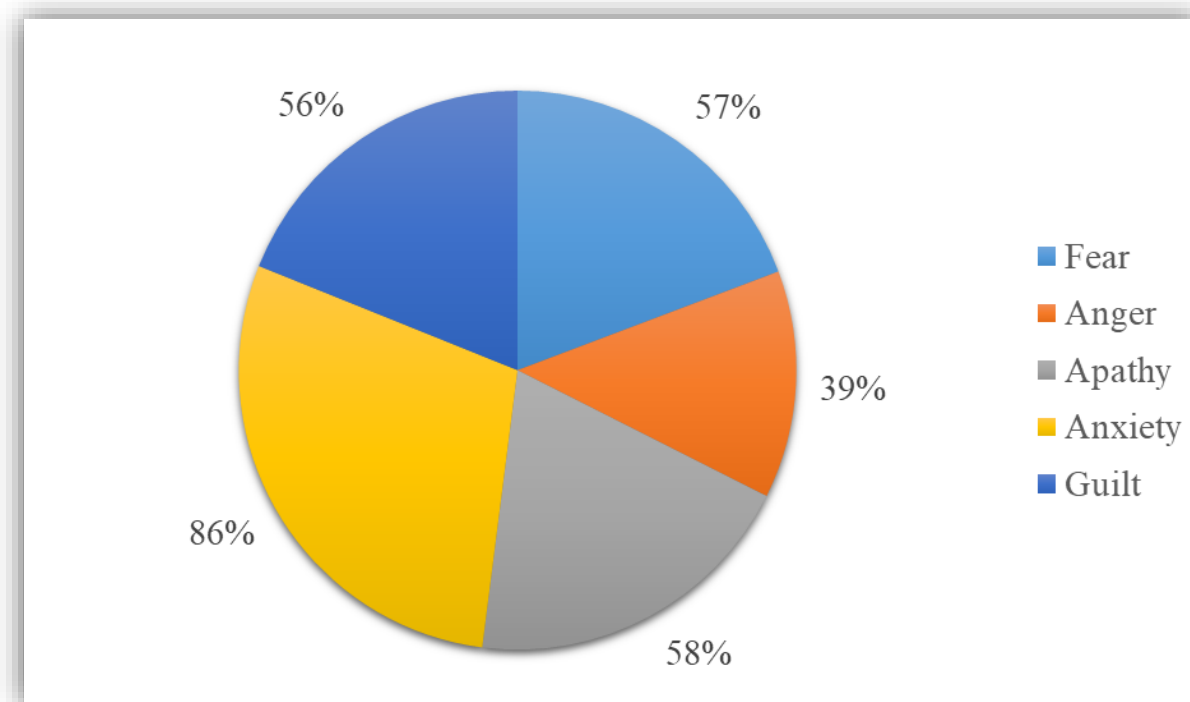


Figure. 2: Emotions experienced by students during the training

An important issue in the study was the impact of the war on the educational process and the mental state

of students. 62% (184 people) of the respondents said that the war had a significant impact on them, while

38% (113 people) did not. Next, it was revealed what kind of impact students are exposed to. The most common responses were: fear for life, air raids and loud explosions, and lack of sleep.

As the form of education is unstable due to the hostilities, respondents were given the opportunity to express their opinion on distance and on-site learning. The survey showed that 44% (131 people) do not feel stress during distance learning, while 36% (107 people) felt such an impact, and only 20% (59 people) were undecided. Only 41% (122 people) were positive, justifying their opinion with the fact that it is better to be in society, many new opportunities open up and there is live communication, which is much more useful. 59% responded negatively, citing the stress of waking up early, overcoming the long commute to and from university, lack of sleep, irritability, panic and frustration.

It was also important to determine how the respondents' relationships with their family and friends had deteriorated during their studies. The largest number of respondents, 64% (189 people), said they had started to communicate less with their loved ones, 32% (96 people) felt irritated by their advice, 21% (63 people) said they were constantly snapping at their relatives and had difficulty accepting their support. And only 4% (13 people) of respondents did not feel that their relationships with their loved ones had deteriorated.

The last section of the study was devoted to the development of stress management techniques. Here, respondents shared their methods of coping with stress and provided recommendations for students and higher education institutions.

Among their own ways of coping with stress, the survey participants mentioned the following: exercise, spending more time outdoors, communicating with friends and family, and distracting themselves with a favorite hobby.

Among the recommendations given by respondents on measures that should be taken by an educational institution to improve the mental state of students, the most common were: even distribution of the workload on students, free psychological training, creation of a convenient schedule, even workload and interesting entertainment events.

Having analyzed the results of the study, we can conclude that stress is a constant companion of students during their studies. It is necessary to pay attention to the psychological state of students not only during the session, but also in the period between exams, as it is very disturbing and exhausting. According to the survey, it was noted that students experience stress equally in both full-time and distance learning. It should be borne in mind that the hostilities have had a significant impact on higher education students. According to the survey, students report a deterioration in their ability to concentrate and learn, which has led to a decline in academic performance. In this regard, it is important to implement effective measures to reduce stress levels, which will improve both the psycho-emotional state of students and their academic achievements. This task re-

quires joint efforts of both students and the administration of higher education institutions to create a favorable educational environment.

References

1. Vince V., Radyushkina Y. Psychological characteristics of behavioral reactions of university students under conditions of academic stress. International. nauk.-practical. offline-online conf. of pupils, students, postgraduates, young scientists and scholars, Pereiaslav-Khmelnitskyi. 2019. C. 297-302. URL: http://ephsheir.phdpu.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/89898989/4344/1_BiHc%20B.A.CTaTT.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
2. Kovalska N., Popiy A. Stress in the educational activity of students. *Débats scientifiques et orientations prospectives du développement scientifique*. 2021. C. 42-44. URL: <https://doi.org/10.36074/logos-05.02.2021.v6.12>.
3. Shanygin A., Voloshina K. Students' attitudes to mental health and visits to psychologists. The future of scientific discoveries: new trends and technologies. 2024. C. 183-184. URL: https://library.udpu.edu.ua/library_files/stud_konferenzia/2012_1/visnuk_2_4.pdf.
4. Velyka I. Stress in the life of a student. 2021. VOL. 2. PP. 1-2. URL: https://library.udpu.edu.ua/library_files/stud_konferenzia/2012_1/visnuk_2_4.pdf.
5. Belousova S., Shanygin A. The level of stress in students during study and its impact on health in war conditions. Science in the modern world: innovations and challenges: science in the modern world: innovations and challenges: the 2nd International scientific and practical conference. 2024. VOL. 1. PP. 71-75. URL: <https://repo.odmu.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/16041/Bilousova.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
6. Pirog G.V., Marchuk K.A. Stress in students: causes and manifestations in the intersessional period. International multidisciplinary conference "key issues of education and sciences: development prospects for Ukraine and Poland": conference proceedings, stalowa wola, Republic of Poland. 2018. C. 135-136. URL: http://eprints.zu.edu.ua/27929/1/Pyroh_Poland.pdf.
7. The silent casualties: war's impact on medical students and medical education / B. D. Takoutsing et al. International journal of medical students. 2023. Vol. 11, no. 4. P. 254-258. URL: <https://doi.org/10.5195/ijms.2023.2476>.
8. The impact of stress on higher education students in the conditions of military conflict. Innovative pedagogy. 2024. T. 2, No 71. C. 58. URL: http://innovpedagogy.od.ua/archives/2024/71/part_2/13.pdf.
9. Pukhno S. V. Stress resistance of students of higher education institutions as a psychological problem. 2022. C. 44-46. URL: <https://journals.spu.sumy.ua/index.php/psy/article/download/58/52/105>.
10. Afanasenko L. Development of student's stress resistance in the context of social and psychological support of professional training. Psychology of stress resistance of student youth / edited by V. Shmarhun. Kyiv: NUBiP Publishing Centre of Ukraine,

2018. C. 185 - 203. URL: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/10362>.

11. Mayer A., Yaremko O., Shchudrova T. Medical education in times of war: a mixed-methods needs analysis at Ukrainian medical schools. BMC medical education. 2023. 2023. Vol. 1-2. URL: <https://bmcmededuc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12909-023-04768-2>.

12. Uvarova OO, Nigretskul VV Psycho-emotional state, choice and image perception of the profession in applicants for higher medical education of the 1st year of study in the conditions of socio-political changes. Professional and applied didactics [Internet]. 30, December 2024 [cited 06, May 2025]; (2) pp. 54-60. URL: <https://journals.pdu.khmelnitskiy.ua/index.php/pad/article/view/419>.

FEATURES OF DIASTOLIC DYSFUNCTION IN PATIENTS WITH ISCHEMIC HEART DISEASE SUFFERING FROM TYPE 2 DIABETES MELLITUS

Anis A.

Doctor of Medical Sciences, Academician, Head of the Cardiology Laboratory at the Republican Specialised Scientific and Practical Medical Centre for Therapy and Medical Rehabilitation

Tulyaganova D.

MD, Head of the Cardiology Department at the Republican Specialised Scientific and Practical Medical Centre for Therapy and Medical Rehabilitation

Nazarova G.

Junior Researcher at the Republican Specialised Scientific and Practical Medical Centre for Therapy and Medical Rehabilitation

Yakubov M.

Senior Researcher, Republican Specialised Scientific and Practical Medical Centre for Therapy and Medical Rehabilitation

Rajabova D.

Junior Researcher, Republican Specialised Scientific and Practical Medical Centre for Therapy and Medical Rehabilitation

Khan T.

Junior Researcher at the Republican Specialised Scientific and Practical Medical Centre for Therapy and Medical Rehabilitation, Ishe

Republican Specialised Scientific and Practical Centre for Therapy and Medical Rehabilitation, Tashkent, Uzbekistan

DOI: [10.5281/zenodo.18330999](https://doi.org/10.5281/zenodo.18330999)

Abstract

According to epidemiological studies, 40–70% of patients with T2DM show signs of diastolic dysfunction even before the development of severe systolic failure. Myocardial relaxation disorders are associated with cardiomyocyte hypertrophy, interstitial fibrosis, accumulation of advanced glycation end products (AGEs), microcirculation disorders, and endothelial dysfunction.

Given the high prevalence of combined pathology — ischaemic heart disease (IHD) and T2DM — studying the characteristics of diastolic dysfunction is important for prognosis and optimising treatment strategies.

Keywords: coronary heart disease, diabetes mellitus, diastolic dysfunction.

Introduction. Ischemic heart disease (IHD) combined with type 2 diabetes mellitus (T2DM) is a significant clinical problem, as the combination of these pathologies accelerates the progression of cardiovascular complications and increases the risk of heart failure [1–3]. Particular attention is paid to left ventricular (LV) diastolic dysfunction (DD), which often precedes the development of clinically significant heart failure and is associated with an unfavourable prognosis [4–6].

Chronic heart failure (CHF) remains one of the leading causes of disability and mortality in the population. In recent years, there has been a trend towards an increase in the proportion of patients with preserved left ventricular ejection fraction (LVEF) whose clinical picture is due to diastolic dysfunction. The prevalence of diastolic dysfunction is particularly high in patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM), which is associated with a complex of metabolic and structural changes in the myocardium.

According to epidemiological studies, 40–70% of patients with T2DM show signs of diastolic dysfunction even before the development of severe systolic failure (Zhao et al., 2020). Myocardial relaxation disorders are associated with cardiomyocyte hypertrophy, interstitial fibrosis, accumulation of advanced glycation end products (AGEs), microcirculation disorders, and endothelial dysfunction.

Given the high prevalence of combined pathology — ischaemic heart disease (IHD) and T2DM — studying the characteristics of diastolic dysfunction is important for prognosis and optimising treatment strategies. [1, 2, 9, 10].

Materials and methods. The study included 115 patients diagnosed with coronary artery disease with stable angina pectoris of functional class II. All patients had previously undergone myocardial revascularisation procedures, which allowed us to form a fairly homogeneous sample for the analysis of diastolic dysfunction.

For ease of interpretation of the data obtained, patients were divided into several groups: The first group included 56 people suffering from ischaemic heart disease and simultaneously having a history of type 2 diabetes mellitus. All of them underwent myocardial revascularisation and at the time of examination were in a state of stable angina pectoris II FC.

The second group consisted of 59 patients with functional class II exertional angina pectoris who also underwent revascularisation but did not have concomitant diabetes mellitus.

As a control group, 20 practically healthy individuals were examined who had no clinical or instrumental signs of cardiovascular pathology at the time of inclusion in the study. This distribution allowed for a comparative analysis both within clinical subgroups and with conditionally healthy individuals.

Echocardiography was performed using tissue Doppler imaging. A Samsung Medison Accuvix V20 ultrasound machine (Korea) equipped with a sector probe with an operating frequency range of 2–4 MHz was used for diagnosis. The examination was performed in standard echocardiographic positions with data recording in M- and B-modes, as well as in pulse-wave and continuous-wave modes. The examination technique complied with the international recommendations of the American Society of Echocardiography (ASE) (Schiller N.B. et al., 1989), which ensures the reproducibility and comparability of results [5, 6].

Echocardiography was used to assess transmitral blood flow parameters, mitral valve annulus motion indices, and left ventricular filling velocity ratios in different phases of diastole. In addition, structural and geometric parameters of the heart were recorded, including end-volumes and myocardial mass index, which allowed for a comprehensive assessment of diastolic function.

Study results.

The analysis showed that patients with restrictive DD had higher E and E/A values, as well as shorter DT and IVRT intervals, reflecting severe LV filling abnormalities.

Table 2.

Clinical characteristics of patients with IHD without diabetes mellitus with different types of diastolic dysfunction

Index	Type of abnormal relaxation (n=34)	Pseudonormal type (n=14)
Duration disease, years	10,3±2,6	13,8±2,1
BP grade: 1 grade / 2 grade	27 (79,4%) / 7 (20,6%)^	0 / 14 (100%)
Dyslipidemia, n/%	30 (88%)^	13 (93%)
HbA1c, %	7,1±0,5^	8,3±0,6
CHF, n/%	18 (53%)^	14 (100%)

Note: ^ – p<0.05 – differences between numerical values in groups I and II are statistically significant.

In patients with pseudonormal DD, IHD had a longer course, grade 2 hypertension was more common, HbA1c levels were higher, and chronic heart failure was more common.

Table 3.

Clinical characteristics of patients with ischaemic heart disease and diabetes mellitus with various types of diastolic dysfunction

Index	Abnormal relaxation (n=21)	Pseudonormal (n=15)	Restrictive (n=11)
DM duration, years	4,8±2,4	6,9±2,6	6,9±0,6^
CHD duration, years	4,5±1,4	8,5±0,9	6,9±0,6^
MI anamnesis, n/%	8 (38,1%)^	7 (46,7%)	10 (91%)
HbA1c (%)	6,8±0,6^	7,4±0,5	8,5±0,3
Dyslipidemia, n/%	16 (76,2%)	12 (80%)	10 (91%)^
CHD (I–III ΦK)	19 (90%)	15 (100%)	11 (100%, mostly HF IIIstage)

Note: ^ – p<0.05 – differences between groups are statistically significant.

Patients with restrictive type more often had a history of MI, higher HbA1c levels, and more severe CHF.

The analysis showed that types II and III DD were more frequently observed in LV hypertrophy, whereas type I predominated in concentric remodelling.

Table 5.

Comparative analysis of LVEDD and LVMI thickness in patients with diabetes mellitus with different types of LV diastolic function.

Index	Abnormal relaxation	Pseudonormal	Restrictive
Endothelium-dependent vasodilation a. Brachialis, %	4,2±0,8*	2,9±1,1	0,6±1,1°
intima media Thickness of a. carotis communis, mm	1,02±0,04*	1,15±0,03	1,31±0,05°
Atherosclerotic plaque, n/%	11 (52,4%)*	10 (66,7%)	10 (90,9%)°

Note: * – p<0.05 – differences between abnormal relaxation and pseudonormal type; ° – p<0.05 – differences between restrictive type and others.

Correlation analysis revealed a significant association between diastolic dysfunction and the duration of IHD and SD2, HbA1c level, the presence of long-term arterial hypertension, and patient age. These factors should be taken into account when predicting the course of the disease. [3, 7].

Discussion. The results of the study confirmed that all patients with IHD have diastolic dysfunction, and the presence of T2DM shifts its structure towards more severe forms. Similar data are provided by Paulus & Tschope (2013), who noted the key role of endothelial dysfunction and interstitial fibrosis in diabetes. Our data are consistent with Solomon et al. (2012), who found that the progression of DD correlates with the duration of diabetes and HbA1c levels.

Thus, the combination of IHD and SD2 forms an unfavourable phenotype of CHF with preserved LVEF, characterised by severe diastolic dysfunction and an unfavourable prognosis. [3, 7].

The study convincingly showed that left ventricular diastolic dysfunction is a characteristic manifestation in patients with ischaemic heart disease. However, when IHD is combined with type 2 diabetes mellitus, these disorders are more pronounced and progressive. The presence of diabetes shifts the spectrum of diastolic changes towards more severe variants — pseudonormal and restrictive types, which indicates a violation of myocardial relaxation processes, an increase in its rigidity and an increase in end-diastolic pressure.

A significant factor in the severity of the disease is the duration of arterial hypertension and ischaemic heart disease. The established correlations confirm that restrictive type diastolic dysfunction is significantly more common in patients with a long history and a combination of several cardiovascular risk factors.

Metabolic changes characteristic of diabetes mellitus play a significant role. Chronic hyperglycaemia and insulin resistance contribute to the accumulation of advanced glycation end products (AGEs), which alter the properties of the intercellular matrix, increase the number of collagen cross-links, and enhance the development of interstitial myocardial fibrosis. At the same time, the activation of intracellular signalling cascades, including protein kinase C- β , leads to damage and apoptosis of cardiomyocytes, which exacerbates the loss of myocardial elasticity and the progression of diastolic disorders.

Myocardial remodelling is an equally important link. In our study, more severe types of diastolic dysfunction prevailed in concentric and eccentric hypertrophy. This confirms that structural changes in the heart in response to chronic pressure or volume overload exacerbate the severity of diastolic dysfunction.

Endothelial dysfunction remains the leading pathogenetic mechanism. A decrease in endothelium-dependent vasodilation and thickening of the intima-media complex of the carotid arteries were significantly associated with worsening diastolic dysfunction. Thus, systemic vascular damage in the combination of diabetes mellitus and ischaemic heart disease is closely associated with increased myocardial stiffness and the development of chronic heart failure.

Inadequate control of diabetes mellitus also contributed to an increase in the severity of diastolic dysfunction. Higher HbA1c values were more frequently observed in patients with pseudonormal and restrictive types of DD, which emphasises the importance of strict control of carbohydrate metabolism to slow the progression of cardiovascular complications.

Overall, the results obtained allow us to conclude that the development of diastolic dysfunction in patients with IHD and type 2 diabetes is associated with a complex of factors: chronic myocardial ischaemia, prolonged exposure to arterial hypertension, fibrosis and remodelling, impaired microcirculation and endothelial function, as well as metabolic shifts caused by hyperglycaemia.

Thus, diastolic dysfunction in this category of patients is the result of the combined effects of mechanical overload, structural changes, and systemic metabolic and vascular changes.

The findings underscore the need for comprehensive management of patients with IHD and type 2 diabetes mellitus. In addition to standard cardiological therapy, special attention should be paid to early diagnosis of diastolic disorders, glycaemic control, correction of dyslipidaemia, treatment of arterial hypertension, and improvement of endothelial function. Only an integrated approach can slow the progression of heart failure and improve the prognosis in this category of patients.

In conclusion, it should be noted that diastolic dysfunction is detected in all patients with IHD, but its structure varies depending on the presence of T2DM.

When IHD and T2DM are combined, severe types of DD (pseudonormal and restrictive) are more likely to develop.

Diastolic dysfunction is associated with the duration of IHD, the duration of T2DM, HbA1c levels, and age.

Early diagnosis and correction of risk factors, including glycaemic and blood pressure control, are required to optimise patient management.

References

1. Solomon S.D., et al. Diastolic dysfunction and risk of heart failure. *N Engl J Med.* 2012; 367: 1179–1189.
2. Paulus W.J., Tschope C. A novel paradigm for heart failure with preserved ejection fraction. *Eur Heart J.* 2013; 34: 2539–2550.
3. Zhao L., et al. Diastolic dysfunction in patients with type 2 diabetes mellitus: prevalence and clinical implications. *J Diabetes Res.* 2020.
4. Schiller N.B., et al. Recommendations for quantitation of the left ventricle by two-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 1989.
5. ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J.* 2021. [5, 6].
6. Yancy C.W., et al. 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of Heart Failure. *J Am Coll Cardiol.* 2013.

7. Zile M.R., et al. Diastolic heart failure — abnormalities in active relaxation and passive stiffness. *N Engl J Med.* 2004.

8. Boyer J.K., et al. Influence of diabetes mellitus on left ventricular diastolic function. *Prog Cardiovasc Dis.* 2004.

9. Redfield M.M. Heart failure with preserved ejection fraction. *N Engl J Med.* 2016.

10. McMurray J.J., Pfeffer M.A. Heart failure. *Lancet.* 2005; 365(9474): 1877–1889.

PREVENTION AND TREATMENT OF PULMONARY HYPERTENSION IN PATIENTS WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE

*Rakhimova D.,
Alyavi A.,
Norpulatov E.,
Nuriddinova S.,
Abdullazhonova Sh.,
Atakhodjaeva G.*

*Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Therapy and Medical Rehabilitation;
Tashkent State Medical University
Tashkent, Uzbekistan*

DOI: [10.5281/zenodo.18331019](https://doi.org/10.5281/zenodo.18331019)

Abstract

Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) remains one of the leading causes of morbidity, disability, and mortality worldwide and is frequently complicated by pulmonary hypertension, which significantly worsens prognosis and quality of life. Recent epidemiological studies indicate that pulmonary hypertension develops in approximately 30–60% of patients with moderate to severe COPD and is associated with increased hospitalization rates, right ventricular dysfunction, and mortality.

The development and progression of pulmonary hypertension in COPD are primarily driven by chronic hypoxia, pulmonary vascular remodeling, endothelial dysfunction, systemic inflammation, and increased pulmonary vascular resistance. These pathophysiological mechanisms result in impaired cardiopulmonary hemodynamics and reduced exercise tolerance. Early identification of pulmonary hypertension and implementation of preventive strategies are therefore essential components of comprehensive COPD management.

Modern approaches to the prevention and treatment of pulmonary hypertension in COPD emphasize an early, individualized, and multistage strategy. Long-term optimized pharmacological therapy, smoking cessation, pulmonary rehabilitation, oxygen therapy, and appropriate cardiovascular management play a central role in slowing disease progression. Recent evidence suggests that combined pharmacological and non-pharmacological interventions reduce dyspnea severity, improve functional capacity, decrease the frequency of exacerbations and hospitalizations, and enhance quality of life.

In conclusion, effective prevention and treatment of pulmonary hypertension in patients with COPD require an integrated, multidisciplinary approach targeting both respiratory and vascular components of the disease. Implementation of evidence-based strategies may significantly improve long-term clinical outcomes.

Keywords: chronic obstructive pulmonary disease; pulmonary hypertension; endothelial dysfunction; pulmonary vascular remodeling; prevention; treatment.

Due to the fact that chronic obstructive pulmonary disease is complicated by pulmonary arterial hypertension, the consequences of disability and mortality increase from year to year, disease prevention, when diagnosis begins at an early stage, the terminal stages of the disease and the causes of disability are identified. Disease prevention, diagnosis, treatment, and coordination of modern methods of medical recovery in the early stages of complications of pulmonary arterial hypertension help to cope with the problem [1,2].

In modern medicine, diagnosis and treatment of patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD), prevention of complications in pulmonary arterial hypertension (PH) – all this should be early, effective, individual and multi-stage. Therefore, the development of an optimal plan for the prevention and treatment of complications of OH is an urgent problem, taking into account the clinical, functional, pathogenetic and regional mortality [3].

The clinical trial report prepared by the American Thoracic Society and the Association of the European Respiratory Society (ATS/ERS) defines the role and stages of confirming the effectiveness of the treatment of Suk [6, 12].

Based on the developed programs, pulmonary rehabilitation is a complication of chronic obstructive

pulmonary disease, in order to prevent OH, 4 stages of measures are required: I. Monitoring the course of the disease; II. Reducing the impact of risk factors; III. Treatment of patients with advanced chronic obstructive pulmonary disease; IV. Treatment of patients with advanced chronic obstructive pulmonary disease [4].

According to the recommendations of the "Pulmonary Rehabilitation" summarized by the European Respiratory Society (ERS) [20], when analyzing the effectiveness of Bms rehabilitation, the ability of patients to suffer physical disorders increases after certain therapeutic procedures (verification phase A). Shortness of breath attacks decrease (confirmation stage A). The quality of life is improving (confirmation stage A). Reduces anxiety and depression associated with chronic obstructive pulmonary disease (confirmation stage A). Psychosocial influence becomes effective (confirmation stage S). The minimum duration of pulmonary rehabilitation is 6 weeks; the effect increases when this period lasts longer (confirmation stage V).

According to the analysis of European experts [2,18], when a lot of money is spent on adequate treatment of diseases and complications of the respiratory system, the quality and life expectancy of patients improve significantly.

In the treatment of patients with advanced chronic obstructive pulmonary disease, according to the materials of the Congress of the European Respiratory Society [2,9], long-term use of standardized basic therapy prevents the development of cardiovascular complications.

In the taxildar study [2,5,20], after treating patients with chronic obstructive pulmonary disease with standard therapy based on ERS recommendations (confirmation stage A), there was practically no decrease in quality of life (positive change from 4.3 ± 0.41 to 2.5 ± 0.35 points), the number and duration of hospitalizations (22.5 and 5.7%, respectively). confirmed.

The impact of the curriculum on clinical and functional disorders and quality of life indicators of patients with chronic obstructive pulmonary disease was studied. In this case, it was found that OFV1 increased 1.8 times, while the quality of life, exercise tolerance amounted to 79.2%, emotional state - 87.5%, and satisfaction with treatment - 91.0% of positive changes.

Based on research assumptions, the low effectiveness of treatment of OH, especially during the peak period, forces us to look for new approaches to solving this problem. One of the promising directions in this field is the use of medical treatment methods. Clinical and functional changes in patients with pulmonary arterial hypertension

According to the researchers, [6, 11] Suk was used in the treatment of patients with complications of pulmonary artery hypertension, including beta-adrenoblocker (nebivolol). With the help of a single course of treatment with nebivolol, those who had a decrease in the anterior wall of the right ventricle (axis) < 4.8 mm, ventricle in the diastole of the heart < 22 mm, ventricle in the systole of the heart < 15 mm. In the calm state of the patients, a decrease in the weight of the right ventricle of the heart, $E/a > 1.3$, and a decrease in the average pressure in the pulmonary artery (by 22 mm/cm²) were detected.

According to studies [7,17,18], in patients with decompensated heart failure SOOC, when taking the cardioselective beta-adrenoblocker nebivolol, a decrease in heart rate from right to left (FAF) was found by 15.7%, and right ventricular isovolumic relaxation time (IVRT) by 14.6% compared with the control group. These changes are due to a decrease in endothelial dysfunction (stable metabolites of nitric oxide - SMNO 5.7%), and correction methods with cardioselective beta-blockers are recommended.

The use of beta-blockers in patients with pulmonary-cardiac complications further explains this controversial issue. That is, in respiratory diseases, one of the problems of choosing antihypertensive agents based on therapy is bronchial obstruction, an indication against the use of Beta-blockers. Methods of achieving high effect are already being actively used in the treatment of patients with chronic obstructive pulmonary disease with OH with medications, including beta-blockers. A comparative analysis of the effect of nebivolol on right ventricular remodeling and diastolic dysfunction in 54 patients with fractures is noteworthy [9,19,21]. Based on the results of practical application, it was found that

the peripheral hemodynamic resistance index in patients (0.92 ± 0.05 wb versus 0.81 ± 0.04 wb in patients with impaired ventilation and perfusion) properly correlates with blood saturation. However, it was noted that the effect on central hemodynamics and plans for long-term use as basic therapy have not been developed.

According to research data [2,10], low doses of cardioselective Beta-blockers are recommended for patients with chronic obstructive pulmonary disease and arterial hypertension: metoprolol, bisoprolol, betaxolol. The dynamics of treatment primarily controls the level of clinical symptoms, ECG and bronchial obstruction. Scientific studies have shown the superiority of bisoprolol with high cardioselectivity over atenolol, even in terms of its effect on bronchial patency. It was noted that Beta-blockers with very weak bronchoconstrictive properties (acebutolol, pindolol), which actively act on the internal sympathomimetic system, have a relatively low hypotensive effect. That is, in peripheral hemodynamics, it is observed that macrophage activity reduces the production of nitric oxide (by 4.5%), while neuro-humoral regulation does not significantly affect the indicators.

In subsequent years, significant advances have been made in the treatment of complications of OH using calcium antagonists, which have been studied to improve the course and consequences of the disease. Since calcium antagonists do not have a negative effect on bronchial conduction, they are chosen as the first treatment for chronic obstructive pulmonary disease when it is complicated by pulmonary arterial hypertension [12]. But not all the effects of these drugs have been sufficiently studied. Dihydropyridine-based drugs (nifedipine, felodipine, amlodipine, lasidipine and other calcium channel blockers are used in the treatment of general and pulmonary arterial hypertension) and drugs that do not contain dihydropyridine (verapamil, diltiazem). At the same time, according to the researchers, the use of calcium antagonists (verapamil and diltiazem) is limited with changes in heart rhythm (bradyarrhythmias) and conduction disturbances (atrio-ventricular and sinoatrial blockages). According to scientific data, the fact that calcium antagonists do not adversely affect bronchial mucociliary clearance is important in the treatment of systemic complications in patients with SSC [3,13,16].

In their studies [3,5,13], it was found that in patients without exacerbation of the disease, but with varying degrees of hypoxemia and hypertension of the pulmonary artery, during treatment with calcium antagonists, the average pressure in the pulmonary artery (from 28.2 ± 0.7 mm to 22.4 mm.CM, that is, by 15.7%) and a decrease in resistance (by 14.5%). The mechanism of action of calcium-containing drugs on patients' saliva has been studied. That is, it has a positive effect on the system of small and large blood circulation by reducing vasoconstriction and heart mass, which have developed due to hypoxia, as well as dystrophic and sclerotic changes in the myocardium by reducing the hypoxia-causing load.

According to their data [4,10,14], the simultaneous use of calcium preparations reduces the production

of mediators, weakening bronchospasm. Calcium supplements affect all stages at which bronchial obstruction develops. In particular, acetylcholine, histamine, leukotrienes and prostaglandins reduce bronchospasm-causing spasm of the smooth muscles of the mucous membrane, fat cells, and positively affect the secretory cells of the bronchi. Calcium antagonists occupy a worthy place in the treatment of patients with chronic obstructive pulmonary disease in adulthood, due to the fact that they do not negatively affect metabolic processes and coordinate kidney function.

References

1. Simonneau G., Montani D., Celermajer D.S., et al. Haemodynamic definitions and updated clinical classification of pulmonary hypertension. // *European Respiratory Journal*, 2020. – Vol. 55, No. 1. – P. 1901913–1901922.
2. Seeger W., Adir Y., Barbera J.A., et al. Pulmonary hypertension in chronic lung diseases. // *Journal of the American College of Cardiology*, 2020. – Vol. 76, No. 9. – P. 1102–1116.
3. Criner G.J., Han M.K., Martinez F.J. Pathophysiology and clinical impact of pulmonary hypertension in COPD. // *Chest*, 2021. – Vol. 160, No. 4. – P. 1354–1366.
4. Blanco I., Tura-Ceide O., Peinado V.I., et al. Endothelial dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. // *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 2021. – Vol. 204, No. 7. – P. 785–797.
5. Kovacs G., Olschewski H., Berghold A., et al. Pulmonary vascular involvement in COPD patients: clinical and prognostic significance. // *Respiratory Medicine*, 2021. – Vol. 185. – P. 106490–106498.
6. Hooper M.M., Humbert M., Souza R., et al. A global view of pulmonary hypertension. // *The Lancet Respiratory Medicine*, 2022. – Vol. 10, No. 4. – P. 389–403.
7. Chaouat A., Savale L., Weatherald J., et al. Pulmonary hypertension in COPD: epidemiology and management. // *European Respiratory Review*, 2022. – Vol. 31, No. 164. – P. 210189–210198.
8. Vitulo P., Stanziola A., Confalonieri M., et al. Impact of pulmonary hypertension on survival in COPD patients. // *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 2022. – Vol. 17. – P. 2345–2356.
9. Nathan S.D., Barbera J.A., Gaine S.P., et al. Pulmonary hypertension in chronic lung disease: new insights. // *Pulmonary Circulation*, 2023. – Vol. 13, No. 1. – P. e12145–e12154.
10. Rhee C.K., Kim J.W., Hwang Y.I., et al. Right ventricular dysfunction and pulmonary hypertension in COPD. // *BMC Pulmonary Medicine*, 2023. – Vol. 23, No. 1. – P. 312–320.
11. Schanz O., Criner G.J., Rali P. Pulmonary vasodilator therapy in severe pulmonary hypertension associated with COPD. // *Journal of Cardiovascular Development and Disease*, 2024. – Vol. 11, No. 2. – P. 56–65.
12. Zhao L., Wang Y., Liu J. Non-pharmacological approaches in the treatment of pulmonary hypertension in COPD. // *Frontiers in Medicine*, 2024. – Vol. 11. – P. 1298453–1298462.
13. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of COPD: 2024 Report. // *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 2024. – Vol. 209, No. 1. – P. 1–50.
14. Agusti A., Celli B.R., Criner G.J., et al. Global initiative for chronic obstructive lung disease 2023 report: executive summary. // *European Respiratory Journal*, 2023. – Vol. 61, No. 1. – P. 2202046–2202058.
15. Baughman R.P., Culver D.A., Judson M.A. Pulmonary rehabilitation in chronic respiratory diseases. // *The Lancet Respiratory Medicine*, 2021. – Vol. 9, No. 10. – P. 1151–1164.
16. Waschki B., Kirsten A., Holz O., et al. Physical activity and mortality in COPD. // *European Respiratory Journal*, 2021. – Vol. 57, No. 6. – P. 2003416–2003425.
17. Galiè N., Humbert M., Vachiery J.L., et al. 2022 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. // *European Heart Journal*, 2022. – Vol. 43, No. 38. – P. 3618–3731.
18. Maron B.A., Humbert M. Pulmonary hypertension: from an orphan disease to a global epidemic. // *The Lancet Respiratory Medicine*, 2023. – Vol. 11, No. 3. – P. 247–258.
19. Bhatt S.P., Dransfield M.T. Chronic obstructive pulmonary disease and cardiovascular disease. // *Translational Research*, 2023. – Vol. 253. – P. 1–12.
20. McLaughlin V.V., Archer S.L., Badesch D.B., et al. ACCF/AHA clinical practice guideline update on pulmonary hypertension. // *Circulation*, 2021. – Vol. 143, No. 12. – P. e427–e473.
21. Barnes P.J. Inflammatory mechanisms in patients with chronic obstructive pulmonary disease. // *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 2024. – Vol. 153, No. 2. – P. 402–414.

PEDAGOGICAL SCIENCES

THEMATIC HIERARCHY THEORY AND IDEOLOGICAL-POLITICAL EDUCATION: A STUDY OF MORAL EDUCATION PATHWAYS FROM THE PERSPECTIVE OF LANGUAGE PHILOSOPHY*

Lyu Jingwei

Lecturer, Xuzhou University of Technology, Xuzhou, China

Lu Xiaochen

Lecturer, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao, China

DOI: [10.5281/zenodo.18331034](https://doi.org/10.5281/zenodo.18331034)

Abstract

This study is situated at the interdisciplinary intersection of linguistics and pedagogy, aiming to systematically explore the theoretical and practical connections between Thematic Hierarchy Theory (THT) in linguistics and Ideological-Political Education (IPE). THT, as a key analytical framework in linguistics, not only reveals the intrinsic organizational principles of language structure but also reflects the fundamental cognitive order through which humans perceive the world. Meanwhile, IPE, as a critical practice in shaping individual values, political perspectives, and moral beliefs, centers on guiding individuals to rationally comprehend and emotionally identify with social order and normative values. Despite belonging to distinct academic domains, these two fields exhibit significant theoretical resonance in key dimensions such as *cognitive mechanisms of order construction, internal logic of meaning generation and practical pathways for cultivating subjectivity*.

This research first systematically elucidates the core tenets of THT from three perspectives: theoretical origins, conceptual essence, and cognitive foundations. It then delves into the intrinsic connections between THT and IPE at ontological, epistemological, and methodological levels. Finally, from a language-cognition perspective, it proposes an innovative, systematic, implicit, and permeable framework for IPE practice.

Keywords: thematic hierarchy; ideological-political education; philosophy of language; cognitive order; value internalization; interdisciplinary research.

1. Thematic Hierarchy Theory: The order-construction mechanism in language cognition

1.1 Theoretical origins and developmental trajectory

The conceptual foundation of *Thematic Theory* can be traced back to *Valency Theory* [1] in mid-20th-century linguistics, a framework initially proposed by the French linguist Lucien Tesnière to delineate dependency relations between verbs and other sentence constituents. Through subsequent theoretical advancements, particularly the systematic research by the Moscow Semantic School (e.g., Ю. Д. Апресян [10]), Thematic Theory evolved into a comprehensive theoretical system. This theory primarily examines the intricate *semantic-syntactic interactions* between predicates (centered on verbs) and their associated nominal elements (i.e., thematic roles), constructing a *universal explanatory hierarchical model* based on the semantic roles (e.g., *Agent, Patient, Instrument, Location, Goal*) and their cognitive salience within predicative structures.

1.2 Core connotations and cognitive essence

The theoretical crux of *Thematic Hierarchy* lies in its revelation of the *systematic logical structure* underlying human language cognition [6]. Far from a superficial linear syntactic sequence, this theory uncovers the *deep encoding mechanisms* and *cognitive organizational principles* governing event structures. Its theoretical characteristics can be analyzed through three inter-related dimensions:

Causality: The *Agent*, due to its causal dominance in actions, inherently occupies the apex of the hierarchical structure. This causal primacy reflects the fundamental cognitive mode through which humans comprehend events—an innate tendency to identify initiators

and responsible entities. From an evolutionary epistemological perspective, this cognitive bias holds significant adaptive value, enabling humans to swiftly recognize agents in their environment and predict behavioral outcomes.

Transitivity: Other participants (e.g., *Patient, Recipient*) are arranged hierarchically based on the strength of their semantic association with the action core. This gradation mirrors the human cognitive mechanism for evaluating the significance of event elements, embodying the *principle of cognitive economy* in linguistic organization.

Salience: Thematic hierarchy directly corresponds to *attentional allocation* in human information processing. Cognitive psychological research demonstrates that when processing complex information, individuals naturally focus first on the most agentive and causally potent elements before sequentially attending to other related components. This cognitive preference is not confined to language comprehension but extends to broader social cognitive activities.

As Van Dijk's ideological discourse analysis substantiates [7], such deep cognitive structures are externalized through specific discursive strategies (e.g., topic selection, information focalization, backgrounding), ultimately manifesting as discourse practices with distinct ideological characteristics. This insight provides a critical theoretical bridge for understanding the interaction between linguistic structures and value systems.

1.3 Interdisciplinary theoretical extensions

It is noteworthy that the influence of *Thematic Hierarchy Theory* has transcended the boundaries of traditional linguistics, exerting significant impact across

disciplines such as *cognitive science*, *artificial intelligence*, and *psychology*.

In the field of *cognitive science*, this theory has provided critical insights into the organizational principles of human conceptual systems. Within *artificial intelligence* research, it has furnished the theoretical foundation for semantic role labeling in natural language processing [3]. In *psychological studies*, it has inspired a series of empirical investigations into human event cognition.

These interdisciplinary advancements have not only enriched the theoretical depth of Thematic Hierarchy Theory itself, but have also created possibilities for extending its application to *pedagogical research*.

2. From linguistic order to value order: The cognitive construction mechanism of ideological and political education

2.1 The essence and objectives of ideological and political education

As a crucial component of China's educational system, *Ideological and Political Education (IPE)* constitutes a systematic value-shaping project. Its fundamental objective lies in cultivating individuals' *political stances, moral concepts, and social responsibilities* that align with socialist core values [2]. Against the backdrop of contemporary *value pluralism*, IPE faces the critical task of guiding individuals to establish a *systematic and orderly framework* for understanding meaning and behavioral norms amidst complex social phenomena and diverse value systems. This process is inherently a *deep cognitive construction activity*, enabling individuals to develop a *hierarchical cognitive structure* for social value judgments at the psychological level.

2.2 Hierarchical characteristics of value cognition

The construction of this psychological hierarchy manifests in three interrelated dimensions:

Social behavior attribution: Teaching individuals to accurately identify *primary responsible entities* (including individuals, collectives, and institutions) in different contexts and comprehend their respective rights and obligations.

Value evaluation: Cultivating individuals' ability to establish *rational value priorities* (e.g., the dialectical relationship between collective and individual interests, the balance between freedom and discipline).

Event comprehension: Guiding individuals to grasp the *causal relationships* and *ethical attributes* underlying social phenomena, thereby forming *comprehensive and dialectical cognitive perspectives*.

From a *cognitive development perspective*, successful IPE should enable learners to internalize abstract value norms into *automated cognitive-evaluative schemas*. This process bears a striking resemblance to the *implicit learning of grammatical rules* in language acquisition. Just as children acquire language without explicit grammar instruction [9], ideal value education should pursue this *silent and imperceptible* internalization effect.

2.3 IPE through the lens of cognitive science

Modern cognitive science demonstrates that *human value cognition* is not a simple process of information reception but involves *complex cognitive reconstruction and meaning generation*. In this process, *pre-existing cognitive structures* play a pivotal role in filtering and organizing new information. The linguistic cognitive principles revealed by *Thematic Hierarchy Theory* essentially reflect *general principles* of how the human mind processes complex information. Therefore, understanding these principles holds significant *implications for optimizing cognitive intervention strategies in IPE*.

3. Multidimensional theoretical dialogue between thematic hierarchy and ideological-political education

3.1 Order isomorphism: Cognitive mapping from language to society

Thematic hierarchy represents the *micro-level order structure* in linguistic systems, while ideological-political education deals with the *macro-level order construction* of social value systems. At a profound level, these two exhibit remarkable *structural isomorphism*: both require *relational positioning, hierarchical sorting, and meaning assignment* of elements within their respective systems. This isomorphism provides an illuminating theoretical perspective—the methods of thematic analysis can be adapted to understand and optimize the value transmission process in ideological-political education.

Concretely, in the narratives of ideological-political education, we can identify analogous *linguistic-cognitive roles*:

Agentive roles embodying positive energy (e.g., model citizens, contemporary heroes, socialist builders);

Patient roles requiring attention and assistance (e.g., the masses, disadvantaged groups, societal domains needing improvement);

Instrumental elements as means of realization (e.g., scientific methods, policies and regulations, technological tools);

Goal values as ultimate pursuits (e.g., communist ideals, national rejuvenation, people's well-being).

Constructing such a clear *value thematic structure* can significantly enhance the *logical rigor* and *emotional resonance* of educational narratives.

3.2 Cognitive foundationality: The deep connection between linguistic and value-based thinking

Language is not merely a communication tool but also a *carrier of thought* [8]. Extensive cognitive science research demonstrates that the *cognitive patterns internalized in linguistic structures* (e.g., the event-parsing approach reflected in thematic hierarchy) form the *fundamental framework* for human complex thinking. The characteristics of *cognitive structures* developed during individual language acquisition profoundly influence how they process various types of information (including value-related information) and their efficiency in doing so.

This discovery has crucial implications for ideological-political education: by consciously cultivating students' *linguistic-cognitive abilities* (e.g., precise

conceptual definition, rigorous logical analysis, systematic structural comprehension), we are essentially laying a *solid foundation* for their *value-cognitive capacities*. When students develop strong *linguistic thinking skills*, their ability to understand and internalize complex social values correspondingly improves. Therefore, ideological-political education can draw on the principles of *linguistic-cognitive development*, starting with fostering *precise, dialectical, and systematic thinking modes* to establish a robust cognitive basis for *value identification*.

3.3 Subjectivity construction: From grammatical subject to value subject

The central position of the *Agent* in thematic hierarchy theory [5][4] reflects the *human cognitive emphasis on actors*. This finding resonates deeply with the concept of *subjectivity cultivation* in ideological-political education. Modern ideological-political education increasingly views learners as *active moral practice subjects* rather than *passive value recipients*. This shift necessitates a re-examination of *role allocation* in educational discourse.

By analyzing the *thematic* configuration in educational narratives, we can reflect: Does current educational discourse sufficiently cast *learners and ordinary citizens* in the *Agentive role*? Does it overemphasize the unidirectional transmission of external norms while neglecting the *subject-construction process* of students? Deep contemplation of these questions can help design more *interactive and participatory* educational approaches, genuinely inspiring students' *sense of responsibility and initiative*.

4. Practical innovations: Exploring pathways for ideological-political education based on linguistic cognition

4.1 Structural optimization of educational narratives

When narrating Chinese cultural stories or explaining theoretical policies, methods of *thematic analysis* can be employed to consciously construct a coherent *value event framework*. Specifically, the roles of various elements in the narrative and their interrelationships should be clearly defined, allowing value guidance to be naturally integrated into the narrative logic, much like grammatical rules. This *structured narrative approach* not only enhances persuasiveness but also reduces cognitive load, making it easier for learners to understand and accept the embedded value connotations.

Practical strategies include:

Carefully selecting *exemplary cases* to highlight the *agency and positive impact* of key actors;

Arranging narrative sequences in a manner *consistent with human cognitive processes*;

Appropriately employing *linguistic devices* to emphasize critical value elements.

Through these methods, value transmission can shift from *explicit didacticism* to *implicit guidance*.

4.2 Systematic cultivation of thinking skills

Introduce *fine-grained and structured methods* from linguistic analysis into ideological-political courses by designing specialized social phenomenon analysis exercises. Guide students to systematically

dissect elements in social events using approaches akin to sentence constituent analysis:

Identifying *primary and secondary contradictions*;

Clarifying *responsibility attribution*;

Establishing *rational value prioritization sequences*.

Such training not only enhances students' *rational analytical abilities* but also fosters a habit of *systematic thinking* about social issues.

Implementation can take various forms, including: Case-based teaching; Scenario simulations; Structured discussions.

The focus should be on cultivating students' abilities in: *Problem-analysis framework construction*; *Information organization*; *Logical reasoning*.

The improvement of these skills directly enhances their *value judgment capabilities*.

4.3 Critical reflection on educational discourse

Establish a systematic mechanism for educational discourse analysis to conduct regular critical examinations of: Textbook content; Media propaganda; Classroom language.

Key analytical focuses include the implicit *thematic configuration* patterns:

Which groups are frequently positioned as *active agents*?

Which groups are often *backgrounded*?

What *subject-relationship cognitions* do these linguistic choices convey?

Through such reflection, educational discourse can be ensured to convey *positive, equitable, and just socialist inter-subject relations*, avoiding the unconscious reinforcement of *one-sided or negative cognitive patterns*.

This work requires interdisciplinary collaboration among experts in linguistics, pedagogy, and sociology to develop scientific analytical indicators and evaluation systems, providing professional guidance for educational practice.

4.4 Holistic construction of cultural environments

Drawing on principles of language acquisition, create a cultural environment rich in correct *value grammar* to facilitate the implicit learning of values. Specific measures include:

Designing *language-based activities* that embody socialist core values;

Developing *cultural products* infused with mainstream value concepts;

Building *social discourse spaces* that support positive value expression.

Through these systematic efforts, socialist core values can become as natural as *mother-tongue grammar* in shaping individuals' cognition and self-expression.

This environmental construction requires *collaboration among families, schools, and society* to form a *consistent value influence chain*. Simultaneously, it is essential to: Respect individual differences; Provide diversified *value practice pathways*; Avoid *simplistic indoctrination*.

5. Conclusion

Thematic hierarchy theory, as a sophisticated linguistic analytical tool, has demonstrated theoretical value and application potential that extend far beyond the boundaries of traditional linguistics. It provides a unique and powerful theoretical perspective for understanding ideological-political education—a practice similarly dedicated to constructing psychological order and social identity. The two engage in an illuminating dialogue on the fundamental philosophical proposition of *order construction*.

The interdisciplinary theoretical bridge attempted in this study is by no means a mere conceptual transplantation or mechanical grafting. Rather, it seeks to reveal the deep-seated connections between cognitive principles across different domains. This exploration inspires us to reimagine the possible forms of ideological-political education: it may evolve into a more profound and nuanced *grammar of values*, one that not only imparts surface-level value norms but also cultivates deep value-based thinking; not only shapes modes of expression but also nurtures modes of cognition and existence. Indeed, within the ordered beauty of linguistic structures, we can discern a vital pathway toward the moral order of value identification.

This interdisciplinary theoretical exploration and practical innovation hold significant theoretical and practical implications for enhancing the scientific rigor, penetrative power, and effectiveness of ideological-political education in the new era. It not only expands the theoretical foundation of ideological-political education but also offers new methodological insights. Future

research may build upon this foundation to conduct empirical teaching experiments and effectiveness evaluations, further refining the practical application of this theoretical framework.

References

1. Allerton, D. J. (1995). Valency grammar. In *Concise history of the language sciences* (pp. 280-289). Pergamon.
2. Althusser, L. (2014). *On the reproduction of capitalism: Ideology and ideological state apparatuses*. Verso Books.
3. Asker, M. (2025). Thematic role structures and their role in bridging framenet and natural language linguistics. *International Journal Of Literature And Languages*, 5(01), 1-4.
4. Fillmore, C. J. (1967). The case for case.
5. Jackendoff, R. S. (1972). *Semantic interpretation in generative grammar*.
6. Levin, B., & Hovav, M. R. (2005). *Argument realization*. Cambridge university press.
7. Van Dijk, T. A. (1995). Discourse semantics and ideology. *Discourse & society*, 6(2), 243-289.
8. Wittgenstein, L. (2009). *Philosophical investigations*. John Wiley & Sons.
9. Yang, C. (2016). *The price of linguistic productivity: How children learn to break the rules of language*. MIT press.
10. Апресян Ю.Д., 1995. Лексическая семантика. Избранные труды. Том I[M]. М.: Языки русской культуры.

SOCIAL SCIENCES

THE MANAGEMENT ASPECTS OF INCREASING PUBLIC PARTICIPATION IN MASS SPORTS IN MODERN AZERBAIJAN

Amiraliyeva E.

Master

Azerbaijan Sport Academy, Baku, Azerbaijan

ORCID ID: 0009-0009-4700-5582

Garayeva S.

Associate Professor

Azerbaijan Sport Academy, Baku, Azerbaijan

ORCID ID: 0009-0001-8790-2589

DOI: [10.5281/zenodo.18331043](https://doi.org/10.5281/zenodo.18331043)

Abstract

In today's world, the rapid development of technology and the intensification of daily life have created a need for people to spend their leisure time in a more productive and healthy way. In this context, sports and the sports industry have become globally significant fields, attracting increasing public interest, and mass sports have played an important role in both the physical and social development of individuals. Mass sports not only promote physical health but are also essential for social integration, guiding youth toward a healthy lifestyle, and strengthening social solidarity. The principle of "sports for all" forms the core idea of this field and aims to involve all segments of the population in sports activities.

The aim of this research is to analyze the effectiveness of policies and strategies implemented by state and local government bodies to increase participation in mass sports. The study examines existing problems in the sports sector, the state of infrastructure, regional differences, and the role of innovative technologies. According to the research hypothesis, the accessibility of sports services provided by the government, awareness-raising activities, and international cooperation directly affect the level of public participation in mass sports. Based on the statistical and qualitative analysis methods used in the study, a profile of participation in sports has been developed.

The scientific novelty of the study lies in the fact that the impact of strategies implemented at the state and local levels on mass sports is statistically evaluated for the first time. The results contribute both to theoretical knowledge and play a significant role in practice, especially in shaping and developing sports policy. This research presents a conceptual framework that can be useful for sports federations, clubs, government institutions, the private sector, and universities.

As a result, the study shows that the correct and purposeful strategies of state and local government bodies play a crucial role in involving the population in mass sports, and it is necessary to continue such measures in a systematic manner.

Keywords: Mass sports, Participation level, State policy, Sports infrastructure, Management strategies.

INTRODUCTION

Defining sport is quite a challenging task. This difficulty arises from the numerous meanings attributed to sport, its diverse content, the historical context which varies from society to society, and its use in everyday language. Sport emerged with the beginning of people's social life. Its origin, development, and integration into daily life are closely linked with the concept of struggle. Over time, physical activities began to be performed with specific rules and goals, which led to the formation of modern sport.

Sport plays a significant role in transmitting and maintaining social and cultural values in society. It enhances individual self-expression skills, strengthens physical and psychological well-being, and increases social integration. In this regard, the organization of mass sports events contributes to the well-being of wide segments of the population. According to research, individuals engaged in sports activities exhibit higher levels of psychological well-being (Downward & Rasciute, 2011).

1. Methodology

This research was conducted using a descriptive-analytical approach. Survey and observation methods

were applied, and between April and June 2023, online and physical surveys were conducted among 312 respondents residing in Baku and various regions. The age range of respondents was between 15–60 years; 52% were female and 48% male. The collected data were processed using descriptive and correlation analysis methods through SPSS software.

2. Research questions and hypothesis

The purpose of the research is to examine the level of public participation in mass sports activities in Azerbaijan and the management aspects associated with this participation.

Research Questions:

1. What are the main reasons that encourage the population to participate in mass sports?
2. What are the key obstacles to public participation?
3. To what extent do state strategies and infrastructure impact participation levels?

Hypothesis:

H1: Events organized by public and private sectors, accessibility of sports facilities, and awareness-raising activities increase public participation levels.

The concept, essence, and structure of mass sports

Defining sport is a fairly challenging task. This difficulty arises from the numerous meanings attributed to sport, its diverse content, the historical context that varies across societies, and its everyday usage (Akça & Sunay, 2011). Sport emerged with the beginning of social life among humans. The emergence, development, and integration of sport into daily life have evolved alongside the concept of struggle. On one hand, people fought against nature; on the other, they performed various movements to meet daily needs. Over time, these movements began to be performed with certain rules and purposes, leading to the formation of sport as we know it (V.Kucuk & Koc 2015).

Sport serves to shape and transmit social and cultural values in society and ensures their continuity. Through sport, individuals can express themselves and develop their personal abilities to a higher level. It helps individuals find their place in society and feel like a part of it. Participation in sports activities contributes to the reduction of psychological tension and improvement and maintenance of physical well-being. From a social and cultural perspective, individuals interact with a broader community, engaging in cultural exchanges with diverse people. This fosters cultural enrichment and the transmission of values to new generations through social interaction (Erkan 1994). Since sport is performed collectively, it contributes not only to the individual's socialization but also to the entire society. The reciprocal influence between sport and society is also evident. Sport influences society and its development, while individuals and communities also contribute to the development of sport.

Today, most people in society are directly or indirectly connected to sport. Some follow sports through newspapers and television, others attend stadiums and gyms, while others are interested in their children's participation in sports events. However, when this picture is compared to the general population, it becomes evident that the majority of people are involved in sport in a passive manner.

After scientific research confirmed the positive effects of regular physical activity on mental and physical health, sport began to be recommended for all age groups. In the U.S. and Canada, programs like "Physical Fitness," in Germany "Trim Dich," and in many other countries "Sports for All" or "Sports pour tous" have rapidly spread among large audiences (Karasüleymanoğlu 2016). While technological advancements have brought significant convenience to human life, they have also reduced physical activity. Moreover, the rapid and unregulated urbanization has resulted in noisy, polluted, and stressful living environments that facilitate the emergence of various diseases. A healthy society is only possible when its members are physically, morally, and economically balanced.

Mass-organized events must be implemented so that large segments of the population can benefit from the physical and psychological advantages of sport. Collective sports events or recreational activities that include sporting elements bring vitality and joy to society. Furthermore, shifts occur in people's value systems, and their spiritual morale increases. A society

with high morale transitions to modern standards more quickly (Z. Koruc & P. Koruc 1990).

The monotony of modern daily life limits creativity and alienates people from themselves. For this reason, initiatives such as "mass sport," "health-promoting sport," "sport for all," and "easy recreation" have been proposed to bring joy, health, and inner harmony to people's lives.

Sport can be classified into three main types: professional sport, mass sport, and sport for special groups.

In scientific studies dedicated to mass sports, it is crucial to define and explain certain concepts and phenomena. Frequently used terms in daily life—physical activity, exercise, physical fitness, and other related concepts—must be clarified in meaning.

"Physical activity" refers to bodily movements performed by skeletal muscles that require energy expenditure. The amount of energy expended depends on the size of the muscle mass involved, the intensity of muscle contractions, duration, and frequency. Physical activity can be categorized into sub-groups. The most basic division is into three parts: sleep, work, and leisure time. Leisure-time physical activity includes sports, household tasks (e.g., gardening, cleaning, repairs), and other activity types.

Physical activity can also be classified based on intensity, timing (weekday vs. weekend), whether it is voluntary or compulsory, and other criteria. The main purpose of such classifications is not only didactic but also to provide a basis for comprehensive evaluation and accurate measurement of the physical activity phenomenon. Thus, the obtained results can be effectively used in sports and health sciences research.

"Exercises" (also referred to as "training" in some cases) are often confused with physical activity due to shared components such as energy expenditure, muscle movements, intensity, and duration. However, "exercise is not a synonym for physical activity. It is a "planned, structured, and repetitive form of physical activity" with the primary goal of improving physical fitness. This concept covers both everyday sports activities and specialized training aimed at increasing physical performance.

Physical fitness is defined as the ability to perform daily tasks without undue fatigue, to engage in leisure-time activities without exhaustion, and to be prepared for emergencies. Components of health-related fitness include cardiovascular endurance, muscular strength, body composition, and flexibility. Skill-related fitness includes balance, coordination, speed, power, and reaction time.

Many industrial companies and even small businesses try to build sports facilities for their employees and provide opportunities to engage in physical activity (Orhun. 2020). However, creating such facilities is not enough. If sport does not yet hold a place in employees' daily routines, these facilities will remain unused unless well-organized and motivational measures are implemented.

The widespread promotion of mass sport and the increase in the number of participants are closely linked to the influence of high-performance sports. Some in-

dividuals aspire to reach professional levels and frequently ask, "Can I be the best?" At the same time, school sports give young people the chance to demonstrate their abilities and experience a sense of achievement, which motivates them toward further development (Can, 2020). These factors illustrate the close relationship between mass sport and high-performance sports. An individual who starts sport for health and fitness may, over time, develop a desire to test their abilities and achieve greater success. The earlier people are engaged in sport, the more favorable the conditions for raising professional and successful athletes. The development of mass sport and the inclusion of all population segments require awareness-raising and organizational efforts. Such efforts will not only improve the general health level of society but also contribute to the emergence of a new generation capable of achieving high performance.

Main Reasons for Public Participation in Sports"

The reasons for engaging in sports can vary from person to person; however, in general, these reasons are linked to the desire for self-actualization, psycho-emotional needs, health and psychological expectations, the need for movement, the aspiration to compete with others, and the influence of family, friends, the school environment, and mass media.

Self-actualization refers to a person's realization of their expectations and thoughts—that is, revealing their own potential. This desire can be explained by the belief that one should do their best within their capabilities. Professional life rarely offers opportunities for developing personal skills and achieving dreams. Unlike daily life, sports—particularly those that are game-like and somewhat detached from reality—allow individuals to compensate for deficiencies experienced in professional life. Young people hope to find freedom of movement in sports to develop their personalities. However, factors such as the coach's strictness, authoritarian pressure, fear and anxiety, negative attitudes, and school competitions can hinder these hopes and expectations. A coach or physical education teacher who understands the feelings and thoughts of the athlete, sets an example, and demonstrates honesty and fairness can help young people overcome the inner conflict between freedom and leadership (Huseynzade Ç & Rahmanov C, 2002).

Acquiring sports skills is not a process of direct attainment; these skills are learned. For skill acquisition, mental and physical processes must work in coordination. It is not only mental processes that are essential in learning a skill, but also the knowledge of methods and techniques related to that skill. In sports, children and adolescents tend to compare themselves with other athletes, which leads them to develop their own tactics. Through sports, individuals gain mental clarity and acquire various types of knowledge, which in turn teaches them to act according to new life goals and environments.

In modern times, increased technological advancement and urbanization have caused urban chaos and problems associated with industrialization, which

negatively affect society. People facing cultural and socio-economic problems are exposed to factors such as mobility, noise, and air pollution, leading to psychological issues. These factors can result in various illnesses. In particular, anxiety can lead to respiratory and cardiovascular diseases, and in some cases, may even have fatal outcomes. People who engage in sports are more informed about ways to overcome health problems, leading to improvements in their condition. This, in turn, increases their motivation and contributes to maintaining a healthy lifestyle.

Sports not only promote physical well-being but also improve individuals' psychological and emotional states. Sports have the power to relieve people from anxiety. Research by psychologists shows that individuals who engage in sports tend to have stronger psychological structures. Today, we often encounter the concept of "stress." In this context, sports are a natural method for combating stress. Through sports, individuals can break free from daily routines and create a new occupation for themselves. The time spent on sports also allows people to relax and escape daily stress. Thanks to the achievements gained through sports, people can fulfill their desire for success.

In children, the need for movement develops and strengthens from infancy to adolescence through active interaction with the environment. This process is harmoniously connected with natural maturation, imitation, curiosity, play behavior, the desire for success, and social interaction. The need for movement and movement-related functions become one of the main sources of motivation for children, which finds ideal application in sports. A child's inclination toward movement depends on the quality of the activities presented. Lack of movement, restriction of activities, and limited opportunities for movement can lead to a decrease in performance and difficulties in learning. These problems can also result from overstimulation, aggression, and behavior disorders caused by uncontrolled movement. Physical education lessons and active activities should be balanced with the child's physical characteristics and current movement needs. The risk of hyperactivity can be reduced through balance exercises that improve concentration and by lowering expectations placed on the child. Children with low motivation and a tendency toward physical inactivity should participate in highly active groups and engaging tasks. Competition among children is related to motivational functions and does not necessarily require formally organized contests or the fulfillment of competition conditions (Huseynzade Ç & Rahmanov C, 2002).

Social relationships are very important for children and adolescents. One of the most crucial aspects of social relationships for individuals is being accepted. Friend groups composed of individuals in certain age groups are typically selected as those that reflect qualities that are desirable and aligned with societal norms. These groups can encourage socially beneficial activities as well as possess negative characteristics. Such groups have the power to influence individuals and direct their behavior (Nacar, E, İsmail Ö. 2019).

After the family, the school holds a significant place. The impact of physical education teachers within

the school environment cannot be denied. Encouraging students to engage in sports contributes to the development of national sports achievements, thereby increasing the role of teachers. Schools serve both as educational institutions and places where individuals of various age groups come together. In this respect, schools hold particular importance in the context of sports.

Mass media plays a vital role in delivering sports events to a broad audience. Thanks to these means, reaching a wide public has become easier. This allows children and adolescents to view successful athletes as role models. The role of mass media in transforming sports into a global social phenomenon is irreplaceable. Media also plays a crucial role in delivering theoretical, technical, and practical information about various sports, educating and guiding audiences. Additionally, television has become an essential tool in involving youth and housewives in extracurricular sports activities.

Certainly! Here's the English translation of your text:

Main Barriers to Participation in Sports

The process of participating in sports faces a number of limitations often referred to as "barriers" in various sources. The reasons that prevent people from engaging in sports have not been sufficiently studied. In recent years, studies focusing on these barriers and recognizing their significance in sports participation have begun to emerge. As research expands, additional reasons hindering sports involvement continue to surface. When researchers examine these limitations individually, they may number in the hundreds, making their identification and description challenging. Such complexity necessitates the categorization of these barriers. Researchers classify them as internal, external, and structural barriers.

The investigation of barriers began with the study of structural limitations. Since structural barriers are more tangible and scientifically more measurable, they have received the most attention. When examining structural barriers, it becomes clear that they are not perceived uniformly or with the same intensity by everyone. Among these, the most commonly felt are time and financial constraints. Structural barriers such as the number and quality of sports facilities are acknowledged across all age groups, whereas cost becomes a more prominent barrier as people age.

The term "time barrier" generally refers to the lack of free time. In general terms, free time is the time one can use voluntarily. For any portion of a day to be considered free time, it must be completely separate from time spent on work and essential needs. Research in various fields has shown that to maintain a healthy lifestyle, people need to regularly engage in physical activity during their free time. However, studies in sports sciences indicate that due to demanding work hours, daily plans, and the various expectations of family members, people cannot devote enough time to physical exercise—an essential part of their lives.

In the context of leisure time, the term "barriers" encompasses the reasons that limit a person's participation in sports activities during their free time. These factors are considered as elements that restrict mass

participation in sports activities. One of the main structural barriers to participating in sports is the lack of leisure time. Long working hours are particularly a major cause of this shortage.

For children and adolescents, the safety of sports facilities and the surrounding environment plays a crucial role in their participation in sports. The lack of safe transportation routes to sports facilities, their location in dangerous areas, poor lighting, and the presence of drug users, alcoholics, and homeless people in the area are considered threats and can reduce participation opportunities. Large sports facilities usually have security services and the surrounding areas are protected by police forces.

Low-income families are forced to allocate their limited resources first to basic necessities such as food, heating, clothing, housing, and healthcare. Only after these needs are met can families afford to involve their children in sports. For low-income individuals, the costs of entry tickets to sports facilities, transportation, meals, drinks, and equipment during events create an additional burden, casting doubt on the decision to participate in sports. Thus, the level of participation is directly related to income.

Public, municipal, or privately-owned indoor and outdoor sports areas, parks, bicycle and pedestrian paths, and public sports zones are locations where people can engage in physical activity. However, whether these facilities meet the needs and expectations of children, adolescents, people with disabilities, and adults can sometimes also become a barrier. A shortage of such facilities and overcrowding of existing ones are additional barriers. Therefore, state support in this area is particularly important. In countries like Finland and Japan, continuous government support and family-oriented programs play a significant role in increasing public interest in sports. In these countries, sports activities are systematically promoted from schools to community centers. There is a need for similar pilot programs at the local level in Azerbaijan. Van Tuyckom (2011) states that the socio-economic macro-environment directly influences the level of physical activity (Van Tuyckom, C. (2011).

Amid rapid urbanization, the characteristics of outdoor games and sports in cities must be carefully evaluated. Unlike indoor spaces, outdoor sports areas and games—especially in modern urban planning—require special attention. In modern cities, the lack of places for children to play or engage in sports limits their ability to play outdoors. A study conducted in Australia showed that among children aged 10–16, 53% preferred to play in their home yards, 24% in open green spaces, 17% in parks and playgrounds, and 6% in the streets. Another survey of 421 children found that 59% preferred playing in the yard, 23% in parks, and 9% in the street (Bauman, A., et al. (2012).

The rise of urbanization globally has further highlighted the importance of playgrounds and sports fields. The lack of sufficient space between concrete buildings for sports is a major issue. Creating playgrounds and sports areas that meet people's needs and expectations is essential to increase sports participation.

The accessibility of sports venues where sports events are held is crucial in terms of encouraging participation. Locating such facilities close to residential areas, in city centers, and ensuring they are easily reachable via public transport can increase participation rates. One of the reasons preventing sports participation is the difficulty in reaching sports facilities. The more distant the facility, the more inconvenience and challenges it presents. Sports facilities should be located in densely populated areas so that children and adolescents can easily reach them. Natural sports areas like mountains, rivers, and canyons, if not easily accessible or if they involve difficult routes, can limit participation in such activities.

Climate and terrain are also geographical factors that influence opportunities for sports engagement. These factors directly affect the choice of sport. For example, the construction of ski resorts in snowy areas or swimming pools in warm coastal regions expands opportunities for engaging in sports in those areas. Conversely, when facilities are not aligned with the natural environment, it becomes a barrier to sports participation.

Social environment and economic conditions can also serve as barriers to engaging in sports activities. Studies show a correlation between socio-economic status and sports participation. People with middle and high incomes participate more actively in sports events and engage in several types of sports compared to those with lower incomes. At the same time, the level of education significantly affects participation rates. Educated individuals are more likely to be physically active. Family income and whether parents engage in sports themselves are also influential factors in children's involvement in sports.

Certainly! Here's the English translation of your full text:

Internal Barriers

Internal barriers are related to a person's psychological characteristics and inner processes and influence their participation in sports events. These barriers involve personal choices, needs, social activity, and group preferences. Compared to other types of barriers, internal ones are more difficult to observe, which is why they have been less studied. However, research shows that internal barriers often influence decision-making more significantly than structural barriers.

One of the main internal barriers to participating in sports is psychological readiness, self-confidence, anxiety, and stress levels. When individuals feel that they are unlikely to succeed in sports, fear injury, or worry about appearing weak in front of their peers, they tend to avoid participation.

The higher the level of anxiety, the harder it is for a person to make rational decisions and demonstrate their abilities. In such conditions, individuals may feel unsuccessful and withdraw from physical activity altogether. When the psychological pressure experienced during sports exceeds one's capacity to cope, it can lead to complete disengagement.

Motivation is a psychological process that directs a person toward a specific activity and encourages them to take action. Each individual has their own reasons

for participating in sports events. Children and adolescents are usually drawn to sports to develop their skills, have fun, maintain physical fitness, make friends, and experience a sense of achievement. When these expectations are not met during sessions, it may hinder continued participation.

The demographic structure of the area a person lives in significantly affects their lifestyle. This is particularly evident in developing countries where public life standards are not yet fully established. In more socioeconomically and culturally developed countries, people engage more actively in sports, and the variety of sports available increases. In societies with social stratification, these differences influence the choice of sport, and the demographic structure itself may act as a barrier to certain sports. As the demographic landscape evolves over time, it also affects which types of sports people are able to participate in.

Discussion

1. Social and Psychological Impacts of Sports

Our research shows that mass and health-promoting sports initiatives enhance physical and psychological well-being, strengthen social connectedness, and improve individual self-awareness. These findings align with the demonstrated effects of structured programs like the U.S. "Sports for All" and Germany's "Trim Dich," confirming the effectiveness of this approach in international practice (Karasüleymanoğlu, A. (2016). In the Azerbaijani context, creating an open and motivating environment is also essential.

2. Differences Between Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness

The text clarifies the concepts of physical activity, exercise, and physical fitness. From a scientific perspective, these terms differ significantly: exercise is planned and goal-oriented, while physical activity is broader and part of everyday life. Differentiating between these concepts is necessary to improve the methodological quality of sports research. In Azerbaijan, clearly distinguishing these terms in both texts and practice can yield meaningful outcomes.

3. Types of Barriers and Their Scope of Influence

The effects of structural (financial, time-related, facility-based), environmental (surroundings, safety), and internal (motivation, anxiety, self-confidence) barriers were thoroughly analyzed. It was found that internal barriers, especially psychological fears, are often more influential than structural ones. This means that organizing mass events alone is not enough—people must also build self-confidence and internal motivation to ensure consistent participation.

4. Evaluation of the Role of the Education System and Media

The influence of teachers within the education system and the motivational role of media were emphasized. In particular, the honest, fair, and human-centered approach of physical education teachers in schools is a vital source for encouraging youth to engage in sports (Huseynzade Ç & Rahmanov C, 2002).. Media also plays a positive role, especially for youth, in promoting sports.

5. Urbanization and Lack of Space

Rapid urbanization leads to a lack of space and resources for sports. This problem is more pronounced in developing countries like Azerbaijan. In such conditions, outdoor sports and public sports infrastructure (parks, playgrounds) play a crucial role in encouraging participation. Instead of temporary measures, a systemic and accessible approach to building physical spaces is required.

6. Connection Between Professional and Mass Sports

Increased participation in mass sports contributes to the development of professional athletes. While initial motivation is often related to physical health and comfort, individuals later strive for higher achievements. Therefore, it is important to facilitate people's first steps and later create a purposeful system to develop their potential.

Recommendations and Future Directions

For Future Scientific Research:

Analyze the interaction between internal (motivation, self-confidence) and structural barriers using statistical models;

Conduct comparative studies across different demographic groups.

For Practical Measures:

Develop regional sports infrastructure;
Create personalized motivation guidelines;
Implement "sports culture" programs in schools.

For Policy Development:

Expand subsidized sports programs for low-income populations through state and local authorities;

Prioritize outdoor sports facilities in urban planning policies.

Let me know if you'd like it edited further for academic publication or converted into a PDF or formatted document.

Conclusion and Recommendations

The research revealed that increasing public participation in mass sports is possible not only through structural and technical measures but also by systematically addressing psychological, social, and cultural factors. The study demonstrated that the main factors preventing people from engaging in sports are internal psychological barriers—such as lack of self-confidence, low motivation, and the influence of the social environment—which are more influential than structural and environmental obstacles. Participants identified sports as a source of psychological comfort, a finding that aligns with the systematic review by Eime et al. (2013) (Eime, R. Et al. 2013).

In addition, factors such as the role of teachers and the education system, the motivational power of the media, infrastructure shortages resulting from urbanization, and the overall level of sports culture significantly affect public participation. Mass sport is not only a means to improve health but also an essential tool for social integration, empathy development, stress reduction, and overall societal well-being. Coalter (2007)

emphasized that sport serves as a strategic tool for social integration and community development.

The findings indicate that the following areas should be prioritized to increase interest in mass sport:

Development of social and psychological support programs that strengthen individual internal motivation;

Promotion of sports activities in schools and higher education institutions;

Creation of open and accessible sports spaces, alongside ongoing public awareness campaigns.

Thus, a comprehensive and multi-level approach to mass sport can contribute both to improving individual health levels and to strengthening the social and psychological cohesion of society. These findings are consistent with international studies. According to the research by Bauman et al. (2012), public health approaches can significantly increase levels of public participation (Bauman, A., et al. 2012).

The study found that 67% of respondents consider sport attractive due to psychological comfort and health benefits. Meanwhile, 43% identified the inaccessibility of sports facilities and financial limitations as key barriers. Among female participants, despite a high interest in sports, family obligations and cultural norms were determined to be important factors influencing participation levels.

Proposed measures to increase participation include the expansion of public parks and sports grounds, the implementation of "sports for all" programs in schools and universities, and awareness campaigns via television and social media platforms.

Recommendations:

Short-term: Organize free aerobics and fitness sessions in public spaces.

Medium-term: Increase the number of sports facilities at the municipal level.

Long-term: Develop and implement a national "Public Sports Strategy" at the state level.

Scientific Contribution

This research is one of the rare studies in Azerbaijan that systematically analyzes the governance aspects of public participation in mass sport. The methodological approach and analysis of findings provide a foundation for future strategies.

References

1. Akça, N. Ş., & Sunay, H. (2019). Özel Spor Merkezlerine Üye Olan Bireylerin Spora Yönelme Nedenleri ve Beklentilerinin Gerçekleşme Düzeyleri. *OPUS International Journal of Society Researches*, 11(18), 1474-1493. <https://doi.org/10.26466/opus.549924>
2. Küçük, V., & Koç, H. (2015). Psiko-sosyal gelişim sürecinde insan ve spor ilişkisi*. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (10).
3. Erkan, N. Yaşam Boyu Spor Nedir? Türkiye ve Olimpiyat Sempozyumu, Ankara: GSGM;1994.
4. Karasüleymanoğlu, A. (2016). Spor yeni boyutlarla. İstanbul: Engin Yayınları.
5. Z. Koruç & P. Bayar Koruç, "Kitle sporu ve spor psikolojisi," *Spor Ahlakı ve Spor Felsefesi* Yeni Yaklaşımlar Sempozyumu, İstanbul, Turkey, 1990

6. Orhun, A. (2020). Yeni didaktik yaklaşımlar... In Spor Bilimi I: Ulusal Simpozyum (s. ...). Ankara: — . (s. 134-156)
7. Can, H.İ. (2020). Sporda sosyal bilimler. Bursa: Alfa Basım, s. 192. https://www.alfakitap.com/sporda-sosyal-bilimler-huseyin-can-ikizler-kitabi-055188-9789753166577-1?srsitid=AfmBOorUELOEC-IIf7H8kFho_vmz5ahhWGSM11VHQLBy1NOFuLl-CyT5X3
8. Huseynzade Ç, Rahmanov C (2002). Heydər Əliyev və Azərbaycanın Olimpiya Hərəkəti. —Bakı: s. 43. <https://ebooks.az/az/book/K4CiBLRl>
9. Nacar, E, İsmail Ö.. (2019). Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki Gençlik ve Spor İl Müdürlüğüne Ait Spor Tesislerinin Yeterlilik Düzeyinin Araştırılması" (Doctoral dissertation). Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Elazığ. S. 145. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=RNqf2Bq4Zi_3xh79uB5JBw&no=8ZTB3fYkhyGr0J8BOi8N3g
10. Bauman, A., et al. (2012). The role of public health in promoting physical activity: The International Society for Physical Activity and Health (ISPAH) framework. *The Lancet*, 380(9838), 288–305. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60898-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60898-8)
11. Downward, P., & Rasciute, S. (2011). Does sport make you happy? An analysis of the well-being derived from sports participation. *International Review of Applied Economics*, 25(3), 331–348. <https://doi.org/10.1080/02692171.2010.511168>
12. Eime, R. M., Young, J. A., Harvey, J. T., Charity, M. J., & Payne, W. R. (2013). A systematic review of the psychological and social benefits of participation in sport for adults: Informing development of a conceptual model of health through sport. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 10, 135. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-10-135>
13. Van Tuyckom, C. (2011). Macro-environmental factors associated with leisure-time physical activity: A cross-national analysis of EU countries. *Scandinavian Journal of Public Health*, 39(4), 419–426. <https://doi.org/10.1177/1403494810396558>
14. Coalter, F. (2007). *A wider social role for sport: Who's keeping the score?* Routledge.

TECHNICAL SCIENCES

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВІТЧИЗНЯНИХ ВСЮДИХОДІВ

Аврунін Г.А.

кандидат технічних наук,

Білан І.В.

аспірант,

Мороз І.І.

старший викладач

Харківський національний автомобільно-дорожній університет,

Підгорний М.В.,

Надобко Є.В.

інженери

ANALYSIS OF TECHNICAL CHARACTERISTICS OF DOMESTIC ALL-WHEEL VEHICLES

Avrunin G.

Candidate of Technical Sciences,

Bilan I.

Postgraduate Student,

Moroz I.

Senior Lecturer,

Kharkiv National Automobile and Road University,

Pidgorny M.,

Nadobko E.

Engineers

DOI: [10.5281/zenodo.18331058](https://doi.org/10.5281/zenodo.18331058)

Анотація

Створення всюдиходів для роботи в важких дорожніх умовах вимагає рішення комплексу задач, пов'язаних з виконанням потрібних вимог до швидкісно-тягових характеристик, зокрема режимів зрушування, подолання підйомів, маневреності та підвищеної швидкості з безступеневою її зміною, а також до антибуксувальних властивостей. Приведена стаття є попереднім етапом створення повнопотокових безступневих трансмісій з об'ємним гідроприводом і мотор-колесами замість механічних для підвищення технічних характеристик машин-всюдиходів і технологічних можливостей щодо виготовлення трансмісії блоковим методом при застосуванні стандартних комплектуючих вузлів.

Abstract

Creating all-terrain vehicles for operation in difficult road conditions requires solving a set of problems related to fulfilling the necessary requirements for speed and traction characteristics, in particular, shifting modes, overcoming climbs, maneuverability and increased speed with its stepless change, as well as anti-skid properties. The article is a preliminary stage in creating full-flow stepless transmissions with a volumetric hydraulic drive and motor-wheels instead of mechanical ones to improve the technical characteristics of all-terrain vehicles and technological capabilities for manufacturing transmissions by the block method using standard components.

Ключові слова: Всюдихід, трансмісії позашляхових машин, об'ємні гідромотор-колеса та насоси, тягово-швидкісна характеристика, розрахунок трансмісії.

Keywords: All-terrain vehicle, off-road vehicle transmissions, volumetric hydraulic motor-wheels and pumps, traction-speed characteristics, transmission calculation.

Вступ

Розглянемо технічні характеристики всюдиходів, які використовуються за потребами вітчизняних галузей промисловості, зокрема будівництва доріг у складних умовах, рятувальних робіт при надзвичайних ситуаціях і для допомоги військовим при бойових діях. За основу нашої роботи візьмемо огляд найкращих українських всюдиходів представлений в статті Аліни Закордонєць з української компанії «VNEDOROGNIK.UA» [1], яка підбрала найцікавіші українські всюдиходи, створені для подолання найскладніших обставин, зокрема, моделі SHERP, THOR, NOMAD, ATLAS, STORM і PRAETORIAN. Безпосередньо компанія

«VNEDOROGNIK.UA» є лідером на ринку товарів для позашляховиків, кросоверів та пікапів в Україні і імпортує автомобільні товари світових брендів практично з усіх континентів світу і виробляє обладнання для пікапів [2].

Основна частина

Розглянемо всюдиходи SHERP, які мають декілька конструктивних моделей [3-5]. На рис. 1 приведений перший всюдихід SHERP, створений в 2012 році за участі українського фахівця Володимира Школяра. Після успішного проходження тесту на Top Gear-2016 всюдихід отримав багато замовлень від споживачів. Конструкція SHERP має високу прохідність завдяки безкамерним колесам з

наднизьким тиском, компактній базі, високому запасі плавучості (за рахунок коліс і герметичного кузова) і низькій масі від 1,4 т в залежності від комплектації. При замовленні є широкий асортимент опцій, таких як кількість місць, оптики, лебідок, автономних опалювачів і т.д. Всюдиходи SHERP використовують при ліквідації наслідків стихійних лих, місіях ООН і спеціальними службами по всьому світу.

Технічні характеристики моделі Sherp SR:

Максимальна швидкість на суші до 40 км/год, а на воді до 6 км/год;

Тягове зусилля – 2350 кг;

Споряджена маса – 2400 кг; Вантажність – до 1200 кг;

Витрати палива – 5...8 л/год;

Об'єм паливного бака – 95 л;

Розмір шин – 1800×600×25.

Технічні характеристики SHERP PRO 1000 та SHERP the Shuttle:

максимальна швидкість на суші до 45 км/год, на воді до 6 км/год;

Вантажопідйомність до 1000 кг (SHERP PRO 1000) і 5000 кг (SHERP the Shuttle);

Подолання підйомів до 35° та перешкод до 1 м;

Паливні баки основні ємністю 95 дм³ і додаткові 4 баки по 55 дм³ кожен можуть бути встановлені в дисках коліс;

Витрата палива до 3 л/год (SHERP PRO 1000) і до 6 л/год (SHERP the Shuttle);

Тиск на ґрунт: 0,07...0,15 кг/см² залежно від тиску в шинах;

Споряджена маса: 2400 кг;



Габарити (довжина x ширина x висота): 4 м x 2,5 м x 2,8 м.

Українська компанія ТОВ «Квадро Інтернешнл» (м. Київ) виготовляє всюдиходи SHERP під брендом «Богун» і «Богун-2» для ДСНС України. Екіпаж такого всюдихода складається з п'яти рятувальників і водія, також є два місця для потерпілих на ношах. Попереду два місця для водія й пасажирів, позаду ще чотири місця, а також двоє спеціальних твердих нош з відповідними пристроями для постраждалих, що дають змогу підняти потерпілих для евакуації на гелікоптері, якщо той не зможе приземлитися. Є також два гідрокостюми для рятувальників, у яких можна витримати температуру до «мінус» 40 °С. SHERP оснащений спеціальним звуковим сигнальним пристроєм, світлодіодними фарами та стробоскопами, відеореєстратором з камерою заднього огляду, монітором, монітором і GPS-навігатором, радіостанціями, обігрівачем, бензопилою, мотузками, лебідкою, світлодіодними акумуляторними ліхтарями, аптечкою, каністрами, вогнегасниками, акумулятором, причепом, ношами, інструментами та запчастинами.

Компанія «Квадро Інтернешнл» випускає декілька видів всюдиходів;

Sherp N 1200 – для геологів, рятувальників, нафтовиків і мисливців;

Firefighting Utv – пожежний всюдихід;

Search & Rescue Utv – рятувальний снігоболотохід із надвисокою прохідністю;

Sherp The Ark 3400 – для подолання багаторівневих перешкод;

Sherp PRO 1000 – посилена версія всюдихода.



Рис. 1. Всюдихід SHERP

Українська компанія «THOR» спеціалізується на проектуванні та виробництві позашляхової техніки (рис. 2) і створила всюдихід з турбодизелем компанії «GM» з робочим об'ємом 2000 см³, потужністю в 200 к.с. (147 кВт) і крутним моментом 350 Н.м [6]. Всюдихід оснащений автоматичною 6-и ступінчастою коробкою передач. Рульове управління важільного (бортового) типу, гальмівана система гідравлічна дискова. Кузов виконаний з композитних матеріалів на сталевій рамі.

Характеристики всюдихода THOR:

споряджена маса – 2000 кг;

габарити: висота 2,5 м; ширина 2,5 м; довжина 3,6 м; кліренс 0,58 м;

максимальна швидкість 68 км/год і при руху на плаву 7 км/год;

мінімальна швидкість – 1 км/год;

Шини безкамерні – 1640x640x24;

кількість місць – від 2 до 6;

вантажопідйомність на щільних ґрунтах – до 1000 кг;

Вантажопідйомність на слабконесучих ґрунтах і на плаву – до 600 кг;

витрата палива – 4 л/год.



Рис. 2. Всюдихід THOR

Український всюдихід моделі Nomad («Кочівник» у перекладі) представлений на рис. 3 [7] і саме ця модель стала продовженням THOR і увібрала в себе його напрацювання. Особливістю всюдихода Nomad є кузов, виготовлений з композитного матеріалу на поліефірній основі. Також встановлена запатентована трансмісія з центральним і колісними редукторами. У Nomad повітря циркулює між всіма колесами, тобто при наїзді на перешкоду одним колесом повітря з нього перерозподіляється по іншим. Завдяки компресорам водій може самостійно змінювати тиск під час руху одним натиском на клавішу та підбирати режим в залежності від умов. Всюдихід має посилений каркас безпеки, який вже пройшов випробування, а сама машина отримала сертифікати безпеки. Всюдихід Nomad комплектується турбодизелем компанії «Cummins 2,8 ISF» з робочим об'ємом 2000 см³, потужністю в 129 к.с. (95 кВт) і крутним моментом 310 Н.м. Завдяки редукторам крутний момент на колесах досягає 10000 Н.м. Довжина машини становить 3,6 м, ширина 2,5 м і висота 2,6 м, кліренс становить 0,58 м. По суші швидкість всюдихода Nomad досягає 50 км/год, а

на плаву до 7 км/год. Споряджена маса машини до 2200 кг, повна 3000 кг. На всюдиході встановлені безкамерні шини наднизького тиску 1640x640x24. Витрата палива складає 4 л/год, ємність паливного бака 90 дм³.

Механічна трансмісія всюдихода має 6-ступінчасту КПП, від якої за допомогою центрального та колісних редукторів на маточини коліс передаються крутні моменти до 10 кН.м. Такі показники дозволяють Nomad ATV не тільки долати бездоріжжя, але і буксирувати техніку, яка у декілька разів перевищує його власну масу. Він легко впорався зі зчепленими разом БТР-3 і «Дозор-Б», загальна маса яких становить понад 20 т. Також, він зміг перетягнути навіть літак Boeing-737 масою 40 т, замінивши аеродромний тягач.

Всюдихід Nomad виготовляється серійно. Для кожного замовника доступний широкий асортимент аксесуарів і опцій, таких як оптика чи лебідки. Для гарного огляду на бездоріжжі в Nomad встановлюється підприємством «Vnedorognik» оптика від британської компанії «LAZER».



Рис. 3. Всюдихід Nomad

Всюдихід ATLAS, розроблений українськими фахівцями з м. Дніпро [8], схожий на вигляд з попередніми моделями, але відрізняється оснащенням кермом. ATLAS може повертати як передні так і задні колеса з радіусом розвороту в 6 м, дозволяючи рухатися і по діагоналі, і виконувати різкі повороти та розвороти. Вважається, що борт-поворотні всюдиходи значно менш комфортні в цьому плані.

Характеристики всюдихода ATLAS:

споряджена маса – 2200 кг; вантажопідйомність – 1500 кг;
кількість місць – до 11;

швидкість руху по суші до 60 км/год, по воді до 7 км/год;

максимальний запас ходу – 800 км або 25 мотогодин.

Всюдихід ATLAS оснащений надійним двигуном K9K і механічною коробкою передач від альянсу Рено-Ніссан. Робочий об'єм двигуна 1500 см³, потужність 95 кВт, крутний момент 220 Н.м. Завдяки такому вибору силової установки ATLAS не вимагає частого обслуговування. Міжсервісний інтервал становить 200 мотогодин. Розробники повідомили, що всюдихід ATLAS пройшов 5000 км в

режимі максимальних навантажень без поломок. У Дніпрі йде серійне виробництво всюдиходів.



Рис. 4. Всюдихід ATLAS

Багатофункціональний гібридний броньований автомобіль Storm створений під керівництвом українського вченого к.т.н. О. Кузнецова компанією «Highland Systems» [9-11]. На одній із найбільших «оборонних» виставок IDEX-2021 в Абу-Дабі були представлені тактико-технічні характеристики автомобіля Storm (рис. 5), які виявилися настільки сенсаційними, що викликали у багатьох учасників та відвідувачів виставки скептичне ставлення до цього виробу. Автомобіль Storm характеризується довжиною 5,9 м, шириною 2,9 м та висотою 2,36 м при повній масі 8 т, кліренсі 0,5 м та місткістю до 6 осіб. Корисне навантаження досягає 3,5 т, вантажопідйомність в режимі амфібії становить 2 т. Машина управляється вручну членами екіпажу і може бути обладнана системами дистанційного керування для автономних операцій.

Розробка машини Storm проведена на тлі зростаючого попиту на гібридні військові платформи, що поєднують високу швидкість, економічність і адаптивність. На відміну від традиційних амфібій, таких як російський БТ-3Ф або американський AAV-7, Storm став першою машиною у своєму класі з гібридно-електричною трансмісією. Це забезпечує їй унікальне поєднання продуктивності та енергоефективності. Для заряджання електричного акумулятора в дорозі використовується дизель-генератор. STORM укомплектований гумовими гусеницями з можливістю модульної заміни пошкоджених деталей. Крім цього, планується встановлювати обладнання для можливості занурення під воду або призводити бойові модулі «Сармат».

Гусенична версія машини може бути оснащена сталевими або гумовими гусеницями залежно від вимог при питомому тиску на ґрунт 230 г/см². Storm оснащений гібридною дизель-електричною силовою установкою з максимальною вихідною потужністю 1840 кВт у послідовній дволінійній конфігу-

рації. Силова передача включає два електродвигуни загальною потужністю 420 кВт, кожен з яких забезпечує потужність 210 кВт і крутний момент 4400 Н.м. Третій двигун потужністю 150 кВт і крутним моментом 1000 Н.м використовується для руху на воді. Автомобіль може працювати повністю від акумулятора до 3,5 години при швидкості 90 км/год та 1,5 години при швидкості 100...140 км/год. Акумулятор можна повністю зарядити за 2,5 год. У гібридному режимі Storm пересувається до 36 годин по дорозі і плаває на воді 4 години. Силова установка дозволяє машині досягти швидкості 140 км/год на суші та до 30 км/год на воді. Максимальна швидкість руху назад 20 км/год. Перешкоди, що подолуються: підйом до 75%, рів шириною 2 м, вертикальна стінка до 1,5 м. Storm витримує хвилі до 60 дюймів (1,5 м) у відкритому океані. STORM має броню рівня STANAG 3 (Armoх 500), яка забезпечує круговий захист і витримує вибухи до 10 кг тротилу під траком, а V-подібний корпус ефективно розсіює ударну хвилю. Композитні матеріали та кевларове внутрішнє бронювання доповнюють захист екіпажу. Бронескло стійке до влучень калібру 14,5 мм.

Озброєння STORM: 30-мм автоматична гармата; кулемети калібром 7,62 мм; можливість встановлення мінометів калібром до 100 мм.

Вантажопідйомність платформи досягає 1,2 т, десантомісткість 10 осіб.

У 2020 р. київські фахівці переїхали до ОАЕ та за сприяння оборонної компанії «Streit Group» виготовили прототип автомобіля Storm. Українсько-британсько-еміратське походження проекту саме по собі привертає увагу не менш цікавими методами його реалізації. Так, броню для корпусу закупили у Фінляндії, підвіска збудована на агрегатах австралійського виробництва, а акумуляторні батареї придбали у Китаї.



Рис. 5. Багатоцільовий броньований автомобіль-всюдихід STORM на виставці IDEX 2021

Під час виставки WDS-2024 у Саудівській Аравії був представлений броньований всюдихід для захисту та безпеки Storm-2 (рис. 6) [12], який є результатом роботи саудівської компанії SAMI, провідного виробника в галузі оборони та безпеки. Виставка WDS є великою міжнародною подією у сфері оборони та безпеки, яка збирає фахівців галузі та демонструє останні технологічні інновації. Storm-2 це універсальний броньований автомобіль, розроблений для задоволення найвибагливіших потреб сил оборони та безпеки. Завдяки своїм характеристикам він пропонує поєднання потужності, мобільності та захисту. Маючи 6 м у довжину, 2,3 м у висоту та 2,3 м у ширину, він має міцну ходову частину, щоб витримати найскладніші місцевості. Storm-2 оснащений турбодизельним двигуном V8 з робочим об'ємом 4,5 дм^3 і потужністю 200 к.с. (147 кВт). Завдяки своїй всюдихідній трансмісії Storm-2

може розвивати максимальну швидкість 120 км/год на дорозі та 50 км/год на бездоріжжі. Захист є головним пріоритетом для машини Storm-2 із такими функціями, як:

- сидіння із захистом від вибуху;
- автоматична система пожежогасіння;
- інтеграція C4ISR для розширеного зв'язку та спостереження;
- центральна система накачування шин (CTIS), що дозволяє регулювати тиск у шинах залежно від рельєфу місцевості, забезпечуючи оптимальні характеристики на бездоріжжі.

Storm-2 вміщує до п'яти пасажирів (два сидіння спереду та три ззаду). оснащений гранатометом, тепловізором і камерами нічного бачення, системою внутрішнього зв'язку для ефективної координації на полі бою і має буксирну лебідку зусиллям в 7 т.



Рис. 6. Всюдихід STORM-2

Всудихід Torsus-Praetorian (рис. 7) цілком можна назвати дорожнім, так як він більше схожий на автобус ніж на танк [13]. Але це не просто автобус на позашляховій гумі. Перший Praetorian був представлений українською компанією «Torsus» в 2018 році з заявою його як «першого в світі позашляхового автобуса для важких умов». Основу цього транспортного засобу становить дизельний двигун на 286 к.с. (210 кВт) і повний привід. Всудихід Praetorian може долати схили до 65 градусів або броди глибиною до 0,9 м. Він відмінно підійде для експедицій, рятувальних операцій, доставки робочих в умовах бездоріжжя або туризму. Praetorian

оснащується світлодіодною оптикою, системами кондиціонування і пожежогасіння BlazeCut, а також додатковими опціями. Місткість Praetorian становить до 36-ти пасажирів. У 2020 році «самий екстремальний автобус» від українців отримав дві престижні нагороди Red Dot Design Award і German Innovation Award. Сьогодні компанія розташовується в Чехії і працює над розвитком моделі. Є інформація про отримання від Німецького товариства міжнародного співробітництва (GIZ) підрозділами ДСНС спеціалізованих позашляхових автобусів Torsus-Praetorian у версії оперативно-рятувальних,

а також роботизованих платформ LUF60AT на гусеничному ході: одна оснащена витягом для евакуації автомобілів, а інша краном-маніпулятором. Автобуси Torsus-Praetorian побудовані на повнопривідному шасі MAN TGM 13.290, мають кузов з композитних матеріалів та відрізняються відмінною прохідністю: кліренс – 0,39 м, кут в'їзду/з'їзду досягає 32/26 град., долають брід до 0,9 м. Довжина машини 8,7 м, а повна маса 13,4 т. Ідея створення таких автобусів належить засновникам української

компанії «Pulsar Ехро», а випускаються вони на підприємстві в Словаччині. На базі Torsus-Praetorian може бути створено до 16 різних спеціалізованих автомобілів. Так, українські прикордонники вже успішно експлуатують пересувні пункти відеоспостереження, а в Нацгвардії працюють медичні варіанти з унікальною гідравлічною системою завантаження-розвантаження нош.



Рис. 7. Всюдихід Torsus-Praetorian

У Полтаві відкрилося унікальне виробництво колісних всюдиходів ТОВ «Завод всюдиходів Торнадо» (Tornado) [14]. Складні воєнні часи не завадили розпочати виробництво такої продукції і є повідомлення про зібрання лише двох одиниць всюдиходів. Конструкція всюдихода схожа на відомий усім Sherp і має повний привід (рис. 8). Всюдихід може оснащуватись причепом або ковшем для використання в ДСНС, нафтогазовій галузі, а також у секторі сільськогосподарського виробництва (агrolабораторія, тягач до оприскувачів, розкидача та іншого навісного обладнання), Технічні характеристики всюдихода Tornado дозволяють йому долати бруд, воду, завали дерев та каміння заввишки до 1 м. На всюдиході встановлений дизельний двигун Doosan корейського виробництва з робочим об'ємом 2,4 дм³. Всюдихід Торнадо розвиває швидкість до 45 км/год, а витрати пального складають 4-5 л/год. На всюдиході встановлюється бак на 160 л палива, що дає величезний запас ходу. Завдяки

мінімальному радіусу розвороту всюдихід Tornado чудово маневрує між деревами. Бортова («танкова») система повороту дозволяє всюдиходу розвертатися практично на місці. На всюдиходи Tornado встановлюються колеса низького тиску висотою 1650 мм і шириною 570 мм, а висота протектора становить 35 мм. Такі характеристики дозволяють легко виходити всюдиходу Tornado на лід з води, мати добру плавучість й прохідність. Водотонажність колеса в зборі з диском становить 933 дм³. Шини дозволяють рухати всюдихід на воді зі швидкістю до 6 км/год. Встановлено централізовану систему підкачування коліс, накачування всіх шин відбувається за 40 с. Також варто відзначити, що машина має кліренс 600 мм, за рахунок чого всюдихід невразливий для будь-яких доріг. Вантажо-підйомність всюдихода Торнадо досягає 1000 кг. Крім водія всюдихід може перевозити 7 осіб та додатково 500 кг вантажу. У кабіні всюдихода передбачено 3 спальних місця.



Рис. 8. Всюдихід Tornado

Слід відмітити, що фахівці підприємства «Tornado» працюють над альтернативними механічними трансмісіями і зроблена спроба створення гідроприводної трансмісії з використанням гідромо-

тор-колес. На рис. 9 представлена компоновка трансмісії Tornado, яка забезпечує підсумковий крутний момент 4-х провідних коліс в 25420 Н.м і швидкість всюдихода до 40 км/год.



Рис. 9. Компоновка силової установки і гідравлічних агрегатів в бортовій трансмісії всюдихода Tornado з аксіальнопоршневими гідромотор-колесами

Кожне колесо оснащується аксіальнопоршневим гідромотором з регульованим робочим об'ємом. До гідромоторів кожного з бортів підводиться гідравлічна енергія від окремого насоса. Система бортового керування поворотом здійснюється відповідним електричним джойстиком завдяки наявності пропорційних електромагнітів в системах регулювання насосами і гідромоторами. Принципово така система бортового керування з постійним аналізом швидкості провідних коліс ко-

жного з бортів запроваджена в гусеничних тракторах TC-10 виробництва ХТЗ з використанням гідромашин компанії Rexroth Bosch Group і також створена компанією Sauer-Danfoss [15; 16].

На рис. 10 представлені всюдиходи українських розробників: Fahd, UGV (а), представлений на виставці IDEX-2019 в ОАЕ; Ironclad, UGV, представлений на виставці Arms Expo, Київ-2018 (б) та HOUND (в) [17-19].



Рис. 10. Українські всюдиходи Fahd (а), Ironclad (б) і HOUND (в)

Львівська фірма «Global Dynamics» розробила кілька роботизованих дистанційно керованих платформ з гібридним приводом. Наприклад, платформа HOUND [19] з двома зчленованими поворотним шарніром блоками має високу прохідну спроможність по бездоріжжю. Ця конструкція дозволяє чотирьом колесам завжди перебувати в контакт з ґрунтом, що значно збільшує мобільність, дозволяючи використовувати більш жорсткі підвіски. Кожне колесо має свій електродвигун з епітрохїдним гармонїйним приводом, який забезпечує крутний момент на колесі до 3500 Н.м. За рахунок оснащення дистанційно керованим бойовим стабілізованим кулеметним (MG) модулем «Шабля» і навісною композитною

бронєю, платформа трансформується у бойовий робот Ironclad. У передньому модулі розташовується дизель-генераторна установка потужністю 15 кВт, а літій-їонні батареї розташовані ззаду. Ця гібридна конфігурація забезпечує до 10 годин роботи виробу, а лише на електриці до 1,5 години. Максимальна швидкість становить 20 км/год. Габарити шасі 2564 ммх1720ммх945 мм. Маса виробу складає 1100 кг.

Українська компанія «Аргоцентр» рекламує модельний ряд всюдиходів канадського виробництва фірми «ARGO» [20]. Ці всюдиходи призначені для використання в різних умовах, від відпочинку та мисливства до промислового (комерційного) споживання.

В табл. 1 приведені технічні характеристики всюдиходів ARGO для активного відпочинку і мисливства, а на рис. 11-13 фото цих машин. Всюди-

ходи цієї серії відрізняються діаметрами коліс, вантажопідйомністю, колісною базою і потужністю двигуна, але не мають додаткового захисту днища.

Таблиця 1.

Технічна характеристика всюдиходів ARGO для активного відпочинку і мисливства

Параметри, розмірність	AURORA 850SX HUNTMASTER	ARGO FRONTIER 6×6-700	FRONTIER 6×6-700 SCOUT
Тип шасі	8x8	6x6	6x6
Тип двигуна (ДВЗ)	B-SVME*	KC-PRO**	KC-PRO*
Роб. об'єм, см ³ / потужн., кВт	896/24,3	747/16,9	747/16,9
Трансмісія	ADMIRAL**	Варіатор	Варіатор
Вантажопідйомність, кг	500/363	258/163	258/168
Пасажиромісткість, осіб	до 4	до 4	до 4
Діаметр коліс, дюймів	25	24	23
Витрата палива, л/год	3	3	3

Примітки: 1. Вантажопідйомність над рисою на суші, під рисою на воді.

2. *) B-SVME – бензиновий здвоєний верхньо-клапанний ДВЗ з повітряним охолодженням та електронним уприскуванням палива компанії «Briggs & Stratton VANGUARD Marine Engine»; 3.**) KC-

PRO – бензиновий здвоєний верхньо-клапанний V-подібний двигун Kohler Command PRO; 4. ***) Трансмісія – варіатор «ADMIRAL» з потрійним диференціалом



Рис. 11. Всюдихід AURORA 850 SX HUNTMASTER (8 x 8)



Рис. 12. Всюдихід ARGO FRONTIER 6×6 700 (6 x 6)



Рис. 13. Всюдихід ARGO FRONTIER 6×6 700 SCOUT (6 x 6)

В табл. 2 приведені технічні характеристики всюдиходів ARGO, які використовують в промисловості, а на рис. 14-16 їх фото. Ці всюдиходи мають однакову колісну базу 8x8, автоматичну трансмісію с варіатором «ADMIRAL» і однаковий діаметр коліс.

Всюдихід моделі AURORA 950 SX (рис. 14) є новим найпотужнішим флагманом модельного ряду всюдиходів ARGO AURORA і наступником моделі AVENGER зі значними удосконаленнями. Потужність його двигуна бензинового досягає 29,4 кВт.

Модель OUTFITTER (рис. 15) є всюдиходом, корпус якого зроблений із ультраміцного поліетилену високої щільності (HDPE) та додаткового захисту днища. Всюдихід має збільшену вантажопідйомність та велику жорсткість кузова завдяки сталевій рамі та посиленим півосям нового типу. Більше тягове зусилля досягнуто за рахунок особливої версії трансмісії, призначеної для буксирування вантажів. Машина має можливість змінювати

положення керма (зліва, по центру, праворуч). Стандартне обладнання включає: систему автоматичного змащення ланцюгів; посилений ремінь варіатора HeavyDuty; особливий лісовий камуфляжний колір; спеціальні ручки із підігрівом для пасажирів з можливістю регулювання; ручки керма, що підігріваються; світлодіодні LED фари ближнього та далекого світла; подвійна підніжка на фаркопі для полегшення доступу до вантажопасажирського відсіку; швидкознімна посилена кріпильна рама на капоті; кріплення для чотирьох рушниць/гвинтівок; аналогова панель приладів з виходами 12В і USB; лебідка WARN Provantage 4500; посилений захист фар (кенгурятник); подвійний трюмний насос для відкачування води; нове підсвічування салону та вантажопасажирського відсіку; комфортні задні сидіння зі спинками спеціально розробленими для ARGO OUTFITTER, що дають можливість перевезення 4-х осіб; поручні вантажопасажирського відсіку; спеціальне фарбування всіх металевих частин всюдихода та сидінь.



Рис. 14. Всюдихід ARGO AURORA 950 SX (8 x 8)

Таблиця 2.

Технічна характеристика всюдиходів ARGO для промислового споживання

Параметри, розмірність	AURORA 950SX	OUTFITTER (8 x 8)	CONQUEST PRO 800 XT-X (8 x 8)
Тип шасі	8x8	8x8	8x8
Тип двигуна (ДВЗ)	B-SVME*	KAE-775**	KELH-775***
Роб. об'єм, см ³ / потужн., кВт	993/29,4	748/22	747/22,1
Трансмсія	ADMIRAL	ADMIRAL	ADMIRAL
Вантажопідйомність, кг	500/363	644/356	540
Пасажиромісткість, осіб	до 4	до 6	до 2
Тягове зусилля, кг	–	907	1000
Діаметр коліс, дюймів	25	25	25
Витрата палива, л/год	–	3	3
Захист днища	+	–	+

Примітка: 1. Вантажопідйомність над рисою на суші, під рисою на воді;

2.*) B-SVME – бензиновий двосний верхньоклапанний ДВЗ з повітряним охолодженням та електронним уприскуванням палива компанії «Briggs & Stratton VANGUARD Marine Engine»; 3.***) KAE-775 – бензиновий двосний верхньоклапанний V-

подібний двигун KOHLER AEGIS ELH 775 (США), рідинного охолодження; 4.***) KELH-775 – бензиновий двосний верхньоклапанний V-подібний двигун KOHLER.



Рис. 15. Всюдихід ARGO OUTFITTER (8 x 8)

Модель CONQUEST PRO 800 XT-X (рис. 16) відноситься до багатоцільового всюдихода, створеного для комерційного використання на важкопрохідній місцевості за будь-яких погодних умов. При вантажопідйомності більше 700 кг всюдихід CONQUEST XT-X дозволяє встановлювати на нього різноманітне силове обладнання, таке як бурильна установка, кран-маніпулятор, дизель-генератор, зварювальний апарат та багато іншого. Висока прохідність та надійність всюдихода забезпечує комфортний та безпечний шлях до місця призначення, навіть незважаючи на найсуворіше бездоріжжя. На всюдиході встановлена трансмісія ADMIRAL посиленого типу HeavyDuty з потрібним диференціалом. На панелі управління всюдиходом розташовані аналогові прилади (спідометр,

одометр, лічильник мотогодин, вольтметр, тахометр, датчик температури охолоджувальної рідини, індикатор тиску оливи, індикатор стоянкового гальма, датчик несправності двигуна). Машина має саморегулюючі гідравлічні вентильовані дискові гальма для легкого керування і повний захист днища. Стандартне обладнання всюдихода включає: посилення переднього та заднього мостів для збільшення терміну служби півосей та підшипників; багатопозиційне кермо з можливістю фіксації праворуч, ліворуч та по центру салону; посилені передні та задні півосі; незалежне гальмо стоянки; комфортне переднє сидіння, що повертається на петлях для легкого доступу до відсіку акумуляторної батареї; додатковий потужний генератор; причіпний пристрій.



Рис. 16. Всюдихід ARGO CONQUEST PRO 800 XT-X (8 x 8)

Модель всюдихода CONQUEST PRO 800 XT-L (8x8) призначена для промислового (комерційного) застосування на важкопрохідній місцевості або, наприклад, для обслуговування бурових вишок, ЛЕП, нафто-та газопроводів в умовах бездоріжжя (рис. 17). Цей всюдихід має ідентичну характеристику з моделлю CONQUEST PRO 800 XT-X, однак основними перевагами машини є наявність

комплекту додаткового обладнання та інструментів. На всюдиході застосована трансмісія «ADMIRAL» посиленого типу HeavyDuty з потрійним диференціалом. Всюдихід оснащений бензиновим здвоєним верхньоклапанним V-подібним двигуном KOHLER ELH775 з рідинним охолодженням і електронним уприскуванням палива.



Рис. 17. Всюдихід ARGO CONQUEST PRO 800 XT-L (8 x 8)

Пожежний всюдихід-амфібія FIRE FIGHTER (рис. 18) призначений для гасіння пожеж усередині приміщень та будівель, торф'яних пожеж та локалізації вогню в лісі. Основними перевагами всюдихода є швидкий час приведення в робочу готовність, висока маневреність та просте управління. Невелика маса та габарити, висока прохідність і низька вартість експлуатації є основними рисами машини. Всюдихід застосовується в екстрених ситуаціях для оперативної локалізації пожеж на початковій стадії розвитку або стримування вогню до прибуття основних сил пожежної охорони. Базою пожежного всюдихода FIRE FIGHTER є модель AURORA 950 SX з постійним повним приводом 8x8 та надійною силовою установкою потужністю в 29,4 кВт. Пожежний всюдихід-амфібія може виконувати роботу за будь-яких погодних умов та на найважчих ділянках місцевості. Ці та інші переваги відрізняють всюдиходи FIRE FIGHTER від важкої

пожежної техніки. На всюдиході встановлено сертифіковане обладнання для боротьби з вогнем, зокрема водяний насос Honda і піноутворювач. Також ця платформа може бути переобладнана у пошуково-рятувальний всюдихід із ношами для евакуації потерпілих. Всюдихід має яскраво-червоне пожежне забарвлення. Час роботи досягає 10 годин.

Стандартне обладнання включає водяний насос Honda потужністю 4,4 кВт і з двома швидкостями, цистерна ємністю 300 дм³, піноутворювач ємністю 20 дм³, трюмна помпа; пожежний рукав довжиною 30 м; система захисту фар; лебідка WARN; підніжка; фаркоп і додатковий вхід до пожежного рукава.

Опційне обладнання складається з сирени-гучномовника, пробіскових маячків за периметром машини, стробоскопа; рами, що складається, а також прожекторів.



Рис. 18. Пожежний всюдихід FIRE FIGHTER (8x8)

Мобільна тактична платформа ARGO-J5 (рис. 19) є багатоцільовим роботизованим всюдихідом-амфібією з дистанційним управлінням для перевезення вантажів і встановлення обладнання: для зв'язку та спостереження; генераторів; бойових модулів, у тому числі великокаліберної зброї; евакуації постраждалих. Постійний повний привід 4x4 та коротка колісна база дозволяють ARGO-J5 легко пересуватися по всіх типах поверхні. Малі габарити та висока маневреність робота уможливають виконувати широкий спектр спеціальних завдань. ARGO-J5 має кілька видів дистанційного керування, зокрема режим автономної роботи. Конструктивні особливості ARGO-J5 дають можливість застосування:

в збройних силах для установки бойових модулів (кулемети з калібром 7,62 мм або 12,7 мм, ПТУР та АГС), засобів зв'язку та спостереження (камери спостереження, ПНО, тепловізори, засоби РЕБ), кронштейни для нош при евакуації поранених, перевезення 250 кг боекомплекту для бойової групи та інше;

в галузі безпеки контролювати периметр та охорону режимних об'єктів. За допомогою спеціальної системи дистанційного керування, встановленої на ARGO-J5, можливе завдання координат маршруту, по якому робот пересуватиметься в автономному режимі та вестиме спостереження за периметром та охороною об'єкта;

для робіт в місцях, що потребують віддаленого керування та небезпечних для людини зонах. Може йти про встановлення будівельного та бурового обладнання, невеликого маніпулятора, перевезення вантажів та інше.

Платформа ARGO-J5 оснащена електричним двигуном, що забезпечує швидкість до 20 км/год та подолання підйому в 45 градусів. Максимальна маса платформи досягає 590 кг при її масі в 280 кг. Габарити платформи: довжина 1,52 м; ширина 1,38 м; висота 0,83 м, кліренс 254 мм.

Типи дистанційного керування платформи ARGO-J5:

«В зоні видимості» – керування на невеликих дистанціях до 1 км за допомогою зручного пульта управління;

«По зазоною видимості» – керування на середніх та далеких дистанціях до 2 км за допомогою мультикамерної системи дистанційного керування, встановленої на броньованому ноутбукі або планшеті;

«Автономний режим» включає попередню систему, а також автономне пересування платформи заданим маршрутом з можливістю встановлення додаткових параметрів руху та системою об'їзду перешкод;

«Ведений режим» забезпечення переміщення платформи за вказівками оператора за допомогою спеціального передавача або надміцного шнура.



Рис. 19. Мобільна тактична платформа (всудихід роботизований) ARGO-J5

Технічні характеристики всюдиходів з параметрами, які дозволяють побудувати тягово-швидкісні характеристики, представлені в табл. 3. Безпосередньо тягово-швидкісна характеристика всюдихода дає можливість визначити необхідні вихідні дані для статичного розрахунку гідроприводної

трансмисії щодо значень робочих об'ємів гідромоторів (гідромотор-колес) і насосів, та їх вибір за каталогами виробників. Для розглянутих всюдиходів тягове зусилля дорівнює приблизно від 9 кН до 49 кН. Це зусилля відповідає режиму зрушування всюдихода та переміщення з мінімальною швидкістю,

зазвичай в діапазоні від 2,5 км/год до 5 км/год. Уточнення значення максимальної швидкості виконують виходячи з її обмеження потужністю ДВЗ всюдихода.

Таблиця 3.

Технічні характеристики деяких всюдиходів

Параметри та розмірність	Sherp SR	Nomad	Tornado	OUTFITTER
Колісна формула всюдихода	4 x 4	4 x 4	4 x 4	8 x 8
Потужність ДВЗ, кВт	–	95	53	22
Тягове зусилля всюдихода, кг	2350	4878*	3280*	907
Швидк. по дорозі/воді, км/год	40/6	50/7	40/7	32/5
Крутний момент одного мотор-колеса, Н.м	–	10000	6355	–
Споряджена маса, кг	2400	2200	2300	–
Вантажопідйомність, кг	1200	1000	1200	828
Діаметр коліс, мм	1800	1640	1550	635 (25 дюйм.)

Примітка: *) Розрахункові значення.

Запишемо основні формули для статичного розрахунку гідропривода (далі скорочено ОГП).

Вихідна потужність трансмісії всюдихода розраховується за формулою:

$$P_{\text{вх}} = F_{\text{т.вх}} \cdot v_{\text{вх}} = 10^{-3} \frac{10^3}{3600} F_{\text{т.вх}} \cdot v_{\text{вх}} = 0,000278 \cdot F_{\text{т.вх}} \cdot v_{\text{вх}}, \text{ кВт}, \quad (1)$$

де $F_{\text{т.вх}}$ – тягове зусилля всюдихода, Н,

$v_{\text{вх}}$ – швидкість всюдихода, км/год.

Вихідна потужність ОГП трансмісії всюдихода збільшується від потужності трансмісії за рахунок ККД редуктора між гідромотором та маточиною:

$$P_{\text{м.вх}} = \frac{P_{\text{вх}}}{\eta_{\text{ред}}}, \text{ кВт}, \quad (2)$$

де $\eta_{\text{ред}}$ – ККД редуктора.

Крутний момент 4-х ведучих коліс всюдихода:

$$M_{\text{вх}} = F_{\text{т.вх}} \frac{d_{\text{в}}}{2}, \text{ Н.м}, \quad (3)$$

де $d_{\text{в}}$ – діаметр провідного колеса за шиною, м.

Вихідна потужність ОГП трансмісії всюдихода збільшена від потужності трансмісії за рахунок ККД редуктора:

$$P_{\text{м.вх}} = \frac{P_{\text{вх}}}{\eta_{\text{ред}}}, \text{ кВт}, \quad (2)$$

де $\eta_{\text{ред}}$ – ККД редуктора.

Крутний момент 4-х ведучих коліс всюдихода:

$$M_{\text{вх}} = 10^3 F_{\text{т.вх}} \frac{d_{\text{в}}}{2}, \text{ Н.м}. \quad (3)$$

Крутний момент ведучого колеса всюдихода:

$$M_{\text{вед.вх}} = \frac{M_{\text{вх}}}{4}, \text{ Н.м,} \quad (4)$$

Крутний момент одного гідромотора, що забезпечує рух всюдихода з заданим тяговим зусиллям $F_{\text{т.вх}}$:

$$M_{\text{м}} = 10^3 F_{\text{т.вх}} \frac{d_{\text{в}}}{2 \cdot z \cdot i_{\text{ред}} \cdot \eta_{\text{ред}}}, \text{ Н.м,} \quad (5)$$

де z – кількість бортових гідромоторів всюдихода,

$i_{\text{ред}}$ – передавальне відношення редуктора,

Частота обертання ведучих коліс всюдихода:

$$n_{\text{вед.вх}} = \frac{10^3}{60} \frac{v_{\text{вх}}}{\pi \cdot d_{\text{в}}} = 5,31 \frac{v_{\text{вх}}}{d_{\text{в}}}, \text{ хв}^{-1}. \quad (6)$$

Частота обертання гідромотора:

$$n_{\text{м}} = n_{\text{вед.вх}} \cdot i_{\text{ред}}, \text{ хв}^{-1}, \quad (7)$$

Робочий об'єм гідромотора для кожного значення крутного моменту:

$$V_{\text{м},i} = \frac{M_{\text{м},i}}{0,159 \cdot \Delta p_{\text{м},i} \cdot \eta_{\text{мгм}}}, \text{ см}^3 \quad (8)$$

де $\Delta p_{\text{м},i}$ – перепад тисків на гідромоторі, МПа,

$\eta_{\text{мгм}}$ – гідромеханічний ККД гідромотора.

Для розрахунку ККД гідропривода використовуємо співвідношення корисної потужності до споживаної:

$$\eta_{\text{огп}} = \frac{P_{\text{вх.огп}}}{P_{\text{спож.огп}}}, \quad (9)$$

де корисна потужність дорівнює:

$$P_{\text{вх.огп}} = z \frac{M_{\text{м}} \cdot n_{\text{м}}}{9550}, \text{ кВт,} \quad (10)$$

Для розрахунку споживаної потужності розглядаємо насос:

$$P_{\text{спож.огп}} = \frac{Q_{\text{н}} \cdot \Delta p_{\text{н}}}{60 \cdot \eta_{\text{н}}} = \frac{Q_{\text{нт}} \cdot \Delta p_{\text{н}}}{60 \cdot \eta_{\text{нгм}}}, \text{ кВт,} \quad (11)$$

де $\Delta p_{\text{н}}$ – перепад тисків на насосі, МПа,

$Q_{\text{н}}$ – фактична (дійсна) подача основного насоса, л/хв,

$Q_{\text{нт}}$ – теоретична подача основного насоса, л/хв,

$\eta_{\text{н}}$ – ККД основного насоса (загальний або повний),

$\eta_{\text{нгм}}$ – гідромеханічний ККД основного насоса.

Висновки

1. Розглянуті технічні характеристики всюдиходів, які використовуються в Україні. Поруч з закордонними зразками треба відмітити і наявність

вітчизняного виробництва. Всюдиходи мають колісні формули з провідними колесами від чотирьох до шести та восьми. Залежно від умов застосування потужність всюдиходів дорівнює від 17 кВт до 150 кВт, а для гібридних потужність перевищує 500

кВт. Практично всі всюдиходи мають можливість плавання по воді.

2. Основними типами трансмісій є механічні з різним рівнем автоматизації. Для повороту всюдиходів використовують бортові схеми, однак зустрічаються і конструкції з керуванням парами передніх або задніх коліс як в автомобілях. Знайдені також спроби створення електричних гібридних трансмісій і гідроприводних з гідромотор-колесами.

3. Для можливості проведення робіт, пов'язаних зі створенням гідроприводних трансмісій, систематизовані дані щодо потужності приводних ДВЗ, тягових зусиль і швидкості розглянутих всюдиходів. Ці дані дають можливість проведення статичних розрахунків гідропривода з визначенням робочих об'ємів гідромотор-колес та насосів, а також динамічних розрахунків в повному діапазоні тягово-швидкісної характеристики всюдихода.

Список літератури

1. <https://vnedorognik.ua/blog/stati/luchshie-ukrainskie-vezdekhody> (Українські всюдиходи)
2. <https://vnedorognik.ua/> (сайт vnedorognik)
3. <https://dev.ua/news/vsiudykhody-bohun-2-1703164818> (всудиходи моделі «Богун-2»)
4. <https://dev.ua/news/ukrainski-vsiudykhody-shep-budut-vyhotovlyaty-v-turechchyni-1682338123> (Українські всюдиходи Sherp будуть виготовляти в Туреччині)
5. <https://dev.ua/news/vsiudykhody-bohun-2-1703164818> («Використовують надзвичайники Польщі та США». Що відомо про українські всюдиходи «Богун», які активно отримує ДСНС)
6. https://auto.24tv.ua/na_video_pokazaly_na_shcho_zdaten_ukrainskyi_vsiudykhid_n3865 (Всудихід THOR)
7. <https://startermedia.com.ua/news/madeinukraine/2021/06/22/ukrainskyy-pozashliakhovyk-nomad-novyypredstavnyk-v-sehmenti-atv/> (Всудихід Nomad)
8. <https://atlas-atv.com/characteristics-ua/> (Всудихід ATLAS)
9. <https://newsua.one/news-tech/106147.html> (Український багатоцільовий гібридний бронетранспортер Storm об'єднує в собі передові технології та амфібійні можливості).

10. <https://gordonua.com/news/money/my-ne-smogli-sdelat-eto-v-kieve-ukrainskierazrabotchiki-predstavlyat-v-dubae-unikalnyy-bronirovanny-el-ektromobil-plavayushchiy-pod-vodoy-1540658.html> (Броньований електромобіль)

11. Решетило Є.І., Поторока А.С., Подригало М.А., Аврун Г.А. Історія розвитку і технічні вимоги до сучасних колісно-гусеничних машин з гібридними електротрансмісіями. POLISH JOURNAL OF SCIENCE. - ISSN 3353-2389. - Warszawa, Poland, email: editor@poljs.com. - site: <http://www.poljs.com>. № 63, 2023. С. 69-84. DOI: 10.5281/zenodo.8046095

12. <https://wheel-news.com/32051-na-wds-predstavlena-bronovana-mashyna-storm-2-poiednannia-potuzhnosti-mobilnosti-ta-zakhystu> (Броньована машина Storm-2)

13. <https://www.autocentre.ua/news/sobytie/vsiudyhidni-avtobusy-torsus-praetorian-pratsyuvatymut-u-dsns-1504465.html> (Автоцентр-всудихідні автобуси torsus-praetorian)

14. https://auto.24tv.ua/u_poltavi_nalahodyly_vyr-obnystvo_vsiudykhodiv_tornado_n41275 (Завод всудиходів «TORMADO», м. Полтава)

15. Аврун Г.А., Кириченко І.Г., Самородов В.Б. Гідравлічне обладнання будівельних та дорожніх машин Підручник, ХНАДУ, 2016. 438 с.

16. <https://www.yumpu.com/en/document/view/4906552/generic-dual-path-subsystem-application-system-sauer-danfoss>

17. <https://www.edmagazine.eu/index-2019-ugvs-from-ukraine/03/03/2019/by-Paolo-Valpolini/> (Джерело зображення: by Paolo Valpolini and Roboneers)

18. Решетило Є.І., Поторока А.С., Стрімовський С.В., Зорькін М.Є., Аврун Г.А. Історія та сучасні досягнення в створенні машин з високою прохідністю на основі гібридної технології. Polish journal of science. ISSN 3353-2389. Vol. 1. Warszawa, Poland, email: editor@poljs.com. site: <http://www.poljs.com>. № 88, 2025. С. 45-57. DOI: 10.5281/zenodo.16351994

19. https://lb.ua/news/2021/11/17/498795_nazemni_boyovi_roboti_lideri.html (Наземні бойові роботи)

20. <https://argoatv.com.ua/vsyudyhody/vsyudyhody-8h8/aurora-950-sx/> (Аргоцентр Україна, Київ)

**ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОДИНАМІКИ ПОТОКУ ТА ІНТЕНСИВНОСТІ ПИЛОУТВОРЕННЯ
ПРИ ВИКОРИСТАННІ НАПІВПРОНИКНОГО ЗАХИСНОГО БАР'ЄРУ****Біляєв М.М.***д.т.н., професор,**кафедра «Гідравліка, водопостачання та фізика»**Український державний університет науки і технологій**ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1531-7882>***Козачина В.А.***к.т.н., доцент,**кафедра «Гідравліка, водопостачання та фізика»**Український державний університет науки і технологій**ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6894-5532>***Кіріченко П.С.***к.т.н., доцент,**кафедра «Теплогазоводопостачання, водовідведення і вентиляція»**Криворізький національний університет**ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-4031-7693>***Біляєва В.В.***д.т.н., професор,**кафедра «Енергетичні системи та енергоменеджмент»**Український державний університет науки і технологій**ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2399-3124>***Машихіна П.Б.***к.т.н., доцент,**кафедра «Гідравліка, водопостачання та фізика»**Український державний університет науки і технологій**ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3057-9204>***STUDY OF FLOW AERODYNAMICS AND DUST FORMATION INTENSITY WHEN USING A
SEMI-PERMEABLE PROTECTIVE BARRIER****Biliaiev M.***D. Sc. (Tech.), Prof.,**dep. «Hydraulics, Water Supply and Physics»**Ukrainian State University of Science and Technologies**ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1531-7882>***Kozachyna V.***Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.,**dep. «Hydraulics, Water Supply and Physics»**Ukrainian State University of Science and Technologies**ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6894-5532>***Kirichenko P.***Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.,**dep. «Heat, Gas, Water Supply, Water Drainage and Ventilation»**Kyryvi Rih National University**ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-4031-7693>***Biliaieva V.***D. Sc. (Tech.), Prof.,**dep. «Energy Systems and Energy Management»**Ukrainian State University of Science and Technologies**ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2399-3124>***Mashykhina P.***Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.,**dep. «Hydraulics, Water Supply and Physics»**Ukrainian State University of Science and Technologies**ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3057-9204>**DOI: [10.5281/zenodo.18331081](https://doi.org/10.5281/zenodo.18331081)***Анотація**

Винесення пилу від забруднених поверхонь на промислових майданчиках створює загрозу здоров'ю працівників. Особливо інтенсивно таке пилоутворення виникає на промислових майданчиках, де розташо-

вані штабелі вугілля, відвали сипучих матеріалів, існують забрудненні поверхні. Для зменшення інтенсивності пилоутворення використовують захисні бар'єри різної форми біля поверхонь пилоутворення. Наявність захисного бар'єру змінює аеродинаміку повітряних потоків на майданчику та зменшує інтенсивність пилоутворення від забруднених поверхонь. Тому визначення впливу захисного бар'єру на інтенсивність пилоутворення є важливою задачею.

В статті наведено результати лабораторних досліджень по визначенню динаміки інтенсивності пилоутворення та аеродинаміки повітряного потоку на промисловому майданчику при використанні частково перфорованого захисного бар'єру. На базі отриманих результатів експерименту побудовано емпіричні моделі для оцінювання інтенсивності пилоутворення та величини швидкості повітряного потоку за бар'єром. Побудовано чисельні моделі для прогнозування інтенсивності пилового забруднення повітря на промисловому майданчику.

Abstract

The removal of dust from contaminated surfaces at industrial sites poses a threat to workers' health. Such dust formation is particularly intense at industrial sites where there are coal piles, bulk material dumps, and contaminated surfaces. To reduce the intensity of dust formation, protective barriers of various shapes are used near dust-forming surfaces. The presence of a protective barrier changes the aerodynamics of air flows at the site and reduces the intensity of dust formation from contaminated surfaces. Therefore, determining the effect of a protective barrier on the intensity of dust formation is an important task.

The article presents the results of laboratory studies to determine the dynamics of dust formation intensity and the aerodynamics of air flow at an industrial site using a partially perforated protective barrier. Based on the results of the experiment, empirical models were developed to estimate the intensity of dust formation and the air flow velocity behind the barrier. Numerical models were developed to predict the intensity of dust pollution in the air at an industrial site.

Ключові слова: захисний бар'єр, пилове забруднення повітря, робоча зона, фізичний експеримент, емпірична модель, чисельне моделювання.

Keywords: dust pollution, working area, laboratory experiment, empirical model, mathematical modeling.

Вступ

Оцінювання рівня пилового забруднення на промислових майданчиках є важливою науковою задачею [1, 4, 9, 10]. Винесення пилу з різною дисперсністю від забруднених поверхонь, сипучих вантажів, штабелів вугілля тощо призводить до масштабного забруднення повітря та підстильної поверхні в робочих зонах. З часом, пилове забруднення формується на інших промислових ділянках, що створює загрозу здоров'ю працівників в інших робочих зонах. У зв'язку з цим, значна кількість наукових досліджень присвячена дослідженню процесів пилоутворення та розповсюдження пилу в повітрі. Для рішення даної проблеми широко використовуються методи фізичного моделювання, емпіричні моделі, аналітичні моделі та CFD моделі для аналізу процесів забруднення повітря в робочих зонах [1-3, 5-12]. Особливо актуальними залишаються наукові дослідження, що дають можливість

виявити закономірності пилоутворення при використанні різних захисних методів, зокрема, захисних бар'єрів.

Мета

Експериментальне визначення інтенсивності пилоутворення та аеродинаміки повітряного потоку на промисловому майданчику при використанні частково перфорованого захисного бар'єру (напівпроникний бар'єр).

Методика

Дослідження аеродинаміки повітряного потоку та інтенсивності пилоутворення проводилися експериментальним шляхом на базі лабораторії кафедри «Гідравліка, водопостачання та фізика» Українського державного університету науки та технології.

Фото дослідної установки показано на рис. 1. Дослідження проводилися для захисного напівпроникного бар'єру з перфорацією у верхній частині бар'єру (пористість 22,8 %), вугільний пил – фракції до 1 мм.



Рис. 1. Фото експериментальної установки (напівпроникний бар'єр, перфорація зверху): 1 – частина бар'єру без перфорації; 2 – частина бар'єру з перфорацією

Вугільний пил розташовувався в межах прямокутника (майданчик) за захисним бар'єром. Температура повітря 20 °С. Попередньо, зразок вугільного пилу знаходився у сушильній шафі (шафа сушильна, модель 2В-151) при температурі +40 °С протягом 1 год. Експеримент проводився для різної швидкості повітряного потоку. Швидкість повітряного потоку вимірювалась за допомогою анеометра НТ-9830. При проведенні експерименту здійснювалась відеозйомка. Так як вимірювання здійснювались при турбулентному режимі, то анеометр показував певний діапазон швидкості повітряного потоку. При обробці даних, для побудови графічної залежності, розраховувалось середнє значення швидкості повітряного потоку.

Розмір захисного бар'єру був 10см×10см. В якості характерного розміру прийнята висота бар'єру $H=10$ см. Моделювання здійснювалось за критерієм Рейнольдса:

$$Re = \frac{V_0 H}{\nu}$$

де V_0 – швидкість повітряного потоку перед бар'єром (визначалась шляхом вимірювання на висоті $0,5H$ та відстані H перед бар'єром); H – характерний розмір; ν – кінематичний коефіцієнт в'язкості ($\nu=15,06 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, $t=20$ °С).

При проведенні досліджень число Рейнольдса на моделі було порядку 10^5 .

Експеримент проводився в три етапи:

- Етап 1: визначення швидкості повітряного потоку безпосередньо за захисним бар'єром (на висоті $0,1H$ та відстані $0,5H$ від бар'єру).

- Етап 2: визначення швидкості повітряного потоку на різній відстані від захисного бар'єру (на висоті $0,1H$).

- Етап 3: Визначення інтенсивності пилоутворення при використанні захисного бар'єру даного типу.

Метою першого етапу досліджень було оцінювання захисної функції бар'єру та отримання даних, що можуть бути використані при побудові чисельної моделі процесу, що досліджується.

Експериментальне значення швидкості повітряного потоку безпосередньо за захисних бар'єром показано на рис. 2.

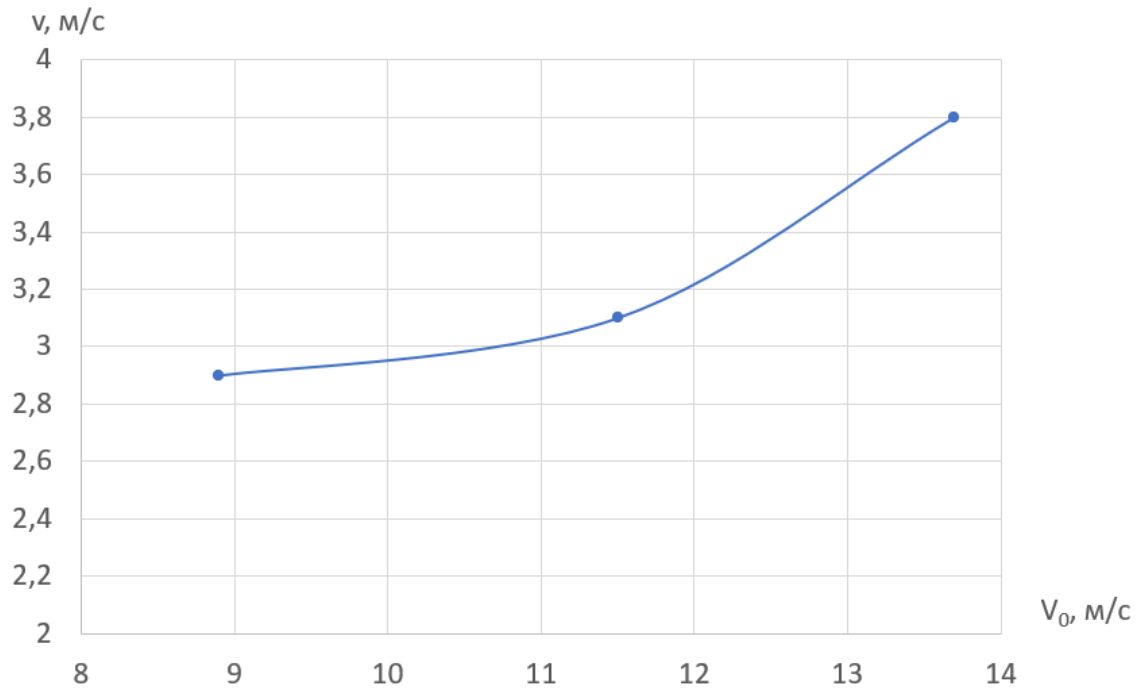


Рис. 2. Швидкість повітряного потоку за бар'єром

Апроксимація результатів експерименту дає можливість отримати наступну емпіричну модель для визначення швидкості повітряного потоку за бар'єром даного типу:

$$v = 1,7288 \cdot e^{0,0554 V_0} \quad (1)$$

де V_0 – швидкість повітряного потоку перед бар'єром; v – швидкість повітряного потоку за

бар'єром на відстані $0,5H$ (H – висота бар'єру) та на висоті $0,1H$.

Далі, на рис. 3 показано зміну швидкості повітряного потоку на висоті $0,1H$ вздовж промислового майданчика при різних швидкостях повітряного потоку перед бар'єром.

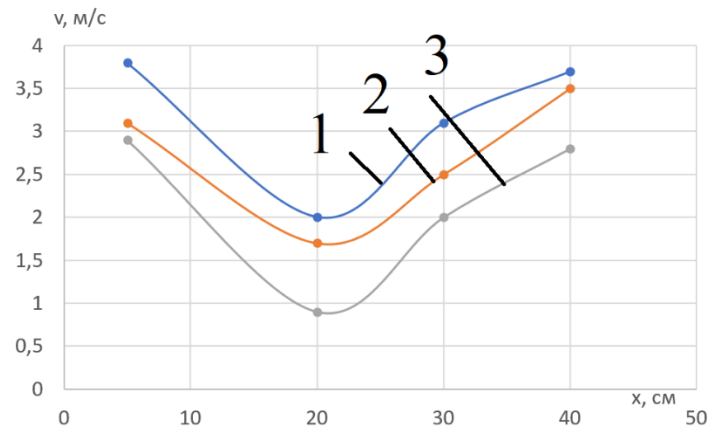


Рис. 3. Швидкість повітряного потоку за бар'єром вздовж моделі промислового майданчику: 1 – $V_0 = 13,7$ м/с; 2 – $V_0 = 11,5$ м/с; 3 – $V_0 = 8,9$ м/с

Результати, наведені на рис. 3, показують, що на ділянці $(0,5 \div 2)H$ спостерігається зменшення швидкості повітряного потоку. Далі починається ріст локальної швидкості повітряного потоку на промисловому майданчику.

На рис. 4 показано інтенсивність виносу вугільного пилу з промислового майданчика при використанні захисного бар'єру даного типу.

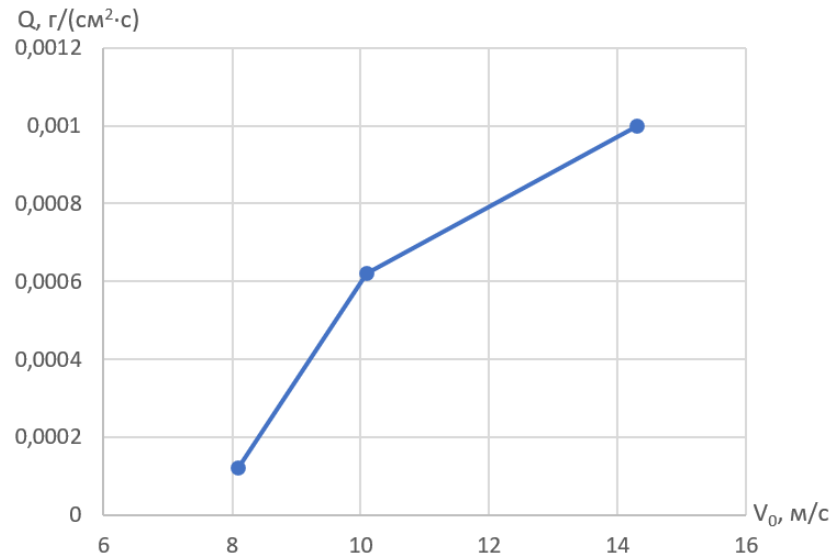


Рис. 4. Інтенсивність емісії вугільного пилу при різній швидкості повітряного потоку (непроникний бар'єр знизу)

Апроксимація результатів експерименту дає можливість отримати наступну емпіричну модель для визначення інтенсивності виносу вугільного пилу:

$$Q = 0,0015 \ln(V_0) - 0,003,$$

де V_0 – швидкість повітряного потоку перед бар'єром; Q – інтенсивність виносу вугільного пилу

з ділянки розміром $0,6H \times 0,6H$, початок якої розташований на відстані $2H$ (H – висота бар'єру) від бар'єру та на висоті $0,1H$.

Проведений експеримент дає можливість визначити наступну закономірність – формується зона пилового забруднення за бар'єром (зона 3 на рис. 5).

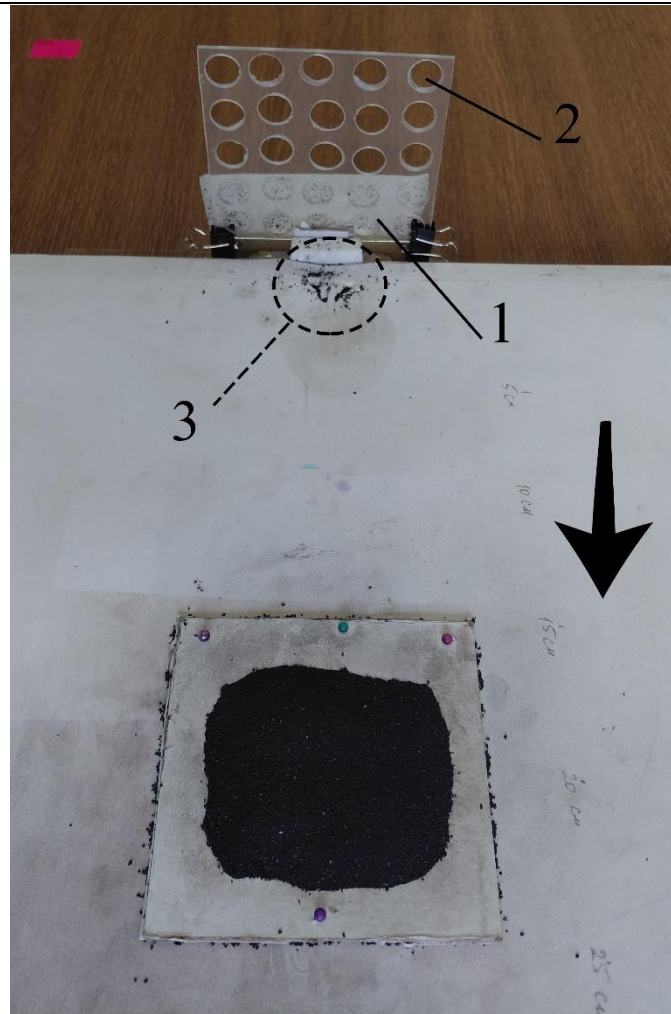


Рисунок 5 – Зона забруднення за бар'єром

Таким чином, аеродинаміка повітряних струменів при використанні даного типу екрану сприяє негативній появі забруднення повітря безпосередньо за бар'єром.

Чисельна модель аеродинаміки. Чисельна модель будується на базі кінцево-різницевої схем. Для розрахунку поля швидкості повітряного потоку на промисловому майданчику при використанні напівпроникного захисного бар'єру використовуйтеся рівняння для потенціалу швидкості P , що приводилося до «еволюційного вигляду» [1, 3]:

$$P_{ij}^{n+1} = P_{ij}^n + \Delta t \frac{P_{i+1,j}^n - 2P_{ij}^n + P_{i-1,j}^n}{\Delta x^2} + \Delta t \frac{P_{i,j+1}^n - 2P_{ij}^n + P_{i,j-1}^n}{\Delta y^2}. \quad (3)$$

Значення потенціалу швидкості визначається в центрах різницевої комірок. Розрахунок потенціалу закінчується, коли виконується умова:

$$|P_{i,j}^{n+1} - P_{i,j}^n| \leq \varepsilon,$$

де $P_{i,j}^{n+1}$, $P_{i,j}^n$ – значення потенціалу швидкості на різних ітераційних кроках; $\varepsilon=0.001$.

Для моделювання руху повітряного потоку крізь перфоровану частину захисного бар'єру використовується розроблена процедура, а саме, в розрахунковій області задається за допомогою маркерів положення перфорованої частини бар'єру. В тій частині захисного бар'єру, де нема руху повітря,

$$\frac{\partial P}{\partial t} = \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2}, \quad (2)$$

де t – фіктивний час.

Крайові умови для рівняння для потенціалу швидкості наведено в [1, 3].

Далі здійснюються наступна апроксимація рівняння (2):

тобто, на «непроникній» частині бар'єру, задається умова непроникнення для потенціалу швидкості [1, 3]. В тій частині бар'єру, де є перфорація, розраховується значення потенціалу швидкості на базі отриманої емпіричної моделі (1). Таким чином, реалізується умова, що частина захисного бар'єру «пропускає» повітря, а інша частина – ні.

Після розрахунку поля потенціалу швидкості розраховуються компоненти вектора швидкості на бічних сторонах контрольних елементів за допомогою таких залежностей:

$$u_{ij} = \frac{P_{i,j} - P_{i-1,j}}{\Delta x}, v_{ij} = \frac{P_{i,j} - P_{i,j-1}}{\Delta y}.$$

На базі розробленої чисельної моделі розраховується поле швидкості повітряного потоку над поверхнею пилоутворення. Інтенсивність емісії пилу розраховується на базі емпіричної моделі, представленої вище, або емпіричної моделі [2].

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial uS}{\partial x} + \frac{\partial vS}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu_x \frac{\partial S}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu_y \frac{\partial S}{\partial y} \right) + \sum_{i=1}^n Q_{Si}(t) \delta(x - x_i) \delta(y - y_i), \quad (4)$$

де S – значення концентрації пилу на промисловому майданчику; u, v – компоненти вектору швидкості повітряного потоку в проекції на осі координат x, y , відповідно; x_i, y_i – декартові координати i -ого точкового джерела емісії пилу; t – час; μ_x, μ_y – коефіцієнти турбулентної дифузії; $\delta(x - x_i) \delta(y - y_i)$ – дельта-функція Дірака, за допомогою якої в моделі задається місце емісії пилу; Q_{Si} – інтенсивність емісії пилу.

Крайові умови для рівняння (4) розглянуті в [1, 2]:

Для чисельного інтегрування рівняння (4) здійснюється наступне його розщеплення [2]:

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial uS}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu_x \frac{\partial S}{\partial x} \right) \quad (5)$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial vS}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu_y \frac{\partial S}{\partial y} \right) \quad (6)$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} = \sum_{i=1}^n Q_{Si}(t) \delta(x - x_i) \delta(y - y_i). \quad (7)$$

Для чисельного розв'язання рівняння (5) застосовується наступна двокрокова схема розщеплення:

– на першому кроці використовується залежність:

$$S_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} = S_{i,j}^n - \Delta t \frac{u_{i+1,j}^+ S_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} - u_{i,j}^+ S_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta x} + \Delta t \mu_x \frac{-S_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + S_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}}}{2\Delta x^2} + \Delta t \mu_x \frac{-S_{i,j}^n + S_{i+1,j}^n}{2\Delta x^2},$$

– на другому кроці використовується залежність:

$$S_{i,j}^{n+1} = S_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} - \Delta t \frac{u_{i+1,j}^- S_{i+1,j}^{n+1} - u_{i,j}^- S_{i,j}^{n+1}}{\Delta x} + \Delta t \mu_x \frac{-S_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + S_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}}}{2\Delta x^2} + \Delta t \mu_x \frac{-S_{i,j}^{n+1} + S_{i+1,j}^{n+1}}{2\Delta x^2},$$

Здійснено програмну реалізацію даної чисельної моделі. Розроблена комп'ютерна програма базується на модульному принципі.

Чисельна модель поширення пилу на промисловому майданчику. Для моделювання процесу руху пилу на промисловому майданчику використовується рівняння масопереносу [1, 3, 5]:

$$\text{де } u^+ = \frac{u + |u|}{2}, u^- = \frac{u - |u|}{2}.$$

Аналогічно записується різницева схема розщеплення для чисельного інтегрування рівняння (6). Для інтегрування рівняння (7) використовується метод Ейлера.

На базі розробленої чисельної моделі створено комп'ютерну програму. Для формування вигляду розрахункової області, де розташований захисний бар'єр та область пилоутворення, використовується метод маркування. Таким чином, в дискретній моделі формуються «особливості» області дослідження: положення бар'єрів, областей пилоутворення, штабеля вугілля.

Висновки

1. Наведено результати фізичного експерименту по дослідженню аеродинаміки повітряного потоку на моделі промислового майданчику при використанні напівпроникного захисного бар'єру.

2. Отримано емпіричну модель, що дає можливість визначати зміну інтенсивності пилоутворення при різних швидкості повітряного потоку на промисловому майданчику та при використанні напівпроникного захисного бар'єру.

3. Визначено закономірності зміни швидкості повітряного потоку на промисловому майданчику при використанні напівпроникного бар'єру та побудовано емпіричну модель, що дає можливість оцінювати таку зміну швидкості повітряного потоку біля поверхні пилоутворення.

4. Побудовано чисельну модель масопереносу для визначення концентраційного пилу на промисловому майданчику.

5. Побудовано чисельну модель аеродинаміки повітряного потоку на промисловому майданчику при використанні напівпроникного бар'єру.

6. Подальший розвиток даного напрямку буде проводитися шляхом розробки тривимірних моделей аеродинаміки та масопереносу на промисловому майданчику.

Список літератури

- Біляєв М. М., Калашніков І. В., Біляєва В. В., Козачина В. А., Берлов О. В. Технології захисту навколишнього середовища: захист повітряного середовища: монографія/ Запоріжжя: СТАТУС, 2025. – 244 с.

2. Біляєв М. М., Козачина В. А., Кіріченко П. С., Біляєва В. В., Берлов О. В. Моделювання процесу пилоутворення. *Slovak international scientific journal*. 2025. №8. С. 12-18. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16892491>.
3. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде/М. З. Згуровский, В. В. Скопецкий, В. К. Хрущ, Н. Н. Беляев. – К.: Наук.думка, 1997. – 368 с.
4. Alvarez J. T., Alvarez I. D. & Lougedo S. T. Dust barriers in open pit blasts. Multifase Computational Fluid Dynamics (CFD) simulations. *WIT Transactions on Ecology and the Environment, Air Pollution XVI*, Vol 116. 2008. P. 85-93.
5. Best Practices for Dust Control in Coal Mining. *Information Circular/* Jay F. Colinet et al, IC 9517, Department of Health and Human Services, Pittsburgh, PA, Spokane, WA, January 2010. 30 p.
6. Biliaiev M., Biliaieva V., Berlov O., Kozachyna V., Kirichenko P., Oladipo M.O., Poltoratska V. Modeling Coal Dust Dispersion from Pile with Protection Barriers. *E3S Web of Conferences*. Vol. 168: 2nd Intern. Conf. Essays of Mining Science and Practice, Dnipro, Ukraine, 22–24 April 2020. P. 1–6. DOI: 10.1051/e3sconf/202016800021.
7. Biliaiev, Mykola & Biliaieva, V & Kozachyna, Vitalii & Berlov, Oleksandr & Oladipo, Mutiu & Kirichenko, P. (2020). Reducing of coal dust release from train wagon with barrier. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 985. 012018. 10.1088/1757-899X/985/1/012018.
8. Ferreira AD, Viegas DX, Sousa ACM. Full-scale measurements for evaluation of coal dust release from train wagons with two different shelter covers. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*. 91(10), P. 1271–1283
9. Ferreira, AD, Vaz P. A. Wind tunnel study of coal dust release from train wagons. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*. 2004. 92. P. 565–577.
10. Kirk Winges, Richard Steffel. Coal Dust from Rail Transport. Ramboll Environ US Corporation, 19020 33rd Avenue, Suite 310, Lynnwood, Washington 98036, 425-412-1800, 14 p.
11. Reed W. R. Significant Dust Dispersion Models for Mining Operations. DHHS (NIOSH) Publication. 2005 – 138, Pittsburgh, PA, 2005. P. 24.
12. EIPPCB (European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau). Integrated Pollution Prevention and Control Reference. Best Available Techniques Reference Document on Emissions from Storage. July 2006.

VETERINARY SCIENCES**ПАТОЛОГО-АНАТОМІЧНА ДІАГНОСТИКА МІКОТОКСИКОЗІВ У СВИНЕЙ****Папченко І.В.**

кандидат ветеринарних наук, доцент
доцент кафедри ветеринарно-санітарної експертизи та лабораторної діагностики Інституту післядипломного навчання керівників
та спеціалістів ветеринарної медицини
Білоцерківський національний аграрний університет
м. Біла Церква, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-2476-8770>

Антіпов А.А.

кандидат ветеринарних наук, доцент
доцент кафедри паразитології та фармакології
Білоцерківський національний аграрний університет
м. Біла Церква, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-3955-3377>

Гончаренко В.П.

кандидат ветеринарних наук, доцент
доцент кафедри паразитології та фармакології
Білоцерківський національний аграрний університет
м. Біла Церква, Україна
orcid.org/0000-0002-7279-6146

Білик С.А.

кандидат ветеринарних наук, доцент
доцент кафедри епізоотології та інфекційних хвороб
Білоцерківський національний аграрний університет
м. Біла Церква, Україна
orcid.org/0000-0003-4590-0881

Джміль В.І.

кандидат ветеринарних наук, доцент
доцент кафедри ветеринарно-санітарної експертизи, гігієни продуктів
тваринництва та патологічної анатомії імені Й.С. Загасівського
Білоцерківський національний аграрний університет
м. Біла Церква, Україна
orcid.org/0000-0003-3590-0167

Ткаченко І.С.

викладач вищої категорії
ВСП „Компаніївський фаховий коледж ветеринарної медицини
Білоцерківського національного аграрного університету”
смт Компаніївка, Україна

Ткаченко С.М.

викладач вищої категорії
ВСП „Компаніївський фаховий коледж ветеринарної медицини
Білоцерківського національного аграрного університету”
смт Компаніївка, Україна

Селих І.П.

викладач спеціальних дисциплін
ВСП „Технологічно-економічний фаховий коледж
Білоцерківського національного аграрного університету”
м. Біла Церква, Україна

Пересунько О.Д.

викладач ветеринарних дисциплін
ВСП „Технологічно-економічний фаховий коледж
Білоцерківського національного аграрного університету”
м. Біла Церква, Україна

Єрохіна О.М.

викладач-методист ветеринарних дисциплін
ВСП „Технологічно-економічний фаховий коледж
Білоцерківського національного аграрного університету”
м. Біла Церква, Україна

PATHOLOGICAL-ANATOMIC DIAGNOSIS OF MYCOTOXICOSES IN PIGS

Papchenko I.

*candidate of veterinary sciences, associate professor
associate professor of the department of veterinary and sanitary
examination and laboratory of diagnostics of the
Institute of Postgraduate Studies managers and specialists of veterinary medicine
Belotserk National Agrarian University
Bila Tserkva, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-2476-8770>*

Antipov A.

*candidate of veterinary sciences associate professor
associate professor of the department of parasitology and pharmacology
Belotserk National Agrarian University
Bila Tserkva, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-3955-3377>*

Goncharenko V.

*candidate of veterinary sciences associate professor
associate professor of the department of parasitology and pharmacology
Belotserk National Agrarian University
Bila Tserkva, Ukraine
orcid.org/0000-0002-7279-6146*

Bilyk S.

*candidate of veterinary sciences, associate professor
associate Professor of the Department of Epizootology and Infectious Diseases
Belotserk National Agrarian University
Bila Tserkva, Ukraine
orcid.org/0000-0003-4590-0881*

Dzhmil V.

*candidate of veterinary sciences, associate professor
associate Professor of the Department of Veterinary
and Sanitary Examination, Product Hygiene of Animal Husbandry
and Pathological Anatomy named after Y.S. Zagaevskii
Belotserk National Agrarian University
Bila Tserkva, Ukraine
orcid.org/0000-0003-3590-0167*

Tkachenko I.

*a teacher of the highest category
VSP „Company Professional College of Veterinary Medicine
Belotserk National Agrarian University”
Kompaniivka village, Ukraine*

Tkachenko S.

*a teacher of the highest category
VSP „Company Professional College of Veterinary Medicine
Belotserk National Agrarian University”
Kompaniivka village, Ukraine*

Selykh I.

*teacher of special disciplines
VSP „Technological and Economic Vocational College”
Belotserk National Agrarian University
Bila Tserkva, Ukraine*

Peresunko O.

*teacher of veterinary disciplines
VSP „Technological and Economic Vocational College”
Belotserk National Agrarian University
Bila Tserkva, Ukraine*

Yerokhina O.

*teacher-methodologist of veterinary disciplines
VSP „Technological and Economic Vocational College”
Belotserk National Agrarian University
Bila Tserkva, Ukraine*

DOI: [10.5281/zenodo.18331092](https://doi.org/10.5281/zenodo.18331092)

Анотація

На підставі аналізу патолого-анатомічних досліджень трупів поросят різного віку з різних господарств України було встановлено, що найчастішою причиною загибелі були отруєння кормами контамінованими найчастіше асоціацією мікроскопічних грибів. Отруєнню піддавались свині різного віку, починаючи від народження до дорослого віку (свиноматки, кнурі-плідники). Зразу після народження отруєння наставало через молозиво, яке містило в своєму складі мікотоксини (молозивний токсикоз), для якого характерним є загибель поросят через кілька годин після прийому молозива та виражений катаральний гастрит, катаральний ентерит і виражені дистрофічні зміни в печінці, нирках, міокарді, загальна застійна гіперемія.

Гострий мікотоксикоз наставав при згодовуванні комбікормів, що містили летальну дозу мікотоксинів і це проявлялось розвитком вираженого катарального гастроентериту, інтенсивних змін в печінці, міокарді, нирках та загальною застійною гіперемією.

Для хронічного мікотоксикозу характерним є тривале згодовування комбікормів з відносно великим вмістом мікотоксинів. Труп поросят незадовільної вгодованості або виснажені з ознаками відставання в розвитку. В них спостерігають загальну анемію, слабо виражені запальні процеси в шлунку і тонкому кишечнику, дифузно-вогнєщевий виразково-некротичний коліт та слабо виражені дистрофічні зміни в печінці, нирках, міокарді.

Abstract

Based on the analysis of pathological and anatomical studies of the corpses of piglets of different ages from different farms in Ukraine, it was found that the most common cause of death was poisoning with feed contaminated most often with an association of microscopic fungi. Pigs of different ages were exposed to poisoning, from birth to adulthood (sows, breeding boars). Immediately after birth, poisoning occurred due to colostrum, which contained mycotoxins (colostrum toxicosis), which is characterized by the death of piglets a few hours after receiving colostrum and pronounced catarrhal gastritis, catarrhal enteritis and pronounced dystrophic changes in the liver, kidneys, myocardium, general congestive hyperemia.

Acute mycotoxicosis occurred when feeding compound feeds containing a lethal dose of mycotoxins and was manifested by the development of severe catarrhal gastroenteritis, intense changes in the liver, myocardium, kidneys and general congestive hyperemia.

Chronic mycotoxicosis is characterized by prolonged feeding of compound feeds with a relatively high content of mycotoxins. The carcasses of piglets are poorly fattened or emaciated with signs of developmental delay. They have general anemia, mild inflammatory processes in the stomach and small intestine, diffuse-focal ulcerative-necrotic colitis and mild dystrophic changes in the liver, kidneys, myocardium.

Ключові слова: запалення в шлунку, катаральний ентерит, дистрофічні зміни в печінці, міокарді, нирках, загальна застійна гіперемія, виразково-некротичний коліт.

Keywords: inflammation in the stomach, catarrhal enteritis, dystrophic changes in the liver, myocardium, kidneys, general congestive hyperemia, ulcerative-necrotic colitis.

Мікотоксикози – захворювання сільськогосподарських тварин, викликані згодовуванням кормів, які містять у своєму складі вторинні метаболіти мікроскопічних грибів, що мають виражені токсичні властивості. Найчастіше продуцентами мікотоксинів виступають мікроскопічні гриби із родів *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium* та родини *Mucoraceae*. Окрім зазначених родів грибів науковцями виявлено понад 350 видів грибів, які є продуцентами більше ніж 400 мікотоксинів, і це число, імовірно, буде зростати. Основна роль мікотоксинів у життєдіяльності мікроскопічних грибів полягає в тому, що вони забезпечують їм умови для виживання в конкуренції за місце в різних екологічних нішах. Мікроскопічні гриби досить поширені в природі і містяться в повітрі, ґрунті, воді.

Гриби – гетеротрофи, що живляться органічними речовинами з неживих субстратів (сапрофіти) або з живих організмів (паразити). Зерно та грубі корми є сприятливим середовищем для розвитку багатьох мікроорганізмів, у тому числі мікроскопічних грибів, серед яких поширені токсикоутворюючі. Епіфітні гриби (пеніцили, аспергіли) після збирання врожаю заселяються на кормах, використовуючи їх мертвий субстрат. Вони здатні використовувати вуглеводи (цукри, крохмаль) та

геміцелюлозу і продукувати антибіотики та мікотоксини, що дає їм можливість зайняти своє місце у боротьбі за екологічні ніші.

Гриби фітопатогени (рід *Fusarium*), що уражують рослини в період їх вегетації, після збирання врожаю продовжують ріст та розмноження на зерні злаків, качанах кукурудзи, сіні, соломі, коренеплодах, овочах і фруктах.

Мікрофлора зерна після збирання врожаю представлена епіфітними грибами. Обсіменіння зерна епіфітними грибами збільшується під час обмолочування, транспортування та зберігання. Оптимальними умовами для розмноження грибів є підвищена вологість субстрату (більше 13 %), абсолютна вологість повітря вище 65 %, температура в діапазоні від 4 до 30 °C, доступ до кисню (1–2 %).

Мікотоксини стійкі до дії хімічних речовин та високої температури (окремі руйнуються за температури 250 °C). Вони мають різнобічну біологічну дію на організм тварин, характер якої визначається їх хімічною будовою. Біологічний ефект від впливу мікотоксинів проявляється на організмі (системному) та клітинному (молекулярному) рівнях.

У виробничих умовах у досліджуваних кормах виявляють кілька видів грибів і їх мікотоксинів одночасно. В такому випадку на організм тварин діє сумарна кількість токсинів, але слід враховувати і синергічну дію окремих токсинів, що посилює токсичний вплив.

Від кормів, що містять мікотоксини, найчастіше страждають тварини з однокамерним шлунком, бо токсини, потрапивши в шлунок, безпосередньо впливає на залозистий епітелій і викликає альтернативні зміни і різної інтенсивності запалення. Частіше хворіють свині, так як в структурі їх раціону переважають концентровані корми, які піддаються впливу мікроскопічних грибів. У свиней отруєння токсинами мікроскопічних грибів може проявлятися у вигляді молозивного токсикозу, гострого і хронічного мікотоксикозу.

Мета роботи: на підставі багаторічних патолого-анатомічних досліджень трупів поросят різного віку встановити характерні ознаки для кормових отруєнь, викликаними кормами, контамінованими мікроскопічними грибами.

Молозивний токсикоз виникає тоді, коли свиноматці тривалий час згодовують комбікорм з відносно невеликим вмістом токсинів різних видів мікроскопічних грибів. Ці токсини суттєво не впливають на фізіологічний стан свиноматки, але мають властивість накопичуватись в пакетах молочних залоз, а потім виділяться з молозивом. Новонароджені поросята від такої свиноматки фізіологічно зрілі, у них активно проявляються рухові і смоктальні рефлекси, а захворювання виникає після одержання молозива. В них поступово настає пригнічення, зменшується рухова активність, втрачається апетит і масова загибель настає через 12–20 годин. Типові ознаки отруєння виявляються в процесі розтину.

Шлунок поросят добре наповнений згорнутим молозивом білого кольору (рис. 1). Слизова оболонка донної частини шлунку набуває темно-червоного кольору, набрякає (рис. 2). В окремих місцях її розташовувались округлої форми і різних розмірів ерозії (рис. 3). Передня частина тонкого кишечника також набуває подібних змін (слизова оболонка гіперемійована, набрякла).



Рис. 1. Шлунок добре наповнений згорнутим молозивом



Рис. 2. Слизова оболонка дна шлунку в стані інтенсивного катарального запалення



Рис. 3. Запалення шлунку з множинними ерозіями слизової оболонки

Серце набуває округлої форми за рахунок розширення правої половини. Міокард забарвлений переважно в сірий колір (ознака зернистої дистрофії).

Печінка не збільшена, дещо зів'ялої консистенції, не однотонно забарвлена в темно-червоний та світло-коричневий колір. На розрізі забарвлена як і ззовні, волога (рис. 4).



Рис. 4. Виразена зерниста дистрофія в міокарді, печінці і застій крові в печінці

Селезінка не збільшена, краї її загострені. Нирки пружної консистенції, неоднотонно забарвлені в червоно-коричневий та коричневий колір, мозкова речовина на розрізі темно-червона.

Таким чином, типовими ознаками для молізівного токсикозу поросят є інтенсивне запалення слизової оболонки шлунку з ерозіями в слизовій оболонці, катаральне запалення слизової оболонки передньої частини тонкого кишечника, дистрофічні зміни в міокарді, печінці та нирках, і, як наслідок серцевої недостатності – застій крові в печінці, та нирках.

Гострий мікотоксикоз зустрічається частіше серед поросят групи дорощування, відгодівельної групи і навіть лактуючих свиноматок. Як правило, захворювання і загибель тварин виникає при включенні їм в раціон нової партії корму, який містить сублетальну або летальну дозу токсинів. В першу

чергу страждають і гинуть найкраще розвинені поросята, у яких добрий апетит і вони споживають більшу кількість корму з наявними в ньому мікотоксинами. Нам довелося зустрічати випадок загибелі лактуючих свиноматок при згодовуванні їм поживних решток із зернотоку, які піддалися впливу нестійких погодних умов. Такий же корм давали і холостим свиноматкам, але вони від нього відмовились.

Після поїдання токсичних кормів у свиней посилювалась спрага, розвивалось пригнічення і вони старались зайняти у станку таке місце, щоб їх не турбували інші тварин. Загибель таких свиней наставала через 10–16 годин.

Оглядаючи трупи ззовні можна бачити інтенсивне забарвлення шкіри в ділянці голови, підгруддя і живота в темно-червонуватий колір (рис. 5, 6), як



Рис. 5. Застій крові в шкірі голови



Рис. 6. Застій крові в ділянці підгруддя і живота

наслідок серцевої недостатності та розвитку загальної застійної гіперемії. Зміни, типові для кормового отруєння виявляли в органах травлення. Шлунок був добре наповнений кормовими масами

у складі яких переважали концентрати (рис. 7). Слизова оболонка шлунку, переважно фундальної частини, темно-чер-



Рис. 7. Вміст шлунку поросяти

вона, набрякла і вкрита значною кількістю сірого слизу (рис. 8). Тонкий кишечник, переважно передня його частина, був наповнений значною кількістю сіро-жовтуватої водянистої рідини. Слизова оболонка його гіперемійована, набрякла (рис.

9). Судини брижі кишечника добре кровонаповнені. Мезентеріальні лімфовузли в стані серозного запалення. Серце збільшене за рахунок розширення правої половини і набуло округлої форми (рис. 10). Міокард ззовні і на розрізі



Рис. 8. Вигляд слизової оболонки шлунку



Рис. 9. Вигляд передньої частини тонкого кишечника ззовні і на розрізі

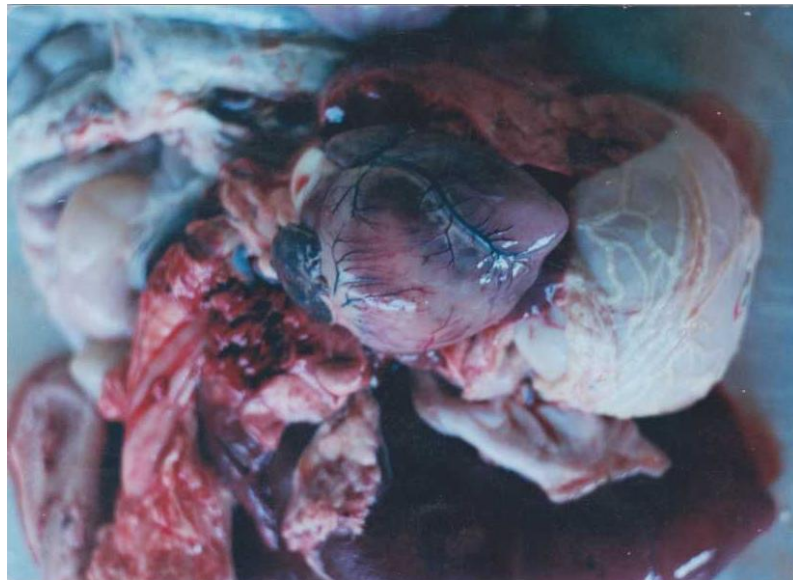


Рис. 10. Зовнішній вигляд серця

забарвлений переважно в сірий колір (зерниста дистрофія). Печінка дещо збільшена, зів'ялої, а місцями пружної консистенції, неоднотонно забарвлена в темно-червоний, коричневий і світло коричневий колір, на розрізі забарвлена так як ззовні, місцями кровонаповнена, малюнок не виражений (рис. 11). Селезінка не збільшена, краї її загострені, злегка зів'ялої консистенції, на розрізі темно-червона, малюнок не виражений. Нирки не збільшені, пружної консистенції, забарвлені в коричневий і че-

рвоно-коричневий колір, на розрізі кіркова речовина забарвлена як і ззовні, а мозкова темно-червона, малюнок не виражений. Змін в легенях і товстому кишечнику не було виявлено. Таким чином, типовими для гострого мікотоксикозу є інтенсивне запалення слизової оболонки шлунку і передньої частини тонкого кишечника, виражені дистрофічні зміни в печінці, нирках і особливо в міокарді, що обумовлює серцеву недостатність з розвитком загальної венозної гіперемії (в шкірі, печінці, нирках тощо).



Рис. 11. Зовнішній вигляд печінки і селезінки

Хронічний мікотоксикоз може розвиватись у поросят групи дорощування, відгодівельної групи і навіть у дорослих тварин. Причиною його є постійна наявність в кормах відносно невеликих доз мікотоксинів, що не викликає загибелі, але тривалий час впливає на органи травлення, засвоєння кормів, паренхіматозні органи та обмін речовин. Такі тварини поступово втрачають масу тіла, затримується їх ріст і розвиток. Для прикладу, поросята має вік 5 місяців, а маса тіла становить біля 25 кг. Вони мають худий вигляд, шкіра і слизові оболонки сірого кольору, живіт підтягнутий, хвіст опущений, непропорційально велика голова і довга скуйовджена щетина. Під час розтину зміни виявляють,

перш за все, в органах травлення. У шлунку міститься невелика кількість корму, слизова оболонка злегка почервоніла або сірого кольору. У поросят на відгодівлі часто виявляють хронічний гастрит (слизова оболонка сірого кольору і зібрані в множинні дрібні складки, які не розправляються). Петлі тонкого кишечника в запальний процес майже не втягуються. Типових змін набуває товстий кишечник. Зовні можна бачити, що на сірому фоні сліпої і ободової кишки виділяються світло-сірі саловидні ділянки різних розмірів з невеликою гіперемією або без неї (рис. 12). Стінка кишки в таких місцях потовщена, малоеластична. З боку слизової оболонки відкриваються виразки, вкриті некротичною



Рис. 12. Зовнішній вигляд товстого кишечника за хронічного мікотоксикозу

масою і вони мають тенденцію поширюватись на значну площу слизової оболонки (рис. 13). Селезінка у таких тварин не збільшена. В міокарді, печінці та нирках виявляються різної інтенсивності ознаки зернистої дистрофії. Як ускладнення, часто

виникає підгостра двостороння катаральна бронхопневмонія. Хронічна форма прояву мікотоксикозу схожа з хронічним перебігом сальмонельозу, при якому реагує селезінка, а в печінці гістологічно виявляють інтралобулярні гранульоми (сальмонельозні вузлики).



Рис. 13. Дифузні виразки слизовій оболонці товстого кишечника за хронічного мікотоксикозу

В підсумку можна стверджувати, що патолого-анатомічні зміни у свиней при мікотоксикозах досить варіабельні, що залежить від віку тварин, концентрації токсинів у кормі і тривалості їх надходження в організм.

Список література

1. Духницький В.Б., Хмельницький Г.О., Бойко Г.В., Іщенко В.Д. Ветеринарна мікологія: навчальний посібник. Київ: Аграрна освіта, 2011. 240 с.
2. Хмельницький Г.О., Малинін О.О., Куцан О.Т., Духницький В.Б. Ветеринарна токсикологія: підручник. Київ: Аграрна освіта, 2012. 352 с.
3. Розтин та патолого-анатомічна діагностика хвороб свиней: навч. посіб. / І.В. Папченко, А.А. Антіпов, В.П. Гончаренко, В.І. Джміль, О.В. Омелчук, І.П. Селих, С.О. Палієнко, Н.П. Середюк. Біла Церква, 2025. С. 172.
4. Корнєв Є.В. Профілактика інфекційних захворювань котів та собак / Є.В. Корнєв, С.А. Білик // Міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів „Наукові пошуки молоді у XXI столітті. Актуальні проблеми ветеринарної медицини” (БНАУ, 18 листопада 2021 р.). Біла Церква, 2021. С. 34-35.
5. The case of disease and death of european deer caused by feeding them grainfusion contaminated mushrooms of the genus *Fusarium* / I.V. Papchenko et al. I International Scientific and Practical Conference «Modern science: fundamental and applied aspects» (May 30-31, 2023). Beijing. P. 57–67.
6. Папченко І.В., Тирсіна Ю.М., Утеченко М.В. Патолого-анатомічний розтин трупів сільськогосподарських тварин з основами судової ветеринарії: метод. реком. для студентів освітнього рівня - магістр та слу-хачів післядипломного навчання. Біла Церква, 2019. 47 с.
7. Патологічна анатомія тварин / П.П. Урбанович та ін. Київ: Ветінфарм, 2008. 896 с.
8. Папченко І.В. Розтин та патолого-анатомічна діагностика деяких хвороб свиней: методичні рекомендації для слухачів Інституту післядипломного навчання та студентів освітнього рівня – магістр. Біла Церква, 2017. 66 с.

POLISH JOURNAL OF SCIENCE

№94 (2026)

VOL. 1

ISSN 3353-2389

Polish journal of science:

- has been founded by a council of scientists, with the aim of helping the knowledge and scientific achievements to contribute to the world.
- articles published in the journal are placed additionally within the journal in international indexes and libraries.
- is a free access to the electronic archive of the journal, as well as to published articles.
- before publication, the articles pass through a rigorous selection and peer review, in order to preserve the scientific foundation of information.

Editor in chief – Jan Kamiński, Kozłowski University

Secretary – Mateusz Kowalczyk

Agata Żurawska – University of Warsaw, Poland

Jakub Walisiewicz – University of Łódź, Poland

Paula Bronisz – University of Wrocław, Poland

Barbara Lewczuk – Poznań University of Technology, Poland

Andrzej Janowiak – AGH University of Science and Technology, Poland

Frankie Imbriano – University of Milan, Italy

Taylor Jonson – Indiana University Bloomington, USA

Remi Tognetti – École Normale Supérieure de Cachan, France

Bjørn Evertsen – Harstad University College, Norway

Nathalie Westerlund – Umeå University, Sweden

Thea Huszti – Aalborg University, Denmark

Aubergine Cloez – Université de Montpellier, France

Eva Maria Bates – University of Navarra, Spain

Enda Baci – Vienna University of Technology, Austria

Also in the work of the editorial board are involved independent experts

1000 copies

POLISH JOURNAL OF SCIENCE

Wojciecha Górskiego 9, Warszawa, Poland, 00-033

email: editor@poljs.com

site: <http://www.poljs.com>