

DEUTSCHE internationale Zeitschrift

für zeitgenössische Wissenschaft

**Nº3**

**2020**

**VOL.1**



**DIZZW 2020**

**DEUTSCHE internationale Zeitschrift**  
für zeitgenössische Wissenschaft

**ISSN (Print) 2701-8369**  
**ISSN (Online) 2701-8377**

**Deutsche internationale Zeitschrift für  
zeitgenössische Wissenschaft**

\*\*\*  
**№3 2020**  
**VOL. 1**

**German International Journal of Modern  
Science**

\*\*\*  
**№3 2020**  
**VOL. 1**

Deutsche internationale Zeitschrift für zeitgenössische Wissenschaft ist eine internationale Fachzeitschrift in deutscher, englischer und russischer Sprache.

Periodizität: 24 Ausgaben pro Jahr  
Format - A4

Alle Artikel werden überprüft.  
Freier Zugang zur elektronischen Version des Journals

German International Journal of Modern Science is an international, German/English/Russian/Ukrainian language, peer-reviewed journal.

Periodicity: 24 issues per year  
Format - A4

All articles are reviewed.  
Free access to the electronic version of journal.

- Edmund Holst (Salzburg) AT
- Michaela Meissner (Köln) DE
- Klara Amsel (Liège) BE
- Briana French (Cambridge) GB
- Joleen Parsons (Manchester) GB
- Dragomir Koev (Sofia) BG
- Stanislav Štěpánek (Praha) CZ
- Valeriya Kornilova (Kyiv) UA
- Dmitriy Aksenov (Lviv) UA
- Valentin Bragin (Moscow) RU
- Mirosław Bednarski (Warsaw) PL
- Daniela Villa (Florence) IT
- Mattia Molteni (Rome) IT
- Sylwia Krzemińska (Ljubljana) SI
- Käte Kraus (Vienna) AT
- Eleonora Lehmann (Berlin) DE
- Alexander Dressler (Marseille) FR
- Zdzisław Małecki (Warsaw) PL
- Adrián Borbély (Budapest) HU

- Edmund Holst (Salzburg) AT
- Michaela Meissner (Köln) DE
- Klara Amsel (Liège) BE
- Briana French (Cambridge) GB
- Joleen Parsons (Manchester) GB
- Dragomir Koev (Sofia) BG
- Stanislav Štěpánek (Praha) CZ
- Valeriya Kornilova (Kyiv) UA
- Dmitriy Aksenov (Lviv) UA
- Valentin Bragin (Moscow) RU
- Mirosław Bednarski (Warsaw) PL
- Daniela Villa (Florence) IT
- Mattia Molteni (Rome) IT
- Sylwia Krzemińska (Ljubljana) SI
- Käte Kraus (Vienna) AT
- Eleonora Lehmann (Berlin) DE
- Alexander Dressler (Marseille) FR
- Zdzisław Małecki (Warsaw) PL
- Adrián Borbély (Budapest) HU

## Artmedia24

Anschrift: Industriestraße 8, 74589 Satteldorf  
Deutschland.

**E-mail:** info@dizzw.com

**WWW:** www.dizzw.com

**Chefredakeur:** Reinhardt Roth

**Druck:** Einzelfirma Artmedia24, Industriestraße  
8, 74589 Satteldorf Deutschland

## Artmedia24

Address: Industriestrasse 8, 74589 Satteldorf  
Germany.

**E-mail:** info@dizzw.com

**WWW:** www.dizzw.com

**Editor in chief:** Reinhardt Roth

**Printing:** Artmedia24, Industriestrasse 8, 74589  
Satteldorf Germany.

Die Hersteller der Zeitschrift sind nicht  
verantwortlich für die in der Zeitschrift  
veröffentlichten Materialien.

Die Autoren sind für die Richtigkeit der im  
Artikel enthaltenen Informationen  
verantwortlich. Die Meinung der Hersteller  
spielt möglicherweise nicht die Ansichten des  
Autoren wieder.

Bei Nachdruck ist ein Verweis auf der  
Zeitschrift erforderlich. Materialien werden in  
der Ausgabe des Autoren veröffentlicht.

Editorial board of journal is not responsible for  
the materials published there.

Authors are responsible for the accuracy of arti-  
cles contained information.

Opinion of editorial board may not coincide  
with the opinion of authors published materials.

In case of materials reprinting - link to journal is  
required.

Materials are publishing in native author's edi-  
tion.

Edition: № 3/2020 (December) – 3<sup>st</sup>

Passed in press in December 2020

Printed in December, 2020

**Printing:** Artmedia24, Industriestrasse 8,  
74589 Satteldorf, Germany.

artmedia<sup>24</sup>

© Artmedia24

© Deutsche internationale Zeitschrift für zeitgenössische Wissenschaft / German International Journal  
of Modern Science

# CONTENT

## AGRICULTURAL SCIENCES

***Yukhnovskiy V.Yu., Protsenko I.A., Khryk V.M.***

MELIORATIVE CHARACTERISTICS OF FOREST LITTER  
OF PROTECTIVE PLANTATIONS ON RECULTIVATED  
DUMPS OF YURKIV BROWN COAL QUARRY ..... 4

## HISTORICAL SCIENCES

***Kotsan V.***

SHIRT - THE MAIN COMPONENT OF MEN'S PEOPLE'S  
DRESS HUTSULS OF TRANSCARPATHIA OF THE END  
OF XIX - FIRST HALF OF XX CENTURY ..... 8

## MEDICAL SCIENCES

***Chernaya A.V., Ulyanova R.H.,***

***Krivorotko P.V., Novikov S.N.,***

***Kanaev S.V., Artemieva A.S.,***

***Shevkunov L.N., Tiatkov S.A., Danilov V.V.***

CONTRAST ENHANCEMENT PATTERNS OF BREAST  
LESIONS IN DUAL-ENERGY CONTRAST-ENHANCED  
SPECTRAL MAMMOGRAPHY ..... 13

***Shorikova D.V., Shorikov E.I.***

EFFICACY OF HIGH-CONCENTRATED OXYGEN  
INHALATIONS ADDING CAMOMILE OIL AT PATIENTS  
WITH VIRAL PNEUMONIAS ..... 21

## PHYSICAL SCIENCES

***Etkin V.A.***

SOLVING THE RIDDLES OF MULTIVERSE FROM THE  
POSITION OF ENERGODYNAMICS ..... 25

***Melkounian B.V.***

ON THE PHENOMENA OF OPTODYNAMICS ..... 31

## TECHNICAL SCIENCES

***Meruert S., Aitgul A.***

BIG DATA ANALYSIS IN EDUCATION ..... 36

***Balalaiev A.V.,***

***Doroshenko K.V., Tereshchenko Yu.M.***

INFLUENCE EVALUATION OF THE BLADE ANGLE OF  
SWEEP ON THE AERODYNAMIC LOADING OF AN  
AXIAL FAN OF A TURBOFAN ENGINE ..... 38

***Yermaganbetova M.A., Dildabek A.K.***

SMART HOME IS A NEW STANDARD OF COMFORT .. 41

***Kryuchkov A.V.***

THE MAPPING AND MODELS SET OF SINGLE  
SOFTWARE SYSTEMS IN BIG AUTOMATE  
PRODUCTION CONTROL SYSTEM CREATE PROCESS . 43

***Muzyka N., Malanchuk M., Hulko O.***

METHODOLOGY OF RESEARCH OF WORKS ON 3D-  
VISUALIZATION OF HOUSES ..... 45

# AGRICULTURAL SCIENCES

## MELIORATIVE CHARACTERISTICS OF FOREST LITTER OF PROTECTIVE PLANTATIONS ON RECULTIVATED DUMPS OF YURKIV BROWN COAL QUARRY

**Yukhnovskiy V.Yu.,**

*Doctor of agricultural sciences,*

*Professor of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

**Protsenko I.A.,**

*Postgraduate of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

**Khryk V.M.**

*Candidate of agricultural sciences,*

*Docent of the Bila Tserkva National Agrarian University, Ukraine*

### Abstract

The study of forest litter of plantations on reclaimed brown coal dumps revealed its greatest capacity in pure pine stands, and the capacity of litter is higher in rows and lower in between rows. It's found out the presence of a two-layer structure of litter in the rows of plantations of common oak and red oak, which is due to the acceleration of mineralization processes, a significant amount of soft litter of associated species and more moisture due to the trunk accumulation of precipitation. Analysis of litter stocks showed that intensive accumulation of litter is observed in stands of Scots pine due to the long period of its decomposition. In the total stock of litter a large share falls on the branches and crumbs, which is in the conifer and deciduous plantations about 65 and 55%, respectively. The largest share of crumb was found in the plantations of common oak with hornbeam and sharp-leaved maple, which indicates the activation of litter mineralization and soil formation. Also in plantations with a predominance of common oak and red oak, a high percentage of fruits, the share of which is 16.6 and 18.3%, respectively, which in the long run will provide natural regeneration on reclaimed lands.

**Keywords:** fractional composition, branches, bark, fruits, crumbs, mineralization

**INTRODUCTION.** An important role in the functioning of the forest ecosystem is played by forest litter, which is allocated to a special biogeocenotic component [5, 7]. Forest litter is formed due to forest fall, which includes leaves or needles, twigs, bark, seeds, cones and other dead parts of woody plants. In addition, the waste includes dead terrestrial parts of herbaceous plants, roots, as well as dead representatives of the mesofauna and microorganisms. The relationship between the stocks of different components of the litter is important for understanding the processes of dynamics of its decomposition [5].

Artificial plantations were created on the reclaimed lands of the Yurkiv brown coal quarry after its production in the 70s and 80s of the last century. Currently, they are in the reproductive phase of the formation of natural regeneration, the success of which depends on the mineralized state of forest litter, which contributes to the creation of conditions for the emergence and development of undergrowth and undergrowth. The aim of the study was to determine the fractional composition of litter in pine plantations and its reclamation impact on the formation of conditions for plant growth on reclaimed lands.

**Material and research methods.** The object of the study is protective forest plantations of IV-V classes

of age on the reclaimed lands of the Yurkiv brown coal quarry. To perform the research, trial plots (TP) were selected, which characterize pure and mixed (with an admixture of six units in the composition) pine stands - TP 1 and 2, respectively, as well as mixed plantings of common oak and red oak, which are represented respectively TP 3 and 4.

Sampling of forest litter was carried out during August-October 2018 at the accounting sites with an area of 0.5 m<sup>2</sup> (0.5 x 1 m), which were placed both in the middle between the rows and in rows. At the accounting site, the litter was cut off with a knife and poured on burlap, and in the laboratory were disassembled into fractions, which were weighed on electronic scales. Morphological characteristics of forest litter were determined according to the method of Yu. Chornobay [6]. At the same time, its structure, thickness, connection of the litter with the soil, linkage, the degree of soil coverage was evaluated. Samples of forest litter were dried in thermostats to an air-dry state and after removal of mineral particles were disassembled into fractional groups: branches, bark, leaves, needles, fruits, and crumbs.

**Results and discussion.** The results of the study of morphological features of forest litter of plantations on the object of reclamation are given in Table 1.

**1. The main morphological characteristics of forest litter**

Type and composition*) of plantings, age, trial plot	Place of meas- urement	Indexes				
		thickness, cm	structure	linkage	strength of con- nection with the soil	degree of soil coverage
Pine-birch plantation 6Ps4Bp+Pc; age – 38 years; TP № 1	in a row	2,4±0,58	single layer	weakly connected	relative solid	continuous
	in between rows	2,1±0,34	single layer	not related	solid	continuous
Pine plantation 10Ps+Bp; age – 42 years; TP № 2	in a row	3,3±0,69	single layer	weakly connected	relative solid	continuous
	in between rows	2,9±0,55	single layer	friable	solid	patchy
Mixed planting of com- mon oak 6Qr3Cb1Ap+Qr; age – 40 years; TP № 3	in a row	1,3±0,31	two-layer	friable	relative solid	continuous
	in between rows	1,1±0,12	single layer	friable	relative solid	patchy
Mixed planting of red oak 9Qr1Qrb; age – 49 years; TP № 4	in a row	2,2±0,34	two-layer a	friable	relative solid	continuous
	in between rows	2,3±0,27	single layer	friable	relative solid	continuous

\*) Ps – Pinus sylvestris; Bp – Betula pendula; Pc – Pinus crimea; Qr – Quercus robur; Qrb – Quercus rubra; Cb – Carpinus betulus; Ap – Acer platanoides.

Data of Table 1 shows that the greatest thickness is the litter of pure pine plantations, located on the upper part of the slope of the southern exposure with a speed of 120. It can be defined as medium thickness. The presence of two layers in the litter of plantations of common oak and red oak in rows is due to the acceleration of mineralization processes, a significant amount of soft litter of associated species and more moisture due to the accumulation of liquid precipitation.

In pine stands, the thickness of the litter is higher in the rows and lower in the rows. This is confirmed by studies of Voron et al. [6], who studied the planting of Scots pine in Rivne Polissya. According to their data, the largest volumes of litter were registered near the tree trunk, and they decreased with increasing distance from it.

Litter in pine stands decomposes slowly and the rate of mineralization slows down with age, as evidenced by studies by Çömez et al. [1], Corter [2], Voron et al. [6] and others. The accelerated process of litter mineralization is observed in the plantations of common oak with an admixture of concomitant species -

hornbeam and maple, which cannot be said about the litter of red oak plantations. Here the process of litter mineralization slows down due to the lack of specific mycorrhizal fungi that occur in the forests of North America [3, 4].

The linkage with the soil is relatively strong, which also indicates the definiteness of the humification layer. The degree of soil cover with litter in plantations on reclaimed lands is generally continuous, but varies slightly depending on the type of planting. Thus, in the rows of pure pine and mixed oak plantations with accompanying species there are small gaps, the reason for which is the blowing of litter from between rows.

The fractional composition of forest litter of protective plantations on reclaimed lands is given in table. 2. It is known that the increase in litter capacity in forest stands is due to the receipt of dead plant remains during the extinction of aboveground plant phytomass. Decomposition and movement of litter material in the lower soil horizons reduces the capacity of the litter, which depends on the ratio of forest fall and removal of mineralization products in the lower soil horizons [7].

**2. Stocks and fractional composition of litter in plantations on reclaimed dumps**

Type and composition of plantings, age, trial plot	Litter stocks, ts/ha	Litter fractions, ts/ha				
		branches	leaves, needles	fruits	crumbs	bark
Pine-birch plantation 6Ps4Bp+Pc; age – 38 years; TP № 1	58,8	24,6±4,66	7,5±1,26	5,1±0,96	13,5±2,98	8,1±0,98
Pine plantation 10Ps+Bp; age – 42 years; TP № 2	64,5	26,0±5,01	8,1±3,05	6,7±1,39	15,4±3,04	8,3±1,78
Mixed planting of common oak 6Qr3Cb1Ap+Qr; age – 40 years; TP № 3	77,1	17,4±3,87	15,2±5,18	12,4±2,41	27,5±5,18	4,6±0,83
Mixed planting of red oak 9Qr1Qrb; age – 49 years; TP № 4	62,4	16,6±4,13	17,6±5,54	11,7±2,69	13,5±3,24	3,0±0,69

Analysis of litter reserves showed that intensive accumulation of litter is observed in stands of Scots pine due to the long period of its decomposition and ranges from 58.8 to 64.5 ts/ha. The litter of red oak plantations also decomposes poorly, forming a dense

upper cover.

In the total stock of litter a large share falls on branches and crumbs, which is in the conifer and deciduous plantations about 65 and 55%, respectively, as illustrated in Fig. 1.

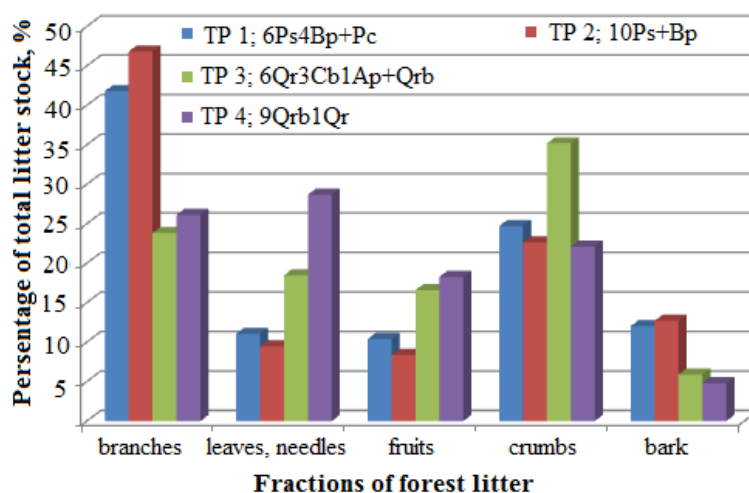


Fig. 1. Fractional composition of litter of protective plantings on reclaimed lands

Weakening of pine plantations on reclaimed lands is manifested in an increase in the fraction of branches in conifer plantations compared to deciduous stands. Thus, the share of the fraction of pine branches is almost twice as high as that of oak plantations. This ratio is 46.8: 23.8%. This confirms the fact of slowing down the growth and weakening of the development of pines, starting from the IV class of age. At the same time, the fraction of branches in mixed and pure pine stands is 41.8 and 46.8%, which indicates a more intensive process of mortmass formation in pure pine plantations.

The largest share of crumbs, which is 35.2%, was found in the plantation of common oak with hornbeam and sharp-leaved maple. This is evidence of intensification of litter mineralization and soil formation. Also in plantations with a predominance of common oak and red oak, a high percentage of fruits, the share of which is 16.6 and 18.3%, respectively, which in the long run will provide natural regeneration on reclaimed lands. It should be noted that the fruits, along with leaves and crumbs are an active part of the litter.

In the total composition of the litter, a much smaller share is accounted for by the bark fraction. The share of bark in pin plantations is more than twice that of deciduous stands. In pure and mixed pine stands, the share of bark is

12.0 and 12.7%, respectively. Its lowest value in red oak plantations (4.8%) indicate the intensity of growth and prospects for the use of this tree species on reclaimed lands.

Analysis of the fractional composition of forest litter of red oak plantations shows that a significant contribution to its formation is made by the following fractions in descending order of participation: leaves - 28.7%, branches - 26.1%, crumbs - 22.1% and fruits - 18.3%. As mentioned above, the bark fraction is only 4.8% of the total stock of litter, which indicates a satisfactory state of development of all tree and shrub species in the planting of red oak.

In the plantations of conifer the main part of the litter reserves is created due to the fractions of the branch and crumb, which is 41.8 and 24.7%, respectively. This indicates an intensive process of tree differentiation and increase in natural waste of trees of IV and V categories of Kraft in terms of growth and development [5].

It is known that the rate of decomposition of organic matter of forest litter depends on the ratio of its active and inactive parts. The active part of the litter includes leaves, fruits, crumbs, and the inactive - branches and barks. Stocks of active and inactive parts of forest litter of plantations on reclaimed lands by the studied types of protective plantings are given in Table 3.

### 3. Stocks of active and inactive litter in plantations on reclaimed dumps

Type and composition of plantings, age, trial plot	Litter stocks, ts/ha	Parts of the litter			
		active		inactive	
		ts/ha	%	ts/ha	%
Pine-birch plantation 6Ps4Bp+Pc; age – 38 years; TP № 1	58,8	27,2	46,3	31,6	53,7
Pine plantation 10Ps+Bp; age – 42 years; TP № 2	64,5	26,1	40,5	38,4	59,5
Mixed planting of common oak 6Qr3Cb1Ap+Qr; age – 40 years; TP № 3	77,1	54,2	70,3	22,9	29,7
Mixed planting of red oak 9Qr1Qrb; age – 49 years; TP № 4	62,4	43,1	69,1	19,3	30,9

The analysis of the obtained experimental data showed that the main part of the forest litter reserves of mixed pine-birch plantations is the inactive part - 31.6 ts/ha, or 53.7%. The active part of the forest litter in this plantation accounts for 46.3% of its total reserves, or 27.2 ts/ha. In pure pine plantation, the percentage of inactive litter reaches 59.5% due to the increase of the branch fraction.

Another pattern is inherent in the forest litter of oak plantations. Both the stands of common oak and red oak are dominated by the active part of the litter, the values of

which are 70.3 and 69.1% or 54.2 and 43.1 ts/ha, respectively. This indicates the onset of a period of intensive growth and development of woody and shrubby plants, high microbiological activity of the forest litter.

**Conclusions.** The study of forest litter of reclaimed plantations revealed its greatest capacity in pure pine stands, and the thickness of litter is higher in rows and lowers in rows. The presence of a two-layer structure of litter in a number of plantations of common oak and red oak, which is due to the acceleration of mineralization pro-

cesses, a significant amount of soft litter of associated species and more moisture due to the accumulation of liquid precipitation.

Litter in pine stands decomposes slowly and the rate of its mineralization slows down with age. Accelerated litter mineralization process is observed in plantations of common oak with an admixture of related species - hornbeam and maple. In red oak plantations, the process of litter mineralization slows down due to the lack of specific mycorrhizal fungi that occur in the forests of North America.

Analysis of litter reserves showed that intensive accumulation of litter is observed in stands of Scots pine due to the long period of its decomposition and ranges from 58.8 to 64.5 ts/ha. In the total stock of litter a large share falls on the branches and crumbs, which is in the pin and deciduous plantations about 65 and 55%, respectively.

The largest share of crumbs, which is 35.2%, was found in the plantation of common oak with hornbeam and sharp-leaved maple. This is evidence of intensification of litter mineralization and soil formation. Also in plantations with a predominance of common oak and red oak, a high percentage of fruits, the share of which is 16.6 and 18.3%, respectively, which in the long run will provide natural regeneration on reclaimed lands.

The main part of the forest litter reserves of mixed pine-birch plantations is the inactive part - 31.6 ts/ha or 53.7%. The active part of the forest litter in this plantation accounts for 46.3% of its total reserves, or 27.2 ts/ha. In pure pine plantation, the percentage of inactive litter reaches 59.5% due to the increase of the branch fraction. Another pattern is inherent in the forest litter of oak plantations. Both the stands of common oak and red oak are dominated by the active part of the litter, the values of which are 70.3 and 69.1% or 54.2 and 43.1 ts/ha, respectively. This indicates the onset of a period of intensive

growth and development of trees and shrubs, high microbiological activity of deciduous plant litter.

## References

1. Çömez A, Güner S, Tolunay D. The Effect of Structural and Environmental Changes on Litter Decomposition of in *Pinus Sylvestris* Stands. Research Square. 2020. Pp. 1-19. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-50741/v1>
2. Corter J. Field decomposition of leaf litters: relationships between decomposition rates and soil moisture, soil temperature and earthworm activity. Soil Biol. Biochem. 1998. 30(6). Pp. 783–793.
3. Dickie I. A., Koide R. T., Steiner K. C. Influences of Established Trees on Mycorrhizas, Nutrition, and Growth of *Quercus rubra* Seedlings. Ecological Monographs. 2020. 72. 4. Pp. 505-521. <https://doi.org/10.2307/3100054>
4. Karpati A., Handel S., Dighton J., Horton R. *Quercus rubra*-associated ectomycorrhizal fungal communities of disturbed urban sites and mature forests. Mycorrhiza. 2011. 21(6). Pp. 537-47. <https://doi.org/10.1007/s00572-011-0362-6>
5. Svyrydenko V. E., Babich O G., Kyrychok L. S. Forestry. K. Aristei, 2004. 544 p.
6. Voron V. P., Sydorenko S. H., Tkach O. M. Structure of forest litter as an indicator of potential fire risk in the pine forests of Polissya, Ukraine. Forestry and Forest Melioration, 2018. 132. Pp. 115-123. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.132.2018.115>
7. Yakuba M. S. Characteristics of forest litter of biogeocenosis of Dnieper Samaria. Issues of steppe forestry and forest land reclamation. Dnipropetrovsk, 2004. 8(33), 47-54.



# HISTORICAL SCIENCES

## SHIRT - THE MAIN COMPONENT OF MEN'S PEOPLE'S DRESS HUTSULS OF TRANSCARPATIA OF THE END OF XIX - FIRST HALF OF XX CENTURY

**Kotsan V.**

*Candidate of History, Director of the Transcarpathian Museum of Folk Architecture and Life,  
Docent of the Department Archeology, Ethnology and Cultural Studies,  
SHEE «Uzhhorod National University». Uzhhorod, Ukraine*

## СОРОЧКА – ГОЛОВНА СКЛАДОВА ЧОЛОВІЧОГО НАРОДНОГО ВБРАННЯ ГУЦУЛІВ ЗАКАРПАТТЯ КІНЦЯ XIX – ПЕРШОЇ ПОЛОВИНИ XX ст.

**Коцан В.**

*кандидат історичних наук, директор Закарпатського музею народної архітектури та побуту, до-  
цент кафедри археології, етнології та культурології  
ДВНЗ «Ужгородський національний університет». Ужгород, Україна.*

### Abstract

In the article on the basis of the available literature the complex analysis of a shirt as the main component of a man's national dress of hutsuls of Transcarpathia of the end of the XIX - first half of the XX century is carried out. The author describes the types of shirts during their stay, as well as draws attention to their cut and embroidery.

### Анотація

У статті на базі наявної літератури проведено комплексний аналіз сорочки, як головної складової чоловічого народного вбрання гуцулів Закарпаття кінця XIX – першої половини XX ст. Автор описує різновиди сорочок в часі їх побутування, а також звертає увагу на їх крій та оздоблення вишивкою.

**Keywords:** shirt, hutsuls, Transcarpathia, cut, embroidery, ornamental compositions, color.

**Ключові слова:** сорочка, гуцули, Закарпаття, крій, вишивка, орнаментальні композиції, колорит.

Особливості народного одягу гуцулів Закарпаття склалися під впливом природно-кліматичних, господарсько-культурних чинників та місцевих побутових традицій. Осінньо-зимові холоди та весняно-літні перепади температур з частими дощами, випас худоби на полонинах, лісорозробки і лісосплав вимагали, щоб як зимовий, так і літній одяг був теплим і захищав від холодів, снігу і дощу, був зручним. Природно-кліматичні умови Рахівського району (де проживали гуцули) вплинули також на спосіб ношення одягу і використання його окремих складових у різні пори року. Традиційний народний одяг карпатських гуцулів протягом століть характеризувався типологічною єдністю форм і лише протягом другої половини XIX – початку XX ст. склались його окремі локальні особливості. Саме в ці часи сформувались головні риси народного одягу гуцулів Закарпаття. Самі гуцули краю

поділяли себе на ясінянських, богданських, рахівських та великобичківських. Такий самоподіл ясінянські гуцули пов'язували з тим, що їх пращури прийшли з околиць Косова і Яремчі, богданські – з с. Верховина (Жаб'є), рахівські – з Галичини і долинянських сіл Закарпаття, а великобичківських вважали не справжніми гуцулами, а такими, що «погуцулились» [7, с. 155; 8, с. 24; 11, с. 30-32]. Такий самоподіл певною мірою проявляється в оздобленні і загальному колориті одягу названих груп гуцулів Рахівщини. Але при цьому в особливостях традиційної народної ноші названих осередків спостерігаємо домінування спільних рис.

У комплект чоловічого вбрання входили сорочка, полотняні штани («гаті»), сукняні штани («холошні»), шкіряний пояс («римін»), безрукавний козушок («кептар»), сукняна куртка («сердак»), головні убори, взуття, сумки, топірці.



Рис. 1. Гуцул, с. Ясіня Рахівського району Закарпатської області. 1921 р. Фото Рудольфа Гулки.

Головною складовою одягу гуцула Рахівщини була сорочка («кошуля») (див. рис. 1, 2). Зустрічались чоловічі сорочки трьох видів: стара кошуля (XVIII ст.), нова кошуля (XIX ст.), фабрична кошуля (кінець XIX – початок XX ст.) [4, с. 87; 9, с. 57; 12, с. 110]. В основі розвитку двох останніх лежить стара кошуля. Сорочки виготовляли із прямокутного шматка домотканого полотна, зігнутого навпіл по ширині. Посередині робили круглий виріз

горловини і неглибокий розріз пазухи, який зав'язували білими плетеними шнурками з китичками на кінцях («ощінками»). До плечей пришивали прямі широкі рукави. Сорочку по місцях зшивання полотнищ оздоблювали швами, виконаними різними відтінками білих ниток. У XVIII – на початку XIX ст. така стара «кошуля» сягала чоловікам до колін. Її носили на випуск, поверх штанів, в поясі перев'язували вовняним поясом («кушаком», «баюром»).



Рис. 2. Хлопці у традиційному народному вбранні гуцулів Закарпаття. Реконструкції. 2019 р. Фото Сергія Гудака.

З перших десятиріч XIX ст. набула поширення нова кошуля. Вона також шилась з домотканого полотна. Але, на відміну від старої, мала прямий стоячий комір («ошийник»), який зав'язувався плетеними шнурочками («ощінками») або застібувався на гудзики. У XIX ст. сорочки оздоблювали білими, а наприкінці XIX та на початку XX ст. – чорними, червоними чи синіми швами. Ці декоративні шви мали і практичне значення, бо укріплювали основні. Бокові шви та низ сорочок обшивали петельчатим швом («ціркою»). Рукави нової сорочки були широкими цільнокроєними з клином («цвікольом»). Зустрічались сорочки, низ рукавів яких збирали у дрібні складки і протягували шнурком. У середині XIX ст. появились сорочки із бічними вставками («третільницями»), вишитим відкидним («відкладним») коміром та манжетами («дудиками»). Розріз пазухи (15-25 см) робили спереду. Святкові сорочки прикрашали пишною вишивкою та декоративним швом («штєпкою»). Наприкінці XIX ст. у селах долини р. Білої Тиси плечики сорочки зміцнювали пришитими «підпліччями» [5, с. 62].

У ясінянських гуцулів «нові кошулі» кроїли з одного довгого (140-146 см) шматка домотканого полотна, зігнутого навпіл по ширині. Довжина сорочок сягала 70-73 см. На передній частині зігнутого полотнища робили виріз для горловини, який переходив у глибокий (15-18 см) розріз («розпірку»). До стану сорочки пришивали комір-стійку. По боках до стану сорочки, до місця вставлення рукавів, пришивали вузькі (10-12 см) пілки-вставки. Рукави нових кошуль довгі (50-55 см) і широкі. З'єднувальні шви на рукавах сорочок кінця XIX – початку XX ст. декорували прошивними швами, а з 20-х рр. XX ст. мережками.

Характерною особливістю крою довгих (75-80 см) «нових кошуль» з сіл долини р. Білої Тиси була ромбоподібна вставка («пудшитка»), якою підшивали верхню частину передньої та задньої пілок. «Пудшитка» мала запобігати натиранню тіла вишивкою. На відміну від ясінянських, богданських сорочки кроїли з двох пілок, лише зрідка вшивали вузькі бічні пілки. Круглий виріз горловини переходив у глибокий (38-45 см) розріз пазухи, що застібувався на металеві кнопки («патенти»). Більшість богданських нових кошуль шили з довгими (45-50 см), широкими, цільнокроєними рукавами, які біля манжет збирали на дві нитки. Манжети застібували на гудзики і зав'язували на плетені шнурочки з китицями на кінцях. Під рукавами пришивали невеликі прямокутні вставки («латиці») [5, с. 63].

«Нові кошулі» рахівських гуцулів за кроєм подібні до богданських. Їх особливості проявились в оздобленні вишивкою. У порівнянні з ясінянськими та богданськими, комір, нагрудна частина вздовж розрізу пазухи та манжети рахівських нових кошуль були найширшими. Характерною особливістю манжет рахівських кошуль було те, що їх краї

зрізались у формі трикутників і застібувались на металеві застібки («капчі»).

Фабричні сорочки за кроєм були схожі до нових кошуль, але мали тенденцію до звуження всіх складових частин. Кроїли їх із двох пілок, з вузьким (5-8 см) шматком полотна («плечиками»), з коміром-стійкою чи відкидним коміром («галіром»). Рукави на сорочках довгі (55 см), цільнокроєні, у нижній частині зібрані у широкі (1 см) загинки («защипи»), до яких пришивали вузькі (2-3 см) манжети («дудики»). Фабричні кошулі одягали, направляючи у штани.

Гуцулки ставились до пошиття та оздоблення сорочки з великою увагою, намагались якнайкраще оздобити її вишивкою. Особливо старанно чоловічі сорочки оздоблювали вздовж розрізу пазухи («нагрудника»). Поширеними були три способи розміщення вишивки на пазах: вертикальні суцільні смуги, вишиті близько обох розрізів пазухи; дві паралельні вертикальні стрічки, вишиті на відстані двох-трьох сантиметрів від зарубленого розрізу пазухи; суцільна вертикальна смуга, вишита на правій половині пазухи. З кінця XIX ст. під розрізом пазухи стали нашивати прямокутні шматки полотна («клинці»), на яких вишивка розміщувалась горизонтально [2, с. 83-84; 10, с. 147].

Композиція вишивок нагрудників схожа до уставкових. У них центральна смуга була найширшою. Основним орнаментальним мотивом виступав ромб з дрібноузорною внутрішньою площиною. Найчастіше його заповнювали стилізованими восьмипелюстковими квітами («ружами»), ромбами з вусиками. Допоміжними елементами могли служити трикутники, дрібні кружечки («очка»), хрестики, рядки дрібних геометричних фігур. Особливо насиченою орнаментальною композицією відрізнялися нагрудники чоловічих сорочок з с. Росішка. В основі їх орнаменту лежали дві широкі смуги, в яких домінуючими мотивами виступали ромби зі скісними хрестами. Часто основним орнаментальним мотивом було поєднання двох лежачих S («нумери», «глисти») у дзеркальному відображенні.

В оздобленні чоловічих сорочок часто використовували «головкастий взор». Найбільш поширеною модифікацією цього орнаменту на чоловічих сорочках був ромб, сторони якого мали відростки, а кути завершувалася меншими ромбами з цяткою посередині. Окреслюючи контури ромба формувалися з чотирьох головкастих мотивів («берегинь»). У с. Косівська Поляна «головкастий взор» на нагрудниках чоловічих сорочок формувався рядками вишитих чорними нитками трикутників, вершини яких завершувались подвійними відростками. У результаті цього незаповнена вишивкою площа та маленький хрестик всередині неї утворювали мотив жінки з піднятими руками («берегині») [3, с. 60].





*Рис. 3. Наğрудник чоловічої сорочки, с. Кобилецька Поляна Рахівського району Закарпатської області. Домоткане полотно, вишивка, хрестик. Домінуючий мотив – поєднання стилізованих рослинних мотивів з геометричними. 20-ті рр. XX ст. Фото з архіву автора.*

З кінця XIX – початку XX ст. у вишивці наğрудників чоловічих сорочок стало домінувати поєднання стилізованих рослинних мотивів з геометричними (див. рис. 3). Центральне місце займав геометричний орнамент, що утворювався за допомогою ромбів з усіченими кутами. Внутрішня площа ромбів заповнювалась квадратами, скісними хрестами та кружечками. Таку орнаментальну смугу обрамляв рядок із ромбів з усіченими кутами та геометризованою квіткою всередині. Квітка формувалася перетинанням прямого та скісного хреста із середхрестям у формі невеликого ромбика. Завершувалась орнаментальна смуга наğрудника стилізованою гілзкою з квітками («кружками»), дрібними фіалками чи вишитими кривулями із стебел та листочками.

У вишивці сорочок молодих хлопців та дівчат Рахівщини поширеним орнаментальним мотивом було сердечко («сирцячко»). Наğрудники чоловічих весільних сорочок вишивались розміщеними в рядок стилізованими квітами з пелюстками у вигляді сердечок. Пелюстки-сердечка розмежовувались за допомогою скісного хреста. Мотивами «серця» насичені й інші орнаментальні смуги наğрудника весільної сорочки. Вони символізували любов, щастя, радість та добробут.

Не менш оригінальною і багатою була вишивка на ошийках і манжетах гуцульських чоловічих сорочок. У ній переважали мотиви меандрових ліній, «грабельки», «гребінці», «рибки». Їх найчастіше застосовували у вишивках манжет («дудиків») для окреслення контурів ромбикових орнаментів. В основі орнаментальної композиції лежали ромби з

вусиками, стики яких утворювали скісний хрест. Вусики й незаповнена вишивкою площа скісного хреста утворювали мотив «грабельок», який символізував промені сонця, дощ. Меандрові мотиви орнаментальних композицій манжет утворювалися окресленням контурів ромба з відростками («вусиками»). Меандровий мотив символізував безкінечність, неперервність ритмічності руху води, життя та всього світу, був оберегом від злих сил, які, за народними віруваннями, одного разу потрапивши в цю безкінечну лінію, будуть вічно кружляти по ній і ніколи вже не зможуть зашкодити власнику сорочки [5, с. 67; 6, с. 7].

У вишивці чоловічих сорочок сіл Росішка та Косівська Поляна зустрічався мотив «риб», «рибок». Найчастіше його вишивали на манжетах («дудиках»). Однією із модифікацій мотиву «рибки» були чотири вишиті риби, які головами повернуті одна до одної. Завдяки такому прийому поєднання рибок утворювався мотив ромба з відростками («вусиками»), в якому голови риб були чотирма різними частинами ромба, а хвости та поплавці – вусиками. На місці стиків чотирьох рибок утворювався скісний хрест.

Сорочка як основний компонент комплексу чоловічого вбрання свідчила про заможність або бідність селянина. У багатьох народних гуцульських піснях згадується селянин, у якого сорочка без прикрас – ознака бідності:

*Ой, маю сорочину,  
Не маю мережку.  
Ой, піду я на зарібки  
За дев'яту межу [1, с. 130].*

За свідченням старожилів, у селах долини р. Білої Тиси чоловічі сорочки до кінця 30-х рр. XX ст. вишивкою не оздоблювали, а в Косівській Полянці, Росішці, починаючи із 20-х рр. XX ст. сорочки заможних селян оздоблювались навіть різнокольоровим бісером. На деяких сорочках під вишитим пазушним розрізом вишивали ініціали власника.

Отже, головною складовою чоловічого строю гуцулів Рахівщини була сорочка. Протягом XVIII – першої половини XX ст. змінювався її крій, орнаментальна композиція вишивки, способи одягання сорочок. При еволюції крою спостерігався поступовий перехід від вільного широкого викроювання до звуження всіх деталей сорочок. Етноідентифікуючою ознакою крою старих довгих кошуль була відсутність коміра та вільні широкі рукави. До стану нової кошулі пришивали прямий стоячий комір, з'єднувальні шви почали обшивати чорними, червоними, синіми петельчатими швами («цірками»), рукави кроїли з клином («цвіколем»). Фабричні кошулі виділялись вузькими рукавами, зібраними у нижній частині на манжети. Відповідно до змін крою змінювались й орнаментальні композиції вишивки. Якщо старі кошулі вишивали переважно білими конопляними нитками, лише зрідка – чорними, червоними або синіми, то кольорова гама нових і фабричних кошуль була вже поліхромною. Як і у вишивці жіночих сорочок, на чоловічих сорочках переважав геометричний орнамент. Домінуючими мотивами були ромби, хрести, трикутники, кола, S-подібні мотиви («нумери», «глисти»), «головкастий взор». З кінця XIX – початку XX ст. у вишивці чоловічих сорочок починає домінувати поєднання стилізовано-рослинних мотивів з геометричними. На сорочках молодих хлопців вишивали мотиви сердечок («сирцят»), «рибок». Гуцула, одягнутого у нову кошулю легко можна було відрізнити від румуна, угорця, долинянина, сорочки яких кроїли з широкими рукавами, оздобленими різноманітними мережками, вирізуванням, обмітувальними швами. З масовим поширенням по всій території Закарпаття у 20-40-х рр. XX ст. сорочок, близьких за кроєм до міських, виокремити етноідентифікуючі ознаки та етнографічно розмежувальні риси стає важче.

### Список літератури

1. Грибанич І. «Гей гудзики, ременики ...» (Народний одяг гуцулів) // Зелені Карпати. – 1995. – № 1-2. – С. 124-133.
2. Захарчук-Чугай Р.В. Українська народна вишивка : західні області УРСР. – К. : Наукова думка, 1988. – 191 с. : іл.
3. Зінченко І., Хорбут Н. Назви вишивальних орнаментів (на матеріалах діалектних словників) // Науковий вісник Чернівецького національного університету ім. Ю. Федьковича. – Чернівці : Рута, 2008. – Вип. 428-429. – Слов'янська філологія. – С. 58-64.
4. Командров О.Ф. Народний костюм Рахівщини // Народна творчість та етнографія. – 1959. – № 3. – С. 82-88.
5. Коцан В.В. Народний одяг гуцулів Рахівщини : XIX – перша половина XX ст. – Ужгород: Видавництво Олександри Гаркуші, 2012. – 164 с., іл.
6. Коцур Н.М. І на тім рушникові : метод. посіб. – Донецьк, 2007. – 34 с.
7. Олексюк Я. Генетичне коріння гуцульського строю : єдність матеріального і духовного // Вісник Прикарпатського університету. Серія Мистецтвознавство. – Івано-Франківськ, 2009-2010. – Вип. 17-18. – С. 154-159.
8. Пелипейко І.А. Вивчення Гуцульщини // Гуцульщина. – Верховина, 1998. – С. 23-26.
9. Полянская Е.В. Народная одежда гуцулов Раховского района // Карпатский сборник : Труды междунар. комиссии по изучению народной культуры Карпат и прилегающих к ним областей. – М. : Наука, 1972. – С. 57-65.
10. Семчук Л. Розташування вишивок на компонентах одягу етнографічних груп українців Карпатського регіону: порівняльний аспект // Вісник Прикарпатського університету. Серія Мистецтвознавство. – Івано-Франківськ, 2009-2010. – Вип. 17-18. – С. 144-154.
11. Тиводар М.П. Етнографічне районування українців Закарпаття (за матеріалами традиційної культури другої половини XIX – першої половини XX ст.) // Carpatica - Карпатика. Вип. 6. Етнічні та історичні традиції населення Українських Карпат кінця XVIII – XX ст. – Ужгород, 1999. – Вип. 6. – С. 4-64.
12. Тумова М. Народная одежда на Подкарпатской Руси // Подкарпатская Русь. – 1924. Рочник І. Число. 3. – С. 72-79; Число. 4. – С. 102-110.

# MEDICAL SCIENCES

## CONTRAST ENHANCEMENT PATTERNS OF BREAST LESIONS IN DUAL-ENERGY CONTRAST-ENHANCED SPECTRAL MAMMOGRAPHY

**Chernaya A.V.,**  
MD, PhD

*N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology,  
197758, Leningradskaya 68, St. Petersburg, Russia*

**Ulyanova R.H.,**  
M.D.

**Krivorotko P.V.,**  
MD, PhD

**Novikov S.N.,**  
MD, PhD

**Kanaev S.V.,**  
MD, PhD

**Artemieva A.S.,**  
MD, PhD

**Shevkunov L.N.,**  
MD, PhD

**Tiatkov S.A.,**  
M.D.

**Danilov V.V.**  
M.D.

### Abstract

**BACKGROUND:** Dual-energy contrast-enhanced spectral mammography (CESM) is a relatively new method for visualizing breast changes, which combines structural assessment and functional assessment of vascularization. According to the literature interpretation of contrast images is based only on the degree of contrast enhancement, but we propose a more detailed assessment of the structure of the hypervascular lesions by highlighting the contrast enhancement patterns.

**PURPOSE:** to evaluate the diagnostic performance of dual-energy contrast-enhanced spectral mammography (CESM) using the contrast enhancement patterns in malignant and benign lesions.

**MATERIAL AND METHODS:** 332 women were examined from August 2018 to June 2020. The mean age of the women was 50 years. Totally 428 lesions were revealed, 172 (40.2%) of them were malignant and 256 (59.8%) were benign. All lesions were histologically verified. During the analysis of our data 9 types of contrast enhancement patterns were proposed: reticular, granular, annular, diffuse-spherical, lacunar, cloud-like, heterogeneous-annular, point, cotton-like.

**RESULTS:** Using an additional diagnostic feature of contrast enhancement pattern increased the sensitivity of CESM from 79.7% to 94.8% ( $p = 0.26$ ), specificity from 82.4% to 95.3% ( $p = 0.013$ ), accuracy from 81.3 to 95.1% ( $p = 0.004$ ) in comparison with using of only one feature of contrast enhancement intensity in the differential diagnosis of malignant and benign lesions.

**CONCLUSION:** thus, using contrast enhancement pattern allows to increase the efficiency of CESM in breast cancer detection.

**Keywords:** breast cancer, dual-energy contrast-enhanced spectral mammography, digital mammography, contrast enhancement patterns, benign breast lesions.

### Introduction

Contrast enhanced spectral mammography (CESM) is a new promising imaging modality for detection pathological lesions in breast. It combines a standard mammographic examination and functional assessment of vascularization using intravenous contrast enhancement (1, 2). A great advantage of CESM in comparison with digital mammography (DM) is subtraction of the fibroglandular tissue, which makes it possible to differentiate pathological vascularization in a dense breast (3, 4, 5). In addition, numerous studies have shown that high density is an independent risk factor for the development of breast cancer and at the same

time contributes to low detection rates of pathology (6, 7).

The experience of using CESM indicates that the modality is well tolerated by patients and provides similar information to magnetic resonance imaging with dynamic contrast enhancement (MRI with DCE) with the advantages that CESM is more accessible and can be performed in patients for whom MRI is contraindicated (8).

Nevertheless, the experience of using CESM is still limited, there are unresolved issues, both in the methodology of the study and its scientific justification (9), as well as in the interpretation of the images. It is necessary to conduct further studies on CESM in order

to reveal the possibilities. At the moment the interpretation of subtraction images is based only on the assessment of the degree of the contrast enhancement (10), which usually is divided into 4 or 5 grades (11). At the same time, criteria for an assessment of lesions with integration with the BI-RADS system have not been developed yet. Greek scientists proposed the malignancy potential score (MPS), when all lesions are divided into four types according to the contrast enhancement (-1, 0, 1, 2) with conclusion to a final assessment BI-RADS category according to changes on a low-dose images (12). Hypervascular structures with a moderate and intense enhancement are naturally suspicious of malignancy, and the absence and weak enhancement may indicate a benign process (12).

The advantage of CESM is the acquisition of functional data in combination with data from routine mammographic examination, in particular the identification of grouped calcifications with malignant characteristics. In the Netherlands, a study was conducted on the effectiveness of the use of CESM in identifying suspicious calcifications. It turned out that with the accumulation of a contrast agent in a suspicious area, confidence in the malignancy of the process increases, but the absence of vascularization does not exclude the presence of a tumor and does not change the tactics of treatment and the volume of surgical intervention (13). At the same time, Yun-Chung Cheung and et al., reported that CESM does not significantly affect the accuracy of diagnostic conclusions in the detection of calcifications with malignant characteristics (14).

We proposed a new approach to the description of hypervascular lesions in CESM – to take into account the types of contrast enhancement. The aim of the proposed study was to determine the diagnostic possibilities of CESM using types of contrast enhancement by malignant and benign lesions.

#### Materials and methods

This single-center prospective study was approved by the Institutional Ethical Committee. All patients signed a written informed consent. The study was performed in a group of 332 female patients (aged from 21 to 86; mean 50). A clinical and instrumental examination was conducted at N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology from February 2018 to June 2020.

Women were examined according to a unified algorithm for managing patients with breast pathology. All women underwent clinical and instrumental examination, including: physical examination, CESM, biopsy followed by pathomorphology studies, including immunohistochemistry. In women of reproductive age CESM was performed in the first phase of the menstrual cycle (from 5 to 12 days from the beginning of the cycle).

CESM was performed using a Senographe DS digital mammography system (General Electric, USA). System was equipped with an X-ray tube with a double molybdenum-rhodium anode track and a digital full-format flat-panel detector made of amorphous silicon with cesium iodide deposited on it. The resulting high-definition digital images were transmitted to the workstation. A special feature of the mammography system

is a multilayer filter for the best visualization of the iodine contrast agent accumulation. This is done by adding a third filter made of copper and aluminum to the existing molybdenum and rhodium filters for high energy imaging. Also, a modification of the software was used to control the process of obtaining a series of two images with different exposure modes at CESM.

CESM was carried out after intravenous injection of a non-ionic iodine-containing contrast agent using power injector. The volume of contrast agent was calculated per body weight, 1.3 ml / kg with iodine concentration of 370 mg / ml and 1.5 ml / kg with iodine concentration of 350 mg / ml. Mammographic examination was performed with breast compression and included routine cranio-caudal (CC) and medio-lateral-oblique (MLO) views of the breasts. The latter displays tissue in larger volume and was performed at an angle of 45 degrees with simultaneous visualization of the axillary region and lymph nodes. Both breasts were examined regardless of the location of the suspicious lesion in order to timely diagnose clinically asymptomatic bilateral cancer (Fig. 1).

The diagnostic performance (sensitivity, specificity and accuracy) of CESM without taking into account contrast enhancement patterns (CESMnonep) and CESM with taking into account the contrast enhancement patterns (CESMep) was assessed. Negative and positive predictive values were also calculated. Pathomorphology was taken as the gold standard.

#### Results

Comparative analysis of CESMnonep and CESMep was performed in 332 women. There were 428 lesions identified, of which 172 (40.2%) were malignant and 256 (59.8%) were benign (Fig. 2). All lesions were histologically verified. Among malignant lesions invasive carcinoma of no special type were identified in 152 (88.4%) patients, invasive lobular carcinoma in 3 (1.7%), lobular carcinoma in situ in 2 (1.2%), ductal carcinoma in situ in 8 (4.6%), mucinous carcinoma in 5 (2.9%), Paget's disease in 2 (1.2%). Among benign breast lesions fibroadenomas were found in 68 (26.6%) patients, intraductal papillomas in 16 (6.3%), cysts in 30 (11.7%), radial scar in 8 (3.1%), hamartoma in 15 (5.9%), benign phyllodes tumor in 3 (1.2%), localized adenosis in 72 (28.1%), lymphoceles in 12 (4.7%), oleogranulomas in 8 (3.1%), proliferative disease in 19 (7.4%) and inflammatory changes in 5 (1.9%). Of 322 lesions, 93 (28.9%) did not show contrast enhancement and 229 (71.1%) showed contrast enhancement.

By the grade of contrast enhancement, malignant tumors were distributed as follows: intense contrast enhancement was seen in 96 (55.8%), moderate - in 41 (23.8%), weak - in 30 (17.5%), no enhancement was observed in 5 cases (2.9%). Benign lesions showed intense enhancement in 19 cases (7.4%), moderate - in 26 (10.1%), weak - in 89 (34.8%) and no enhancement in 122 (47.7%).

As a result of the analysis 9 patterns of contrast enhancement were identified:

1. Reticular, characterized by the presence of rounded low-contrast areas in the structure, also a hypervascular centre may be visualized that contributes to a feeding vessel;

2. Granular, characterized by numerous oval and round hypervascular areas separated by hypovascular bridges;

3. Annular, characterized by uniformly enhanced margins of the lesion;

4. Diffuse-spherical, characterized by uniformly enhanced smooth margins and by smooth enhancement radial gradient from the center to the periphery;

5. Lacunar, characterized by the presence of hypovascular areas with irregular shape, the margins of lesion are indistinct and wavy;

6. Cloud-like type resembles cirrus clouds with separate filamentous margins;

7. Heterogeneous annular, characterized by enhanced margins with presence of a parietal hypervascular area;

8. Point, characterized by a displaced radial gradient of contrast enhancement, the lesion consists of multiple rounded hypervascular areas of various diameters;

9. Cotton-like, characterized by the presence of a large hypovascular area with undulating fuzzy margins.

Fig. 3 and Fig. 4 illustrate contrast enhancement patterns.

According to obtained data (Table 1), only benign lesions showed granular, reticular, point and annular patterns - 14.8%, 6.3%, 10.9% and 10.5%, respectively. The diffuse-spherical pattern was observed both in malignant (22.7%) and in benign lesions (4.3%). The lacunar (33.1%) and heterogeneous annular (15.1%) patterns predominantly were seen in malignant lesions, however, these patterns were also seen in large intraductal papillomas and lymphoceles, oleogranulomas, respectively. Cloud-like (26.2%) patterns were only seen in malignant lesions. The cotton-like pattern was detected during early postoperative changes (2.3%).

Based on the data obtained we made the following conclusions:

- if granular, reticular, point, annular, cotton-like enhancement patterns are detected, benign lesions are diagnosed, regardless of the contrast intensity grade;
- if a cloud-like pattern is detected, malignant lesion is diagnosed;
- if diffuse-spherical pattern is detected, it is necessary to determine its margins on low-dose images. When circumscribed margins with a radiolucent rim are visualized, a benign formation is diagnosed, when lesion is absent or has indistinct margins on low-dose images, then a malignant lesion is diagnosed;
- if a lacunar pattern is detected, a malignant lesion is diagnosed. However large intraductal papillomas showed this enhancement pattern in two cases and that did not allow to exclude intraductal papillary carcinomas;
- if heterogeneous-annular pattern is detected with no history of any invasive manipulations for a long time in the area of contrast enhancement, malignant lesion is diagnosed. Moreover, there were false

positive results in two cases due to complex cysts and cysts with inflammation after puncture.

As shown in Table 2, malignant tumors were characterized by intense and moderate grades of contrast enhancement in 79.7% of cases. However, 20.3% of malignant tumors had weak or no contrast enhancement, which was characteristic for benign lesions. When enhancement patterns were included in the analysis, the percentage of false negative conclusions in our study was reduced to 5.2%.

Benign lesions were characterized by intense and moderate degree of contrast enhancement in 17.6% of cases, and in this cases false positive conclusions were made. When enhancement patterns were included in the analysis, number of false positive decreased to 4.7%.

In CESMnonep there were true positive mammographic results in 137 lesions (TP), false positive results (FP) were in 45 lesions. In 211 lesions the results were true negative (TN) and in 35 lesions the results were false negative (FN). In CESMep the frequency of TP results increased up to 163, and the frequency of FN decreased to 9 lesions. In 12 lesions there were FP conclusions. In 244 lesions results were true negative. Thus, in CESMep the number of FP results decreased and the number of TP increased by 33 cases and the number of FN conclusions decreased and the number of TN increased by 26.

Sensitivity, specificity and accuracy were 79.7%, 82.4%, 81.3% in CESMnonep and 94.8%, 95.3%, 95.1% in CESMep, respectively. Positive predictive values of CESMep and CESMnonep were 93.1% and 75.3%, respectively, and negative predictive values of CESMep and CESMnonep were 96.4% and 85.8%, respectively.

As it was shown in the analysis of diagnostic errors, FN results in CESMnonep were more often observed in women (30 cases) with a weak enhancement. In these cases, CESMep showed the following malignant patterns: cloud-like and lacunar. On the contrary, FP results in CESMnonep were observed in women with fibroadenomas with high mitotic activity, phyllodes tumor, phyllodes tumor (45 cases).

The main reason for the FN results in CESMep (7 cases), was ductal carcinoma in situ represented by grouped malignant calcifications (Fig. 5) and occult breast cancer (2 cases). The main reason for the FP results in CESMep were observed in intraductal papillomas (4 cases) with a lacunar pattern (Fig. 6).

Our results demonstrate an increase in the diagnostic efficiency of the CESM in the differential diagnosis of breast lesions.

### Discussion

Modern radiology offers a wide range of methods for breast cancer visualization, but they are not flawless. Mammography has been the main method for detecting breast pathology for many years (15).

With the transition from analog to digital mammography, the sensitivity in detecting of breast cancer was increased and also it became possible to develop more advanced imaging technologies like tomosynthesis and CESM (16). Tomosynthesis is linear tomography at a qualitatively new level with the using of flat digital detectors, modern high-performance computers



and methods of digital postprocessing and reconstruction.

The principle of tomosynthesis is a sequence of tomograms followed by the formation of three-dimensional images. In tomosynthesis the overlying layers of tissue are removed, which creates opportunities for a more accurate assessment of the structural features of the lesion. However, removal of the overlying structures may not be enough to detect of a malignancy, since the difference in attenuation coefficients between fibroglandular and tumor tissue varies from 4% at 15 keV to 1% at 25 keV (16). CESM is another technology which appeared after the introduction of digital mammography. The theory of CESM is based on the success of breast MRI with DCE, which is currently the most sensitive method of breast visualization with a sensitivity of up to 98% (17-18). Early diagnosis of breast cancer using MRI is based on the ability of DCE MRI to determine tumor vascularization. The main disadvantage of MRI study is the high cost, long duration, the complexity of implementation, the presence of contraindications. CESM can become a worthy alternative to functional visualization of breast lesions. Our results (19) and results the other research groups (20-23) demonstrate the high informativeness of CESM in the diagnosis of breast cancer. Accurate differential diagnosis of breast lesions allows choosing the correct treatment tactics for these patients and reducing the number of unnecessary invasive interventions.

### Conclusion

CESM allows to combine analysis of mammographic structure and vascularization of breast lesions. CESM does not significantly increase duration of procedure, it allows to obtain important additional information that is easy to interpret. Comparing to MRI CESM is characterized by lower cost, short study time, ease of implementation and interpretation, especially for specialists with experience in mammography, it can be performed in patients with contraindications to MRI with DCE and with claustrophobia. CESM can increase the sensitivity of digital mammography in detecting minimal, multifocal, multicentric and bilateral breast cancer.

The method of differential diagnosis of breast cancer using an additional diagnostic feature of enhancement patterns increases the diagnostic performance of CESM, which is confirmed by a high percentage of coincidences with pathomorphological results. It was proved that using an additional diagnostic feature of the enhancement patterns in comparison with the analysis of only the enhancement intensity increased the sensitivity from 79.7 to 94.8% ( $p = 0.26$ ), specificity from 82.4% up to 95.36% ( $p = 0.013$ ), accuracy from 82.4% to 95.1% ( $p = 0.004$ ) due to additional information of the structure of vascularization.

The use of CESM can significantly increase both the negative predictive values (from 85.8% to 96.4%,  $p = 0.098$ ) and the positive predictive values (from 75.3% to 96.4%,  $p = 0.039$ ) in the differential diagnosis of malignant and benign breast lesions.

Table 1.

Contrast enhancement patterns of breast lesions

Contrast enhancement patterns	Malignant lesions N=172	Benign lesions N=256
No enhancement	5 (2.9%)	122 (47.7%)
Reticular	0 (0.0%)	16 (6.3%)
Granular	0 (0.0%)	38 (14.8%)
Annular	0 (0.0%)	27 (10.5%)
Diffuse-spherical	39 (22.7%)	11 (4.3%)
Lacunar	57 (33.1%)	5 (2.0%)
Cloud-like	45 (26.2%)	0 (0.0%)
Heterogeneous-annular	26 (15.1%)	3 (1.2%)
Point	0 (0.0%)	28 (10.9%)
Cotton-like	0 (0.0%)	6 (2.3%)

Table 2.

Grade of contrast enhancement of breast lesions

Grade	Malignant lesions N=172	Benign lesions N=256
no enhancement	5 (2.9%)	122 (47.7%)
weak enhancement	30 (17.5%)	89 (34.8%)
moderate enhancement	41 (23.8%)	26 (10.1%)
intense enhancement	96 (55.8%)	19 (7.4%)

Table 3.

Comparative analysis of CESM diagnostic performance without using patterns of enhancement and with using patterns of enhancement (number of lesions n=322)

Diagnostic modality	Number of lesions				Diagnostic performance, %				
	TP	FP	FN	TN	Sensitivity %	Specificity %	Accuracy %	Positive predictive value %	Negative predictive value %
CESMnonep	137	45	35	211	79.7	82.4	81.3	75.3	85.8
CESMep	163	12	9	244	94.8	95.3	95.1	93.1	96.4
P -value					0,26	0,013	0,004	0,039	0,098

TP – true positive

FP – false positive

FN – false negative

TN – true negative

CESMnonep – CESM without using patterns of enhancement

CESMep – CESM with using patterns of enhancement

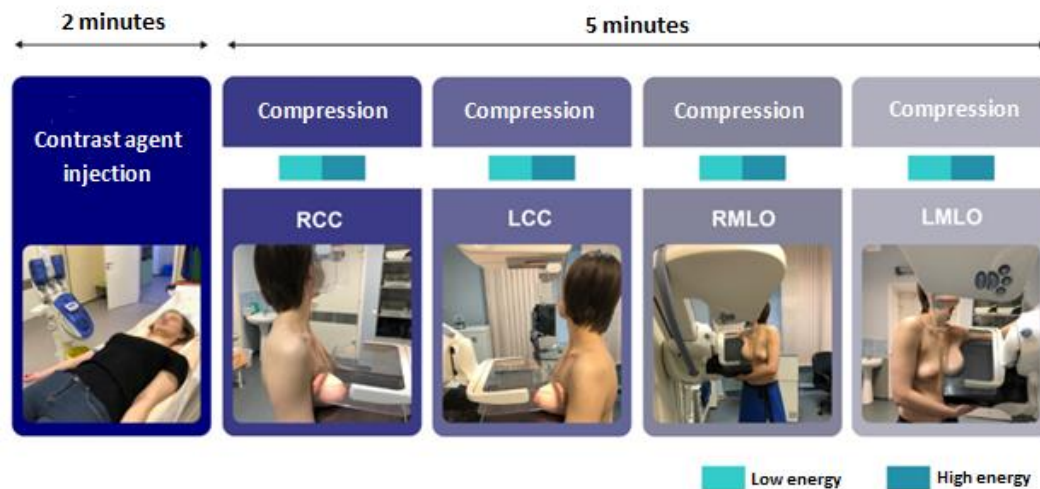


Figure 1. Scheme of implementation of CESM

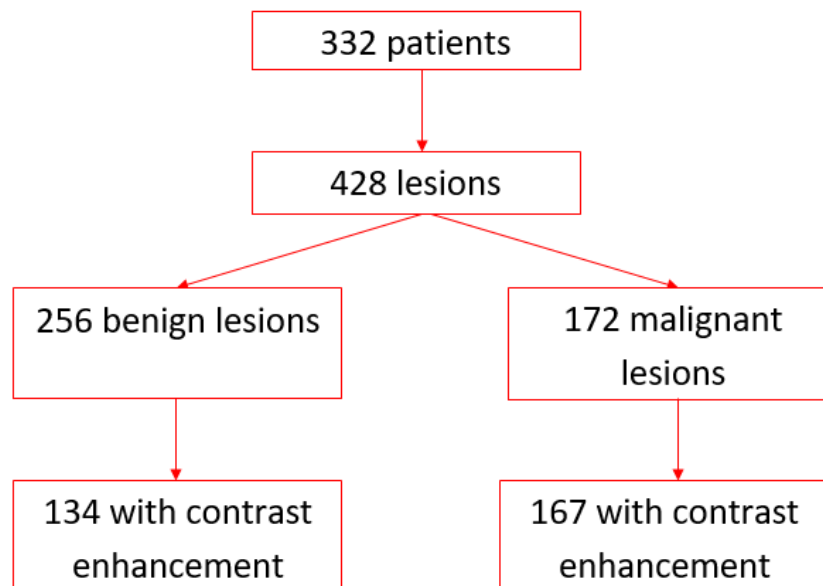
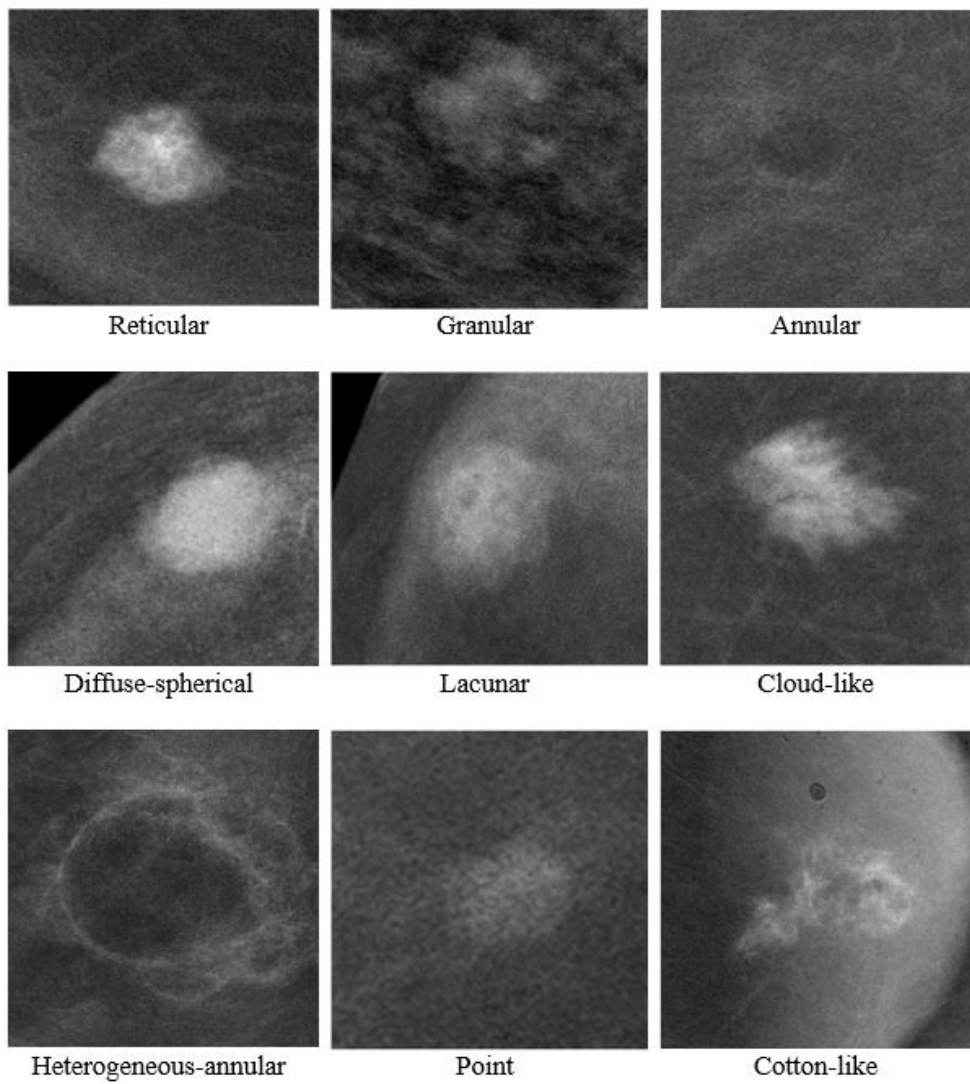
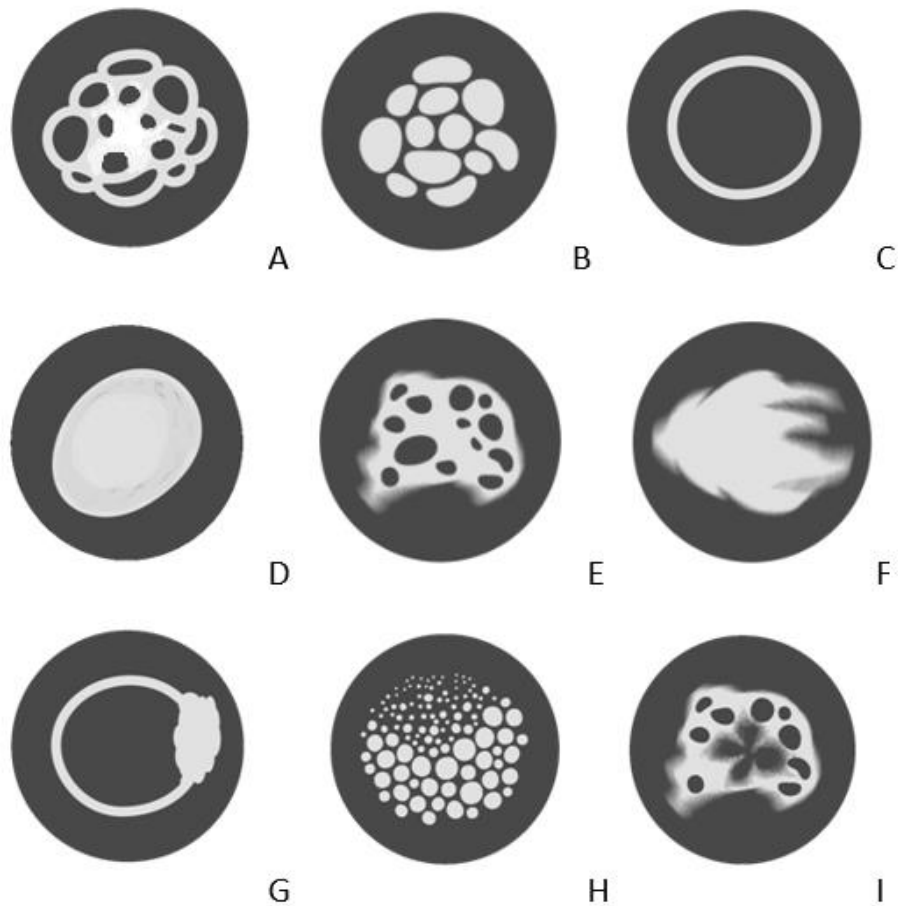


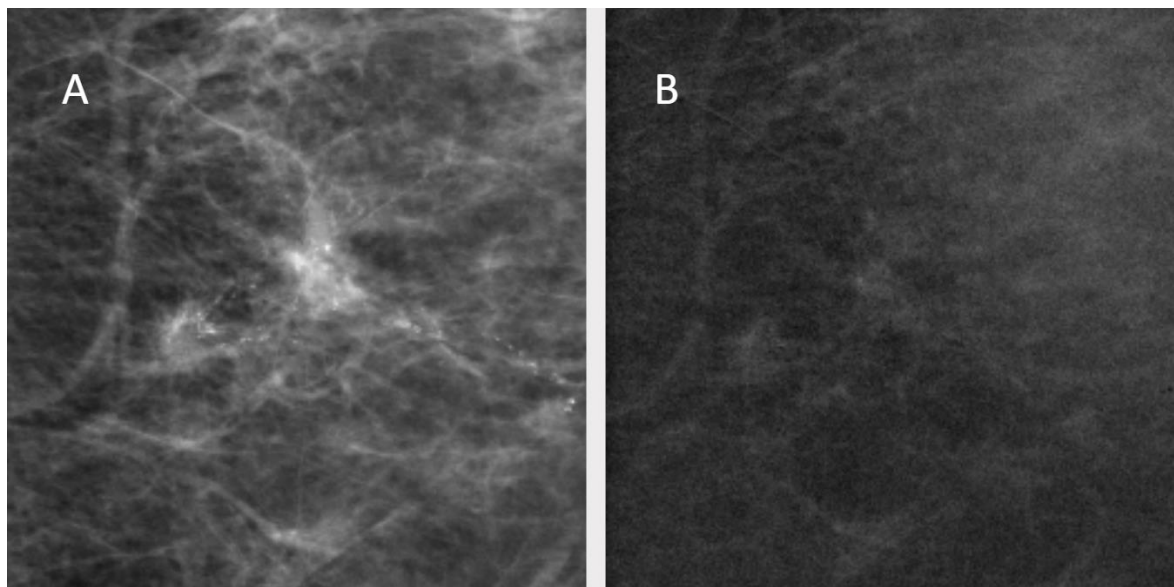
Figure 2. Study design



*Figure 3. Contrast enhancement patterns*



*Figure 4. Figure of enhancement patterns of masses, architectural distortions, focal asymmetry in CESM:  
A – reticular, B – granular, C – annular, D – diffuse-spherical, E – lacunar, F – cloud-like, G – heterogeneous-annular, H – point, I – cotton-like*



*Figure 5. Ductal carcinoma in situ on CESM  
A – low-dose image, cancer is visualized as grouped malignant calcifications;  
B – subtraction image, no contrast enhancement was seen in this area*

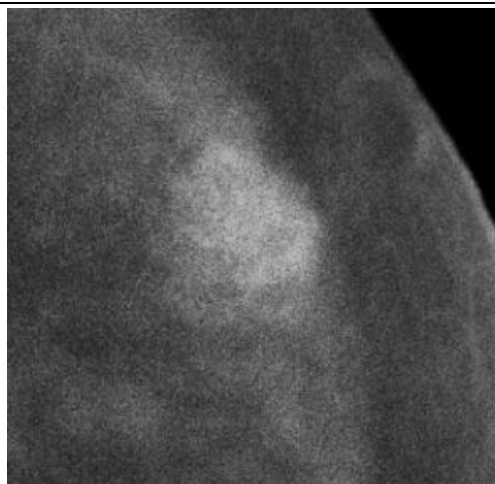


Figure 6. CESM, subtraction image. Intraductal papilloma with an intense lacunar enhancement pattern

### References

1. Lobbes MBI, Smidt ML, Houwers J et al. Contrast enhanced mammography: techniques, current results, and potential indications Clin. Radiology 2013; 68:935. doi: 10.1016/j.crad.2013.04.009.
2. Zholdybay ZhZh, KZhakenova D, Panina A, Kunanbayeva A, Abykeshova A Possibilities of contrast spectral mammography in diagnosis of breast cancer Oncology and Radiology of Kazakhstan 2015. 4: 32-33. (In Russ.)
3. Fallenberg EM, Schmitzberger FF, Amer H, Ingold-Heppner B, Balleyguier C Contrast-enhanced spectral mammography vs. mammography and MRI - clinical performance in a multi-reader evaluation. Eur Radiol 2017; 27(7):2752-2764. doi: 10.1007/s00330-016-4650-6.
4. Dromain C, Balleyguier C, Adler Gh, Remi Garbay JS Delaloge S Contrast-enhanced digital mammography. European Journal of Radiology 2009; 69: 34-42. doi: 10.1016/j.ejrad.2008.07.035.
5. Oksanchuk E, Kolesnik A., Meskih E The role of contrast-enhanced mammography for determining breast lesions: the first results. Proceedings of the II National Congress «Oncology of reproductive organs: from prevention and early detection to effective treatment» 2017: 73 (In Russ.).
6. Sprague BL, Gangnon RE, Burt V, Trentham-Dietz A, Hampton JM, Wellman RD, Kerlikowske K, Miglioretti DL Prevalence of mammographically dense breasts in the United States. J Natl Cancer Inst 2014; 106: 10. doi: 10.1093/jnci/dju255.
7. McCormack VA, dos Santos Silva I Breast density and parenchymal patterns as markers of breast cancer risk: a meta-analysis. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev. 2006; 15(6): 1159-69. doi: 10.1158/1055-9965.EPI-06-0034.
8. Hobbs MM, Taylor DB, Buzynski S, Rachel E Contrast-enhanced spectral mammography (CESM) and contrast enhanced MRI (CEMRI): Patient preferences and tolerance. Peake Journal of Medical Imaging and Radiation Oncology 2015; 59: 300-305. doi: 10.1111/1754-9485.12296.
9. Zanoardo M, Cozzi A, Trimboli RM, Labaj O, Monti CB, Schiaffino S, Carbonaro LA, Sardanelli F Technique, protocols and adverse reactions for contrast-enhanced spectral mammography (CESM): a systematic review. Insights into Imaging 2019; 10: 76. doi: 10.1186/s13244-019-0756-0.
10. Travieso MA et al. Utility of spectral mammography with contrast enhancement in the diagnosis of breast disease. Paper presented at ECR. Vienna; 2014.
11. Lobbes MBI, Muldera HKP, Rouschb M, Backesa WH, Wildbergera JE, Jeukensa CRLPN Quantification of enhancement in contrast-enhanced spectral mammography using a custom-made quantifier tool (I-STRIP): A proof-of-concept study. European Journal of Radiology 2018; 106:114-121. doi: 10.1016/j.ejrad.2018.07.021.
12. Tsigginou A, Gkali C, Chalazonitis A, Feida E, Vlachos DE, Zagouri F, Rellias I, Dimitrakakis C Adding the power of iodinated contrast media to the credibility of mammography in breast cancer diagnosis. Br J Radiol 2016. – Vol. 89. - P. 1067. doi: 10.1259/bjr.20160397.
13. Houben IP, Vanwetswinkel S, Kalia V et al. Contrast-enhanced spectral mammography in the evaluation of breast suspicious calcifications: diagnostic accuracy and impact on surgical management. Acta Radiol 2019; 60; 9:1110-1117. doi: 10.1177/0284185118822639.
14. Cheung YC, Juan YH, Lin YC et al. Dual-energy contrast-enhanced spectral mammography: enhancement analysis on BI-RADS 4 non-mass microcalcifications in screened women PLoS One. 2016. 9: e110162740. doi: 10.1177/0284185118822639.
15. Semiglazov VF, Semiglazov VV Breast cancer screening. Practical oncology. 2010;11;2:61-62. (In Russ.)
16. Pisano ED, Gatsonis C, Hendrick E et al. Diagnostic performance of digital versus film mammography for breast-cancer screening. N Engl J Med 2005; 353:1773-1783. doi: 10.1056/NEJMoa052911.
17. Morris EA, Liberman L, Ballon DJ et al. MRI of occult breast carcinoma in a high-risk population. AJR Am J Roentgenol. 2003; 181:619-626. doi: 10.2214/ajr.181.3.1810619.
18. Patel BK, Hilal T, Covington M et al. Contrast-Enhanced Spectral Mammography is Comparable to MRI in the Assessment of Residual Breast Cancer Following Neoadjuvant Systemic Therapy. Ann Surg

Oncol. 2018; 25(5): 1350-1356. doi: 10.1245/s10434-018-6413-x.

19. Chernaya AV, Novikov SN, Krivorotko PV, Ulyanova RK, Danilov VV New technologies in breast cancer detection – contrast enhanced dual-energy spectral mammography. Medical Visualization. 2019; 2:49-61. (In Russ.) DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-49-61.

20. Rozhkova NI, Burdina II, Zapirova SB, Mazo ML, Prokopenko SP, Yakobs OE Contrast enhanced spectral mammography (CESM) (review). Research'n practical medicine journal. 2015; 2 (4):82-87. (In Russ.)

21. Covington MF, Pizzitola VJ, Lorans R et al. The Future of Contrast-Enhanced Mammography. AJR. 2018; 210: 1-9. doi: 10.2214/AJR.17.18749.

22. Blum KS, Rubbert C, Mathys B et al. Use of contrast enhanced spectral mammography for inframammary cancer staging: preliminary results. Acad. Radiol. 2014; 21:1363-1369. doi: 10.1016/j.acra.2014.06.012.

23. Lobbes MBI, Hecker J, Houben IPL, Pluymakers R, Jeukens C, Laji UC, Gommers S, Wildberger JE, Nelemans PJ Evaluation of single-view contrast-enhanced mammography as novel reading strategy: a non-inferiority feasibility study. Eur Radiol. 2019; 29(11):6211-6219. doi: 10.1007/s00330-019-06215-7.

## EFFICACY OF HIGH-CONCENTRATED OXYGEN INHALATIONS ADDING CAMOMILE OIL AT PATIENTS WITH VIRAL PNEUMONIAS

**Shorikova D.V.,**

*PhD, MD, Associate Professor<sup>1</sup>*

**Shorikov E.I.**

*PhD, MD, Doctor of Medical Sciences, Professor<sup>1</sup>*

*(1) Department of Internal Medicine, Clinical Pharmacology and Occupational Diseases, Higher State Educational Institution of Ukraine «Bukovinian State Medical University», Fastivska str., 2, Chernivtsi, Ukraine, 58000.*

### Abstract

*The aim* - to study the clinical manifestations, capillary blood saturation, frequency of respiratory failure in patients with complicated forms of viral pneumonia.

**Materials and methods.** The study included 45 patients with viral pneumonias (mean age was 46.5±9.2 years). Patients observed were randomized into 2 groups. In group 1 (n=20), the only basic therapy was prescribed. In group 2 in addition to the basic therapy the inhalations with high concentrated oxygen with Camomile Oil were used.

**The results of the study.** It is proved that the use of highly concentrated oxygen with camomile oil in the inhalation treatment regimen significantly reduces the duration of local respiratory symptoms ( $p<0.001$ ) and symptoms of general intoxication ( $p<0.001$ ), prolonged hospital stay decreases by an average of 5 days ( $p<0.001$ ). The relief of symptoms of RF in group 2 was noted for 10 days of hospitalization with an increase in capillary blood saturation (SatO<sub>2</sub>,%) to 95.2±2.91. Absolute therapeutic efficacy (absolute efficacy) of the correction of RF during complex treatment with the addition of highly concentrated oxygen was 85.0% versus 40.0% in group 1. Relative efficacy (relative efficacy) was 0.47 [0,27-0,83], with Odds Ratio (OR) – 0.12 [0,03-0,54];  $p<0.05$ .

**Conclusions.** High-concentrated oxygen inhalations adding camomile oil is effective in complex treatment at patients with viral pneumonias.

**Keywords:** viral pneumonias, complications, oxygen inhalation.

**Introduction.** Regardless of the etiology of viral pneumonias (parainfluenza, adenovirus, respiratory syncytial, rhinovirus, reovirus, coronavirus infection and more than 200 pathogens), they are characterized by a short incubation period, generally a short fever, intoxication and damage to various parts of the respiratory tract [1].

Clinical differentiation of respiratory infections is difficult due to similar symptoms and clinical conditions [2, 3]. In case of damage and malfunction of the epithelium due to dryness, contamination, excessively high or excessively low temperature of the inhaled air, a change in the mucous membrane due to the use of some intranasal agents, the penetration of viruses into tissues is greatly facilitated [4, 5, 6].

According to studies, more than half of patients admitted for treatment in a hospital with complications

of acute respiratory viral infections have hypoxemia and an increase in the partial pressure of blood carbon dioxide (pCO<sub>2</sub>) above 45 mm Hg at the time of the initial examination. 20 % of patients with hospitalization due to exacerbation of the disease have respiratory acidosis [7, 8, 9]. Lesions of the lower respiratory tract (bronchitis or pneumonia) with acute respiratory viral infections can lead to the development of decompensated hypercapnia, which is most often the cause of the development of respiratory acidosis [10, 11, 12].

Nowdays, the question of the effectiveness of inhalation of highly concentrated oxygen, in particular, the use of pocket spray in these patients, is not sufficiently studied.

**The aim** - to study the effectivity of highly concentrated oxygen inhalations with the addition of

camomile aroma oil in the form of portable sprays.

**Materials and methods.** The study included 45 patients with acute respiratory viral infections. The average age is  $46.5 \pm 9.2$  years. All patients signed an informed consent to participate in the study. All observed subjects underwent laboratory and instrumental studies, including clinical and biochemical blood tests, chest X-ray, electrocardiography (ECG), pulse oximetry (PO).

Observed were randomized into 2 groups. In group 1 ( $n = 20$ ), only basic therapy was prescribed. In group 2 in addition to the basic therapy were used inhalations with high concentrated oxygen with Camomile oil (Tesla's Secret by Eco Medical Europe Ltd Oxygen Breathing Mixture Sea Minerals Camomile, group 2,  $n=25$ ). Oxygen inhalations in group 2 were carried out every 1-1.5 hours for 3 deep inspirations or, as necessary, more often with pronounced subjective signs of respiratory failure (shortness of breath).

For statistical analysis results we used Statistica for Windows Version 10.0 (Stat Soft inc., USA). Parameters are presented in the form  $M \pm m$ , where  $M$  is the Mean,  $m$  is standard deviation. In the analysis of categorical group data, the criterion Pearson  $\chi^2$  with Yates correction was used. The assessment of the probability of the therapeutic effect was performed taking into account the absolute (AE) and relative (RE) efficacy, as well as the odds ratio (OR), with the calculation of confidence intervals and the reliability criterion for RR and OR. At the case of  $p < 0.05$ ,

differences were statistically significant.

**Results.** At the time of admission to the hospital, the course of the disease was complicated by the appearance of cough with mucous sputum (45 people, 100%), shortness of breath (45 people, 100%). Objectively, according to the auscultatory and radiological picture, all patients observed signs of interstitial pneumonia (45 people, 100%).

Capillary blood saturation ( $\text{SatO}_2$ , %) according to pulse oximetry was  $87.4 \pm 3.2\%$  in group 1 and  $86.9 \pm 4.5\%$  in group 2.

In the general cohort of patients, the phenomena of RF, assessed by the level of blood oxygen saturation ( $\text{SpO}_2 < 95\%$ ), were detected in 80% ( $n=36$ ) of the subjects. In this case, RF I degree ( $\text{SpO}_2$  at the level of 90–94%) was determined in 42.2% ( $n=19$ ) of patients, RF II degree ( $\text{SpO}_2$  at the level of 75–89%) - in 31.1% ( $n=14$ ) patients.

On the background of the treatment, all patients showed positive dynamics and a reduction in symptoms of general intoxication. The use in the treatment of inhalations of highly concentrated oxygen with the addition of camomile oil, significantly reduced the duration of local respiratory symptoms: pharyngeal hyperemia by 1.7 days (37.8%), hoarseness - by 1.1 days (52.4%), rhinitis - by 1.6 days (27.6%), cough - by 7.6 days (45.3%), heavy breathing - by 4.1 days (48.8%),  $p < 0.001$ , table 1.

Table 1

**Duration of respiratory symptoms in the studied groups**

Symptoms	Group 1 $n=20$	Group 2 $n=25$	$p$
<i>Hyperemia of the pharynx</i>	$6.2 \pm 1.9$	$4.5 \pm 1.2$	$< 0.001$
<i>Hoarseness of voice</i>	$3.2 \pm 0.91$	$2.1 \pm 0.71$	$< 0.001$
<i>Rhinitis</i>	$5.8 \pm 1.10$	$4.2 \pm 0.70$	$< 0.001$
<i>Cough</i>	$16.8 \pm 3.41$	$9.2 \pm 2.12$	$< 0.001$
<i>Heavy breathing</i>	$12.5 \pm 3.47$	$8.4 \pm 2.94$	$< 0.001$

Note:

$p$  – it is the reliability of the difference between groups.

In addition, a decrease in the duration of symptoms of general intoxication and fever was noted when inhalations of highly concentrated oxygen with camomile oil were added to the treatment regimen:

fever - by 1.81 days (32.3%), headache - by 0.7 days (20.1%), adynamia - by 3.49 days (47.7%), myalgia - by 2.96 days (51.2%), decreased appetite - by 2.89 days (30.4%),  $p < 0.001$ , table 2.

Table 2

**The duration of intoxication symptoms in the studied groups**

Symptoms	Group 1 $n=20$	Group 2 $n=25$	$p$
<i>Fever</i>	$7.42 \pm 1.95$	$5.61 \pm 2.11$	$< 0.001$
<i>Headache</i>	$4.18 \pm 0.94$	$3.48 \pm 0.62$	$< 0.001$
<i>Adynamia</i>	$10.8 \pm 1.23$	$7.31 \pm 2.18$	$< 0.001$
<i>Myalgia</i>	$8.74 \pm 1.98$	$5.78 \pm 0.56$	$< 0.001$
<i>Decreased appetite</i>	$12.4 \pm 3.12$	$9.51 \pm 2.34$	$< 0.001$

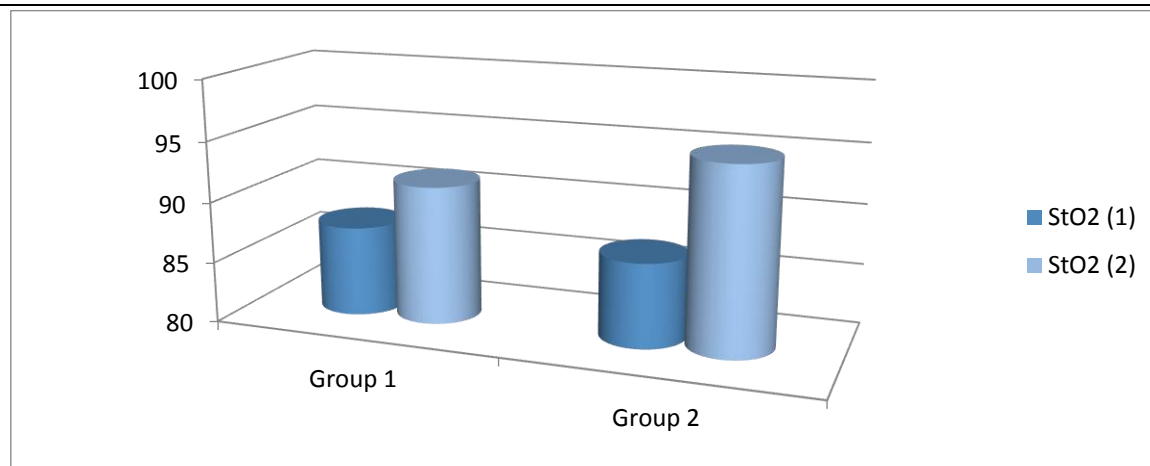
Note:

$p$  – it is the reliability of the difference between groups.

The average bed-stay of patients in group 1 was  $14.5 \pm 4.7$  days, whereas when complex inhalations were included in the complex treatment with the addition of camomile aromatic oil in group 2, this indicator was recorded within  $9.5 \pm 2.49$  days ( $p < 0.001$ ).

The dynamics of changes in the levels of capillary blood saturation ( $\text{SatO}_2$ , %) according to pulse oximetry in the observation groups after 10 days of treatment is shown in Figure 2. The increase in saturation reached  $91.4 \pm 3.19\%$  in group 1 and approached  $95.2 \pm 2.91\%$  in group 2.





**Fig. 2.** The changes of capillary blood saturation indices in groups of patients with complications of ARVI.

The probability of relief of signs of respiratory failure 7 days after the start of therapy is presented in table 3.

Table 3

The effectiveness of the relief of RF when used to the complex treatment of inhalation of highly concentrated oxygen with the addition of camomile aroma oil

Parameters	AE, %	RE[CI%95]	OR[CI%95]
Group 1	40.0	0.47	0.12
Group 2	85.0	[0,27-0,83] p<0.05	[0,03-0,54] p<0.05

It should be emphasized that the absolute therapeutic effectiveness (absolute efficacy) of the correction of RF during complex treatment with the addition of highly concentrated oxygen inhalations was 85.0% versus 40.0% in group 1. Relative efficacy (relative efficacy) was 0.47 [0,27-0,83], with Odds Ratio (OR) – 0.12 [0,03-0,54]; p<0.05.

So, in our own study it was found that 80% of patients hospitalized with viral pneumonias have acute respiratory failure, and therefore need oxygen support. An alternative method of combined treatment with the inclusion of oxygen support can be the use of pocket cans of highly concentrated oxygen.

Despite a some arsenal of highly effective and safe antiviral drugs and antibacterial agents, clinical practice indicates that everywhere there are complications of acute respiratory viral infections and worsening outcomes of community-acquired pneumonia. In 10% of cases in hospitalized patients, the disease acquires a life-threatening course. The use of non-drug treatment often can significantly increase the effectiveness of drug therapy. The physiological effects of pure oxygen, such as bronchodilatation, improved ventilation and perfusion of the lungs suggest that it may be an effective means of non-drug treatment of patients with complicated course of acute viral respiratory infections.

**Conclusions.** 1. Phenomenon of RF by the level of capillary blood saturation was detected in 80% of the examined: RF I-st degree was determined in 42.9% of patients, II degree I - in 31.4% of patients. A negative regression relationship was found between saturation of capillary blood, RR ( $r=-0.31$ ;  $p<0.05$ ) and HR ( $r=-0.31$ ;  $p<0.05$ ).

2. The use of highly concentrated oxygen with camomile oil in the inhalation treatment regimen significantly reduced the duration of local respiratory

symptoms ( $p<0.001$ ) and symptoms of general intoxication ( $p<0.001$ ).

3. With the inclusion of highly concentrated oxygen in the addition with of camomile aromatic oil in the complex treatment, the average long-term duration in the hospital decreased by an average of 5 days ( $p<0.001$ ). Over 10 days of hospitalization, an increase in capillary blood saturation (SatO<sub>2</sub>,%) up to  $95.2\pm2.91\%$  in patients with I and II degrees of respiratory failure was noted in the same group.

4. The absolute therapeutic efficacy of the correction of respiratory failure during complex treatment with the addition of highly concentrated oxygen inhalations was 85.0% versus 40.0% in group 1. Relative efficacy (relative efficacy) was 0.47 [0,27-0,83], with Odds Ratio (OR) – 0.12 [0,03-0,54];  $p<0.05$ .

## References

- Nichols W.G. Respiratory viruses other than influenza virus: impact and therapeutic advances. Clin. Microbiol. Rev. 2008; 21: 274-290.
- Mourtzoukou E.G., Falagas M.E. Exposure to cold and respiratory tract infections. Int. J. Tuberc. Lung. Dis. 2007; 11 (9): 938–943.
- Boujaoude Z.C., Pratter M.R. Clinical approach to acute cough. Lung. 2010; 188. (Suppl.1): S41–S46.
- Nizet T.A.C., van den Elshout F.J.J., Heijdra Y.F. van de Ven M.J. Mulder P.G., Folgering H.T. Survival of chronic hypercapnic COPD patients is predicted by smoking habits, comorbidity, and hypoxemia. Chest. 2005; 127 (6): 1904-1910.
- Kolosov V.P., Pavlenko V.I. Prediction of the frequency of exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease, combined with coronary heart disease. Bulletin of physiology and respiratory



pathology. 2012; 45: 35-37.

6. Solanes Garcia I., Casan Clara P. Causes of death and prediction of mortality in COPD. *Archivos de Bronconeumología*. 2010; 46 (7): 343-346.

7. Brill S.E., Wedzicha J.A. Oxygen therapy in acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*. 2014; 9: 1241-1252.

8. Rose B.D., Post T.W. *Clinical physiology of acid-base and electrolyte disorders: 5th Edition*. New York: McGraw-Hill. 2001; 999 p.

9. Morrison V.V., Chesnokova N.P., Bizenkova M.N. Acid base condition; Typical Acid-Base Disorders (Lecture 2). *International Journal of Applied and Basic Research*. 2015; 3-2: 273-278.

10. Plant P.K., Owen J.L., Elliott M.W. One year period prevalence study of respiratory acidosis in acute exacerbations of COPD: implications for the provision of non-invasive ventilation and oxygen administration. *Thorax*. 2000; 55 (7): 550-554.

11. Wang N., Gates K.L., Trejo H., Favoreto S.Jr., Schleimer R.P., Sznajder J.I., Beitel G.J., Sporn P.H. Elevated CO<sub>2</sub> selectively inhibits interleukin-6 and tumor necrosis factor expression and decreases phagocytosis in the macrophage. *FASEB Journal*. 2010; 24 (7): 2178-2190.

12. Lodeserto F.J., Lettich T.M., Rezaie S.R. High-flow Nasal cannula: mechanisms of action and adult and pediatric Indications. *Cureus*. 2018; 10(11): e36-e39.

# PHYSICAL SCIENCES

## SOLVING THE RIDDLES OF MULTIVERSE FROM THE POSITION OF ENERGODYNAMICS

**Etkin V.A.**

*Doctor of Technical Sciences, Professor, Togliatti State University,  
Scientific Center, Advisor to the Vice-Rector for Science*

## РАЗРЕШЕНИЕ ЗАГАДОК МУЛЬТИВСЕЛЕННОЙ С ПОЗИЦИЙ ЭНЕРГОДИНАМИКИ

**Эткин В.А.**

*д.т.н., профессор, Тольяттинский государственный университет,  
научный центр, советник проректора по науке*

### Abstract

The article highlights the events that preceded the theoretical prediction and recognition of the existence of black holes. The properties of supermassive objects, taken for black holes, and the arguments that served as the basis for awarding the Nobel Prize in this area are analyzed. Based on astrophysical data, it is concluded that the black hole hypothesis does not explain most of the observed phenomena. An energodynamic theory of strong gravity is proposed, which sheds new light on the cosmogony of the Universe as a whole.

### Аннотация

В статье освещаются события, предшествовавшие теоретическому предсказанию и признанию существования черных дыр. Анализируются свойства сверхмассивных объектов, принимаемых за черные дыры, и аргументы, послужившие основанием для присуждения в этой области нобелевской премии. На основании астрофизических данных делается вывод о том, что гипотеза чёрных дыр не объясняет большинства наблюдаемых явлений. Предлагается энергодинамическая теория сильной гравитации, поливающая новый свет на космогонию Вселенной как целого.

**Keywords:** baryonic and non-baryonic matter, their circulation, laws of gravity, attraction and repulsion, evolution of the Universe.

**Ключевые слова:** барионная и небарионная материя, их кругооборот, законы гравитации, притяжение и отталкивание, эволюция Вселенной.

6 октября 2020 года стали известны имена лауреатов Нобелевской премии по физике [1]. Ими стали Роджер Пенроуз из Великобритании («за открытие того, что образование черной дыры является надёжным предсказанием общей теории относительности»), а также Андреа Гез из США и Райнхард Генцель из Германии («за открытие сверхмассивного компактного объекта в центре нашей Галактики»). Таким образом, все они получили премию, согласно формулировке Нобелевского комитета, за прояснение «самых темных тайн Вселенной», а не подтверждение существования и не за изучение черных дыр (ЧД).

Представляет интерес кратко рассмотреть тот путь, который привёл их к столь высокой награде, и конкретные достижения, которые позволили считать их заслуживающими её. Начну с Райнхард Генцеля и Андреа Гез, которые организовали в начале 1990 гг. наблюдение за центром нашей Галактики на 8-метровом телескопе в Чили и 10-метровом телескопе им. Кека в Европейской Южной обсерватории на Гавайских островах. Они изучали движение звёзд вокруг предполагаемой сверхмассивной черной дыры в центре Млечного пути. Центр этой галактики закрыт от нас пылевыми облаками, и его невозможно наблюдать в видимом свете. Поэтому нужно было перейти в ближнюю инфракрасную область. Для получения изображений с максимально доступным для телескопов дифракционным углом

разрешением эти группы использовали сначала метод спекл-интерферометрии, а затем — адаптивную оптику.

Спекл-интерферометрия в астрономии — это метод наземных оптических наблюдений, основанный на анализе тонкой структуры «мгновенных» изображений космических объектов [2]. Он позволяет получать высокое угловое разрешение при наличии атмосферных искажений изображения. Дело в том, что в реальном телескопе из-за искажений волнового фронта в атмосфере «мгновенное» изображение точки (так называемое спекл-изображение с выдержкой  $\approx 0,02$  с) распадается на множество дифракционных пятен размером  $\sim 1''$  из-за интерференции волн, получивших в атмосфере случайные фазовые задержки. В результате, например, тесная двойная звезда выглядит как две идентичные картинки. Для устранения этого фотографии усредняют по большому числу изображений (от десятков до миллиона). В 1970-х гг. была создана теория спекл-интерферометрии, т. е. было показано, что спеклы — это хаотические интерференционные полосы, которые можно ослабить за счёт накопления большого числа (до  $10^6$ ) кадров. Применять этот метод стали с 1972, вначале регистрируя изображение на фотоплёнку, а сейчас — используя телевизионные счётчики фотонов. В результате на существующих телескопах удалось улучшить эффективное разрешение на порядок, доведя угловое разрешение до  $0,0001''$ .

Принципиально иным методом устранения нерегулярных искажений, возникающих при распространении света в неоднородной среде, является адаптивная оптика. Этот метод основан на применении для повышения предела разрешения наблюдательных приборов управляемых оптических элементов. Его идею предложил российский учёный В. П. Линник в 1957 году [3], однако возможность создания такой системы появилась лишь с середины 1990-х годов в связи с развитием технологий и с возможностью точнейшего компьютерного управления и контроля. Главным инструментом для управления волновым фронтом и коррекции оптических аберраций является деформируемое зеркало. Широкое распространение получили униформные зеркала. Такое зеркало состоит из тонкой пластины, изготовленной из пьезоэлектрического материала, на которой особым образом расположены электроды. Пластина присоединена к подложке, на передней поверхности которой сформирована оптическая поверхность. При приложении напряжения к электродам пьезоэлектрическая пластина сжимается или расширяется, что приводит к изгибу оптической поверхности зеркала. Особое пространственное расположение электродов нескольких сотен таких *актуаторов* позволяет изменять форму 1664 раза в секунду и формировать сложные рельефы поверхности в режиме реального времени для компенсации динамических аберраций [4].

Однако в астрономических приложениях для систем адаптивной оптики нужен опорный источник, который служил бы эталоном блеска для коррекции искажений, создаваемых атмосферной турбулентностью, причём он должен быть расположен на достаточно близком угловом расстоянии от исследуемой области неба. Сначала для этой цели использовались секретные разработки военных, служащие для наблюдения за спутниками. В последующем в качестве такого источника стали создаваться «искусственные звезды» путем возбуждения наземным лазером атомов натрия на высоте около 90–100 км над поверхностью Земли. Эти системы позволяют одновременно отслеживать до десяти и более источников в поле зрения диаметром 5–10 угловых минут.

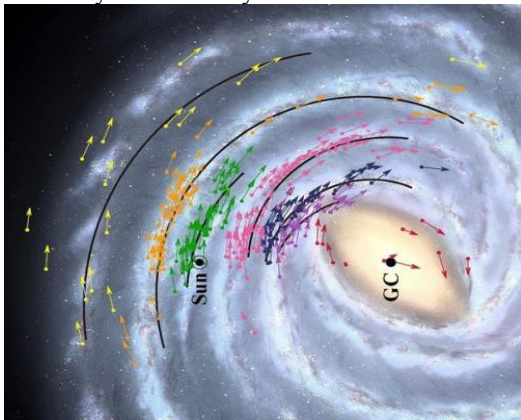


Рис. 1. Карта галактики «Млечный путь»

Использование этой техники позволило Райнхарду Генцелю и Андреа Гез получить в результате многолетних наблюдений за движением звёзд вокруг единого общего центра убедительные свидетельства существования в центре нашей Галактики некоего «компактного и сверхмассивного объекта» с массой 4,6 миллиона солнечных масс<sup>1</sup>. При этом по размерам он не превосходит Солнечную систему. Этот объект было бы правильнее назвать не ЧД, а ядром галактики», поскольку он может оказаться каким-либо иным объектом. Астрономы построили карту нашей галактики (рис.1), что позволило с большей точностью определить центр млечного пути. Выяснилось, что этот центр расположен на расстоянии 25,8 тысячи световых лет от Земли, т. е. ближе ранее принятого значения в 27,7 тысячи световых лет, а солнечная система движется вокруг галактического центра со скоростью 227 км в секунду, т. е. быстрее ранее принятых 220 км/с. Эти результаты, полученные и согласованные коллаборацией многих астрономических лабораторий, являются весомым вкладом в изучение «самых тёмных тайн Вселенной».

Значительно сложнее обстоит дело в отношении Роджера Пенроуза. Он - наиболее известный и авторитетный из математиков, работающих в области математической теории относительности и доказавший несколько общих теорем о черных дырах (ЧД), в которых обосновал наличие у них «горизонта событий» между прошлым и будущим и неизбежность коллапса ЧД при произвольных начальных условиях. Р. Пенроуз изучал структуру пространства-времени вокруг и внутри черных дыр, прибегая к довольно изящным математическим методам. Основы этого метода были сформулированы им в статье 1965 года «Гравитационный коллапс и пространственно-временные сингулярности» опубликованной в Phys. Rev. Lett.[5], т. е. спустя всего 10 лет после смерти Эйнштейна. В ней он обосновал, что черные дыры образуются из космологической сингулярности, т. е. состояния с бесконечной плотностью и температурой, где перестают действовать все известные нам законы<sup>2</sup>. С помощью изящных математических моделей он показал, что само существование ЧД является прямым следствием теории относительности, хотя сам А. Эйнштейн не верил, что объекты, «пожирающие» все, попадающее в их пределы (и даже свет), вообще существуют. Так, в своей статье 1939 года он даже объясняет, почему «шварцшильдовские сингулярности» не существуют в физической реальности» [6]. Тем самым он по существу сам отрекается от своего предсказания существования ЧД. Поэтому некоторые исследователи считают Р. Пенроуза даже более последовательным приверженцем теории чёрных дыр, чем сам А. Эйнштейн.

Р. Пенроуз первым объяснил возникновение ЧД гравитационным коллапсом, т. е. катастрофиче-

<sup>1</sup> Свойства Sgr A\*: радиус Шварцшильда не более 45 а. е., т. е. не менее  $12,7 \pm 1,1$  млн км; расстояние до Земли  $25900 \pm 1400$  световых лет ( $7940 \pm 420$  парсек); масса  $(4,31 \pm 0,36) \cdot 10^6 M_{\odot}$ ; яркостная температура  $10^7 K$ .

<sup>2</sup> По Хокингу, сингулярность – это место, где к тому же утрачивают силу и все современные представления о пространстве-времени.

ски быстрым сжатием массивных звёзд под действием гравитационных сил после исчерпания в них запаса термоядерного топлива. С этих пор ЧД стали рассматриваться как реальный, а не математический объект.

Между тем в свете астрономических открытий последнего времени, данная Пенроузом трактовка физической сущности ЧД выглядит не столь однозначной. Чтобы разобраться, о чем вообще идёт речь, назовём наиболее известные на сегодняшний день свойства «чёрных дыр»:

1. Плотность ЧД, определяемая как отношение её массы к объёму «сферы Шварцшильда» (на поверхности которой 2-я космическая скорость равна скорости света), обратно пропорциональны квадрату её радиуса. Поэтому у галактики «Млечный путь» она близка к плотности воздуха в нижних слоях атмосферы Земли и колеблется от  $0,06 \text{ кг/м}^3$  у квазара ОJ 287 до  $10^{18} \text{ кг/м}^3$  у самых малых ЧД, что превышает плотность ядер и нейтронных звёзд. Таким образом, сингулярность и коллапс являются только достаточными, но ещё не необходимыми условиями возникновения ЧД.



Рис. 2. Вид на звёзды через «чёрную дыру»

2. Черные дыры по определению обладают столь мощной гравитацией, что её не может покинуть даже свет. Поэтому они совершенно непрозрачны. Между тем имеются фотографии, где сквозь тёмное отверстие в центре галактики видны расположенные за ней звёзды (рис.2). Это означает, что далеко не все центральные области галактик можно отнести к категории ЧД, тем более что в огромном числе случаев в центрах галактик наблюдается повышенная светимость (рис.3).

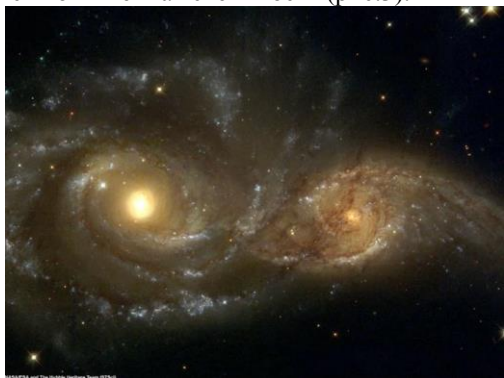


Рис. 3. Зоны повышенной светимости в центрах галактик

3. Предполагается, что лучи света имеют определённую массу и движутся вдоль границы этой сферы, не пересекаясь и не выходя за эти границы. Однако это предположение в принципе не может быть верифицируемо и потому относится (по Попперу) к категории ненаучных постулатов.

4. По Пенроузу, ЧД рождаются на месте взрыва красных гигантов, который наступает после исчерпания звездой «запасов» термоядерного горючего и её «коллапса». Между тем спектральный анализ звезд, родившихся в центрах галактик, обнаруживает наличие у них значительно большего количества кислорода и других газов, нежели в центрах удалённых галактик, где значительно больше железа. Это свидетельствует о том, что с возрастом идёт «наработка» тяжёлых элементов, а не их расходование. Кроме того, в галактиках миллионы звёзд, что делает их одновременный коллапс маловероятным.

5. Обнаружено множество спиральных галактик, центральная часть которых выбрасывает «джеты» длиной до 250 млн парсек, сопровождаемые мощным рентгеновским излучением и даже сгустками барионного вещества (рис.4). Они представляют собой исходящие из центральной части галактик струи из элементарных частиц, газов, пыли и даже звёзд величиной до 2.5 масс Солнца, по нормали к оси их вращения со скоростью, достигающей шестикратной скорости света. Это означает, что более плотная их часть галактик становится не могиликом, а «фабрикой» барионного вещества, поддерживая тем самым «вселенский баланс массы».

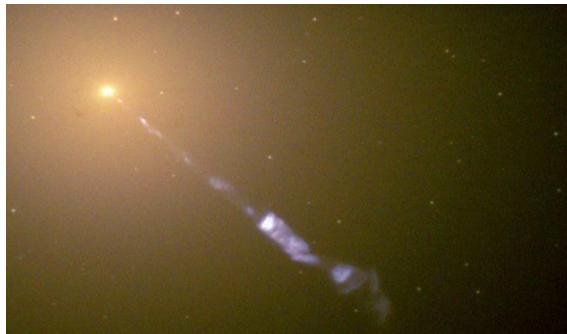


Рис. 4. Джеты, испускаемые спиральными галактиками

5. Известно, что галактики могут «поглощать» друг друга вместе с их черными дырами. При этом они излучают не только гравитационные волны пространства-времени, предсказываемы ОТО, но и обычные акустические (продольные) волны, воспринимаемые на расстояниях свыше 250 млн световых лет. Их возникновение обнаруживается по усиленному свечению в области фронта ударной волны (рис.5).





Рис. 5. Ударные волны от слияния галактик

6. Астрономы очень часто наблюдают случаи, когда звезды, находящиеся в аккреционном диске, отбрасываются от центра галактики. Это свидетельствует о том, что наряду с силами тяготения во Вселенной действуют и гравитационные силы «отталкивания». О наличии таких сил свидетельствует концентрическая структура скоплений звёзд, когда часть их располагается в центре, а другая – на определённом расстоянии между ними (рис. 6) [7], а также удержание туманностей на определённом расстоянии друг от центрального скопления на том же рисунке.

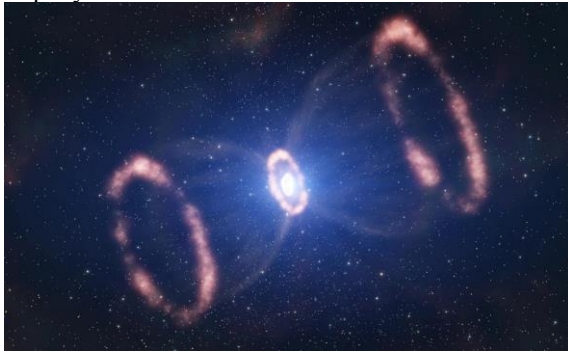


Рис. 6. Кольцевая структура галактики и туманностей

7. Согласно небесной механике, основанной на законе Ньютона, скорость вращения периферийных областей спиральных галактик должна падать. Однако точные измерения этой скорости обнаружили её практическое постоянство. Это несоответствие ротационных кривых галактик диктует необходимость модификации не только закона тяготения Ньютона, но и всей теории гравитации.

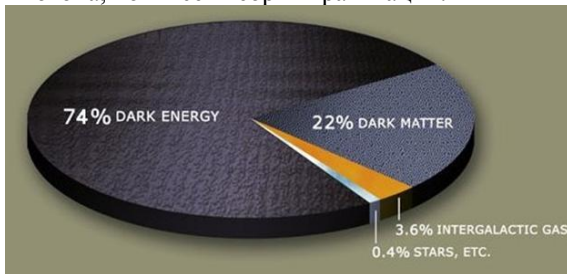


Рис. 7. Баланс материи во Вселенной

Подходя с этих позиций к теории «чёрных дыр», приходится констатировать, что она не даёт удовлетворительного ответа ни на один из поставленных выше вопросов. Прежде всего, остаётся без ответа вопрос о том, откуда взялись эти «запасы» ядерного горючего и где находится источник барионной материи, который необходим для поддержания его баланса по мере «поглощения» звёзд ЧД как

их «могильщиками». Такой источник необходим также и для объяснения наблюдаемого явления постоянства плотности барионного вещества при «расширении» Вселенной. Физический вакуум (ФВ), рождающий только «виртуальные» частицы, для этой цели явно не подходит.

Далее, согласно «термодинамике ЧД», в которой поверхность «горизонта событий» служит аналогом энтропии, абсолютная температура  $T$  ЧД должна быть отличной от нуля, порождая тепловое излучение вопреки определению ЧД, и её «испарение». Это открытие С. Хокинга свидетельствует о внутренней противоречивости теории ЧД.

Все упомянутые выше нестыковки вынуждают исследователей искать выход за рамки «Стандартной космологической модели», базирующейся на ОТО. Одна из попыток такого рода предпринята мной в рамках единой теории переноса и преобразования любых форм энергии, названной для краткости энергодинамикой [8]. В отличие от ОТО, подменившей динамику кинематикой, силы  $F$  – кривизной пространства, а физику – математикой, энергодинамика даёт универсальное определение силы как градиента соответствующей формы энергии  $F = \partial U / \partial r$ . При этом любые силовые поля предстают как следствие неоднородного распределения в пространстве материального носителя соответствующей формы энергии. Если ОТО представляет динамику гравитационного взаимодействия Вселенной десятью космологическими уравнениями Гильберта - Эйнштейна в частных производных 2-го порядка с сотнями неизвестных переменных, то энергодинамика представляет его в виде одного уравнения с двумя неизвестными. Наконец, эта теория базируется не на постулатах, а на упомянутых выше астрономических открытиях последнего времени.



Рис. 8. Вояджер-2

Наиболее значимым из них является обнаружение того, что лишь 4-5% материи Вселенной является видимой (наблюдаемой). Ей принято называть «барионным веществом», поскольку в его структуре имеются протоны и нейтроны. Остальная часть материи является «скрытой» (невидимой). Принято считать, что она состоит на 22% из «тёмной материи», образующей вращающееся «гало» вокруг галактик, и на 74% из «тёмной» энергии, ответственной за их ускоренное разбегание (рис.7). Структура этой более «тонкой» материи не поддаётся изучению существующими средствами, поэтому мы вынуждены считать её континуумом.

Этому соответствует деление материи Вселенной не на вещество и поле, а на структурированную (барионную) и неструктурированную («небарионную») часть. Небарионная материя обладает единственной (гравитационной) степенью свободы, и, подобно эфиру, заполняет всё предоставленное ей пространство. Поэтому она является непреходящим компонентом любой материальной системы. Это делает её «первичной» формой материи (предвеществом), из которого в процессе «конденсации» (структурообразования) сформировались все известные формы барионного вещества (элементарные частицы, ядра, атомы, молекулы, газы, пылевые облака, малые и большие небесные тела, галактики и их скопления). Именно малая доля барионного вещества, излучение которого отличается индивидуальным спектром, обсловливает низкую температур галактической среды (2, 73 К). Существование «войдов» - космических пустот огромных размеров (свыше миллиарда световых лет), свободных от барионного вещества, подтверждают фотографии (рис.8). Энергодинамика объясняет их отсутствием в войдах условий для конденсации небарионной материи. Плотность небарионной материи в войдах колеблется по современным данным от  $\sim 10^{-27}$  до  $\sim 10^{-34}$  г см<sup>-3</sup>. Такая неоднородность делает её неустойчивой и порождает возникновение в ней автоколебаний плотности. Как доказывается в энергодинамике, энергия этих колебаний  $\mathcal{E}_g = Mc^2$ , т. е. величине, принимаемой в настоящее время за полную энергию вещества. Эта энергия и делает небарионную материю «топливом» звёзд, хотя она и представляет собой только часть энергии небарионной материи, которая вовлечена в колебательное движение.

Отсюда в предположении постоянства скорости света  $c = const$  и следует принцип эквивалентности энергии и массы А. Эйнштейна  $\mathcal{E}_g = Mc^2$  [9]. Этого принципа достаточно для доказательства того, что напряжённость гравитационного  $X_g$  и любого другого поля определяются градиентами плотности соответствующей формы энергии  $\mathcal{E}_g = \partial \mathcal{E}_g / \partial V = \rho c^2$ , откуда непосредственно следует закон гравитации вида:

$$X_g = \rho g = c^2 \nabla \rho, \text{ (Дж м}^{-4}\text{)}. \quad (1)$$

Полевая (близкодействующая) форма закона гравитации (1) незаменима для континуальных сред, в которых невозможно выделить «полеобразующие» и «пробные» тела. Она предсказывает существование сильной гравитации (в  $\sim 10^{46}$  раз превышающей ньютоновскую), гравитационного равновесия ( $\nabla \rho = 0$ ), возможность смены притяжения ( $\nabla \rho > 0$ ) отталкиванием ( $\nabla \rho < 0$ ) при изменении характера распределения материи в пространстве (смене знака  $\nabla \rho$ ) и исчезновение гравитации при достижении предела сжимаемости ( $\rho = \rho_{max}$ ) [9]. Огромная величина энергии конденсации  $Mc^2$  обнаруживает источник энергии, в сотни раз превышающий термоядерную энергию, что проливает новый свет на происхождение сверхмощного излучения квазаров. Предложенное автором обоснование близкодействующего закона сильной гравитации позволило Израильской ассоциации изобретателей выдать

мне в 2018 году диплом за «открытие явления гравитационного отталкивания» (№017-2018).

Благодаря учёту пространственной неоднородности распределения плотности биполярная форма закона гравитации (1) устраняет противоречие закона тяготения Ньютона с наблюдаемым характером ротационных кривых спиральных галактик, приводя к закону распределения их плотности  $\rho$  к виду [10]:

$$(v/c)^2 = -r \nabla \rho / \rho. \quad (2)$$

Согласно этому выражению, скорость  $v$  дифференциального вращения галактики на расстоянии  $r$  от центра понижается к периферии тем медленнее, чем резче понижается относительный градиент её плотности ( $\nabla \rho / \rho$ ) и при определённом его значении может оставаться неизменной, что и наблюдается в действительности.

Предсказание существования гравитационных сил отталкивания в барионной и небарионной материи делает излишним введение дополнительных сущностей типа «тёмной материи» и ещё более «тёмной» (непознанной) энергии, ответственной за ускоренное расширение Вселенной. Тем не менее построенная на этой основе энергодинамическая теория космогонии позволяет объяснить упомянутые выше наблюдательные данные, не выходя при этом за рамки классической физики.

Действительно, согласно энергодинамической теории сильной гравитации [11], базирующейся на законе (1), уплотнение небарионной материи ( $\nabla \rho > 0$ ), спонтанно возникнув в какой-либо области Вселенной, в дальнейшем не меняет своего знака. Таким образом, уплотнение какой-либо области Вселенной, однажды начавшись, не прекращается вплоть до возникновения сингулярности (состояния с бесконечной плотностью и температурой), если только растущие внутренние силы давления не вызовут её «взрыв» ещё на подходе к этому состоянию. Такой «взрыв» неизбежен, поскольку по мере приближения к сингулярности относительные градиенты плотности  $\nabla \rho / \rho$  и силы тяготения ослабевают, а силы внутреннего давления, обусловленные термоядерными реакциями, напротив, возрастают. Это явление нарушения гидростатического равновесия следовало бы называть «взрывом» не «сверхновой», а «сверхстарой», поскольку оно завершает эволюцию звезды. Сопровождающее взрыв локальное расширение заканчивается так называемым «большим разрывом» всех его структур барионного вещества, включая атомы. Этот «разрыв» возвращает вещество в первоначальное (небарионное) состояние. Неупорядоченное чередование процессов сжатия и расширения отдельных областей бесконечной Вселенной реализует кругооборот материи, позволяющий ей существовать неограниченно долго, минуя состояние равновесия.

Столь же «прозаично» описывает энергодинамическая теория космогонии процесс превращения небарионного вещества в барионное. Дело в том, что продольные акустические колебания небарионной материи, реально обнаруженные в космическом пространстве [12], охватывают весь возмож-

ный диапазон частот  $0 < \nu < \infty$ . При этом ввиду «все-проникающего» характера гравитации излучение, сопровождающее эти колебания, является фоновыми. Это и делает небарионную материю невидимой («тёмной»). Лишь в процессе её «конденсации», сопровождающейся структуризацией (образованием барионного вещества с индивидуальным спектром излучения) материя становится «видимой» (наблюдаемой). Это и фиксируется телескопами как рождение «сверхновой».

Однако процесс конденсации возникает лишь при достижении определённой плотности небарионной материи. До этих пор ядро любой галактики, подобно войдам свободное от барионного вещества, вообще невидимо, хотя и не имеет ничего общего с ЧД. Такое ядро прозрачно, что и отражает рис.1. Его можно обнаружить лишь по движению барионной материи, увлекаемой потоком небарионной материи. Однако по мере уплотнения и возникновения процесса конденсации ядро начинает испускать «джеты» и приобретает всё большую светимость. Это свечение прекращается лишь со «старением» галактики, когда ядро галактики становится более однородным, а относительная величина градиента давления  $\nabla p/\rho$  и связанная с ним аккреция барионной и небарионной материи ослабевает. С приближением к этому состоянию джеты становятся неустойчивыми (пульсирующими), а их направленность – не столь выраженной. С ослаблением джетов область конденсации смещается к «аккреционному диску», где и осуществляется в основном «производство» небарионной материи. Участвующие в её вращении туманности, малые и большие небесные тела, звёзды и их скопления образуют видимые «рукава» галактик, которые по мере ускорения становятся все «тоньше» и иногда вытягиваются в очень длинные нити (рис.6). Такие нити пронизывают всю видимую часть Вселенной (рис.9), что послужило причиной называть их «паутиной Вселенной». Её наличие свидетельствует о распространённости в космосе явления переток вещества с одной звезды или галактики на другую. Особенно наглядно проявляется это перетекание вещества в «тесных системах двойных звёзд или галактик» (рис.10). На этом рисунке весьма отчетливо проявляется особенность этого процесса, состоящая в неизменности положения центров скоплений звёзд, в то время как периферийные слои движутся с ускорением. Это подтверждает существование гравитационного равновесия, поскольку в их центрах скоплений  $\nabla p = 0$ . Равновесие нарушается только для периферийных слоёв этих галактик, где  $\nabla p$  отличны от нуля. Они и испытывают тяготение, при котором одна звезда или галактика как бы «раздевает» другую. При этом из рис.10 следует также, что «раздевается» не обязательно меньшая из галактик: всё зависит от спонтанно возникшего градиента плотности материи в той или иной области пространства, как это и следует из биполярного закона гравитации (1). Этот закон легко объясняет также, почему значительная часть образовавшегося в ядре спиральной галактики барионного вещества выбрасывается из её центра в

направлении оси вращения. Ответ состоит в том, что именно в этом направлении градиент её плотности  $\nabla \rho$ , а, следовательно, и сила тяготения минимальны. Объясняет биполярный закон (1) и концентрическое расположение скоплений галактик на определенном удалении от центрального скопления, обнаруженное НАСА при построении трёхмерной карты Вселенной [7]. Согласно закону Ньютона, такое расположение скоплений звёзд невозможно в силу их взаимного притяжения. Однако согласно фотографии рис.5 оно реально существует и объясняется наличием гравитационного равновесия в пучностях скоплений звёзд, где  $\nabla p = 0$ .



Рис.9 Нитевидная структура, образованная аккреционными рукавами

Рис. 10. Нитевидные потоки, обусловленные аккрецией в-ва



Рис. 10. Перетекание вещества на галактику с меньшей массой

Предложенное объяснение ряда наблюдаемых явлений подтверждает справедливость энергодинамической теории сильной гравитации, основанной на законе (1). Этот сценарий позволяет различать последовательность отдельных этапов эволюции различных областей Вселенной и обосновать кругооборот материи в ней как целом. Поэтому он может стать основой энергодинамической теории её эволюции [13].

Наряду с этим возникает большое сомнение в справедливости выводов, сделанных на основании ОТО. В частности, становится очевидным, что сверхмассивные объекты, наблюдаемые в центрах большинства галактик по отсутствию их свечения, не всегда являются ЧД, предсказываемыми ОТО. Сверхмассивными могут быть и ядра галактик, которые подобно войдам свободны от барионного вещества. Именно они по мере их уплотнения становятся «фабриками звёзд», в то время как ЧД являются лишь их «могильщиками».



Поэтому права Шведская АН, присудившая премию Р. Генцелю и А. Гез за «открытие сверхмассивного объекта в центре нашей Галактики». Тем самым она оставили шанс, что этим объектом может оказаться и не «черная дыра», тем более что «сфера Шварцшильда» составляет только её часть.

Однако этого нельзя сказать в отношении премии Р. Пенроузу, вклад которого оценивается Нобелевским комитетом как «открытие того, что образование черной дыры было бы надёжным предсказанием ОТО». Уравнения этой теории описывают однородную Вселенную «в целом» без учёта противоположной направленности процессов в её отдельных областях и потому не могут соответствовать реальному положению дел. Однако и без учёта этого упомянутая формулировка представляется нелегитимной, поскольку завещание Альфреда Нобеля явным образом предусматривало премию за достижения, облегчающие жизнь человечества, а не за успехи в области математической физики. В этом отношении весьма показателен пример со Стивеном Хокингом, неоднократно выдвигавшийся на Нобелевскую премию, но не получивший её ввиду невозможности подтвердить его теорию «испаряющихся ЧД» ни существующими, ни возможными в будущем средствами наблюдения ввиду бесконечности Вселенной.

#### Литература

1. <https://www.nobelprize.org/press-room/>
2. Labeyrie. A. Attainment of Diffraction Limited Resolution in Large Telescopes by Fourier Analysing Speckle Patterns in Star Images. //Astrophysics, 6(1970). 85-87.

3. Линник В.П. О принципиальной возможности уменьшения влияния атмосферы на изображение звезды // Оптика и спектроскопия, 4(4)1957. 401—402.

4. Duffner R.W. The Adaptive Optics Revolution: A History. — New Mexico, 2009. —ISBN 9780826346919.

5. Penrose R. Collected Works, Six Volume Set. - Oxford University Press: 2010. ISBN 9780199219445

6. Эйнштейн А. Stationary system with spherical symmetry consisting of many gravitating masses. //Annals of Mathematics (ser. 2), 40(1939). 922-936.

7. SDSS-III: Massive Spectroscopic Surveys of the Distant Universe, the Milky Way Galaxy, and Extra-Solar Planetary Systems, 2008. 29—40.

8. Эткин В.А. Энергодинамика (синтез теорий переноса и преобразования энергии) – СПб.; «Наука», 2008.- 409 с.

9. Etkin V. Gravitational repulsive forces and evolution of universe. // Journal of Applied Physics (IOSR-JAP), 8(6), 2016. 43-49 (DOI: 10.9790/4861-08040XXXXX).

10. Эткин В. Альтернатива закону тяготения Ньютона. //Проблемы науки, 6(54)2020.4-11.

11. Etkin VA. Energodynamic theory of gravitation. // Aeronautics and Aerospace Open Access Journal, 2019;3(1):40–44. DOI: 10.15406/aaaj.2019.03.00079

12. Eisenstein, D. J.; et al. Detection of the Baryon Acoustic Peak in the Large-Scale Correlation Function of SDSS Luminous Red Galaxies. //The Astrophysical Journal, 2005. 633 (2).560-564..

13. Эткин В. О диалектическом единстве эволюции и инволюции. //Annali d'Italia, 10 (2020).19-26.

## ON THE PHENOMENA OF OPTODYNAMICS

**Melkounian B.V.**

*Moscow Witte University, Russia*

#### Abstract

Precise optical devices for full measurement of the accelerated motion are presented. The proposed devices are implemented on the basis of the linear semiconductor laser, without moving or tensioned parts and without ring resonators, and could be arranged on the belt fastened around the object to be measured. Presented method consists in the using of standing wave of the coherent radiation in the resonator as the sensitive element of the accelerated movement measurement.

**Keywords:** accelerometer, control, navigation, linear laser resonator, optodynamics.

#### 1. Known phenomena of optodynamics in moving resonators

We consider the dynamic action of external forces on a rigid resonator with an invariable geometry, with resonator elements and a photodetector stationary relative to each other during the interaction time, which leads to an accelerated motion of the resonator with radiation. We also consider the radiation medium to be stationary and uniform in the intrinsic frame of reference of the moving resonator, when the dielectric  $\varepsilon$  and the magnetic  $\mu$  permeability are constant.

At the same time, the movement of the source and the receiver of radiation relative to each other under the action of external forces, or the movement of the active medium [1] in the cavity, additionally lead to the Doppler, Fresnel-Fizeau effects, etc. [2-3].

Today, the term "optodynamics" corresponds to the processes of motion of particles of a medium under the influence of light, including laser cutting and drilling. In our case, the term "phenomena of optodynamics in moving resonators" is used to refer to phenomena in the case of uneven motion of a rigid resonator with radiation.



Prior to our work in rigid moving resonators, there were only two "phenomena of optodynamics in moving resonators" independent of the medium:

The first is *the invariability of the radiation parameters* of the source in the form of a cross-shaped interferograph moving with the Earth's orbital velocity; it was discovered by Albert Abraham Michelson [4-6].

Second is *the appearance of a frequency shift proportional to the angular velocity of rotation* of the ring resonator for each component of its radiation; it was

most fully investigated by Georges Marc Marie Sagnac [7-11]. Both of these phenomena were investigated in order to test the hypothesis of "ether dragging" [12].

## 2. Cross-shaped Michelson interferograph

Michelson and his co-workers had created a new optical setup to measure "ether vortices". A cruciform interferograph was assembled in a wine cellar, on a stone slab (1.5 x 1.5 x 0.3) m<sup>3</sup>, floating on a "pillow" of mercury [12].

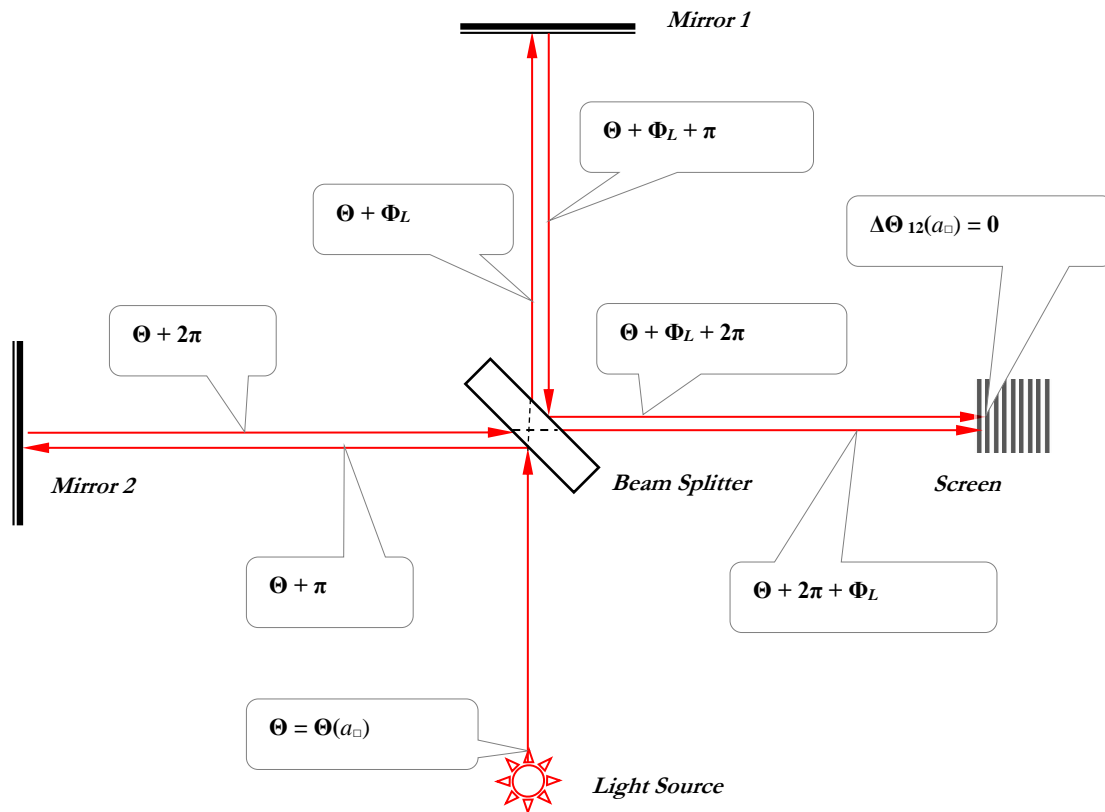


Fig.: 1. Optical scheme of Michelson's "interferograph" (1881-1886).

Moreover, the measuring "shoulder" of the cross-shaped beam contour of the linear interferograph was directed either along the motion of the Earth, then perpendicular to it. But the displacement of the interference fringes on the screen, expected by the "ether" model, was not found either during the first experiment in 1881, or after.

It shouldn't have been, but for different reasons. By other we mean reasons not related to the presence or absence of "ether".

In Fig. 1 shows a diagram of an interferograph for measuring the assumed "ether vortices" during the translational movement of the installation together with the Earth in its orbit. Its elements remained motionless when measured relative to each other.

The interference picture on the screen of the new setup turned out to be very sensitive to the shift of any of its elements.

The "wrong" interferograph with a moving element, or with a moving optically dense medium, has become an interferometer - a precision instrument of wide application. Until recently, the Michelson interferometer was widely used in the rotation stabilization

system in CD-ROM devices for personal computers and was produced in millions of copies.

## 3. Interpretation of the first experiments of Michelson

Before our works, the negative result of Michelson's first experiments, or the invariability of radiation parameters in a cruciform interferograph, was explained by the fact that the ether, as a special physical medium, does not exist; which of course is true. On the other hand, a stable effect was found in a Sagnac ring interferograph on the same plate - the appearance of a frequency shifts proportional to the angular velocity of rotation of the ring resonator. SRT (to explain Michelson's experiment) and GRT (including, to explain the Sagnac experiment) were created.

The absence of the observed change in the interference pattern at the output of the setup according to Fig. 1 allows for a different (without creating SRT) explanation based on a general physical approach [13-16].

The absence of interference fringes shifting on the screen of a linear (cross-shaped) interferograph does not contradict the laws of classical physics and is in no way connected with the presence / absence of "ether". After all, what were the researchers doing? On a freely

floating slab, they fixed: a light source, a light receiver and framing elements (mirrors and beam splitter).

The system was closed, and, left to itself, moved uniformly and rectilinear during their measurements. The orbital motion of the Earth around the Sun is the best available example of uniform rectilinear motion for small terrestrial objects in a short experiment time. According to Galileo (Galileo Galilei, 1564-1642), a physical system is able to detect only a change in its speed (state) with uneven motion (external influence).

In addition, it can be shown that at the output of the cross-shaped interferograph, a "zero path difference" was observed between two components of the same beam (see Fig. 1). This design compensates for any change in beam phase due to uneven movement of the entire system.

In the first Michelson interferograph, the initial beam from the source is split into two (opposite in phase), each of which undergoes same number of reflections, on its way to the screen.

It is also impossible to expect that electromagnetic radiation without mass in kg, but with its *eigenvalues* of energy, momentum, or angular momentum, changes its space-time characteristics in the same way as a material point.

Michelson did not measure the orbital velocity of the Earth's motion in the first relevant works, since:

1) the absence of a shift of the fringes of the interference pattern on the *Screen* of Michelson's "interferograph" does not contradict general physical laws; the system was closed, left to itself, and moved with the Earth almost uniformly and rectilinearly during the entire experiment in orbit around the Sun;

2) according to Maxwell's theory, the radiation from the *Light Source* is divided by the *Beam Splitter* plate into 2 sleeves from the *Beam Splitter* to *Mirror 1* and to *Mirror 2*; the beams pass back and forth and meet on the *Screen* after an equal number of reflections, with equal phases and with zero phase difference;

3) the light in the resonator does not have to be sensitive to the movement of the common plate along the standing radiation wave; this will be the case only if the beam of light consists of massive balls; for example, the axis of sensitivity of the "autonomous resonatory device" (ARD) to acceleration is directed almost at right angles to the standing wave of light in the resonator, which is determined by the direction of the "vector of radiation" [13-16];

4) according to the theory of ARD, the interferograph circuit compensates for any possible change in the phase of the radiation, including with the uneven motion of the entire system.

It can be assumed that when installation moves, phase of radiation from the "*Light Source*" changes, depending on the acceleration of the entire installation plate, by the value  $\Theta(a_{\square})$ , where  $a_{\square}$  - is the acceleration of the common plate ( $\square$ ) of the installation. Further, the phase of light in the arms of the interferometer changes by  $\pi$  after each reflection and by phase  $\Phi_L$  after each pass of the "*Beam Splitter*" dividing plate, where  $L$  is

the length of the optical path traveled in the plate. As a result, from Fig. 1, we get zero phase difference at the output.

#### 4. Related works by others

##### *Ring resonator based devices.*

The main difference between our device and G. Sagnac effect based laser gyro is the shape of the sensitive element: the linear light standing wave instead of the ring one of laser gyro. But ring laser itself as the sensitive element of laser gyro has the dead zone and nonlinear part on the characteristics. The laser gyro includes necessarily added mechanic or electromagnetic alternating bias devices attached to the active or passive ring resonator.

##### *Linear resonator based devices with an alteration of the dimensions of light pathlength.*

These devices are based on Doppler effect and resonator dimension changing. They are characterized with an element of measurement system additionally disposed on the moving object. At the same time other parts of the measurement system are disposed on a motionless environment. This group of devices has common generic subject matter such that altering of dimension of the sensitive pathlength as dynamic response.

##### *Linear resonator based devices with an alteration of the media parameters.*

These devices are based on the alteration of some parameters of the media in the resonator, as density or birefringence in tensioned fiber, caused by the forced movement due to its specific properties, e.g. inertia. This group of devices has common generic subject matter such that altering of the material parameters of the sensitive pathlength as dynamic response.

All devices of mentioned above groups include necessarily added mechanic or electromagnetic subsystems and non-controlled nonlinear parts on the output characteristics.

#### 5. Presented works

The presented devices of the same type, depending on a method of measurement and processing of output signal, are single-axis accelerometers or vibrometers. A couple of the devices, fixed on definite distance from each other, will be laser gyro without dead zone. Presented devices measure acceleration of actual motion, including constant acceleration as against to piezo-effect based sensors, which are reacting only with changing of acceleration of the object. Our devices measure acceleration of actual motion at free falling of object as against to all other accelerometers.

In Fig. 2 shows the optical scheme of the semiconductor laser based ARD.

In total, the sensor (without a preamplifier, power supplies and control units) contains three parts, including: a frameless semiconductor laser, a return mirror and a frameless silicon photodiode. The weight of the sensor together with the housing and the preamplifier is 20 grams.

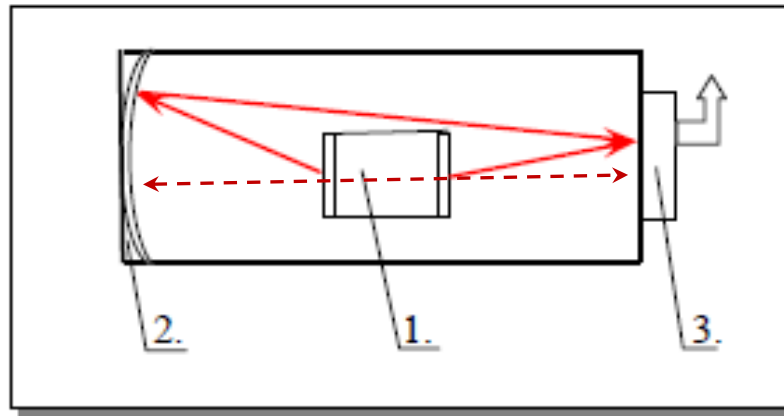


Fig. 2. Optical scheme of ARD based on a semiconductor laser, "BAGRON" Co. (1999).

In fig. 2 denotes: 1 - uncased semiconductor laser; 2 return mirror; 3 - photodetector with an output photocurrent. Here, solid red arrows present the radiation

with uneven motion of the ARD, dashed arrows present the radiation of a resting ARD.

The basic features of the ARDs: «B-1AC» & «B-1AM» are listed in the Table 1:

Table 1.

Parameters	«B-1AC» (ceramic fulfillment)	«B-1AM» (metal fulfillment)	Analogue on accuracy «A-4» quartz accelerometer
Mass	< 0,015 Kg	< 0,020 Kg	0,050 Kg
Dimensions with pre-amplifier	12 x 12 x 32 mm	Ø12 mm x 32 mm	Ø38 mm x 21 mm
Working range	±12 g	±12 g	±7 g
DC power supply	±5 V; +2 V; 0,1 W	±5 V; +2 V; 0,1 W	±15 V, +9 V; 100 mA
Frequency band of operation	(0÷100) KHz Determined by preamplifier	(0÷100) KHz Determined by preamplifier	(0÷100) Hz
Output signal	Analogue	Analogue	Analogue
Sensitivity	< 10 <sup>-6</sup> g Determined by photoreceiver	< 10 <sup>-5</sup> g Determined by photoreceiver	5·10 <sup>-7</sup> g in case of stable g, acting on the accelerometer
Instability of «zero» signal during the movement of object	Does not depend from g and is determined by electronic units	Does not depend from g and is determined by electronic units	Not worse than 5·10 <sup>-5</sup> ·g in case of stable g acting on the accelerometer

### Conclusions

1. The first experiments of Michelson admit of a different interpretation.

2. The prototypes of "autonomous resonator sensor" - a new type of linear laser accelerometer without straining and moving relative to each other parts are developed.

3. Depending on the magnitude of the impact and the parameters of the resonator, the response function of the ARD ceases to notice a strong constant external impact of (1÷0.1)·g after (1÷100) ms, respectively. The rise time of the first maximum of the ARD response at an acceleration of ~ 10<sup>-6</sup> g is up to hundreds of seconds at a low amplitude.

4. Proposed ARD can be used in transport and tool control systems, for analyzing destruction from high-frequency vibrations and in 3D computer mice without a pad.

### References

- Melkounian B.V. Laser gyro active media gas flows determination // Uspekhi Prikladnoi Fiziki. - 2016. - V. 4. - №1. - P. 24-31 (In Russian).
- Bolotovskiy B.M., Stolyarov S.N. // Uspekhi Fizicheskikh Nauk. - 1974. - Vol .114. - Issue 4. - P. 569-608 (In Russian).
- Born M., Wolf E. Principles of Optics. - M.: Nauka, 1970 (In Russian).
- Michelson A.A. // Amer. J. Sci. - 1881.- Vol. 22. - P. 20.
- Michelson A.A. // Amer. J. Sci. - 1887. - Vol. 34. - P. 333.
- Michelson A.A., Morley E. W. // Amer. J. Sci. - 1886. - Vol. 31. - P. 377.
- Sagnac M.G. Effet tourbillonnaire optique. La circulation de l'éther lumineux dans un interféromètre tournant //J.de Phys.Theor. Appl. - Paris. - 1914. - Vol. 4. - № 1. - P. 177-195.

8. Sagnac M.G. On the proof of the reality of the luminiferous aether by the experiment with a rotating interferometer // *Comptes Rendus Hebdomadaires des Seances de l'Academie des Sciences*. – Paris. - 1913. - Vol. 157 (25). - P. 1410-1413.
9. Sagnac M.G. Strioscope et striographe interférentiels // *J. Phys. Theor. Appl.* – Paris. - 1913. - Vol. 3. - № 1. - P. 292-305.
10. Sagnac M.G. Strioscope et striographe interférentiels. Forme interférentielle de la méthode optique des stries // *J. Phys. Theor. Appl.* – Paris. - 1913. - Vol. 3. - № 1. – P. 81-89.
11. Sagnac M.G. The demonstration of the luminiferous aether by an interferometer in uniform rotation // *Comptes Rendus Hebdomadaires des Seances de l'Academie des Sciences*. – Paris. - 1913. - Vol. 157 (17). - P. 708-710.
12. Mandelstam L.I. *Lectures in Optics, Theory of Relativity and Quantum Mechanics*. – M.: Nauka, 1972 (In Russian).
13. Melkounian B.V. “Radiation vector” of Accelerated Cavity” // *Bulletin of the Lebedev Physics Institute*, (2014), Vol. 41, No. 2, pp. 35-42.
14. Melkounian B.V. “Radiation Phase in the Accelerated Cavity” // *Bulletin of the Lebedev Physics Institute*, (2014), Vol. 41, No. 7, pp. 181-184.
15. Melkounian B.V. “Conditions for Mode Change of a Rigid Cavity” // *Journal of Communications Technology and Electronics* (2017), Vol. 62, No. 8, pp. 858–864. ISSN 1064-2269 © Pleiades Publishing, Inc. 2017.
16. Melkounian B.V. “Radiation Modes of an Accelerated Cavity” // *Journal of Communications Technology and Electronics*, 2018, Vol. 63, No. 7, pp. 730–737. ISSN 1064-2269 © Pleiades Publishing, Inc. 2018.

# TECHNICAL SCIENCES

## BIG DATA ANALYSIS IN EDUCATION

**Meruert S.,**

*Professor of Computer Science, Doctor of Pedagogical Science  
L.N. Gumilev Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan*

**Aitgul A.**

*Master student  
L.N. Gumilev Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan*

### Abstract

The possibilities and prospects of using big data analysis in education in the context of the rapid development of technologies are revealed. The article analyzes the ways of modernization of education, which will become possible due to the massive introduction of data analysis technologies and free circulation of unstructured data. It proposes techniques and tools that in the future can help resolve the current difficulties in the education system and discusses some of the alarming negative consequences of the massive adoption of big data in a digital society. It also explores the types of learning analytics that can help understand how data analysis is being used to improve learning outcomes.

**Keywords:** big data, perspective, data analysis, education

Big data is a specific technology that makes it possible to analyze and extract new knowledge from arrays of unstructured data. Just ten years ago, incredible amounts of information were accumulated on the storage media of various organizations, the use of which was completely inexpedient economically due to the lack of a clear structure and the high complexity of extracting useful data. Big data makes it possible, using a set of mathematical and statistical tools, to form a universal data structure and extract useful information from previously inactive arrays, applying it in a wide variety of areas of activity.

One factor that should drive the massive adoption of big data analysis in education is a significant reduction in the cost of storing a unit of information. The level of development of information storage technologies has led to a decrease in the cost of storing one gigabyte of information by 46% over the past 12 years [1; 2]. These changes are so significant that today a significant part of the information is already presented only in digital form - traditional paper media are not used or are hardly used (in comparison with the past) in many industries. New software and hardware that are emerging and simplified analysis of data allow to obtain new knowledge from the massifs of information, eight years ago were considered "information ballast", which would have been disposed of without hesitation earlier. Today, the analysis of data about students is one of the main resources of educational platforms, which allows to build more productive educational relationships [3].

This is confirmed not only by trends in the practice of educational activities. Thus, several scientists D. Bollier and C. Firestone, note that databases are no longer just a way of storing data. They turn into a modern tool for obtaining new knowledge, thanks to which the processes of adaptation and collaboration become more effective, and decisions made in real-time - more personalized, considering the specifics of specific participants in the relationship [3].

The colossal amounts of data accumulated earlier, measured in hundreds of petabytes, now have real prospects of becoming a source of information that will become the key to not only commercial success, but also high standards of educational services for all students, regardless of personality traits and special needs.

Another important change in data processing technology should not be discounted., which ensures their fast transfer - the Internet. According to Internet World Stats, the number of people using the resources of the global network on an ongoing basis, from 2000 to 2020, has increased almost thirteen times [4]. The number of Internet users is inextricably linked with the number of devices that transmit information over computer networks: At the beginning of 2020, more than 4.5 billion people use the Internet, and the audience of social networks exceeded the 3.8 billion mark. Almost 60% of the world's population is already online, and there is every reason to believe that by the middle of the year half of all people on the planet will be using social media. In one minute, on average, about five thousand new devices are connected to the network and the volume of transmitted and stored information grows proportionally [5].

In addition, the speed of new data generation also shows comparable values. In 2012, roughly 2.5 exabytes of information were created on the Internet every day, according to rough estimates by communications professionals, and this figure was expected to double every 40 months. By 2025, a tenfold increase is projected, that is, compared to the expected increase, the growth amounted to more than 550%. To illustrate the changes that have taken place, it is enough to note that more data is transmitted on the Internet in one second than its full volume was 18 years ago.

Such changes in the field of the emergence of new information and its storage capabilities allow companies such as, for example, the world's largest retail chain Walmart, collect 4 thousand gigabytes of data about their customers, their preferences and purchases

every 60 minutes [6]. It is fair to assume in such a situation that in the field of education, the introduction of such breakthrough technologies soon will allow in real time not only to determine the demand for this or that educational content and its need for each specific individual, but also based on the analysis of data on interaction the latter with educational and social platforms to adapt the trajectories of learning the material for it [6]. Such prospects cannot but set the ambitious task of creating new tools and techniques that will ensure the effective receipt of information about students, its storage and analysis [7].

Let us consider the promising possibilities of using big data analysis in the field of education. In the future, the analysis of big data collected by organizations, as well as open data, will help to implement a mechanism that ensures effective interaction between teachers and students in real time, which will make it possible to conduct a deep comprehensive study of the learning models implemented by educational organizations and optimize them considering new knowledge available through the analysis of big data [8]. These measures will allow balancing the labor intensity of the educational process by predicting which of the students need more assistance and support in the process of mastering educational programs in order to avoid an extremely low level of training and, as a result, refusal to study due to its inefficiency [8; 10]. In our opinion, all this should lead to an intensification of the search for new approaches in the theory and practice of education, which will be in demand by students with special needs [8].

Considering the forthcoming change in the education system under the influence of new technologies, it is important to remember the rapid growth of the role of electronic and distance learning forms, thanks to which people from all over the world get access to the best educational resources from the world's leading universities without leaving their homes [9]. The introduction of more and more open educational resources will give the world education the opportunity to accumulate significant amounts of data, the analysis of which, along with open data, will help improve not only the quality of education through the preventive satisfaction of the needs for additional educational materials, but also the learning experience of students [10].

As noted earlier, big data helps to find hidden relationships between objects, objects, and phenomena. Is not this the very "Holy Grail" of pedagogy, which will make education more personal and increase the efficiency of mastering the educational material, will help researchers find previously hidden connections between certain personal characteristics of students and their success both in school and in professional and social activities [11]

So, big data analysis opens prospects for creating a new positive learning experience - all participants in the educational process will be able to freely exchange information with each other, mutually and highly efficiently expanding their competence throughout their lives [11].

There are three main perspectives:

1. Early vocational guidance. Big data can help students in choosing certain educational products and their sets among the most appropriate to the properties of their personality (behavioral characteristics) and social needs [12; 13].

2. New adaptive educational paths. Big data analysis, based on the experience of human interaction with educational and social platforms, will allow at an early stage to determine the abilities and inclinations of the student, based on which educational trajectories can be created that best contribute to the development of the necessary competencies of specific students, considering their abilities, motivation and needs. both society and the students themselves [14].

3. Openness and transparency of education. Free and unlimited circulation of unstructured data and their availability for analysis and processing will open opportunities for deeper involvement of students in the processes. This will make it possible not only to consider the market needs of a particular region in training, but also to jointly find new ways and solutions to improve the educational experience of all participants [14].

Summarizing the above, it should be noted that the analysis of big data and their free distribution can serve as the basis for qualitative changes, the formation of a new modern and dynamically developing education system. At the same time, pedagogical science and practice itself will receive a tool, a scale of changes and efficiency. It can also be noted that "Informatics" in the educational process in the specialty as a special course is introduced into the educational process in the amount of 5 credits, although there were 3 credits before. All this can be considered as positive progress in this area.

It is important to understand that big data can really cause a change - without exaggeration - the very approach to information at the level of all of humanity, since it is highly likely that all spheres of activity, without exception, will adopt new methods and tools.

In the future, there are many issues to be resolved and ways to mitigate the negative consequences of the widespread implementation of data analysis that we described earlier. But there is no doubt that education, as one of the tools for transmitting cultural and cognitive potential between generations, should find the most effective ways of widespread application of big data analysis in the new educational paradigm.

## References

1. Hard Drive Cost Per Gigabyte // BackBlaze. URL: <https://www.ixbt.com/news/2017/07/14/stoimost-hranenija-1-gb-dannyh-za-poslednie-paru-let-prakticheski-ne-izmenilas-.html>
2. Manyika J., Chui M., Farrell D. et al. Open data: Unlocking innovation and performance with liquid information. McKinsey Global Institute, 2013. URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/open-data-unlocking-innovation-and-performance-with-liquid-information>

3. Bollier D., Firestone C. M. The promise and peril of big data // Communications and Society Program. Washington, 2010.
4. World Internet Users Statistics and 2020 World Population Stats // Internet world stats. URL: <http://www.internetworldstats.com/stats.htm>
5. <https://www.web-canape.ru/business/internet-2020-globalnaya-statistika-i-trendy/>
6. <https://ocomp.info/hdd-ili-ssd-vyigodnee.html>
7. Rands K. How big data is disrupting education. URL: <https://www.cio.com/article/3200685/big-data/how-big-data-is-disrupting-education.html>
8. West D. M. Big Data for Education: Data Mining, Data Analytics, and Web Dashboards / Brookings Institution. Reuters, 2012.
9. Education systems of foreign countries of the Baltic region in the context of innovative economic development: monograph / ed. I. N. Simaeva. Kaliningrad, 2013 [Published in Russian]
10. Siemens G., Gasevic D. Guest Editorial-Learning and Knowledge Analytics // Educ. Technol. Soc. 2012. Vol. 15, № 3. P. 1 — 2.
11. Podesta J., Pritzker P., Moniz E. et al. Big data: seizing opportunities, preserving values / Executive Office of the President of United States of America, May 2014. URL: [https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/docs/big\\_data\\_privacy\\_report\\_may\\_1\\_2014.pdf](https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/docs/big_data_privacy_report_may_1_2014.pdf)
12. Kondratenko A.B., Kondratenko B.A. Substantiation of personalization of student learning in the information society // Bulletin of the Baltic Federal University named after I. Kant. Ser.: Philology, pedagogy, psychology. 2016.N. 3. P. 83 - 89. [Published in Russian]
13. Simaeva IN, Klemeshev AP on the issue of models of modern scientific and educational policy in the countries of the Baltic region // Bulletin of the Baltic Federal University. I. Kant. Ser.: Philology, pedagogy, psychology. 2014. N. 11. P. 7-13. [Published in Russian]
14. Kondratenko B.A., Kondratenko A. B. Socio-economic development of Russian regions: Realities of the present, trends, prospects // Opportunities and prospects for considering personal inclinations and abilities of students in the pedagogy of the XXI century. Kaliningrad, 2016. P. 207-209. [Published in Russian]

#### INFLUENCE EVALUATION OF THE BLADE ANGLE OF SWEEP ON THE AERODYNAMIC LOADING OF AN AXIAL FAN OF A TURBOFAN ENGINE

**Balalaiev A.V.,**

*Assistant of mechanics department  
National Aviation University*

**Doroshenko K.V.,**

*Doctor of Engineering  
Professor of aviation engine department  
National Aviation University*

**Tereshchenko Yu.M.**

*Doctor of Engineering  
Head of aviation engine department  
National Aviation University*

#### ОЦІНКА ВПЛИВУ КУТА СТІЛОПОДІБНОСТІ ЛОПАТОК НА АЕРОДИНАМІЧНУ НАВАНТАЖЕНІСТЬ ВЕНТИЛЯТОРА ДВОКОНТУРНОГО ТУРБОРЕАКТИВНОГО ДВИГУНА

**Балаласєв А.В.,**

*Асистент кафедри механіки  
Національного авіаційного університету*

**Дорошенко К.В.,**

*Доктор технічних наук  
Професор кафедри авіаційних двигунів  
Національного авіаційного університету*

**Терещенко Ю.М.**

*Доктор технічних наук  
Завідувач кафедри авіаційних двигунів  
Національного авіаційного університету*

#### **Abstract**

The paper presents an assessment of the influence of the sweep angle of the blades on the aerodynamic loading of the fan impeller of a turbofan engine with a high by-pass ratio. The studies were carried out by methods of numerical experiment. The value of the sweep angle of the leading edge of the blade varied in the range from 0° to 13°. The results obtained allow us to conclude that an increase in the sweep angle of the fan blades with straight sweep leads to a decrease in aerodynamic loading. With an increase in the sweep angle from 4.5° to 13° with a flow coefficient above 0.32, the pressure ratio decreased from 0.4% to 6.7%. The pressure ratio for straight sweep fans for 7° and 13° differs by less than 1%.

**Анотація**

В роботі представлено результати оцінки впливу кута стрілоподібності лопаток на аеродинамічну навантаженість робочого колеса вентилятора двоконтурного двигуна з великим ступенем двоконтурності. Дослідження були виконані методами чисельного експерименту. Значення кута стрілоподібності передньої кромки лопатки змінювались в діапазоні від  $0^\circ$  до  $13^\circ$ . Отримані результати дозволяють зробити висновки про те, що збільшення кута стрілоподібності лопаток робочих коліс вентилятора з прямою стрілоподібністю призводить до зменшення аеродинамічної навантаженості. При збільшенні кута стрілоподібності від  $4,5^\circ$  до  $13^\circ$  при коефіцієнті витрати вище 0,32 ступінь підвищення тиску зменшився від 0,4% до 6,7%. Ступінь підвищення тиску вентилятора з прямою стрілоподібністю лопаток  $7^\circ$  та  $13^\circ$  відрізняється менш, ніж на 1%.

**Keywords:** sweep angle, axial fan, aerodynamic loading, flow simulation, turbofan engine

**Ключові слова:** кут стрілоподібності, осьовий вентилятор, аеродинамічна навантаженість, моделювання течії, двоконтурний турбореактивний двигун

**Вступ та постановка задачі дослідження.** Аеродинамічне вдосконалення осьових вентиляторів двоконтурних турбореактивних двигунів на сьогоднішній день вже досягло значних успіхів. Однак творці нових поколінь авіаційних двигунів не зупиняються і шукають нові шляхи поліпшення ефективності (ККД), аеродинамічної навантаженості, зниження ваги конструкції, намагаються зробити вентилятор більш екологічним (зменшити акустичне випромінювання лопаткового вінця вентилятора) і т.д. Огляд сучасних тенденцій авіаційного двигунобудування показує, що однією з важливих тенденцій розвитку двигунів наступного покоління поряд зі збільшенням ступеня двоконтурності будуть стрілоподібні лопатки вентилятора [1]. Результати багатьох дослідників в області аеродинаміки лопаткових машин показують, що раціональне застосування стрілоподібних лопаток дозволяє знизити втрати в осьових вентиляторах і компресорах авіаційних двигунів [2, р. 111].

Наприклад, в роботі [3] розглянуто вентилятор для двигуна з високим ступенем двоконтурності. Автори роботи оптимізували геометрію лопаткового вінця і їм вдалося знизити швидкість обертання ротора до 2240 об / хв., що набагато нижче, ніж у існуючого вентилятора (3700 об / хв.), при цьому ККД в розрахунковій точці склав 0,964. Дослідження показали, що пряма стріловидність біля втулки лопатки може ефективно зменшити відносне число Маха на виході, тим самим вдалося підвищити ККД за рахунок зменшення втрат від ударних хвиль.

У статті [4] розглядається зміна ефективності Rotor 37 при використанні прямої і зворотної стрілоподібності лопаток. Результати, отримані авторами говорять про те, що при використанні прямої стрілоподібності ефективність трохи зростає, а також збільшується на 10% запас газодинамічної стійкості. При дослідженні зворотної стріловидності спостерігається протилежна картина.

У дослідженні, представленому в роботі [5], показано вплив прямої стрілоподібності лопаток вентилятора на ККД. Також в роботі досліджувалися радіальні перетікання при зміні стрілоподібності. Автори роботи стверджують, що пряма стрілоподібність лопаток (кут стрілоподібності  $6^\circ$ ) дозволяє підвищити ККД і підвищити запас газодинамічної стійкості при незначному зниженні

аеродинамічної навантаженості вентилятора в порівнянні з вихідним.

В роботі [6] представлені експериментальні дані по дослідженню стрілоподібності лопаток модельного вентилятора з діаметром на периферії 315 мм. Показано, що складна стрілоподібність лопаток дає можливість підвищити аеродинамічні характеристики досліджуваного модельного вентилятора. Однак варто зазначити, що мала аеродинамічна крутка і невелике подовження досліджуваних лопаток не дає повного розуміння течії в лопатках з великим подовженням.

Автори роботи [7] представили результати порівняння аеродинамічних характеристик трьох варіантів вентилятора: пряма лопатка, стріловидна лопатка і лопатки С-типу. Отримані дані показали, що вентилятор зі стрілоподібними лопатками має найбільший ККД.

Три модифікації вентилятора досліджувалися в роботі [8]: базова конфігурація BSL, конфігурація SWP має пряму стрілоподібність (кут стрілоподібності  $10^\circ$ ), конфігурація EXTN досягається за рахунок подовження профілю лопатки на 3%. Для цих трьох конфігурацій були проведені експерименти для вивчення аеродинамічних характеристик. Аналіз нестационарного потоку на виході з роторів будь-яких змін проводився за допомогою швидкодіючого датчика тиску. Експериментальні результати показують невелике поліпшення характеристик з точки зору збільшення запасу міцності, ефективності (підвищення ККД), а також загального підвищення тиску для ротора SWP, а також ротора EXTN в порівнянні з ротором BSL при низьких коефіцієнтах витрати.

Таким чином, можна зробити висновок, що дослідження, спрямовані на вивчення ефекту стрілоподібності робочих коліс осьових вентиляторів є актуальним. Також варто відзначити, що залишаються не до кінця вирішені питання пов'язані з впливом зміни аеродинамічної навантаженості вентилятора при застосуванні стрілоподібних лопаток.

Метою роботи є оцінка аеродинамічної навантаженості робочого колеса вентилятора двоконтурного двигуна з великим ступенем двоконтурності зі стрілоподібними лопатками.

**Результати дослідження та обговорення.** У даній роботі дослідження були виконані методами чисельного експерименту. Можливості чисельного



моделювання течії в лопаткових машинах дозволяють за короткий термін дослідити параметри різних геометричних моделей вентиляторів, що дає велику перевагу перед фізичним моделюванням. Однак на остаточних стадіях розробки лопаткових машин безсумнівно важливий саме фізичний експеримент.

Розрахунок течії у вентиляторах проводився шляхом вирішення системи рівнянь Нав'є-Стокса, які замикалися моделлю турбулентної в'язкості SST. Розрахункова область досліджених вентиляторів складалася з однієї лопатки і одного міжлопаткового каналу. Вентилятори мали по 33 лопатки і

відносний діаметр втулки 0,275, периферійний діаметр на вході - 237 см.

Моделювання течії було виконано для частоти обертання 2202 об/хв. при стандартних атмосферних умовах, при цьому колова швидкість у втулки дорівнювала 69 м/с та на периферії - 251 м/с. В роботі досліджувалася пряма стрілоподібність, значення кута стрілоподібності передньої кромки лопатки змінювались в діапазоні від  $0^\circ$  до  $13^\circ$ . В ході роботи були досліджені 4 варіанти вентиляторів.

На рис.1 представлені досліджувані варіанти лопаток робочих коліс вентиляторів в меридіональному перерізі.

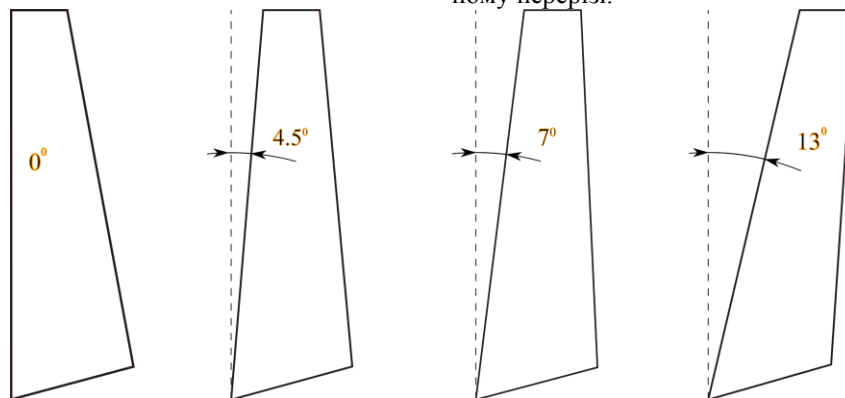


Рис.1. Варіанти лопаток робочого колеса вентиляторів в меридіональному перерізі

В результаті проведеного моделювання течії в робочих колесах вентиляторів були отримані дані щодо аеродинамічної навантаженості. На рис.2

представлено залежність ступеня підвищення тиску від коефіцієнта витрати.

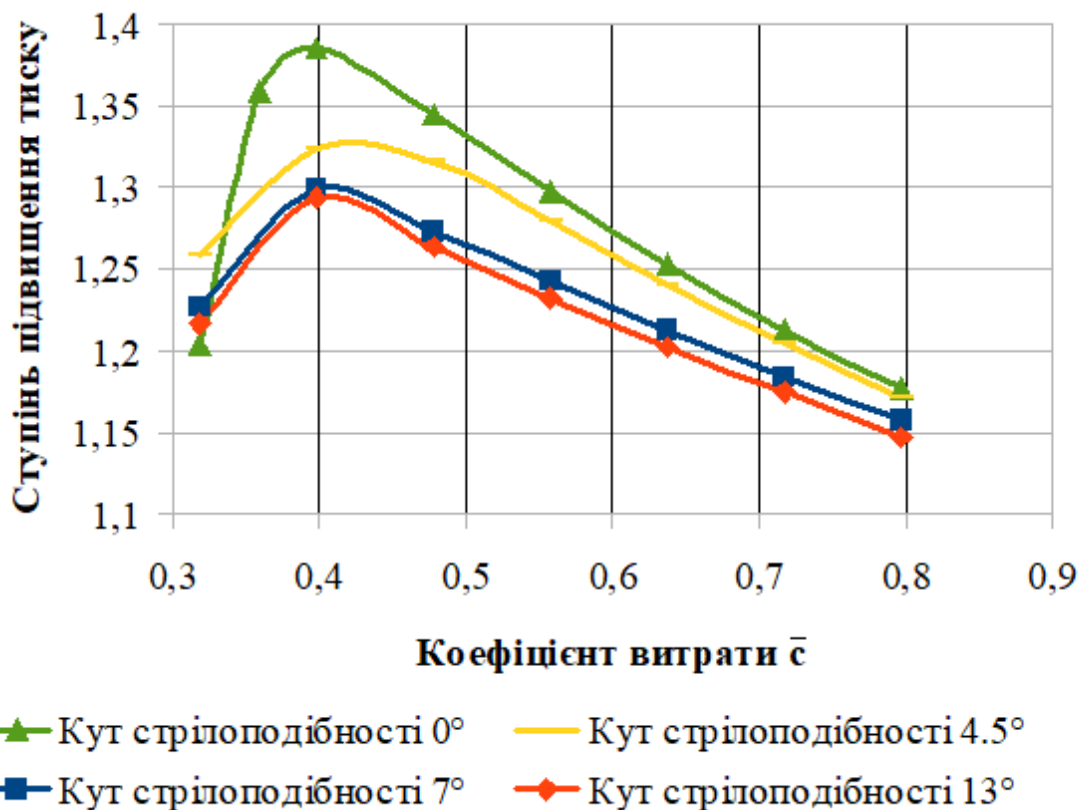


Рис. 2. Залежність ступеня підвищення тиску від осьової швидкості на вході

Аналіз отриманих залежностей дозволяє зробити висновок про те, що при значенні коефіцієнта витрати 0,32 ступінь підвищення тиску для всіх розглянутих варіантів із стрілоподібними лопатками зростає від 1,1 до 4,6%.

Для режимів роботи при значенні коефіцієнта витрати вище 0,32 до 0,8 ступінь підвищення тиску для вентилятора зі стрілоподібним лопатками зменшується в порівнянні зі значеннями ступеня підвищення тиску вентилятора, лопатки якого мають нульовий кут стрілоподібності. При куті стрілоподібності 4,5° ступінь підвищення тиску зменшується від 0,4 до 4,4%, при куті стрілоподібності 7° - від 1,7 до 6,3%, при куті стрілоподібності 13° - від 2,5 до 6,7%.

Варто також відзначити, що отримані криві залежності ступеня підвищення тиску від коефіцієнту витрати для варіантів вентиляторів з кутом стрілоподібності лопаток 7° і 13° відрізняються менш, ніж на 1%.

**Висновки.** Отримані результати дозволяють зробити висновок про те, що застосування лопаток робочих коліс вентилятора з прямою стрілоподібністю призводить до зменшення аеродинамічної навантаженості. В діапазоні зміни кута стрілоподібності від 4,5° до 13° при значенні коефіцієнта витрати вище 0,32 до 0,8 ступінь підвищення тиску зменшився від 0,4% до 6,7%. Також отримано, що ступінь підвищення тиску для вентилятора з прямою стрілоподібністю при 7° і 13° відрізняється менш, ніж на 1%. Надалі планується дослідити зміну аеродинамічної навантаженості робочих коліс вентилятора в більш широкому діапазоні кутів стрілоподібності передньої кромки лопаток.

### References

1. Babkin V.I., Lanshin A.I., Polev A.S., Fedyakin V.N Creating competitive aircraft engines in 2025-

2030, Interbranch almanac, No. 49, 2015, P. 25-29. [Published in Russian]

2. Tereshchenko, Yu. M. Aerodynamic improvement of compressor blades, Moscow, Mashinostroenie, 1987, 168p. [Published in Russian]

3. Jinhuan Zhang, Zhenggui Zhou, Wenqiang Wei, Yuzhen Deng Aerodynamic design of an ultra-low rotating speed geared fan, Aerospace Science and Technology, Volume 63, April 2017, P. 73-81

4. Weiwei Cuia, Xiaorong Xiang, Qingjun Zhaoab, Jianzhong Xua The effect of sweep on flowfields of a highly loaded transonic rotor, Aerospace Science and Technology, Volume 58, 2016, P. 71-81. <https://doi.org/10.1016/j.ast.2016.08.002>

5. Masi M., Lazzaretto A. Preliminary Investigation on the Effect of the Modification of the Sweep Angle at the Blade Tip of Forward Swept Axial Fans, ASME Turbo Expo 2017: Turbomachinery Technical Conference and Exposition, June 26–30, 2017, Charlotte, North Carolina, USA, Paper No: GT2017-63795, V001T09A004; 9 p. <https://doi.org/10.1115/GT2017-63795>

6. Masi M., Lazzaretto A., Castegnaro S. Effectiveness of Blade Forward Sweep in a Small Industrial Tube-axial Fan, FAN 2018 Darmstadt (Germany), 18 – 20 April 2018, 12 p.

7. Yujing Wu, Diangui Huang Optimization design of axial fan blade, Journal of the Chinese Institute of Engineers, Volume 42, Issue 6, 2019, P. 473-478

<https://doi.org/10.1080/02533839.2019.1611478>

8. Patel A. B., Viswanath K., Nath D. D. Effect of Axial Sweep and Tip Extension on Performance of an Axial Fan, ASME 2016 International Mechanical Engineering Congress and Exposition November 11–17, 2016, Phoenix, Arizona, USA, Paper No: IMECE2016-65967, V001T03A059; 13 pages. <https://doi.org/10.1115/IMECE2016-65967>

## SMART HOME IS A NEW STANDARD OF COMFORT

**Yermaganbetova M.A.,**

*Associate Professor of computer science, candidate of pedagogical Sciences,  
L. N. Gumilyov Eurasian national University, Kazakhstan, Nur-Sultan city*

**Dildabek A.K.**

*master student,*

*Faculty of information technology, Specialty " 7M01514-SmartCity Technologies", L. N. Gumilyov Eurasian national University,  
Kazakhstan, Nur-Sultan city*

### Abstract

This paper discusses the concept of smart home and intelligent home management. It also describes the installation of a smart home, thanks to the "Smart home" technology. It describes the main technologies and advantages of a smart home that are currently used in creating a smart home

**Keywords:** smart home, automatic control, Internet of Things, wireless network, smartphone.

First, you should decide what a smart home is. A smart home is a network of devices that is United by a monitoring device. "Smart Home" includes the management of heating, water supply, security systems and video surveillance. This wireless web is controlled either directly from the remote control, or from the host's smartphone or tablet. What used to seem like a miracle

and an unclear image of the future is becoming just another aspect of everyday life for ordinary consumers.

In our country, this concept includes everything that can significantly simplify the stay and living in an apartment, house, etc. One of them is located in the Mangistau region, and this "smart home" allows you to monitor what is happening at home in real time, get up-

to-date information about incidents. This was the first "Smart house" in Kazakhstan with smart sensors for security and fire safety.

Currently, automatic control is rapidly developing day by day, and many well-known technology companies, including Google and Samsung, are actively engaged in the production of home automation products. This is largely due to the revolutionary success of smartphones and tablets. These ultra-portable computer devices are popular all over the world, and the ability to constantly connect them to the Internet means that they can be configured to control many other devices. This concept is at the heart of the Internet of Things (IoT).

The Internet of things is a network of devices that communicate with each other over wireless computer networks. All the electronics in your home, from the refrigerator to the stove, can be affected by this technological development. Most of these devices that use electricity can be connected to a home computer network, and will be controlled by the user even at a considerable distance. Whether you have provided a voice command, or a signal from a remote control, tablet software, or smartphone, your smart home will respond.

Most of the existing applications are related to lighting control, home security, and thermostat control. In smart homes, such software brings significant comfort and convenience to even the most demanding user. In addition, the cost of "smart" devices is not too different from their counterparts devoid of intelligence, which means-why not?

Smart home technologies – a leading principle. Home automation has a long history. Over the years, various technological trends have come and gone, but one of the most successful companies is still afloat. The birth of many smart product ideas can be considered 1975, when a small company in Scotland created X10. This invention allowed compatible devices to interact with each other through an existing network of electrical lines. All devices played the role of receivers, and controls such as a remote control or keyboard were transmitters.

If you want to turn on a lamp that is located in another room, the transmitting device will send a message in the form of a digital code that contains the following data:

Warning about a new command;

Unique number of the device that will receive the command;

Code that contains a specific command, such as "turn off".

All this should happen in less than a second, but X10 has some limitations. Data exchange over electrical lines is not always reliable, as there is "noise" from the power supply of other devices. The X10 device may interpret this interference as a command and react accordingly, or it may not be able to detect the necessary command due to the noise.

While X10 devices are still widely used, new technologies are emerging. Radio waves are increasingly being used instead of transmission lines. This is how Wi-Fi, Bluetooth, and cellular signals work. The two most well-known radio networks in home automation are ZigBee and Z-Wave. Both of these technologies provide for more than one way to deliver a message to its destination.

In all smart homes, this use of a wireless network provides greater flexibility in device placement. However, various types of interference may also occur with a wireless connection. Insteon offers a solution that uses both electric lines and radio waves. If the message is not received in one way, then the second method is used. Instead of routing the message, the Insteon device will broadcast it, and all devices that receive it will also broadcast it until the command is executed. The devices act as peers, except that one acts as the source and the other as the receiver. As a result, the more Insteon devices are connected to the smart home network, the faster the command will reach you.

X10, Insteon, ZigBee, and Z-Wave provide only fundamental technologies, called protocols, for home smart communications. They actively cooperate with electronics manufacturers that produce devices for end users. Let's look at some examples of smart home products and their functions.

Cameras: will effectively monitor the situation around your home even in the dark;

Thermostats: in smart homes, such devices will bring the ability to remotely control the temperature regime;

Smart lamps: allow you to change the lighting of your home directly from your smartphone;

Motion sensors: will guard the smart home, send an alarm when there is movement around the house, recognize the source, distinguish Pets from burglars;

Door locks and garage doors: can open automatically when a signal from your smartphone approaches.

Outstanding quality smart home. A smart home can make life easier and more convenient. I would like to control the lighting, temperature, and a number of household appliances without getting up from the couch. Whether you are at work or on vacation, a smart home will still keep you informed of what is happening, and security systems can provide significant assistance in an emergency. For example, it not only wakes up the owner with a notification about a fire, but also unlocks the doors, calls the fire service, and lights a safe escape route.

Here are some more examples of interesting features:

Path lighting for night trips to the bathroom;

Feeding Pets on a schedule with a clearly defined amount of feed;

Setting up the TV so that children can only watch it at a certain time;

Heating the bedroom before getting out of bed;

Turning on the coffee maker from the bed.

Smart homes also provide some savings, as they allow you to use resources more efficiently. Smart home technology promises huge benefits for older people living alone. The house can remind you to take medication, call for medical help in the event of a fall, and monitor the amount of food consumed. If an elderly person is characterized by forgetfulness, the smart home can turn off the water before the bath overflows, or turn off the stove in the absence of a cook.

## References

1. <https://ult.kz>
2. <https://smart-home.market>
3. <http://www.systems.izhev.ru>

## THE MAPPING AND MODELS SET OF SINGLE SOFTWARE SYSTEMS IN BIG AUTOMATE PRODUCTION CONTROL SYSTEM CREATE PROCESS

Kryuchkov A.V.

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Complex Safety of Critical Objects of "Russian State University of Oil and Gas (National Research University) named after I.M. Gubkin", Moscow, Lewinsky Prospect, 65, building 1;*

### Abstract

This article concerns to mapping and models set of single software systems. Decomposition of special program systems create process on some parts help to understand act sequence in it. It is strongly important for big automate production control system on fuel energy objects. Mapping and models set is a base line for creating special program systems of all support control systems.

**Keywords:** application create process, big automate enterprise control system, support control systems, model, program, programming, application

High-tech processes to produce various products of oil and gas processing require special attention to automation, especially in the era of widespread use of digital technologies and artificial intelligence. At the same time, for fuel and energy objects (FEC), the main tasks are to increase labor productivity, maintain the required level of quality and reduce labor costs per unit of production. For specific operators, this means the active use of automated information processing and the use of automated workstations (AWS) in their areas.

Integration of individual AWS at fuel and energy facilities during their operation in real conditions has traditionally been carried out within the framework of application of corporate information systems (CIS) and automated production control systems (APCS). The most important part for both was always the software (S) which component had special program systems (SPS). It is in the SPS that the functions of specific AWS were implemented and are currently being implemented when the performers work in a real production process.

SPS synthesis is done using programming systems (PS) and programming languages (PL). Together, they are part of information technology (IT), the application of which allows fuel and energy facilities to increase productivity to achieve other stated goals. There is a dual understanding of the term "AWS" in IT terminology. The meaning of this abbreviation in some cases means a computer with an SPS installed on it, and in others - only a specific SPS for the performer in APCS. In order to avoid ambiguity in understanding the meaning of this term, it is advisable for individual APCS AWS to refer to the SPS as a single software system (SSS).

Any process, including the synthesis of SPS, is a sequence of actions. Due to the fact that the SPS APCS is a complex scientific and technical product, it always involves different persons and performers at different stages (in this case programmers and managers, as well as possible testers and technical writers), who spend resources in different ways when creating it. The main objective of their activity process is synthesis of individual EPF and APCS SPS as a whole.

The main problem of their joint activity is the accumulation of distortions in the SPS APCS, related to the variability of the participants' interpretation of both

the general goals of the project and the tasks solved at its individual stages. In order to reduce the effect of accumulated distortions in the projects being implemented, especially if they include tens and hundreds of SSS (as in real-world FEC objects), it is advisable to present the flow of data in the process of SPS synthesis in the form of a set of maps and models.

Based on the large number of participants in the process, it is possible to speak of a multiplicity of decisions of the same questions within its framework. In addition, it can be argued that the shared data between different process participants is used differently ([1]). It is only natural that this results in an avalanche-like accumulation of unexploited errors during the synthesis process. This, in turn, leads to the fact that the joint work of SSS created by different performers in the unified management system of the fuel and energy plant is threatened. The uniqueness of each concrete decision, dependent not only from the platform SPS chosen for synthesis (PL, the joint venture or database management systems are DBMS) is the main to that the reason. In addition, it should be noted that:

- In the IT industry, many standards have been developed for the synthesis of SIS "not fully or unevenly meeting the requirements for standardization of objects and processes for the creation and application of complex IC";

- "The most complex and creative processes of creation and development of large distributed information systems... almost not supported by the requirements and recommendations of the standards due to the difficulty of formalizing and harmonizing them" ([2], p. 71-72).

The two main obstacles to a positive solution to the issue of ACS SPS synthesis cannot currently be overcome by the means available to all stakeholders. In fact, it is necessary to try to simulate the creative processes of synthesis of APCS STS again, which will possibly yield a certain result to overcome these complications.

If we focus on the fact that the process of SSS synthesis (and SPS as a whole) can be considered from the point of view of relationship theory. We will get a sequence of mappings and models of their interaction with each other, from objects of the subject area for SSS to objects by means of which operators of FEC objects

interact with the APCS SPS at production lines. Such mappings can be obtained by sequentially refining the steps in the process of synthesizing the SPS.

The distortions that will then be introduced into these models by real people and real application development tools can be taken into account separately. But based on the practical experience of the SSS creation, it can be argued that distortions, which accumulate many times, will significantly reduce the probability of joint normal (within the requirements of organizational and administrative documentation of the fuel and energy plant object) SSS operation in APCS.

Use the following models and mappings corresponding to the process steps to decompose the SPS synthesis process:

- 1) mapping of concepts of subject area, formulated by customers of SSS, to many concepts of the contractor of works on SSS synthesis;

- 2) mapping of concepts of SSS synthesis works performer to objects of data model selected by him;

- 3) mapping of data model objects selected by the contractor to development tool objects;

- 4) models of customer interaction with SSS and SSS with customers;

- 5) models of mapping of objects of the development tool to objects of data models of the SSS and objects of models of work of customers with the SSS.

Thus, the decomposition of the process of synthesis of SPS gives several directions of possible research. Each of them corresponds to one of the listed elements.

The first direction corresponds to the first display in the list above. Its main purpose is to establish a correspondence between the concepts of the subject area formulated by the customers of the SSS and the concepts of the specific performer of the works on the synthesis of the SSS. In other words, a person reads a job assignment and listens to the customer, and then "pretends" how he will solve the issue. In the technical literature, it is common to relate with C- and D- requirements (e.g. [3]). The first correspond to the concepts of the subject area that the customer described. The second - concepts of a specific performer of works on synthesis of SSS. The quantitative indicator for estimating the number of works in this direction in the simplest case can be the total number of requirements recorded by the contractor documented and agreed with the customer.

The second direction in order and in the list and in the SSS implementation is related with built-in DBMS PL or utilities that allow to create data structures for their storage in files on disk. In fact, this is the main purpose of this display. When performing this set of operations, the SSS synthesis contractor needs to establish a clear correspondence between the concepts that he has understood from communication with the customer at the previous stage and the objects of the data model he has chosen when working with a specific DBMS. The quantitative criterion and main characteristic of operation in this direction can be the degree of compliance of data model objects obtained during operation with DBMS with objects described by the customer. To do this, divide the number of data model objects by the

number of customer requirements. The closer this indicator is to one, the better the data model. The simplest and most natural quantitative criterion for evaluating data model objects in this case can be the number of fields in database tables.

The next step in modeling the process of synthesis of SPS is to map the objects of the data model chosen by the contractor of the works to the objects of the development tool. Its purpose is to map these sets of objects. It is no secret that PLs as objects used for the synthesis of SPS are subject to significant changes. The result of the process of changing the PL over time is a slightly different (and sometimes very radically altered) interpretation of the objects used for the SSS synthesis. And this is the fastest path to distortion. Therefore, often in case of updates of PL or platforms of CIS creation, distortion in SSS occurs automatically. The efficiency criterion, which in this case is rather difficult to calculate, can be the number of objects used for the synthesis of SSS by the development means. For a particular CIS, the number may range from several hundred to several hundred thousand. This value depends on the number of project performers, the number of platforms used, and the number of synthesis methods used by the performers. It is generally assumed that for different SSS, one performer will use one of the methods. But in the real situation, everything depends on the specific circumstances and how the programmer works with the documentation. And this is perhaps the most inexhaustible source of distortion in the SPS.

Models of customer work with SSS and how SSS work with customers represent the "user interface." Different companies organize it in their own way. It accumulates distortions so correct implementation of customer requirements as their semantic content can be under threat. It can actually characterize how effectively the performers of works on synthesis of SPS APCS of FEC objects. The performance criterion in this case may be the ratio of the quantity of functionality implemented to the number of elements in some basic set of semantic elements. Such a set of semantic elements can be developed for all SSS in the APCS SPS of the FEC facility. And it can also be generalized for different objects, making a general measure of the quality of SSS implementation by performers in the process of SSS synthesis.

In addition, an important criterion for evaluating the efficiency of implementing the semantic part of functionality in the SSS can be the basic algorithm of SSS operation. It should be a sequence of "issuing" the required standardized functionality to SSS users. The logic of this algorithm should be linked to complex tree information, divided by levels and categories, necessary for processing on specific different SSS. The structure of the information used in it should be stored separately from the information model of the different SSS to unify the work with the different subject areas. In this case, it is possible to create for them such a typical scenario of work with the operator, in which changing requirements of the subject area will not affect the general order of how user works with SSS. Presence or absence of the specified scenario of their operation in each SSS

of APCS can serve both as a local criterion of SSS evaluation and be used for calculation of integral criterion.

Models for mapping development tool objects to SSS data model objects and SSS customer work model objects complete the list of steps in the given sequence. In order to synthesize the source code, the SSS data structure defined by the data model, the form of implementation of the user interface and the implementation strategy chosen by the specific performer on the specific PL. All three elements of the process were described above, and at the last stage of SSS synthesis, the performer links them together. This means that the applied distortions in each of the previous steps in each phase of the synthesis process can be detected or fixed in the source code. In addition, since, as noted above, the existing regulatory framework does not fully meet standardization needs in the synthesis of SPS, the fifth phase model groups are distorted in the SSS.

Each of the directions can be worked out independently. At the same time, development of them as

3. Fatrell R., Shafer D., Shafer L., Program Project Management: Achieving Optimal Quality with Minimum Costs, M., Williams, 2003, 336 p.

4. Zharkov V.A., Visual C in practice, M., "Basic Knowledge Laboratory", 2002, 424 p.

5. Bass L., Clements P., Kazman R., Software

scientific problems can significantly reduce the influence of the contractor of works on synthesis of SPS. Some attempts in this direction was made earlier. For example, part of such tasks are described in the first, second and fifth directions in [4] and [5]. However, there are no systematic study of these directions and attempts of their practical implementation. Texts of sources [6] and [7] say that future researches aren't planning.

### References

1. Opinion of view: object-oriented programming – a trillion-dollar disaster, Ilia Suzdalnicki, [https://tproger.ru/translations/oop-the-trillion-dollar-disaster/?utm\\_source=pulse\\_mail\\_ru&utm\\_referer=https%3A%2F%2Fpulse.mail.ru](https://tproger.ru/translations/oop-the-trillion-dollar-disaster/?utm_source=pulse_mail_ru&utm_referer=https%3A%2F%2Fpulse.mail.ru).

2. Ibachkov Yu., Petrov V., Information Systems, Textbook for Higher Education Institutions, Edition 2, SPb., Peter, 2005, 656 p.

Architecture in Practice, SPb., Peter, 2006, 575 p.

6. Five promising programming languages with a bright future, 2016, <https://habr.com/ru/post/310252/>.

7. Five promising programming languages with a bright future (3 years later), 2019, <https://habr.com/ru/post/467207/>.

## METHODOLOGY OF RESEARCH OF WORKS ON 3D-VISUALIZATION OF HOUSES

**Muzyka N.,**

*Ph. D, Assoc. Prof.,*

*Lviv Polytechnic National University,  
Lviv, Ukraine, vul. Karpinskoho 6.*

**Malanchuk M.,**

*Ph. D, Assoc. Prof.,*

*Lviv Polytechnic National University,  
Lviv, Ukraine, vul. Karpinskoho 6.*

**Hulko O.**

*Ph. D, Assoc. Prof., assis.*

*Lviv Polytechnic National University,  
Lviv, Ukraine, vul. Karpinskoho 6.*

## МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБІТ З 3D-ВІЗУАЛІЗАЦІЇ БУДИНКІВ

**Музыка Н.**

*кандидат економічних наук, доц.*

*НУ "Львівська політехніка",  
Львів, Україна, вул. Карпінського 6.*

**Маланчук М.**

*кандидат технічних наук, доц.*

*НУ "Львівська політехніка",  
Львів, Україна, вул. Карпінського 6.*

**Гулько О.**

*кандидат економічних наук, асист.*

*НУ "Львівська політехніка",  
Львів, Україна, вул. Карпінського 6.*

### Abstract

3D-cadastre is considered as an information element of the state land cadastre with the underground parts of buildings and communication networks that go beyond the aboveground part of the land.

Using geographic information technologies, it became possible to conduct an upgraded cadastre system through the introduction of 3D-visualization. Visualization is seen as a key component of any cadastral system, which in turn can provide instant vision, clarity about the boundaries of land or any type of property, including the



right to own or use, which is not possible in text recording. A special advantage of the 3D cadastral system is the ability to visualize invisible, multilevel objects [20]. The introduction of real estate 3D visualization, both terrestrial and underground, with all cadastral data, will provide clarity of vision, structuring, storage and use of this data in a single system.

#### Анотація

3D-кадастр розглядається, як інформаційний елемент державного земельного кадастру із підземними частинами споруд та комунікаційних мереж які виходять за межі надземної частини земельної ділянки.

Використовуючи геоінформаційні технології постала можливість проведення модернізованої системи кадастру через запровадження 3D-візуалізації. Візуалізацію розглядають, як основний компонент будь-якої кадастрової системи, що в свою чергу може забезпечувати миттєвість бачення, чіткість, щодо межі земельної ділянки чи будь-якого виду майна, включаючи право володіння чи користування, що є не можливе, при текстовому записі. Особливою перевагою 3D- кадастрової системи є можливість візуалізації невидимих, багаторівневих об'єктів [2]. Запровадження 3D-візуалізації об'єктів нерухомого майна, як наземного так підземного, із всіма кадастровими даними, забезпечить наглядність бачення, структурування, зберігання та використання цих даних і єдиній системі.

**Keywords.** 3D-cadastre, 3D-visualization, 3D-cadastre system, vertical measurement, three-dimensional cadastral visualization.

**Ключові слова.** 3D-кадастр, 3D-візуалізація, 3D-кадастрова система, вертикальний вимір, тривимірний кадастровий візуалізація.

**Основний текст статті.** Традиційно, кадастрова реєстраційна система складається з набору кадастрових даних і карт на паперових носіях, в якому міститься інформація про майно на земельній ділянці. З кінця попереднього століття, кадастрові реєстрації в прогресивних країнах були переведенні з аналогових в цифровій реєстри. Інакше кажучи, просторова інформація була трансформована в геоінформаційні та системи автоматизованого проектування (САПР), що ускладнило систему управління базою даних. Тобто інформація про майно зберігається переважно на паперових носіях. Розглянемо як можна 3D-кадастри упорядкувати різними способами на основі критерій, а саме:

- основна функція (розподіл земель або багатоточільова діяльність із землеустрою);

- типи зафіксованих прав (приватна власність, право користування, оренди корисних копалин, публічно-правові обмеження);
- ступінь відповідальності щодо забезпечення точності та достовірності даних;
- місце знаходження та юрисдикція (кадастри централізовані та децентралізовані);
- спосіб збирання інформації про земельні ділянки.

Використання інтерактивної системи 3D-візуалізації, яка підтримує третій геометричний вимір через гнучкість, дозволяє користувачам досліджувати складність 3D-ситуації і дає відчуття глибини. Безумовно, тривимірний елемент може вирішити проблеми 2D методів або фіксування вертикальних профілів, приклад якого приведено на рисунку 1.

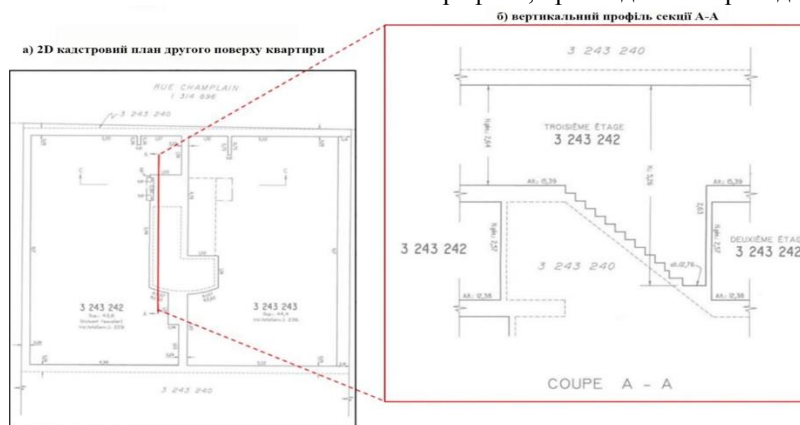


Рис.1. Приклад вертикального виміру профілю (секція А-А) в Канаді (Квебек).

Відповідним чином, наявність тривимірної кадастрової візуалізації відкриває нові можливості, і може:

- покращити розуміння в тривимірних ситуаціях (тривимірне-просторове відношення);
- розширити візуалізацію ігнорованого тривимірного простору з долученням земельної ділянки (над та під землею);
- збільшити інформацію для користувача (висота, глибина);

- забезпечити більшу реалістичність об'єкта;
- підвищити рівень взаємодій.

Крім того, тривимірний кадастровий візуалізація призведе до:

- необхідності володіння користувачем певними навичками використання інтерфейсу тривимірної візуалізації в процесі кадастрових робіт;

- стандартні символи, позначення що відображаються в 2D можуть бути неправильно трактовані в 3D-візуалізації;
- можливість не бачити позаду в 3D-візуалізації може бути перешкодою для користувача.
- додавання еталонних топографічних об'єктів (будівель, доріг, трубопроводів) і особливо поверхні землі;
- із статичного тривимірного зображення, може бути не відомо чи є об'єкт тривимірним;
- зміна масштабу (ефект перспективи в 3D) по відношенню до 2D-карти з однорідним масштабом;
- відображення частково обмежених об'єктів;
- візуалізація тривимірних ділянок та їх тимчасове порівняння (за допомогою анімації), або повільно змінюючи ділянки (держаний кордон, ділянки поблизу узбережжя річок), або швидко зміни (поділ та об'єднання 3D-ділянок);

- візуально розрізняти юридичні об'єкти з фізичними в 3D, особливо під перекриттям;
- наявність 3D-кадастрових даних та відповідна обробка даних, придатних для візуалізації в 3D [2].

Все це сприяє розвитку можливостей що пропонує 3D-кадастр, особливо на 3D-візуалізації, як звичайного інструменту комунікацій, і розглядатися, як база для проведення досліджень та розробка 3D-кадастрової візуалізації.

Основна мета візуалізації, чи то 2D чи 3D це уявлення реального світу і відображати їх користувачеві, найчастіше на 2D екрані. Візуалізація відома, як геовізуалізація, коли географічні явища моделюються для сучасної кадастрової інформації [3]. Схему візуалізації приведено на рисунку 2, де першою стадією процесу є збирання даних, яка включає в себе лазерне сканування.

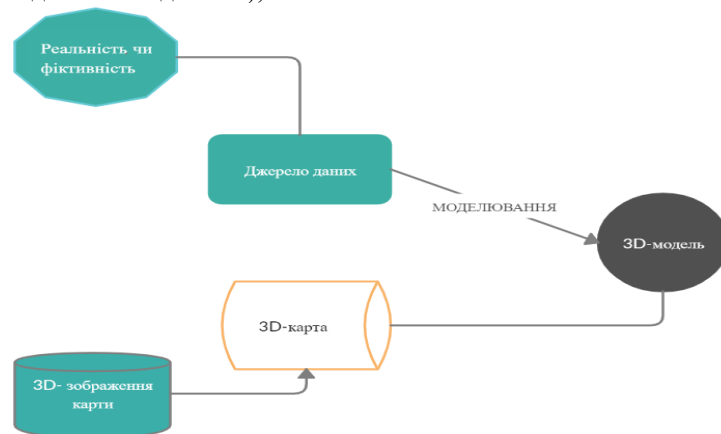


Рис. 2. Схема візуалізації

Моделювання є частина процесу збору даних і полягає у виборі реальних об'єктів, дані яких включені в модель та структуру даних, що використовується для зберігання моделі, тобто математичне подання. Фільтрація та маніпуляція даних робиться з метою покращення, або адаптації даних, яка в подальшому знадобиться в процесі моделювання [5].

Приклад візуалізації будинку приведено на рисунку 3.

Основна проблема відсутності 3D-візуалізації це не підготовленість системи держкадастру, а саме відсутність правової та практичної бази для функціонування 3D-кадастру, на всіх рівні. У візуалізації існують платформи і технології, які вже мають готові до використання прототипи, створенні спеціально для 3D-кадастру і включають в себе веб-інтерфейс і робочий набір координат.

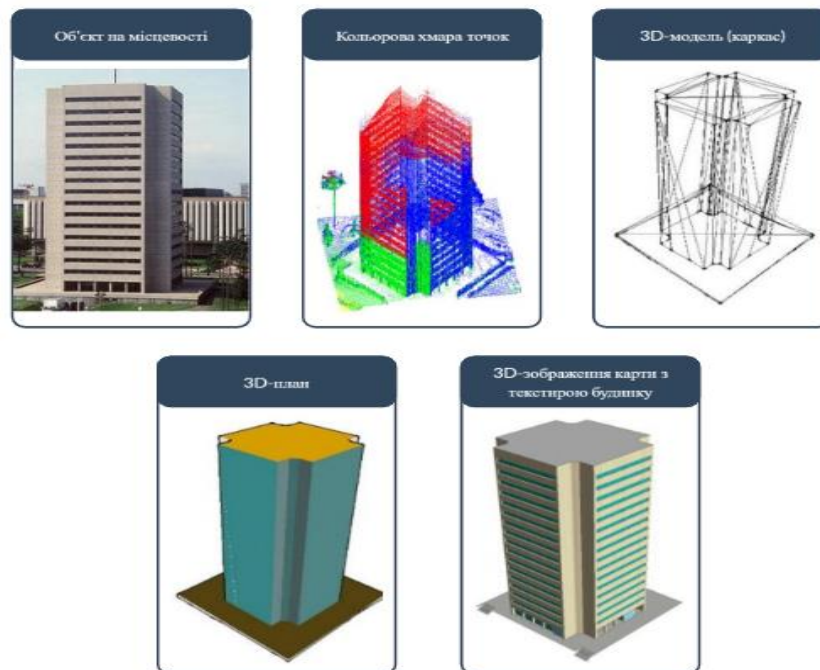


Рис.3. Етапи візуалізації (модель-будинку, університет Лаваль, Канада).

Створення веб-3D-кадастрової системи візуалізації є повним оглядом візуалізації об'єкта і платформ що працює на основі даних Google Планета Земля для 3D-даних ePlan / LandXML. Вимоги користувачів щодо візуалізації системи 3D-кадастру показана на рисунку 4.

На рисунках 5-11 проілюстровано приклад інтерфейсу, запропонованого нами прототипу 3D-будинку, як останній етап функціонування 3D-кадастру. Даний об'єкт використовується нами для ілюстрації, як юридичного так і фізичного об'єкта, а платформа ідеально підходить до українських умов де відсутня база 3D-кадастру.

Розташування земельної ділянки: Місто Мельбурн, Австралія, адреса об'єкта: 138 Alma Road,

Saint Kilda East VIC, номер плану: PS 704971 N, координати MGA94 E 323920, N 5807610, зона: 55, площа- 988.92 м<sup>2</sup>, висота будівлі - 11.372 м, висота підземних комунікацій - 2.174 м, висота верхньої надбудови - 2.007 м, загальна висота комплексу - 15.553 м.

Межі 3Д визначаються із стінами будівлі (загальна власність № 1 та загальна власність № 2) і розповсюджуються як під земельною ділянкою, так і над нею. Через обмеження в 3D-візуалізації об'єкт був обмежений будівлею. Загальна власність №1 – вся земля в межах плану, за винятком ділянок 1 до 203 (включно) та суспільної власності №2, яка включає структуру стін, підлоги та стелі, які співпадають з межами.

Користувач	Вимоги	Виклики
Загальна громадськість, земельна книга	Визначте властивість 3D	Відсутність стажування та навчання
Органи місцевого самоврядування	Розуміння 3D геометрія	Бар'єри на правових та інституційних рівнях
Геодезисти, Потіріуси, Земельні адвокати	Вимірювання і виконання просторового аналізу	Багатоцільовий кадастр систем
Архітектори, інженери та будівельники	Точність контролю	
Земельні та містобудівники	Взаємодія	
Нерухомість	Інтеграція з іншими додатки	

Рис. 4. Вимоги користувачів щодо візуалізації системи 3D-кадастру на основі ДЗК

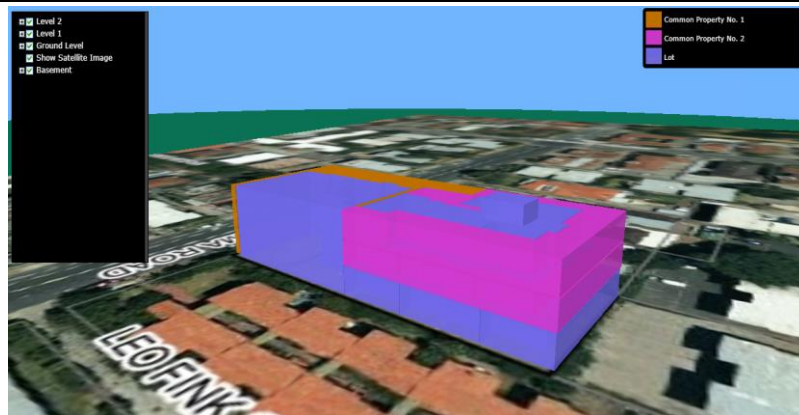


Рис. 5. Загальний вигляд блоків майнового комплексу.

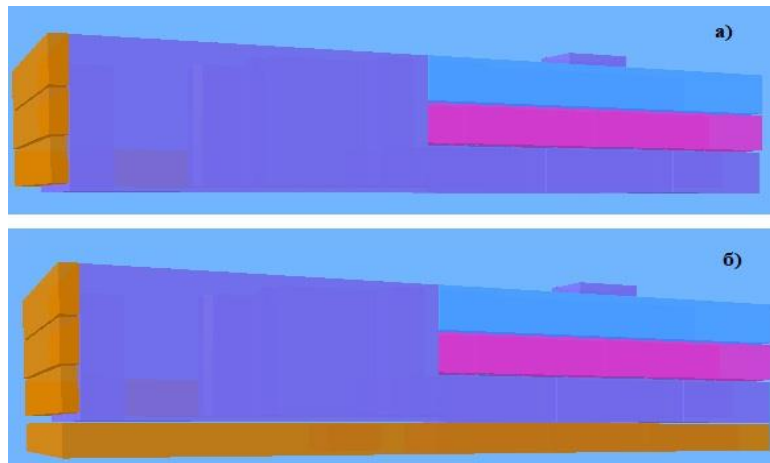


Рис. 6.

Фрагмент комплексу а) без підземних комунікацій, б) із відтворенням підземних комунікаціями із  $Z_{min}$ .

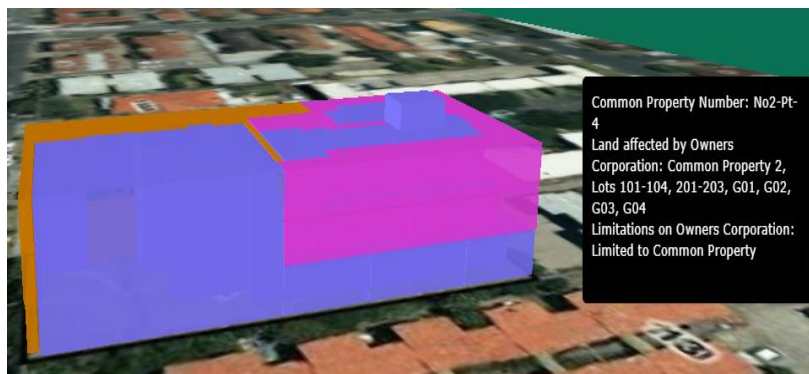


Рис. 7. Опис атрибутів вибраної одиниці.

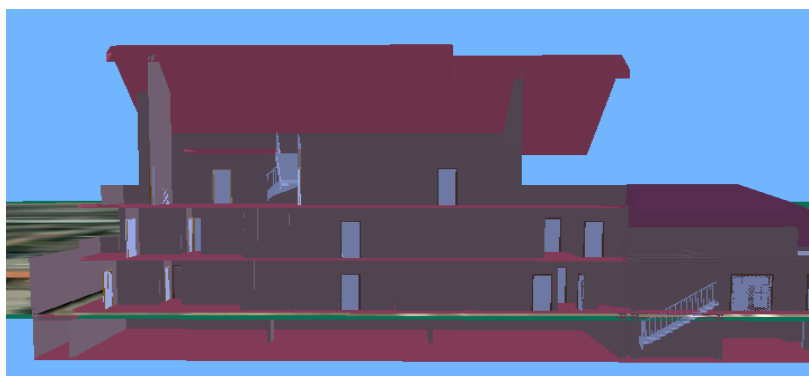
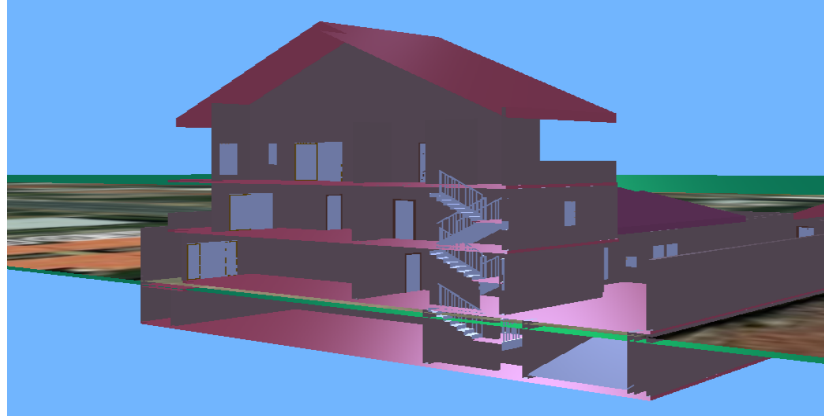
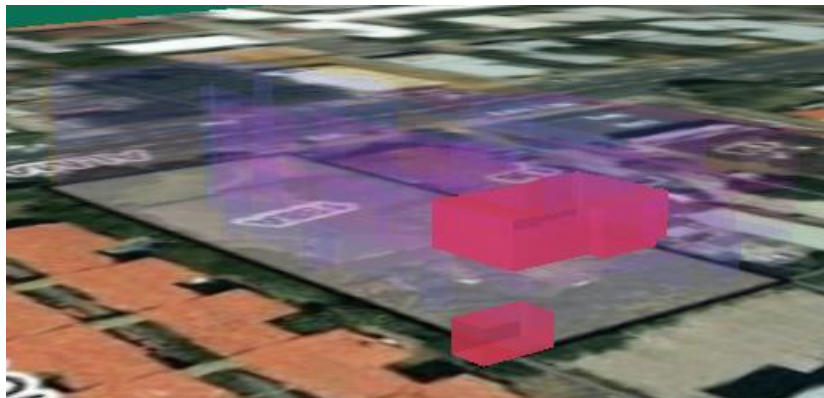


Рис. 8. Січення об'єкту в просторі X.

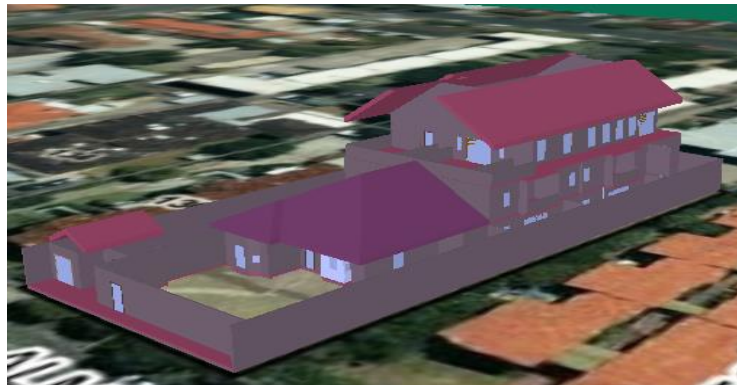




*Рис. 9. Січення комплексу в У просторі.*



*Рис. 10. Детермінація блоку 103.*



*Рис.11. Фінальний вигляд майнового комплексу.*

### References

1. Stoter, J., Ploeger H., Roes, R., van der Riet, E., Biljecki, F., Ledoux, H. (2016). First 3D Cadastral Registration of Multi-level Ownerships Rights in the Netherlands. 5th International FIG Workshop on 3D Cadastres, Athens, Greece, p.491–504.
2. Shojaei, D., Kalantari, M., Bishop, ID, Rajabifard, A., & Aien, A. (2013). Visualization requirements for three-dimensional cadastral systems. Computers, environment and urban systems. p.41,39-54.
3. Wang, C. (2015). 3D visualization of cadastre: assessing the suitability of visual variables and enhancement techniques in the 3D model of condominium property units.
4. Haeberling, C., Bär, H., & Hurni, L. (2008). Proposed cartographic design principles for 3D maps: a contribution to an extended cartographic theory. Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization, 43(3), 175-188.
5. Julstad, B. and A. Ericsson, 2001, Property formation and three-dimensional property units in Sweden, FIG Workshop on 3D cadastres, November, Delft,
6. Stoter, J., Ploeger, H., & van Oosterom, P. (2013). 3D cadastre in the Netherlands: Developments and international applicability. Computers, Environment and Urban Systems, 40, 56-67. 26. Onsrud, H., Making laws for 3D cadastre in Norway, FIG Congress, Washington, USA, April 2002.
7. Julstad, B., & Ericsson, A. (2001). Property formation and three-dimensional property units in Sweden. In van Oosterom, PJM, Stoter, JE and Fendel, E. M.(eds) 3D Cadastres-Registration of properties in strata. In International workshop on 3D Cadastres, FIG, Denmark.

**Deutsche internationale Zeitschrift für  
zeitgenössische Wissenschaft**

...  
**№3 2020**  
**VOL. 1**

**German International Journal of Modern  
Science**

...  
**№3 2020**  
**VOL. 1**

Deutsche internationale Zeitschrift für zeitgenössische Wissenschaft ist eine internationale Fachzeitschrift in deutscher, englischer und russischer Sprache.

Periodizität: 24 Ausgaben pro Jahr  
Format - A4

Alle Artikel werden überprüft.  
Freier Zugang zur elektronischen Version des Journals

German International Journal of Modern Science is an international, German/English/Russian/Ukrainian language, peer-reviewed journal.

Periodicity: 24 issues per year  
Format - A4

All articles are reviewed.  
Free access to the electronic version of journal.

- Edmund Holst (Salzburg) AT
- Michaela Meissner (Köln) DE
- Klara Amsel (Liège) BE
- Briana French (Cambridge) GB
- Joleen Parsons (Manchester) GB
- Dragomir Koev (Sofia) BG
- Stanislav Štěpánek (Praha) CZ
- Valeriya Kornilova (Kyiv) UA
- Dmitriy Aksenov (Lviv) UA
- Valentin Bragin (Moscow) RU
- Mirosław Bednarski (Warsaw) PL
- Daniela Villa (Florence) IT
- Mattia Molteni (Rome) IT
- Sylwia Krzemińska (Ljubljana) SI
- Käte Kraus (Vienna) AT
- Eleonora Lehmann (Berlin) DE
- Alexander Dressler (Marseille) FR
- Zdzisław Małecki (Warsaw) PL
- Adrián Borbély (Budapest) HU

- Edmund Holst (Salzburg) AT
- Michaela Meissner (Köln) DE
- Klara Amsel (Liège) BE
- Briana French (Cambridge) GB
- Joleen Parsons (Manchester) GB
- Dragomir Koev (Sofia) BG
- Stanislav Štěpánek (Praha) CZ
- Valeriya Kornilova (Kyiv) UA
- Dmitriy Aksenov (Lviv) UA
- Valentin Bragin (Moscow) RU
- Mirosław Bednarski (Warsaw) PL
- Daniela Villa (Florence) IT
- Mattia Molteni (Rome) IT
- Sylwia Krzemińska (Ljubljana) SI
- Käte Kraus (Vienna) AT
- Eleonora Lehmann (Berlin) DE
- Alexander Dressler (Marseille) FR
- Zdzisław Małecki (Warsaw) PL
- Adrián Borbély (Budapest) HU



**Artmedia24**

Anschrift: Industriestraße 8,74589 Satteldorf  
Deutschland.

**E-mail:** info@dizzw.com

**WWW:** www.dizzw.com

**Chefredakeur:** Reinhardt Roth

**Druck:** Einzelfirma Artmedia24, Industriestraße  
8,74589 Satteldorf Deutschland

**Artmedia24**

Address: Industriestrasse 8,74589 Satteldorf  
Germany.

**E-mail:** info@dizzw.com

**WWW:** www.dizzw.com

**Editor in chief:** Reinhardt Roth

**Printing:** Artmedia24, Industriestrasse 8,74589  
Satteldorf Germany.

Die Hersteller der Zeitschrift sind nicht  
verantwortlich für die in der Zeitschrift  
veröffentlichten Materialien.

Die Autoren sind für die Richtigkeit der im  
Artikel enthaltenen Informationen  
verantwortlich. Die Meinung der Hersteller  
spielt möglicherweise nicht die Ansichten des  
Autoren wieder.

Bei Nachdruck ist ein Verweis auf der  
Zeitschrift erforderlich. Materialien werden in  
der Ausgabe des Autoren veröffentlicht.

Editorial board of journal is not responsible for  
the materials published there.

Authors are responsible for the accuracy of arti-  
cles contained information.  
Opinion of editorial board may not coincide  
with the opinion of authors published materials.

In case of materials reprinting - link to journal is  
required.  
Materials are publishing in native author's edi-  
tion.

**ISSN (Print) 2701-8369**

**ISSN (Online) 2701-8377**

Edition: № 3/2020 (December) – 3<sup>st</sup>

Passed in press in December 2020

Printed in December, 2020

**Printing:** Artmedia24, Industriestrasse 8,  
74589 Satteldorf, Germany.

artmedia<sup>24</sup>

© Artmedia24

© Deutsche internationale Zeitschrift für zeitgenössische Wissenschaft / German International Journal  
of Modern Science

