



# Sciences of Europe

No 103 (2022)

**Sciences of Europe**  
(Praha, Czech Republic)

**ISSN 3162-2364**

The journal is registered and published in Czech Republic.  
Articles in all spheres of sciences are published in the journal.

Journal is published in Czech, English, Polish, Russian, Chinese, German and French, Ukrainian.

Articles are accepted each month.

Frequency: 24 issues per year.

Format - A4

All articles are reviewed

Free access to the electronic version of journal

Edition of journal does not carry responsibility for the materials published in a journal.  
Sending the article to the editorial the author confirms it's uniqueness and takes full responsibility for possible consequences for breaking copyright laws.

**Chief editor:** Petr Bohacek

**Managing editor:** Michal Hudecek

- Jiří Pospíšil (Organic and Medicinal Chemistry) Zentiva
- Jaroslav Fährnich (Organic Chemistry) Institute of Organic Chemistry and Biochemistry Academy of Sciences of the Czech Republic
- Smirnova Oksana K., Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Department of History (Moscow, Russia);
- Rasa Boháček – Ph.D. člen Česká zemědělská univerzita v Praze
- Naumov Jaroslav S., MD, Ph.D., assistant professor of history of medicine and the social sciences and humanities. (Kiev, Ukraine)
- Viktor Pour – Ph.D. člen Univerzita Pardubice
- Petrenko Svyatoslav, PhD in geography, lecturer in social and economic geography. (Kharkov, Ukraine)
- Karel Schwaninger – Ph.D. člen Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
- Kozachenko Artem Leonidovich, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Department of History (Moscow, Russia);
- Václav Pittner -Ph.D. člen Technická univerzita v Liberci
- Dudnik Oleg Arturovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Department of Physical and Mathematical management methods. (Chernivtsi, Ukraine)
- Konovalov Artem Nikolaevich, Doctor of Psychology, Professor, Chair of General Psychology and Pedagogy. (Minsk, Belarus)

«Sciences of Europe» -

Editorial office: Křižíkova 384/101 Karlín, 186 00 Praha

E-mail: [info@european-science.org](mailto:info@european-science.org)

Web: [www.european-science.org](http://www.european-science.org)

# CONTENT

## AGRICULTURAL SCIENCES

**Azizova A., Uslu U.**

APPLICATION OF ANTHELMINTIC DRUGS AND PLANT MIXTURES CONTAINING ANTHELMINTICS AGAINST NEMATODES AND TREMATODES IN ASSOCIATIVE INVASIONS .....4

## CHEMICAL SCIENCES

**Aliyev I., Mamedov E., Yusubov F.,  
Masieva L., Shakhbazov M.**

PHASE FORMATION AND PROPERTIES OF THE OBTAINED PHASES IN THE  $Sb_2S_3-Cr_3Te_4$  SYSTEM .....9

## EARTH SCIENCES

**Mammadov G.**

FUNDAMENTALS FOR THE ESTABLISHMENT OF INTERACTIVE ELECTRONIC MAPS AND MAPS OF ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF SOILS ON THE BASIS OF GIS.....14

## ECONOMIC SCIENCES

**Petrosyan G., Vardanyan K., Avagyan G.**

FACTORS AFFECTING THE COMPETITIVENESS OF ARMENIAN AGRICULTURAL PRODUCTS.....26

**Bovkun O.**

STATISTICAL ANALYSIS OF FOREIGN DIRECT INVESTMENTS IN UKRAINE .....33

**Lytvyn O., Povorozniuk I., Kyrlyuk I.,**

**Neshchadym L, Barvinok M.**

ECO-INNOVATIONS IN THE DEVELOPMENT OF ENTERPRISES IN THE HOSPITALITY INDUSTRY.....37

## MEDICAL SCIENCES

**Pampukha O.**

PREVALENCE, PATHOGENESIS, CLINICAL MANIFESTATIONS, DIAGNOSIS AND EFFECT ON FETUS OF PARVOVIRUS B19 INFECTION : REVIEW OF THE LITERATURE .....41

**Petrova-Gotova Ts., Atanasov A.**

THE FINANCIAL INDICATORS OF HOSPITALS – A TESTIMONY OF EFFECTIVE MANAGEMENT.....49

**Sheptukha S., Hubar O.**

USING OF BIOWELDING TECHNOLOGY IN THYROID SURGERY.....54

## PEDAGOGICAL SCIENCES

**Bashlinskaya F.**

BLENDED LEARNING AND ITS TYPES. COMPARISON OF POSITIVE AND NEGATIVE QUALITIES .....58

**Jalalov F.**

COMMUNICATIVE METHOD OF TEACHING FRENCH AT THE UNIVERSITY .....60

## POLITICAL SCIENCES

**Safrastyan R.**

PREPARATION OF THE KEMALISTS FOR THE WAR AGAINST ARMENIA IN 1920 .....64

## SOCIAL SCIENCES

**Vasylenko O., Romanovska L.**

STRESS RESISTANCE OF FUTURE SOCIAL WORKERS AS A NECESSARY COMPONENT OF THEIR PROFESSIONAL ACTIVITY.....68

## TECHNICAL SCIENCES

**Deryaev A.**

JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF RECOMMENDED  
METHODS OF OPERATION OF WELLS, WELLHEAD AND  
DOWNHOLE EQUIPMENT ..... 72

**Ibrahimzoda D., Mahmudova T.,**

**Jurakhonzoda R., Murodov A.**

EFFICIENT TECHNOLOGY FOR OBTAINING BIOGAS  
BASED ON MUNICIPAL WASTE ..... 75

**Peleshenko S.**

MAIN PROBLEMS IN LASER WELDING OF THIN-  
WALLED STRUCTURES FROM ALUMINUM AND  
BERYLLIUM ALLOYS (REVIEW) ..... 78

**Kosulina N., Kosulin S.**

DETERMINATION OF BIOTROPIC PARAMETERS OF A  
PULSED ELECTRIC FIELD FOR INCREASING I  
MMUNOGLOBULINS IN COW COLOSTER ..... 90

# AGRICULTURAL SCIENCES

## APPLICATION OF ANTHELMINTIC DRUGS AND PLANT MIXTURES CONTAINING ANTHELMINTICS AGAINST NEMATODES AND TREMATODES IN ASSOCIATIVE INVASIONS

**Azizova A.**

*Azerbaijan Ministry of Agriculture Veterinary Research Institute, Azerbaijan*  
Orcid: 0000-0002-0363-2893

**Uslu U.**

*Selcuk University, Faculty of Medicine, Department Microbiology,*  
*Konya, Turkey*

Orcid: 0000-0003-3456-312X

DOI: [10.5281/zenodo.7247464](https://doi.org/10.5281/zenodo.7247464)

### ABSTRACT

The research was carried out with the purpose of learning the helminth fauna of the small ruminants kept in the Shirvan-Salyan and Mountainous-Shirvan economic regions of Azerbaijan. As a result of the research, the taxonomic research of the helminth fauna of the small ruminants was carried out, and the systematics of the species was compiled. The helminths fauna of the sheep and goats - included 32 species nematodes and 3 species of the trematodes in the all economic regions. In the Shirvan-Salyan economic regions the pathogens caused the nematodoses in the animals were the species belonging to the genera *Trichostrongylus*, *Chabertia*, *Oesophagostomum*, *Nematodirus*, *Ostertagia*, *Haemonchus*, *Marshallagia*, *Cooperia*, *Bunostomum*, *Dictyocaulus*, *Protostrongylus*. In the Mountainous-Shirvan economic regions the species belonging to the genera *Dictyocaulus*, *Protostrongylus*, *Muellerius*, *Cystocaulus*, *Trichocephalus*, *Chabertia*, *Oesophagostomum*, *Trichostrongylus*, *Ostertagia*, *Marshallagia*, *Cooperia*, *Haemonchus*, *Bunostomum* and *Nematodirus* were noted with high intensity. In the small ruminants the infection with the nematodes and trematodes was noted with the associative forms in the spring, summer and autumn seasons. For the purpose of deworming 3 anthelmintic preparations 22.2% Fenbendazole, Alvet and Levamin preparations and a mixture of wormwood were tested against the helminthiasis. During the experiment toxicity symptoms were not observed either in the experimental or control animals. A mixture of Alvet and wormwood has been shown to be highly effective against nematodes and trematodes.

**Keywords:** Wormwood, anthelminthic effectiveness, associative invasions, helminthiasis, pathogenic species.

### Introduction

The Shirvan region (the Shirvan-Salyan and Mountainous-Shirvan economic regions), where the research works are conducted, covers the landscapes with the favorable conditions for breeding small-ruminants in the Azerbaijan Republic, and the large animal herds are mainly kept in these areas. The peculiar geographical and ecological features of the region, the relief, as well as the affect of the abiotic and biotic factors were reflected in the formation of the helminth fauna of the small ruminants. So due to the presence of the plains and desert-type landscapes in the region, the helminth fauna consisted mainly of the nematodes in the animals. In the small ruminants the infection with the nematodes and trematodes was noted with the associative forms in the spring, summer and autumn seasons. In the last years, the intensive recording of the parasitic diseases and even deaths in the small-ruminants, and the detection of the parasites belonging to 2 and 3 classes in the animals confirm that the disease agents are in an associative form. The main purpose of the research was the studying the faunistic and systematic composition of the helminths causing the serious pathological processes and death, and the application of the effective treatment measures against the agents. A complex study of the parasitic fauna is important to compile a systematics of the parasites characteristic for the animals kept in a certain area, as well as in the preparation of the effective combat measures against the parasites.

The helminth fauna of the small ruminants is also regularly studied by foreign researchers. The parasitic diseases directly affect the productivity, height and weight development of the animals, that is why their study is always relevant [1, 2, 3, 4]. The natural environmental factors, the geographical and ecological features of the area affect directly the formation of the parasitic fauna of the animals [5].

Anthelmintic chemicals are regularly used against helminthiasis in farm animals. Anthelmintic drugs are not only harmful to helminths, but also toxic to animals. Although the effect of anthelmintic agents in animals is sometimes not clinically evident, it accumulates in the body and has a cumulative effect [6].

For the purpose of deworming 3 anthelmintic preparations 22.2% Fenbendazole, Alvet and Levamin preparations and a mixture of wormwood were tested against the helminthiasis. Wormwood essential oil has bactericidal, bacteriostatic, deodorizing and antiparasitic properties [7, 8]. In veterinary medicine, wormwood is used against helminths in farm animals. Experiments have shown that wormwood has an anthelmintic effect in vitro and in vivo [9].

### Material and methods

The researches were carried out in the livestock farms of the Shirvan-Salyan and Mountainous-Shirvan economic regions of Azerbaijan during a year in all the seasons and of all the age groups of the animals. 750 sheep and 450 goats were checked parasitologically in the

Shirvan-Salyan economic region, 1590 sheep and 818 goats in Mountainous-Shirvan. The fecal samples taken from animals were researched by the methods Vishnyauskas, Fullerborn, Berman, Vayda, Darling, Sherbovich. The killed or butchered small-ruminants were researched by the complete and incomplete autopsy method [10, 11, 12]. The classical methods were used for detection the helminths: Macrohelminthoscopy: the detection of the helminth or a segment of a part of it in the fecal mass. Helminthovoscopy: the determination of the helminth

egg by the various methods (the native smear, Fulleborn, Vishnyauskas and repeated washing methods) in the fecal. Helminthylarvoscopy: the tracking of the helminth larvae in the fecal.

The Berman and Vaida methods: the determination of the respiratory tract nematodes (dictiocaulosis and other lung nematodes). The helminthological autopsy method is based on the checking of all the organs of the autopsied dead or butchered animals (Fig. 1.).

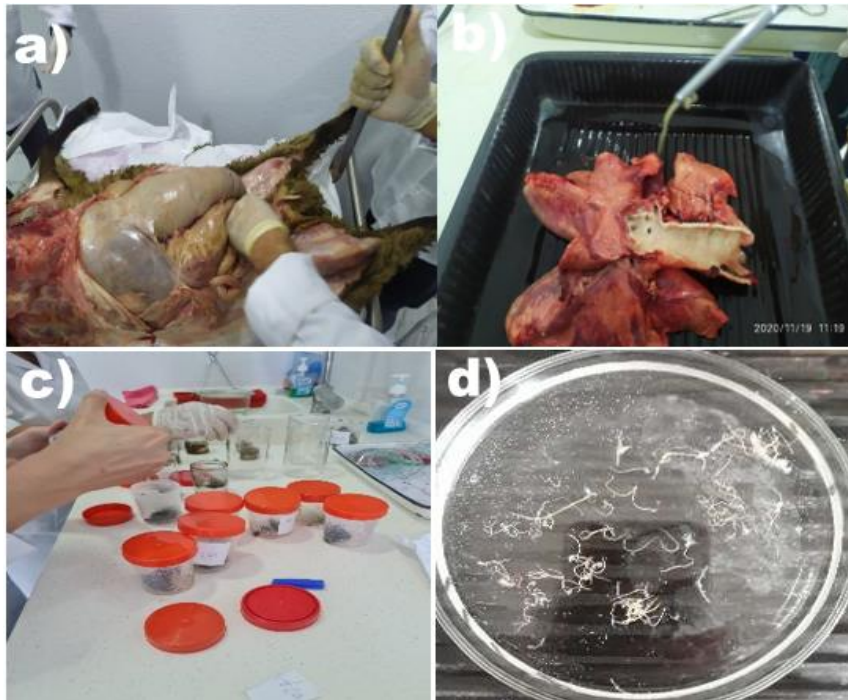


Fig. 1. a) Complete autopsy method; b) incomplete autopsy method; c) the research of the fecal samples; d) Collected nematodes

The studies were carried out in all seasons year on nomadic and sedentary livestock farms. Freshwater snails and ants, which are intermediate hosts of trematodes, were studied to determine their species composition. The compressor method was used to study 358 freshwater snails belonging to 7 species, collected from lakes, ditches, and freshwater springs in the study areas. To identify fasciola, dictyocoelium and paramphistomum in slaughtered or dead animals, the liver, stomach, and its departments were opened. Bile samples from the gallbladder were microscopically examined.

#### Results and discussion

The helminth fauna of the small ruminants which kept in the Shirvan-Salyan economic regions is different. So as non-nomadic farms are mainly moved to pastures in the districts the infection with more nematodes was predominated and observed with varying intensity throughout the year. The high infection was noted in spring, summer, autumn, and the relatively low intensity in winter. It is known that the development and spread of the strongyles is related directly with the climate and humidity conditions [13]. In the recent years, the rainy weather and high humidity have allowed these helminth eggs to remain in an invasive state at all times. Such favorable conditions have caused to the fact that sheep kept in both sedentary

and nomadic farms are infected with geohelminthic nematodes throughout the year. The infection with the trematodes was observed in spring and autumn in the small ruminants which kept on the such livestock farms. In the nomadic farms, the infection with the cestodes was noted more intensive. In the Shirvan-Salyan economic regions the helminth fauna of the small ruminants consisted of 32 species of the nematodes and 3 species of the trematodes. Since the cestodes are found mainly in the nomadic farms, that is why they are not typical species of the small ruminants which kept in these areas. The nematode species of the small ruminants kept in the Shirvan-Salyan economic regions: *Chabertia ovina*, *Bunostomum trigonocephalum*, *Bunostomum phlebotomum*, *Oesophagostomum venulosum*, *Oesophagostomum columbianum*, *Trichostrongylus axei*, *Trichostrongylus capricola*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Trichostrongylus probulurus*, *Trichostrongylus skrjabini*, *Trichostrongylus vitrinus*, *Trichostrongylus assadovi*, *Trichostrongylus ostertagi*, *Ostertagia circumcincta*, *Ostertagia trifurcata*, *Ostertagia mentulata*, *Marshallagia marshalli*, *Cooperia oncophora*, *Haemonchus contortus*, *Nematodirus abnormalis*, *Nematodirus helvetianus*, *Trichocephalus ovis*, *Trichocephalus skrjabini*, *Gongylonema*



*pulchrum*, *Dictyocaulus filaria*, *Protostrongylus hobmaieri*, *Protostrongylus kochi*, *Protostrongylus davtian*, *Protostrongylus raillieti*, *Protostrongylus skrjabini*, *Muellerius capillaris*, *Cystocaulus nigrescens* helminths have been identified. *Bunostomum phlebotomum* helminth was not found in sheep and *Trichostrongylus assadovi* helminth was not found in goats. The causative agents detected in sheep and goats with high intensity and causing the helminthiasis were nematodes belonging to the *Chabertia* (length 131.0; width 64.0 um), *Oesophagostomum* (length 77.0; width 47.9 um),

*Nematodirus* (length 180.0; width 78.1.0 um), *Ostertagia spp* (length 81.1; width 67.7 um), *Haemonchus sp.* (length 77.6; width 47.7 um), *Marshallagia sp.* (length 184.0; width 76.2 um), *Cooperia sp.* (length 79.5; width 48.6 um), *Trichostrongylus* (length 67.6 width 42.1 um), *Bunostomum* (length 75.0; width 47,3 um), *Dictyocaulus* (length 88.7; width 49.5 um), *Protostrongylus* (length 89.0; width 68.7 um) genera. The infection of animals with nematodes was 76.8%, the intensity was 31-252 ind. The discovered nematode eggs are shown in figure 2.

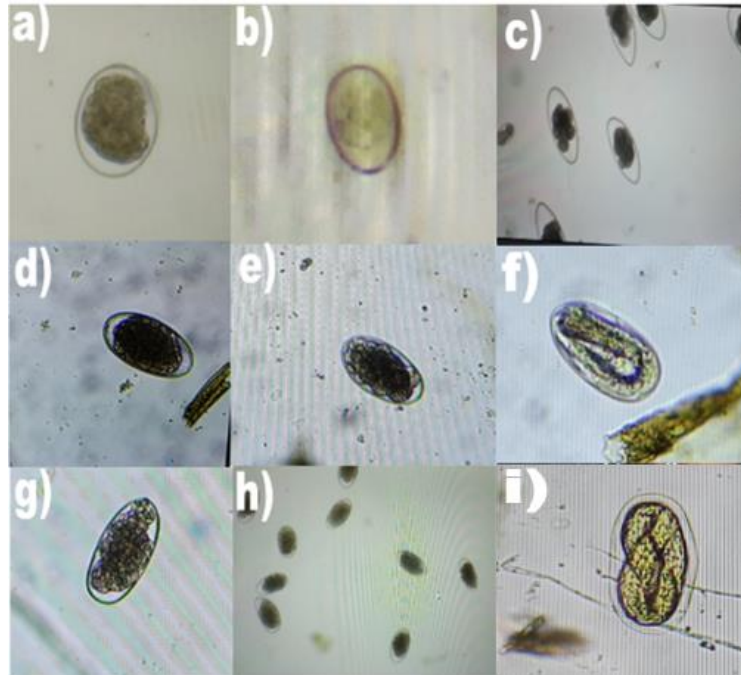


Fig 2. a) *Chabertia ovina*; b) *Oesophagostomum sp.*; c) *Nematodirus sp.*; d) *Ostertagia sp.*; e) *Haemonchus sp.*; f) *Protostrongylus sp.*; g) *Cooperia sp.*; h) *Trichostrongylus sp.*; i) *Dictyocaulus sp.*

The pathogenic species belonging to the class of trematodes were detected in the animals kept in the Kura-Araz lowland areas, and the species composition was determined in the small ruminants. Causative agents of the trematodes are mainly localized in the liver and cause mass loss during intensive infection. *Fasciola hepatica* belonging to the genus *Fasciola* of the family Fasciolidae belonging to the class Trematodes, *Dicrocoelium lanceatum* belonging to the genus

*Dicrocoelium* of the family Dicrocoeliidae, *Paramphistomum cervi* helminth belonging to the genus *Paramphistomum* of the family Paramphistomatidae were detected which grown in the Shirvan-Salyan economic regions, characteristic for these areas in the small ruminants. *Fasciola hepatica*, *Dicrocoelium lanceatum* and *Paramphistomum cervi* intensively noted trematodoses in the plain landscapes of the region (Fig. 3.).



Fig. 3. *Paramphistomum cervi*

*Dicrocoelium lanceatum*

*Fasciola hepatica*

The intensive distribution of the intermediate hosts, as well as climate and humidity, resulted in the

infection of the animals of all the age groups of the trematodes in all the seasons of the year. The discovered trematode eggs are shown in figure 4.



Fig 4. a) *Dicrocoelium* sp.

b) *Fasciola* sp.

c) *Paramphistomum* sp.

The intensity of fasciola and dicrocoelium helminths isolated from the liver during grain research in sheep and goats was 17-185 individuals. The intensity of paramphistomum collected from the stomach sections was 45-96 individuals higher in sheep and 25-137 individuals in goats. This indicates that fasciolosis, dicrocoeliosis and paramphistomosis are widespread in the studied areas. Infection with helminths in small ruminants is associated with associative forms - gastrointestinal and respiratory nematodes and trematodes in spring, summer and autumn. The analogous researches were conducted in the Mountainous Shirvan economic regions. The Mountainous Shirvan economic region (Ismayilli, Shamakhi, Aghsu, Gobustan) covers the plains, foothills (Gobustan and Aghsu) and mountainous areas (Shamakhi and Ismayilli), that is why the parasite fauna of the small-ruminants was relatively different. The endoparasites of sheep and goats consisted of 32 nematodes species, 4 trematodes species. The infection occurred in an associative form (in both landscapes). The species belonging to the genera *Dictyocaulus*, *Protostrongylus*, *Muellerius*, *Cystocaulus*, *Trichocephalus*, *Chabertia*, *Oesophagostomum*, *Trichostrongylus*, *Ostertagia*, *Marshallagia*, *Cooperia*, *Haemonchus*, *Bunostomum* and *Nematodirus* were noted with high intensity. *Fasciola hepatica*, *F. gigantica* helminths belonging to the *Fasciola* genus of the

*Fasciolidae* family, *Dicrocoelium lanceatum* helminths belonging to the *Dicrocoeliidae* family, and *Paramphistomum cervi* trematodes belonging to the *Paramphistomum* genus caused intensively noted trematodosis in the foothills and plain landscapes of the region. The intensive distribution of the intermediate hosts, as well as climate and humidity, resulted in the infection of the animals of all the age groups of the trematodes in all the seasons of the year. There are ponds enough in the areas of the Mountainous Shirvan economic region, that is why, this caused the population density of the intermediate hosts of the trematodes - molluscs. The infection with the trematodes was observed with the low intensity due to the seasonal changes (with the low intensity in late spring and summer) in the mountainous landscapes of the territory (Ismayilli, Shamakhi). In our researches, the secondary infectious origin diseases were observed in 80% of the animals infected with the trematodosis had diseases of secondary infection (pleuropneumonia, enterotoxemia, etc.). In the Shirvan-Salyan and Mountain Shirvan economic regions, in the small-ruminants, the infection with the helminths in the associative form were observed in spring, summer and the first decade of autumn. In winter, in sheep and goats, the infection only with the gastrointestinal and respiratory tract nematodes were observed (Fig. 5.).



Fig. 5. Associative nematode and trematodes

We analyze the composition of the parasite fauna of the small ruminants in the economic regions and come to the conclusion that the infection of the animals with the nematodes and trematodes is observed with the different intensity throughout the year in both regions.

### Conclusions

Experiments have shown that wormwood has an anthelmintic effect in vitro and in vivo Purpose - to study the effectiveness of wormwood and anthelmintic mixtures. The experimental animals were divided into four groups according to weight and age groups. The

first group of animals was given a mixture of wormwood and 22.2% Fenbendazole in equal doses of 200 g per day for two days. The second group of animals was given a mixture of Levamine and 200 g of wormwood. The third group of animals was given a mixture of Alvet - wormwood. The mixture given to the animals consisted of 0.5 g of the preparation and 200 g of wormwood. Fourthly, the animals of the control group were not given the drug and were fed as usual. Animal samples were taken and laboratory tests were performed 10 days after ingestion. In the field of view of the microscope, the animals of the first group had 2-4 parasite eggs, the animals of the second group had 1-3 parasite eggs and the animals of the third group had 0-1 parasite egg (trematode eggs appeared, there were no nematode eggs) In group IV, 8-15 parasite eggs were seen in the field of view of the microscope (there were no changes).

The mixture of Alvet + wormwood was repeated to animals against trematodes after 15 days. The results of the study show that the mixture of wormwood and Alvet has a high anthelmintic effect against nematodes and trematodes that parasitize the digestive and respiratory systems of animals. Signs of toxicity in experimental and control animals were not observed during the experiment. This fact indicates that both wormwood and its mixture with Alvet can be used against nematodes and trematodes.

#### References

1. Cheng T.C. (1986). General Parasitology (2nd edn). Academic Press, Division of Harcourt Brace & Company, USA, pp. 402–416.
2. Atanasio A. (2000). Helminths, protozoa, heartwater and the effect of gastrointestinal nematodes on productivity of goats of the family sector in Mozambique. PhD thesis, Medical University of Southern Africa.
3. Kumsa B., Tadesse T., Sari T., Duguma R., Hussen B. (2011). “Helminths of sheep and goats in Central Oromia (Ethiopia) during the dry season,” *Journal of Animal and Veterinary Advances*, vol. 10, no. 14, pp. 1845–1849.
4. Keyyu J.D., Monrad J., Kyvsgaard N.C., Kasuku A.A. (2005). “Epidemiology of *Fasciola gigantica* and amphistomes in cattle on traditional, small-scale dairy and large-scale dairy farms in the southern highlands of Tanzania,” *Tropical Animal Health and Production*, vol. 37, no. 4, pp. 303-314.
5. Scasta J.D. (2015). Livestock parasite management on high-elevation rangelands: ecological interactions of climate, habitat, and wildlife. *J Integr Pest Manag*, 6: 8-17.
6. Potârniche A.V., Mickiewicz M., Olah D., Constantin C., Marina S., Attila H., Adriana G., Agata M., Michał C., Marián V., Jarosław K. (2021). First report of anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes in goats in Romania. *Animals*, 11: 2761. doi:10.3390/ani1110276
7. Damirov I. A. (1972). Medicinal plants of Azerbaijan Baku: Maarif, p.304.
8. Rabinovich M. I. (1988). Veterinary phytotherapy. Moscow: Rosagropromizdat, p. 174.
9. Mamedov A. G. (1986). Veterinary parasitology. Baku: Azerneshr, p. 428
10. Berezantsev Yu A., Avtushenko E.G. (1976). The helminthological scatological diagnostics, L., 219 p.
11. Kotelnikov G.A. (1984). The helminthological researches of the animals and the environment Moscow p. 126-128.
12. Thienpoint D. (1979). Diagnosing Helminthiasis through Coprological Examination, Janssen Research Foundation, Beerse, Belgium.
13. Asadov S.M. (1960). Helminth fauna of the ruminants of the USSR and its ecological and Geographical analysis. Baku, p. 511.



# CHEMICAL SCIENCES

## ФАЗООБРАЗОВАНИЕ И СВОЙСТВА ПОЛУЧЕННЫХ ФАЗ В СИСТЕМЕ $Sb_2S_3-Cr_3Te_4$

*Алиев И.*

*д.х.н., проф. рук. лаб. Институт Катализа и Неорганической  
Химии НАН Азербайджана имени М.Ф.Нагиева*

*Мамедов Э.*

*д.х.н., проф. Кафедра химической технологии, переработки и  
экологии, АзТУ, Баку, Азербайджан*

*Юсубов Ф.*

*д.т.н., проф. Заведующий кафедрой химической технологии,  
переработки и экологии АзТУ, Баку, Азербайджан*

*Масиева Л.*

*Докторант, Кафедра химической технологии,  
переработки и экологии, АзТУ, Баку, Азербайджан*

*Шахбазов М.*

*к.х.н., доцент. Азербайджанский Государственный  
Педагогический Университет*

## PHASE FORMATION AND PROPERTIES OF THE OBTAINED PHASES IN THE $Sb_2S_3-Cr_3Te_4$ SYSTEM

*Aliyev I.*

*d. chem.sci. prof. hands lab. Institute of Catalysis and  
Inorganic Chemistry named M.F. Nagiyev NAS Azerbaijan*

*Mamedov E.*

*Doctor.chem. sci. prof. Department of Chemical Technology,  
Processing and Ecology, AzTU, Baku, Azerbaijan*

*Yusubov F.*

*Doctor of technical, prof. Head Department of Chemical  
Technology, Processing and Ecology, AzTU, Baku, Azerbaijan*

*Masieva L.*

*Doctoral student of the Department of Chemical Technology,  
Processing and Ecology, AzTU, Baku, Azerbaijan*

*Shakhbazov M.*

*Ph.D., associate professor. Azerbaijan State Pedagogical University*

DOI: [10.5281/zenodo.7247481](https://doi.org/10.5281/zenodo.7247481)

### АННОТАЦИЯ

Для изучения характера химического взаимодействия между соединением  $Sb_2S_3$  и соединением  $Cr_3Te_4$  были синтезированы сплавы системы  $Sb_2S_3-Cr_3Te_4$  в широком диапазоне концентраций и исследованы методами физико-химического анализа, дифференциально-термическим (DTA), рентгенофазовым (RFA), микроструктурным (MQA), а также измерением плотности и микротвердости и построена фазовая диаграмма. Установлено, что диаграмма состояния системы квазибинарная, эвтектического типа. На основе исходных компонентов выявлены области твердых растворов, которые на основе  $Sb_2S_3$  доходят до 3 мол. %, а на основе  $Cr_3Te_4$  до-8 мол. %. Соединения  $Sb_2S_3$  и  $Cr_3Te_4$  образуют эвтектику, состав которой отвечает 20 мол %  $Cr_3Te_4$  и плавится при 455°C.

### ABSTRACT

To study the character of the chemical interaction between the  $Sb_2S_3$  compound and the  $Cr_3Te_4$  compound, alloys of the  $Sb_2S_3-Cr_3Te_4$  system were synthesized in a wide range of concentrations and studied by the methods of physicochemical analysis, differential thermal (DTA), X-ray phase (RFA), microstructural (MSA), as well as density and was studied by measuring the microhardness and built a phase diagram. It is established that the state diagram of the system is quasi-binary, eutectic type. Based on the initial components, the regions of solid solutions were revealed, which, based on  $Sb_2S_3$ , reach up to 3 mol %, and based on  $Cr_3Te_4$  up to -8 mol. %. Compounds  $Sb_2S_3$  and  $Cr_3Te_4$  form a eutectic whose composition corresponds to 20 mol %  $Cr_3Te_4$  and melts at 455°C.

**Ключевые слова:** фаза, система, эвтектика, плотность, ликвидус.

**Keywords:** phase, system, eutectic, density, liquidus.

Магнитооптические материалы можно получить в результате взаимодействия между соединениями светочувствительными и обладающими магнитными свойствами. Для этого мы планировали изучить систему  $Sb_2S_3-Cr_3Te_4$ . Известно, что халькогениды сурьмы и их сложные фазы широко изучаются в качестве фотоэлектрических [1-10] и термоэлектрических [11-14] материалов и используются в качестве преобразователей энергии.

Хром и его интерметаллические соединения с другими металлами широко используются в черной металлургии. Например, хром используется в производстве нержавеющей стали. Халькогенидные соединения хрома используются в полупроводниковой технике в качестве светочувствительных и магнитных материалов [15-18]. Поэтому исследование фазообразования между халькогенидами  $Sb_2S_3$  и  $Cr_3Te_4$  имеет как научное и практическое значение. Система  $Sb_2S_3-Cr_3Te_4$  исследуется впервые.

Целью данной работы является исследование новой фазы и области твердого раствора путем построения фазовой диаграммы системы  $Sb_2S_3-Cr_3Te_4$ .

$Sb_2S_3$  плавится с открытым максимумом при  $559,5^\circ C$  и кристаллизуется в ромбической сингонии с параметрами решетки:  $a=11,229$ ;  $b=11,310$ ;  $c=3,83$  Å, пр. гр.  $Pbnm-D_{2h}^{16}$ , плотность  $4,63$  г/см<sup>3</sup>, микротвердость  $1400$  МПа [19]. Соединение  $Cr_3Te_4$  плавится конгруэнтно при  $1292^\circ C$  и кристаллизуется в ромбической сингонии с параметрами решетки:  $a=6,908$ ;  $b=3,908$ ;  $c=12,400$  Å [20].

#### Экспериментальная часть

Синтез сплавов системы  $Sb_2S_3-Cr_3Te_4$  проводили в две стадии. На первом этапе были синтезированы соединения  $Sb_2S_3$  и  $Cr_3Te_4$  из элементов высокой чистоты: сурьмы СU-000, серы ОСЧ, теллура В4 и 99,97% хрома ампульным методом. На втором этапе синтез сплавов системы  $Sb_2S_3-Cr_3Te_4$  осуществляли сплавлением соединений  $Sb_2S_3$  и  $Cr_3Te_4$  в вакуумированной до  $0,133$  Па кварцевой ампуле. Синтез сплавов проводили в интервале температур  $800-1200^\circ C$ . С. Для достижения равновесного состояния образцы отжигали при  $450^\circ C$  в течение 350 ч.

Термический анализ сплавов проводили на пирометрической установке марки ТЕРМОСКАН-2. Скорость нагрева составляла  $9$  град/мин.



Рис.1. Микроструктуры сплавы системы  $Sb_2S_3-Cr_3Te_4$ .  
а)- 3, б)-20, в)-50, г)-92 мол. %  $Cr_3Te_4$ .

Для определения фазового состава сплавов системы  $Sb_2S_3-Cr_3Te_4$  проводился рентгенофазовый анализ. Результаты рентгенографического анализа сплавов системы, содержавшие 3, 50 и 92 мол. %  $Cr_3Te_4$  приведены на рис.2. Как видно из рисунка 2, дифракционные линии на дифрактограммах сплавов, содержащих 50 мол. %  $Cr_3Te_4$ , состоят из смеси

РФА проводили на рентгеновском дифрактометре D2 PHASER с  $CuK\alpha$ -излучением и никелевым фильтром. Микроструктурный анализ образцов полированных и протравленных травителем:  $HNO_3$  конц.+ $H_2O_2=1:1$ , шлифов изучали на микроскопе МИМ-8. Микротвердость определяли на микротвердомере ПМТ-3 при нагрузках, выбранных в результате изучения измерения микротвердости для каждой фазы от нагрузки. Плотность определяли пикнометрическим методом, в качестве рабочей жидкости использовали толуол.

#### Результаты и их обсуждение

Сплавы в диапазоне 0-70 мол. %  $Cr_3Te_4$  системы  $Sb_2S_3-Cr_3Te_4$  являются серыми веществами, полученными в виде компактной массы. Остальные образцы представляют собой яркие серебристые вещества, которые трудно расплавить и получить в виде мелких частиц. Образцы, богатые  $Sb_2S_3$ , растворимы как в сильных кислотах, так и в щелочах. Сплавы, богатые соединениями  $Cr_3Te_4$ , хорошо растворимы в кислоте  $HNO_3$ .

Равновесные сплавы системы  $Sb_2S_3-Cr_3Te_4$  изучались методами физического и химического анализа.

В ходе дифференциально-термического анализа сплавов было установлено, что на термограммах сплавов были получены два и три тепловых эффекта. Термический анализ показал, что на термограммах сплавов наблюдалась серия изотермических эффектов при  $455^\circ C$  и  $575^\circ C$ . Один из них соответствует температуре эвтектической линии, образованной между  $\gamma$ -фазой и  $Cr_3Te_4$ , а другой температуре ( $575^\circ C$ ) фазового перехода  $\alpha-Cr_3Te_4$  соединения. Для сплавов системы проводили также микроструктурный анализ. Установлено, что только вблизи исходных компонентов существуют однофазные области, остальные части сплавов системы двухфазные. На рис. 1 а, б, в, г представлены микроструктуры сплавов системы, содержащей 3, 20, 50 и 92 мол. %  $Cr_3Te_4$ .

Сплавы с 3 и 92 мол. %  $Cr_3Te_4$ , представленных на рис. 1а, 1г — твердые растворы на основе соединений  $Sb_2S_3$  и  $Cr_3Te_4$  соответственно. Сплав 20 мол. %  $Cr_3Te_4$  (б) — эвтектический состав, а сплав 50 мол. %  $Cr_3Te_4$  (в) — двухфазный сплав.

дифракционных линий исходных компонентов. Так что все эти сплавы являются двухфазными. Дифрактограмма образцов с концентрацией 3 мол. % и 92 мол. %  $Cr_3Te_4$  идентичен дифрактограммам соединений  $Sb_2S_3$  и  $Cr_3Te_4$ . Дифракционные линии незначительно различаются лишь межплоскостными

расстояниями. Сплавы 3 мол. % и 92 мол. % представляют собой твердый раствор на основе соединений  $Sb_2S_3$  и  $Cr_3Te_4$  соответственно.

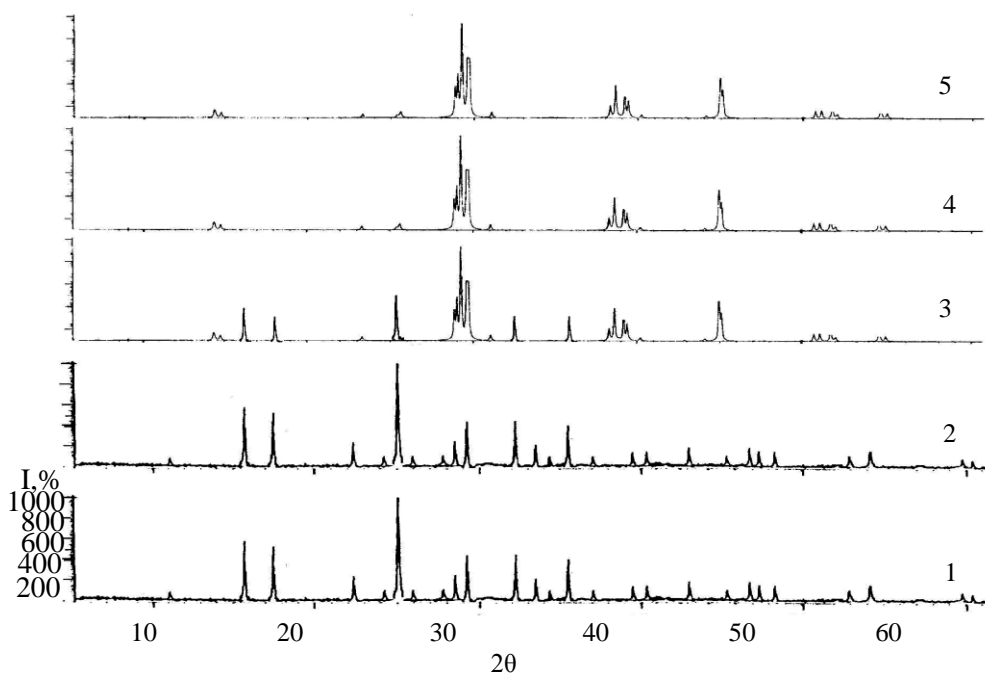


Рис.2. Дифрактограммы сплавов системы  $Sb_2S_3-Cr_3Te_4$ .  $Sb_2S_3$ , 2-3 мол. %, 3-50 мол. %, 4-92 мол. %, 5-100 мол. %  $Cr_3Te_4$ .

Таким образом, рентгенофазовый анализ подтверждает точность результатов ДТА и МСА по фазовому составу системы.

На основании результатов вышеупомянутых физико-химических анализов была построена фазовая диаграмма системы  $Sb_2S_3-Cr_3Te_4$  (рис. 3). Диаграмма состояния системы  $Sb_2S_3-Cr_3Te_4$  квазибинарная эвтектического типа.

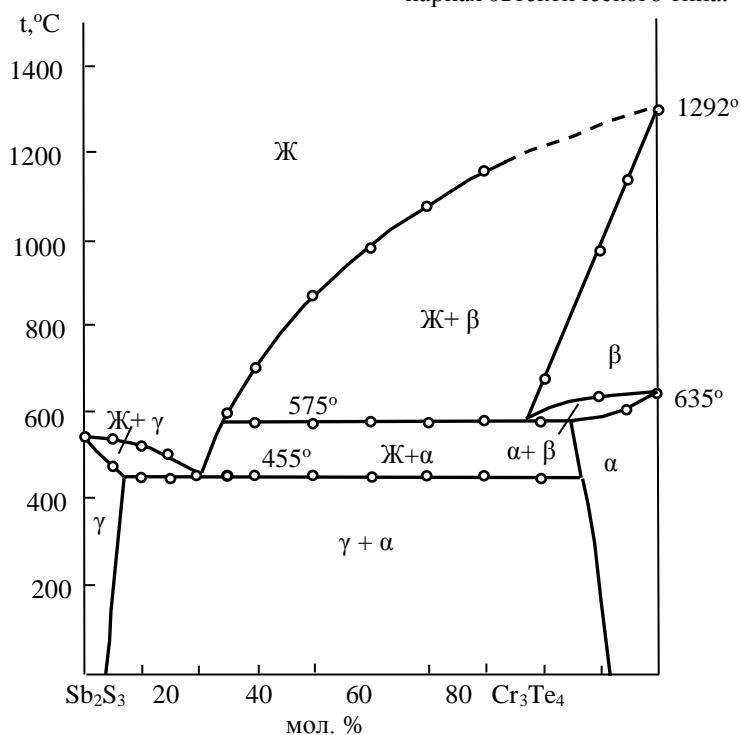


Рис.3. Фазовая диаграмма системы  $Sb_2S_3-Cr_3Te_4$ .

В системе  $Sb_2S_3-Cr_3Te_4$  новые соединения не обнаружены. Однако на основе исходных компонентов обнаружены ограниченные области твердых

растворов. При комнатной температуре твердые растворы на основе  $Sb_2S_3$  простираются до 3 мол. %  $Cr_3Te_4$ , на основе  $Cr_3Te_4$  доходят до 8 мол. %  $Sb_2S_3$ .

Ликвидус системы в основном окружен начальными кривыми первичной кристаллизации  $\beta$ -твердого раствора, образованного на основе высокотемпературной модификации соединения,  $\gamma$ -твердые растворы образованы на основе соединений  $Sb_2S_3$  и

$\alpha$ - $Cr_3Te_4$ . В интервале концентраций 0-20 мол. %  $Cr_3Te_4$  из жидкости выделяются первичные кристаллы  $\gamma$ -твердых растворов. В пределах 2-100 мол. % из жидкости осаждаются первичные кристаллы  $\alpha$  и  $\beta$ -твердого раствора.

Табл. 1.

Результаты ДТА, измерения микротвердости и плотности сплавов системы  $Sb_2S_3$ - $Cr_3Te_4$ 

Состав, мол. %		Термические эффекты, °С	эф- Плотность, г/см <sup>3</sup>	Микротвердость, МПа	
$Sb_2S_3$	$Cr_3Te_4$			$\gamma$	$\alpha$
				P=0,10 Н	P=0,15 Н
100	0.0	560	4,63	1400	-
95	5,0	475,540	4,66	1450	-
90	10	455,525	4,75	1490	-
85	15	455,500	4,89	1490	-
80	20	455	4,99	Эвтек.	Эвтек.
75	25	455,600	5,08	-	-
70	30	455,580,700	5,17	-	-
60	40	455, 580,860	5,36	-	2560
50	50	455, 580,975	5,56	-	2560
40	60	455, 580,1070	5,72	-	2560
30	70	455, 580,1150	5,91	-	2560
20	80	455, 580,675	6,19	-	2560
10	90	640,970	6,40	-	2560
5,0	95	600,1130	6,52	-	2550
0,0	100	635,1292	6,45	-	2530

Для соединения  $Cr_3Te_4$  известны две модификации низкотемпературная и высокотемпературная. Низкотемпературная  $\alpha$ - $Cr_3Te_4$  модификация плавится при 635°C, а высокотемпературная  $\beta$ - $Cr_3Te_4$  модификация плавится при 1292°C. Ниже температуре 575°C в интервале 25-78 мол. %  $Cr_3Te_4$  существуют двухфазные области  $\beta$ + $\alpha$ . В интервале концентраций 20-85 мол. %  $Cr_3Te_4$  ниже линии солидуса кристаллизуются двухфазные ( $\alpha$ + $\beta$ ) фазы. Составы и некоторые физико-химические свойства сплавов системы  $Sb_2S_3$ - $Cr_3Te_4$  приведены в табл. 1.

Микротвердость и плотность сплавов системы  $Sb_2S_3$ - $Cr_3Te_4$  исследовали после отжига. В каждой фазе, обнаруженной в системе  $Sb_2S_3$ - $Cr_3Te_4$ , измерены микротвердость. В системе получено два ряда значений, которые характеризуют микротвердость  $\gamma$ -твердых растворов на основе  $Sb_2S_3$  и  $\alpha$ -твердых растворов на основе  $Cr_3Te_4$ . Как видно из табл. 1, значения микротвердости сплавов, относящиеся к области  $\gamma$ -твердых растворов на основе  $Sb_2S_3$  изменяются в пределах 1400- 1490 МПа, а для  $\alpha$ -твердых растворов на основе  $Cr_3Te_4$  меняются в пределах (2530-2560) МПа.

### Заключение

Характер химического взаимодействия в системе  $Sb_2S_3$ - $Cr_2Te_4$  исследован методами физико-химического анализа: дифференциально-термический (ДТА), рентгенофазовый (RFA), микроструктурный (MQA), а также измерением плотности и построена фазовая диаграмма. Диаграмма состояния системы квазибинарная, эвтектического типа. Установлено, что в системе  $Sb_2S_3$ - $Cr_2Te_4$  на основе исходных компонентов выявлены области твердых растворов, которые на основе  $Sb_2S_3$  доходят до 3 мол. %, а на основе  $Cr_3Te_4$

до-8 мол. %. Соединения  $Sb_2S_3$  и  $Cr_3Te_4$  образуют эвтектику, состав которой отвечает 20 мол %  $Cr_3Te_4$  и плавится при 455°C.

### Литература

- Магомедов А.З., Алиев А.О., Асланов М.А., Мусаева С.М., Джавадова С.Д. Особенность температурной зависимости спектрального распределения фоточувствительности сегнетоэлектриков-полупроводников  $Sb_2S_3$ - $Sb_2Se_3$  // Вестник Бакинского Университета, сер. физ.-мат. Наук. 2004. № 4. С.163-169.
- Магомедов А.З., Алиев А.О., Асланов М.А. Исследование фотопроводимости сегнетополупроводниковых кристаллов системы  $Sb_2S_3$ - $Sb_2Se_3$  в широком интервале температур // БГУ Министерство Образования Азербайджана, "Актуальные проблемы физики" Материалы III республиканской научной конференции. 2004. С.54
- Магомедов А.З., Гасанова Л.Г., Алиев А.О., Мамедов А.А., Асланов М.А. Акустические исследования кристаллов твердых растворов системы  $Sb_2S_3$ - $Sb_2Se_3$  // Физика Т. XIII. 2007. № 4. С.164-166.
- Магомедов А.З., Алиев А.О., Талыбова Д.А., Джахангирова С.А., Мамедов Р.М., Асланов М.А. Особенности Вольт-Амперной характеристики сегнетополупроводниковых кристаллов системы  $Sb_2S_3$ - $Sb_2Se_3$  // Вестник НАНА. 2007. № 5. С.87-93.
- Полищук В.А. Структурные состояния и фотоэлектрические и электретные свойства аморфных конденсаторов на основе  $Sb_2S_3$  Автореф. дис. канд. физ.-мат. наук: Харьковский политехн. ин-т. 1987. 20 с.

6. Chen C, Li W, Zhou Y, Chen C, Luo M, Liu X, Zeng K, Yang B, Zhang C, Han J, Tang J. Optical properties of amorphous and polycrystalline  $Sb_2Se_3$  thin films prepared by thermal evaporation // *Applied Physics Letters*. 2015. V. 107. № 4. P. 043905.
7. Maghraoui-Meherzi H., Ben Nasr T., Dachraoui M. Synthesis, structure and optical properties of  $Sb_2Se_3$  // *Materials Science in Semiconductor Processing*. V. 16. Issue 1, February 2013. P. 179-184 <https://doi.org/10.1016/j.mssp.2012.04.019>.
8. Chen, C., Bobela, D.C., Yang, Y. *et al.* Characterization of basic physical properties of  $Sb_2Se_3$  and its relevance for photovoltaics // *Front. Optoelectron*. 2017. V. 10. P. 18–30. <https://doi.org/10.1007/s12200-017-0702-z>
9. Ju, T., Koo, B., Jo, J. W., & Ko, M. J. Enhanced photovoltaic performance of solution-processed  $Sb_2Se_3$  thin film solar cells by optimizing device structure // *Current Applied Physics*, 2020. V. 20. № 2. P. 282-287. <https://doi.org/10.1016/j.cap.2019.11.018>
10. Kamruzzaman M., Chaoping Liu., Farid Ul Islam A.K.M., Zapien J.A. A comparative study on the electronic and optical properties of  $Sb_2Se_3$  thin film // *Физика и техника полупроводников*. 2017. Т. 51, вып. 12. P. 1673-1678.
11. Liangjun Xie, Haixu Qin, Jianbo Zhu, Li Yin, Dandan Qin, Fengkai Guo, Wei Cai, Qian Zhang, Jiehe Sui. Realizing Excellent Thermoelectric Performance of  $Sb_2Te_3$  Based Segmented Leg with a Wide Temperature Range Using One-Step Sintering // *Advanced Electronic Materials* 2019. V. 83. P. 1901178. DOI: 10.1002/aelm.201901178.
12. Haixu Qin, Jianbo Zhu, Bo Cui, Liangjun Xie, Wei Wang, Li Yin, Dandan Qin, Wei Cai, Qian Zhang, Jiehe Sui. Achieving a High Average  $zT$  Value in  $Sb_2Te_3$ -Based Segmented Thermoelectric Materials // *ACS Applied Materials & Interfaces* 2020. V. 12. № 1. P. 945-952. DOI: 10.1021/acsami.9b19798.
13. Morikawa S1, Inamoto T, Takashiri M. Thermoelectric properties of nanocrystalline  $Sb_2Te_3$  thin films: experimental evaluation and first-principles calculation, addressing effect of crystal grain size // *Nanotechnology*. 2018. V. 9. № 7. P. 075701. doi: 10.1088/1361-6528/aaa31f
14. Zybala R., Mars K., Mikula A., Boguslavski J., Sobon G., Sotor J., Schmidt M., Kaszyca K., Chmielewski M., Ciupinski L., Pietrzak K. Synthesis and characterization of antimony telluride for thermoelectric and optoelectronic applications // *Arch. Metall. Mater.* 2017. V.62. №2. P. 1067-1070. DOI: 10.1515/amm-2017-0155
15. Andersen A.F., The Magnetic Structure of  $Cr_2Te_3$ ;  $Cr_3Te_4$ ,  $Cr_5Te_6$  // *Acta Chem. Scand.*, 1970. V. 24. P. 3495-3509.
16. Аминов Т.Г. Синтез и магнитные свойства сложных халькогенидов хрома. Дис. на соискание доктора химических наук. Москва. 2002. 416 с.
17. Бабицына А.А., Конешова Т.И., Калинин В.Т. Исследование возможности образования твердых растворов в системах  $CuCr_2Se_4-InSe$ ;  $CuCr_2Se_4-In_2Se_3$ ;  $CuCr_2Se_4-CuInSe_2$  // *Неорган, материалы*. 1981. Т. 17. № 9. С.1716.
18. Бабицына А.А., Емельянова Т.А., Конешова Т.И. Взаимодействие в системе  $Cu-Cr-Te$  // *Журн. неорган. химии*. 2000. Т. 45. № 8. С.1397-1400.
19. Физико-химические свойства полупроводниковых веществ. Справочник. Москва. Изд. Наука. 1979. 339 с.
20. Диаграммы состояния двойных металлических систем. Справочник: В 3т: Т. // Под. Ред. Н.П. Лякишева. М.: Машиностроение. 1997. 1023 с.



# EARTH SCIENCES

## FUNDAMENTALS FOR THE ESTABLISHMENT OF INTERACTIVE ELECTRONIC MAPS AND MAPS OF ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF SOILS ON THE BASIS OF GIS

*Mammadov G.*

*Academician*

*Presidium of the Azerbaijan National Academy of Sciences*

DOI: [10.5281/zenodo.7247502](https://doi.org/10.5281/zenodo.7247502)

### ABSTRACT

Large- and medium-scale soil mapping finds its application in various fields, including in solving problems of soil-ecological and agricultural monitoring. The use of modern computer, geo-information and Internet technologies provides new tools for the accumulation and processing of soil data, and also opens up the possibility of connecting to the analysis of other natural and geographical factors. Comprehensive analysis of multi-time, multi-scale and heterogeneous natural-soil information allows one to obtain not only a more objective assessment of soil formation processes, but also numerical characteristics of the soil and soil cover, which are necessary for practical use. The development of methods for converting archived soil materials into digital format, the formation of attribute data structures that provide a unified cartographic space of the region are fundamental steps in creating a soil map of a regional level.

**Keywords:** geographic information systems, interactive map, electronic soil map, ecological soil assessment.

### INTRODUCTION

In developing countries, special attention is paid to the agricultural sector, which is the main condition for social sustainability. As one of the main directions of economic policy in our republic, favorable conditions have been created for the development of this sphere.

A number of questions have been raised in the state programs being implemented by scientists and specialists working in the agricultural sector. Preparation of an electronic soil map of Azerbaijan; soil inventory; land cadastre; land management, economic assessment, salinization, study of the degree of erosion and their mapping, creation of crop rotation systems, restoration issues, reconstruction of the amelioration and irrigation system, electronic agriculture and selection of zoned highly productive seeds are important tasks facing specialists.

At the present time, the creation of interactive electronic soil maps and maps of environmental assessment of soils is in the way of solving higher problems. In GIS studies, the availability of information on layers significantly improves the quality of terrain maps, which include terrain relief, soil-forming rocks, vegetation cover, forest structure, and other features. Unlike paper, electronic maps provide an opportunity to analyze, modify and reclassify data. From this point of view, it is important to create a system of information about space and geographic information, in general, for optimal land management in the territory. To implement such a database, you can use software on modern geographic information systems. In this regard, the authors for the first time created an electronic map platform covering the entire territory of the Republic of Azerbaijan based on GIS software, which supports an interactive update mode.

This map covers the entire scale of the spectrum and meets the requirements of e-agriculture and other public information systems, which are based on the use of data space. For conducting soil, agrochemical and interdisciplinary research on the platform, a method of

plastic relief was developed. Also prepared a detailed methodology for the compilation of digital soil and environmentally assessment maps of soils using 3D visualization.

The map is an Arabic word. This is a reduced, generalized image of the Earth's surface, another celestial body or extraterrestrial space constructed in a cartographic projection, showing objects or phenomena located on it in a certain system of conventional signs. Geographic map - a depiction of a model of the Earth's surface in a reduced form, containing a coordinate grid with conventional symbols on the plane.

The electronic map is a cartographic image generated on the basis of digital map data and visualized on a computer video monitor or a video screen of other devices (for example, satellite navigator). The electronic map is based on data from digital maps and GIS databases.

Digital map - a digital terrain model created by digitizing cartographic sources, photogrammetric processing of remote sensing data, digital recording.

An interactive map is an electronic map that operates in a two-way interactive mode between the user and the computer, and is a visual information system.

As you know, the easiest way to explore the landscape is to compile its digital model. Before the discovery of GIS, the creation of such models was often impossible.

It should be noted that in 2011, on behalf of the President of the Republic of Azerbaijan Ilham Aliyev, the State Impact Committee on Land and Cartography for the first time compiled an interactive electronic map of Azerbaijan mainly for socially oriented purposes. Scientific approaches that meet modern requirements in the past have led to the emergence of a fundamentally scientific approach to the compilation of interactive electronic soil maps and environmental assessment of soils in Azerbaijan.

The marking of the contours of the earth reflects the reality in addition to the height of the relief, determines the indicators of latitude and longitude on the plane, as well as modern digital models (3D), aerial photographs and satellite images, and software. This required the preparation of new terrain maps based on GIS technology.

**STAGES OF PREPARATION OF ORTHOPHOTOMAPS FROM AERIAL AND SPACE IMAGES**

The creation of airborne materials consists of the following steps:

1. Preparatory work. At this stage, planning of optimal flight routes, division of the territory into blocks, measurements of the location control point by blocks are carried out. The area for filming is divided into 4-5 route blocks. It helps to make work faster. The location of control points within the block is determined. Flight routes are determined by the camera's own camera software, which will be filmed for flight management. Depending on the weather forecast for 1-2 days before departure, the control points of the Earth are measured. These points are very important for determining the coordinates in the images and determining their position on the ground.

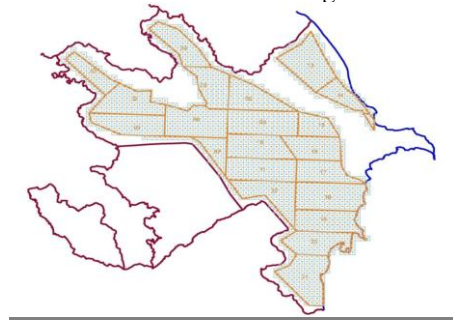


Figure 1

2. Flying. External orientation parameters of captured images (center coordinates, flight altitude, omega, kappa rotation angles) are deleted. At the end of the flight, data is processed in accordance with the

actual colors of the earth's surface. Depending on the number of images, this process takes several days. The coordinates of the images are customized to fit any coordinate system and projection (figure 2).

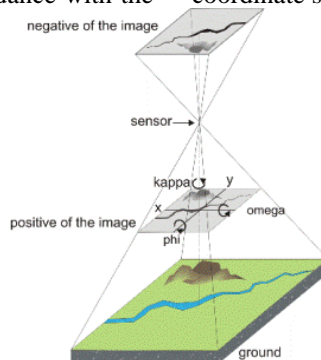


Figure 2

3. Information for accommodation. The orthobase project, which includes the coordinate system and parameters of the output product, is installed in the software (figure 3). The program includes the parameters

of the external orientation and the results of measurements of land control points. As part of the software built project. Figures that are not associated with any coordinates, using other parameters are transferred to the original location and fixed.



Figure 3

4. Aerial triangulation in progress. Images are interconnected, given in coordinates and errors are balanced. On the basis of captured images, stereo models are created (two images create a stereo image), they are edited, and a terrain model is created. Images are trans-

verse and longitudinally covered. Images are automatically merged by common points. Based on the control points of the location and coordinates of the center of the images included in the block are closed on the plane (figure 4).

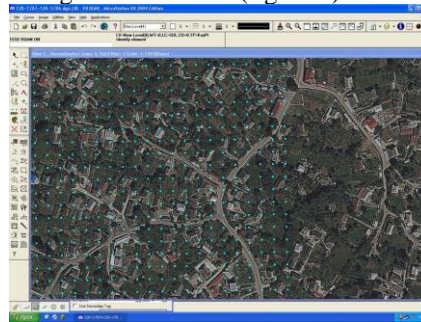


Figure 4

5. Results are analyzed. The parameters of the output product are entered into the orthophoto-plan based on the model of the digital domain. Then the mosaic

process is conducted. To get more accurate orthophotoplans, a digital model of the area is added below the coordinate image of the plane (figure 5).

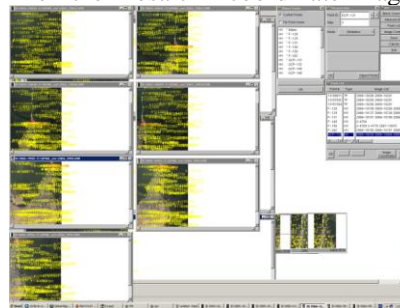


Figure 5

6. Mosaic orthophotoplans are cut to any part of the project (figure 6).

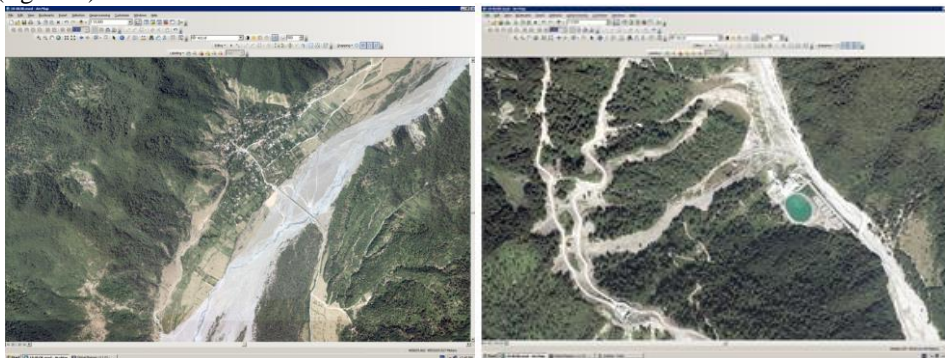


Figure 6

Phases of orthophoto preparation from space images (in Erdas Imagine) consist of the following stages:

1. Counting the pyramid of the captured image. The space image is “presented” to the software, and the process of obtaining optimal true colors begins (figure 7).



Figure 7

2. Measurement of coordinate and altitude indicators in the field, where the exact contour of the area is determined. The exact contours in the image (horizontal lines, buildings, angles of calculations) are

determined, and their coordinates and heights are measured in the area. This information is used to determine the coordinates of the image. That is, the position of uncoordinated images on the ground is determined (figure 8).

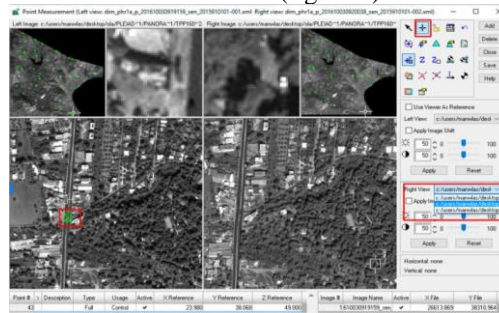


Figure 8

3. A project is created in the software and image parameters are entered. The created project includes the coordinate system of the inserted image, projection,

color gamut (brightness, true color correlation) and recognition accuracy (figure 9).

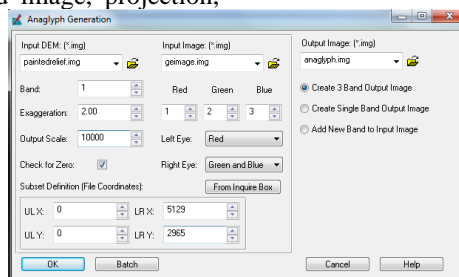


Figure 9

4. The points are added to the image, and the root-mean-square error is minimized. Certain coordinates and heights are included in the project. For maximum detail, the locations of these points are viewed on a larger scale, and the point on the pixels are aligned. To do this, consider images taken when shooting the coordinates of this point. Photo helps to determine the exact

contour of the image. After the software calculates the error of the mean square. This error can be minimized after the rectification of the space image and the inclusion of a digital model of the region in the project. There is a resolution limit of image accuracy (the area in which the pixel is located). This indicator, when it is below the limit, ends (figure 10).

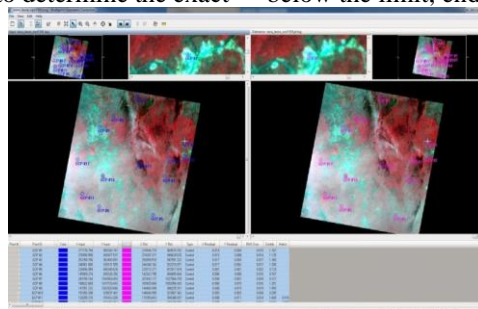


Figure 10

5. A DEM file is selected, geometric and graphic parameters are determined for the file that will be the mosaic and the mosaic process begins. Includes product parameters (projection, color gamut, distinctive accu-

racy). Marked model of the digital domain. This information determines the characteristics of the finished product. Thus, the process of building different space images begins (figure 11).

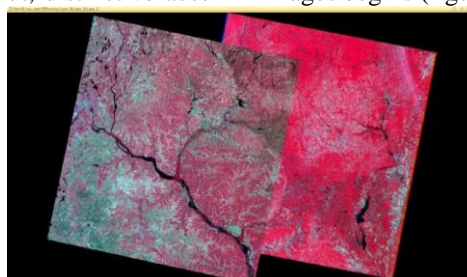


Figure 11



6. Then the mosaic file is truncated at a specific index. Images embedded in each other are called mosaic files. Since the combined images are complex,

the ready-to-use orthorectification product is cropped in accordance with the nomenclature divided by the area, that is, any territorial division (figure 12).

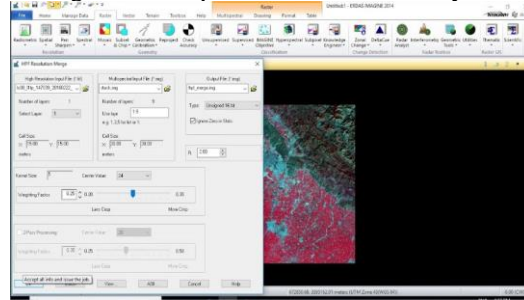


Figure 12

### PRINCIPLES OF SOIL MAPPING BASED ON AERO AND SPACE MATERIALS

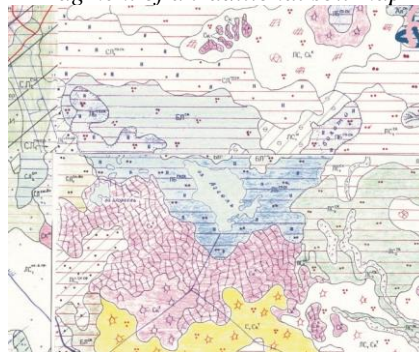
Modern mapping of space objects, including land cover, landscape complexes and other objects and phenomena observed in nature, requires three main elements: 1) an exact geographical basis (topographic maps of different sizes); 2) aerospace photography; 3) GIS software for electronic mapping.

As is known, the exact geographical basis (topographic map at the required scale) is the geographical basis of maps of various subjects, including maps of the area. Paper maps of topographic maps have been used for many years to prepare soil maps. Over the past decade, much attention has been paid to the preparation of multidimensional topographic maps using aerospace materials along with surface studies. However, practice shows that topographic maps, as a rule, are subject to generalization both in paper and electronic versions, and it is not enough to have a clear topographic basis for preparing maps that accurately reflect reality. It is also important to use periodic renewable aviation and space materials in separate blocks.

Our republic does not have sufficient experience in the preparation of maps, especially maps of the terrain, aerial photography, space photographic materials and compatible computer programs. This can be explained by several reasons: 1) lack of access to aerospace materials for most specialists (the presence of legal and administrative gaps in this area); 2) lack of skills required by a number of specialists in the use of aero and space materials and computer programs (ArcGIS). Nevertheless, one cannot deny the role of soil and other maps displayed by traditional methods in the development of various fields of science and in managing the country's economy.

Many of the information relating to geographical elements (hydrography, road networks, homes, borders, etc.), described in the State Soil Map of Azerbaijan (1: 100,000), which is compiled in the traditional way, reflect the current state of the 80s of the last century. In addition, the contours of the soil do not reflect reality. For this reason, it is important to use aerial photographs and satellite images that reflect the current state of the Earth when designing modern terrain maps.

*Fragment of a traditional soil map*



*Fragment of a soil map created on the basis of orthophoto*

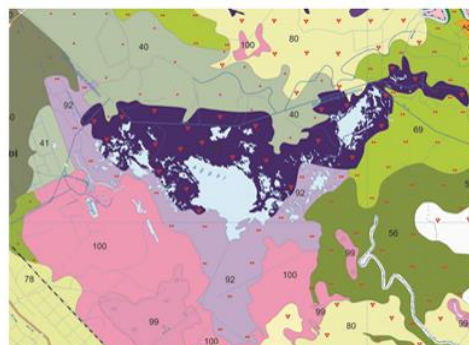


Figure 13



As can be seen from the illustration, the actual state of the space provided by the aerobatics allows for a more accurate representation of the four contours of the earth - meadow-marsh salt marshes (92), marsh meadow-meadow (94), tyr-like salt marshes (99) and scaly saline (100) (figure 13).

#### **INSTRUCTIONS FOR LARGE-SCALE RESEARCH AND MAPPING OF THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN**

Large-scale soil and geobotanical studies based on the "Laws of the Republic of Azerbaijan on the State Land Cadastre, Monitoring Soils and Land Use" (1998) are carried out once every ten years; agrochemical studies once every five years in soils prone to erosion, salinization and degradation. Soil studies are carried out in three stages: preparation for research, field research and desk research. At the preparatory stage, the following works are carried out: the name of the area where the object of research is located, the forms of ownership of land, land users and the area of their use, geographical location, scale of research, etc. are determined.

In the preparation stage, in order to use and create in-kind soil maps of the object under study, topographic materials, aerial photographs and space photographs, or a photographic plan, a map and a land management plan are collected. These materials, complementing each other are used in soil mapping in the field. When using these materials, the transfer of soil contours in nature are carried out on the basis of aerial photographs. Topographic maps are used to collect data on the relief of the study area, slope slopes and absolute altitude. The revised land management plan is used to obtain accurate information about the farmer sites in the study area. In the case of the lack of modern orthophoto materials, you can use the Internet programs GoogleEarth and GoogleMap.

Photographs, topographic maps, and corrections based on the scale of the geographic location plan must meet or exceed the scale of the survey. In the absence of a large-scale topographic map, an aerial photograph plan is used. Small-scale topographic maps are used in the general direction of the aerial route plan and when transmitting altitude. If the scale of the survey is 1:5000, it is desirable to use an aerial photograph plan from 1:5000 to 1:10,000, and from 1:10,000 to 1:25,000, then the scale is 1:25,000.

The cartographic group develops the original electronic version of the map of river basins, land cadastral areas, soils transferred to municipal property, summer and winter pastures, farm agricultural lands and land plots for permanent use by private owners, based on topographic maps, photo plans and revised land management plans. In the original version, conventional signs should be transferred from the topographic map and from the photomap, so that land can be placed on the soil map.

The following indicators should be indicated in the original soil map: boundaries of landowners and users; farm boundaries and their symbols; forest belts, hydrographic networks (rivers, irrigated and ameliorative networks); settlements and public buildings; roads (rail and road). The original is made

and the name of the card is written. In the clean edges of the map, tables are given that reflect the explanations to the map (legend, conventional signs, neighboring lands, authors and a stamp).

One of the important issues at the preparation stage is to determine the degree of dismemberment (categories) that need to be studied before conducting a study. The number of cuts intended for research is determined by the scale of the study and the dissection of the soil cover. Under the dismemberment refers to the frequency of changes in the boundaries of land units in nature and color (mosaic) caused by certain factors in the soil cover. In this case, the boundaries of the contours of the soil increase and become more complex. Thus, the following levels of dissection are determined taking into account the economic and natural factors that make up the complexity of the soil cover.

Category I - consists of plains and a dry steppe semi-desert climate. The complexity of the soil cover up to 10%.

Category II - this refers to the hilly foothills, plains and dry steppe semi-desert climate, as well as areas with the same soil cover. In the soil cover, this category includes areas with fluctuations of 10-20% of the complexity of various relief elements.

Category III - lowlands with semi-desert areas with dry subtropical climatic conditions: a) it takes into account the complexity (mosaic), which is created by the influence of soil-forming rocks that form on the soil cover; b) this refers to the dry steppe zone, irrigated areas, as well as areas where the soil-forming rocks are identical. Complexity up to 20%.

Category IV - provides for soils of areas with low and medium mountainous relief conditions of mountain steppes: a) the complex of the created impact of the relief and soil formation of rocks is 20-40%; b) the density of the valleys, the complexity due to the slopes and the steepness of the slopes is up to 50%; c) complexity associated with growing in calm relief elements is up to 15%; d) river bays, mountain plateau, arrays with dry bushes; e) subalpine and alpine meadows, etc.

Category V - lands of regions with more than 50% of the complex and fragmented in the soil cover with the relief of certain elements: a) land reclaimed in the Aran zone, irrigated areas prone to re-salinization; b) semi-desert dry steppe zones fragmented by valleys and arrays complicated by different soil-forming rocks; c) arrays with a complexity of more than 50%, with signs of salinization.

The main tasks facing field research are as follows: compiling a soil map reflecting the complexity of soil distribution in nature; collection of data allowing owners to identify soil properties for efficient use of soil cover.

The most important document in soil research is a soil map, compiled on the basis of available data, which should be specifically considered. A large-scale soil map must be very accurate, because the more accurate the maps, the more effective from an agronomic point of view. Accuracy of the soil map means the degree of compliance for the terrain on which the soil units are

located in the plan. Any incorrect display of map accuracy may occur during use.

The magnitude of errors in the placement of soil contours depends on the severity of soil boundaries in nature. The sharp distance of the borders should not exceed  $\pm 0.5$  mm in the aerial photograph, and not more than  $\pm 2$  mm on the top layer of the topographic map. A clear choice of boundaries is usually best illustrated

on the materials of aerial photographs and in horizontal form in topographic maps. In this case, the magnitude of the bias error in the aerial photograph should not exceed  $\pm 2$  mm, and in the topomap it should not exceed  $\pm 4$  mm. When the boundaries are not clearly selected, the magnitude of the displacement error units can be up to  $\pm 10$  mm when working with any material (table 1).

Table 1.

The magnitude of the errors of soil boundaries when placed on the map

The degree of clarity of the boundaries of soil units in nature	Errors in scale (mm on the map, m in kind)		Example for soil boundaries
	1:5000	1:10000	
Clearly defined borders	$\pm 1,0-4,0$ 5-20	$\pm 0,5-2,0$ 5-20	1. Meadow-marsh and meadow-gray soils 2. Mountain brown forest and mountain steppe brown soils 3. Floodplain meadow forest soils
Clearly defined borders	$\pm 4,0-8,0$ 20-40	$\pm 2,0-4,0$ 20-40	1. Gray-brown and meadow gray-brown soils 2. Solonchak and saline solonets soils 3. Mountain meadow and mountain forest soils
Gradually marked boundaries	$\pm 10-20,0$ 50-100	$\pm 10,0$ 100	1. Normal gray-brown and gray-brown soils 2. Pseudo-podzol yellow and podzol yellow-gley soils

The minimum area of soil circles reflected on the soil map depends on the visibility of the boundaries and the magnitude of the scale. The movement of the minimum circle in kind to the cards is governed by the magnitude of the scale. From this point of view, it is

desirable to measure the minimum limit of soil units in the area where the boundaries are sharply visible 25 mm<sup>2</sup>, clearly selected 50 mm<sup>2</sup> and gradually selected 400 mm<sup>2</sup> (table 2).

Table 2.

Minimum measurement of land boundaries on the map

The degree of clarity of the boundaries of soil units in nature	Minimum measurement of land boundaries in soil maps (mm <sup>2</sup> on the map, ha in nature)		
	Scale		
	1: 5000	1:10000	1: 25000
Sharp border	$\frac{25}{0,06}$	$\frac{25}{0,25}$	$\frac{25}{1,5}$
Clear border	$\frac{50}{0,25}$	$\frac{50}{0,5}$	$\frac{50}{3,0}$
Gradual boundary	$\frac{400}{1,0}$	$\frac{400}{4,0}$	$\frac{400}{25,0}$

When describing the size of the minimum soil circles in terms of the plan, complexity, flaws or mosaic observed in the soil cover are ignored. When it comes to spotting, the contours of the soil are counted on several meters and even tens of millions of m<sup>3</sup> as a result of certain natural and anthropogenic factors. They are commonly called genetically related soils.

In the soil cover, small spots replace each other (5-30 m), which means the complexity of the microrelief. This is also seen in a number of interrelated types or subtypes. The degree of complexity or spotting of the soil cover is expressed as a percentage. In areas where any type of soil or subtype is common, there are spots that differ sharply from the characteristics of the semi-type, they are grouped into a soil map and are combined

into complex soils. In this case, the name of the contour complex is given in accordance with the preferred component. In order to correctly describe the complexity of the map, the following gradations are conditionally accepted: 10-20%, 20-30% and 30-50%.

Planned and reasonable contours on the map, depending on their size, should be characterized by full and half cuts. If several small contours are repeated in an array, then they can be characterized by half-cuts. If small contours cause spotting or complexity in the soil cover, then the factors that create complexity should be justified by cuts.

During soil field studies, each baseline and test half-section should be coordinated based on GPS (Global Positioning System). Depending on the size

and degree of complexity of the headquarters, each section of the section or half-section is indicated by a hectare (table 3).

Table 3.

The area is 1 soil section, ha

Scope of research	Area 1 cut, ha					Area on the map, cm <sup>2</sup>				
	Degree of difficulty									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1: 2000	5	3	2	1,5	1	250	75	50	37	25
1: 5000	10	8	6	5	4	40	32	24	20	16
1: 10000	25	20	18	15	10	25	20	18	15	10
1: 25000	80	65	50	40	25	12,8	10,4	8,0	6,4	4,0
1: 50000	150	130	110	80	50	6,0	5,2	4,4	3,2	2,0

The quantitative norm of cross-sections per unit area, shown in the table, is an estimate, and their number may vary depending on the scale, as well as the amount of soil cover. The ratio of bases, checks and half-cuts is determined as follows. If the study is conducted on the basis of a topographic map of 1:4:5, and if on the basis of a photo plan - 1:4:2.

The main cuts are made for a thorough study of the soil and subsoil layers. Therefore, when laying the main cuts, the soil layer is completely, and the top layer of soil-forming rocks must be open. Their depth should reach 1,5-2,0 m with the intervention of groundwater and solid rock. If the groundwater is in depth (4 m), in this case there are several deep cuts in typical soils. All genetic layers of the soil layer should be open, and when checking the cuts, the transition of the soil layer to the soil-forming rocks should be established. Depending on the soil-climatic zones and the thickness of the soil layer, the depth of the section should be from 0,75 to 1,5 m. It is desirable that the depth in the Aran plain be from 0,50-0,75 m, and in the mountainous and foothill zones, 0,25-0,50 m.

Before the study by a soil scientist, images of aerial photographs of soil sections are taken, or transferred to a topographic map. Cuts with high accuracy facilitate the use of these materials during field studies when transferring to a map. The accuracy of the placement of cuts on aerial photographs and topographic maps should be  $\pm 0,3 \pm 3,0$  mm. Some soil features can be established in the field, such as carbonate (with 10% HCl-acid), iron oxide and acidification. Painting the genetic layers in the field journal during the cutting of cuts, helps to easily establish morphological and genetic properties of the soil in the office. After the description of the section, samples of soil weighing 0.5 kg are taken by genetic layers. In the soils of the mountain and foothill zones, to determine the thickness of the soil layer, skeletal, podzolic, gley, etc. soil samples are taken for laboratory tests.

During studies of alpine soils subject to erosion, the extent to which the topsoil was washed away should

be seriously considered. If the battery humus layer of soil was washed away, and an illuvial layer (2nd layer) appeared, in field conditions on the map it is necessary to note the degree of washing (weak, medium, strong, very strong).

Operations on large-scale soil analyzes are divided into two groups: analysis of soil samples by common or genetic horizons; agrochemical analyzes. On the basis of analytical data (for example, absorbed sodium, absorptivity, permeability, acidity, carbonate, etc.) important cartograms are made (acidity, alkalinity, carbonate, alkalinity, salinity, etc.).

The final map should display the following information:

a) basic map information: soil boundaries of owners; boundaries and contours of farms; forest belts; hydrographic chain; residential items (showing common boundaries); road chains (railways, highways, unpaved); surface rock networks, valleys and beams.

b) basic soil information: soil contours, their signs and intra-contour indices; soil size distribution; salinity and alkalinity; soil-forming rocks; irrigation (irrigated).

#### **MAPPING OF SOILS OF THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN ON THE BASIS OF GIS**

Soil maps based on geographic information systems are compiled mainly in the following sequence: 1. Vectorization: borders of the state, administrative district and municipality, settlements, hydrographic objects, relief, boundaries of soil contours, etc. (figure 14). 2. Collecting a database of vectorized layers (various information about layers). For example, information on quality indicators: physical and chemical properties of soils (humus, total nitrogen, phosphorus, total absorbed bases, pH, particle size distribution, etc.), soil salinization, alkalinity, erosion, etc. 3. Inclusion of attribute information by layers in the database and the creation of an interactive map (figure 15a and 15b). 4. Retrieving information from a database online (figure 16). 5. Soil-cartographic works (figure 17).

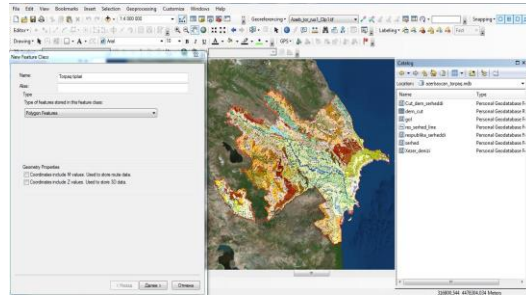


Figure 14

ID	Name	Elevation	Area	Perimeter	Volume	Centroid	Centroid X	Centroid Y	Centroid Z	Centroid X (m)	Centroid Y (m)	Centroid Z (m)	Volume (m3)	Volume (liters)	Volume (gallons)	Volume (cubic feet)	Volume (cubic meters)	Volume (cubic kilometers)	Volume (cubic miles)	
1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Figure 15a

ID	Name	Elevation	Area	Perimeter	Volume	Centroid	Centroid X	Centroid Y	Centroid Z	Centroid X (m)	Centroid Y (m)	Centroid Z (m)	Volume (m3)	Volume (liters)	Volume (gallons)	Volume (cubic feet)	Volume (cubic meters)	Volume (cubic kilometers)	Volume (cubic miles)	
1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Figure 15b

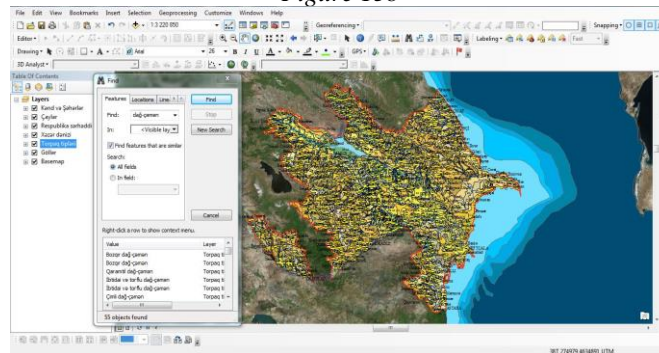


Figure 16

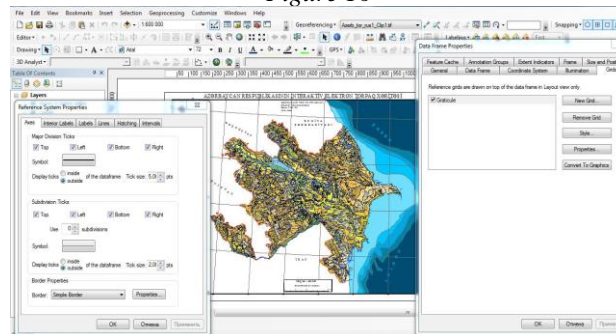


Figure 17

6. 3D image based on digital height model (figure 18, 19).

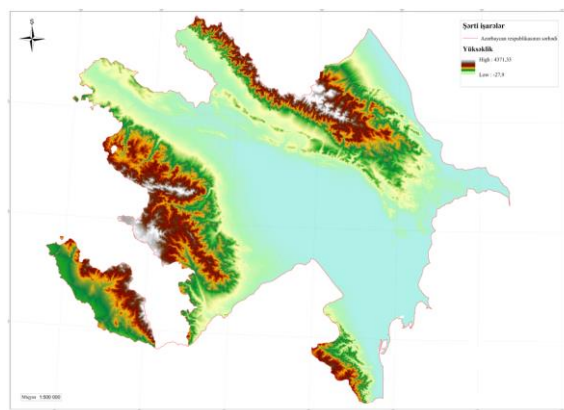


Figure 18. Azerbaijan's height model

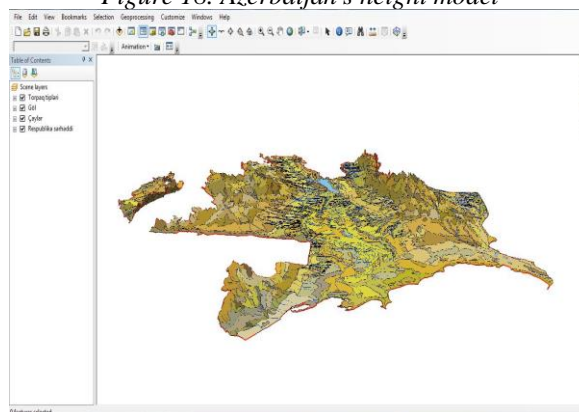


Figure 19. Digital height model based on 3D model

#### DEVELOPMENT OF INTERACTIVE ELECTRONIC MAPS OF ECOLOGICAL SOIL ASSESSMENT BASED ON GIS

Scientific-theoretical and methodological foundations of the ecological assessment of soils began to develop in our republic in the early 1990s. The historical necessity of this scientific direction depends on several reasons. In the 1950s and 1960s, the development of two independent scientific studies in the field of soil science - the theory of soil ecology and comparative assessment of soil, i.e., soil assessment, was linked. Although both scientific trends developed in parallel over the years, at the turn of the 1980s and early 90s of the twentieth century there was a favorable scientific, theoretical and methodological basis for the formation of the concept of "environmental assessment of soil". Another important reason is the appearance in the world, as well as in our country, environmental problems associated with the soil, as in all biospheric components.

In the 1980s and 1990s, a number of researchers used the relief plastic technique to create maps on various topics. However, these studies were episodic, and were conducted in small territories in different regions of Azerbaijan. The first large-scale study in this area was carried out in 1985 according to the map of the relief of the Republic of Azerbaijan at a scale of 1:200.000. This material was used in the compilation of soil maps in 1991, and environmental assessment maps of Azerbaijan's soils in 2003.

The second important element of the environmental assessment of soils is the development of a system of special assessment scales for the degree of individual soil characteristics. In the course of the first studies (in the early 90s) G.Sh. Mammadov made these scales a

generalized form for the soils of the republic. In many cases, these scales consisted of a system of theoretical views on the properties and characteristics of the soil. Thus, the variability of any soil parameter was estimated using generalized expressions ("good", "medium", "high", etc.). According to the academician, the ecological assessment of the soil is based on the principle of expressing these relationships in quantitative terms, in contrast to the soil ecology, which has theoretical knowledge about the interaction and effects between the soil and the environment. At the same time, the ecological assessment of the soil was carried out using ecological scales characterizing each of the various environmental parameters.

On the other hand, the ecological scale of the soil characterizes the state of its formation and the advantages of the soil cover for one purpose or another. For the compilation of such scales, it is important that there is information on the relief, soil-forming rocks, hydrological conditions, soil and plant studies, climatic conditions, etc. The developed ecological scales allow us to present the conditions of life on earth as a single system. At this stage, two goals are achieved: a comparative description of the soil-forming state and the determination of the ecological state of the soil.

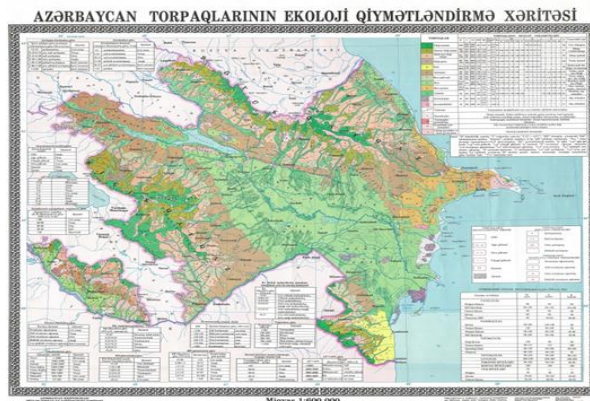
A new concept was adopted by adopting the general scheme of the methodology presented by S.Z.Mammadova (2006) and G.Sh.Mammadov (1998). S.Z.Mammadova suggested that the concept of an environmental assessment of soils is not a concept of soil-ecological indicators of land ("good", "average", "high", etc.), but the idea of finding the final score with



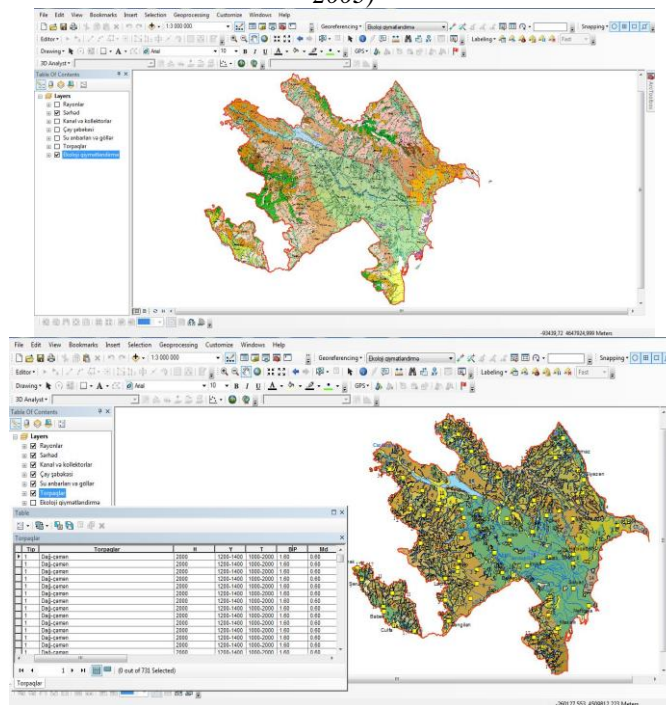
using specific figures, and made a map of the environmental assessment of the soils of the Lankaran region on a scale of 1:100.000.

**CONCLUSION**

Thus, at the final stage, interactive electronic maps of environmental assessment of soils are compiled on the basis of GIS, taking into account land and environmental factors.



A map of the ecological assessment of soils compiled taking into account the relief of plastics (G.Sh.Mammadov, 2003)



Interactive electronic map of ecological soil assessment based on GIS

№	Topraq	H	Y	T	BIP	Md	Hum	pH	w.a.	grading	salinization	erosion	B	points	economic places	etc.
1	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
2	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
3	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
4	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
5	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
6	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
7	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
8	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
9	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
10	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
11	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
12	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
13	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
14	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
15	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
16	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
17	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
18	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
19	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
20	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
21	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
22	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
23	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
24	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
25	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
26	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
27	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
28	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
29	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
30	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
31	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
32	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
33	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
34	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
35	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
36	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
37	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
38	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
39	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
40	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
41	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
42	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
43	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
44	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
45	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
46	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
47	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
48	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
49	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
50	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
51	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
52	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
53	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
54	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
55	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
56	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
57	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
58	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
59	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
60	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
61	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
62	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
63	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
64	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
65	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
66	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
67	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
68	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
69	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
70	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
71	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
72	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
73	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
74	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
75	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
76	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
77	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
78	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
79	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
80	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
81	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
82	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
83	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
84	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80	0.80										
85	Dağ çarxarı	2000	1200-1400	1000-2000	11.80											

5. Mammadov G.Sh. Environmental Assessment Map. Baku, BKF, 2002
6. Mehtiyev A., Ismayilov A. Geographical Information Systems. Baku, "Muellim", 2011, 232 p.
7. Mammadov G.Sh., Yagubov G.Sh. Instructions for large-scale research and mapping of lands of the Republic of Azerbaijan, 2002, 208 p.
8. Pashayev A.M., Mamedov G.Sh. and others. Cartographic projections in air navigation. Baku, "Nafta-Press", 2006, 304 p.
9. Mike Minami AgsMar. User's manual. Part 1. - M.: Data+. - 2001. - 290 p.
10. Mike Minami AgsMar. User's manual. Part 2. - M.: Data+. - 2001. - 220 p.
11. Michael de Merce. Geographic Information Systems / Michael de Meurs. M.: Data+, 2000.
12. Shipulin V.D. Basic principles of geographic information systems (tutorial). Kharkov, 2010, 337 p.
13. Kennedy, Heather, ed. Dictionary of GIS Terminology, Redlands, CA: ESRI Press, 2001.
14. Mammadov G.Sh., Heydarova R.M. Soil mapping of the Mil plain of Azerbaijan Based on the aerospace materials. "Global Journal of Agricultural Research". European-American Journal. Vol.4. №6, December, 2016, pp, 7-12

# ECONOMIC SCIENCES

## FACTORS AFFECTING THE COMPETITIVENESS OF ARMENIAN AGRICULTURAL PRODUCTS

**Petrosyan G.**

*PhD in Economics,*

*Armenian State University of Economics (ASUE)*

*Head of Fiscal and Monetary Policies Coordination Division*

*Ministry of Finance of the Republic of Armenia,*

**Vardanyan K.**

*Associate Professor, PhD in Economics*

*Armenian State University of Economics (ASUE)*

**Avagyan G.**

*Associate Professor, PhD in Economics*

*Armenian State University of Economics (ASUE)*

DOI: [10.5281/zenodo.7247518](https://doi.org/10.5281/zenodo.7247518)

### ABSTRACT

The competitiveness of agricultural products is important both from the point of view of its representation in foreign markets and the growth of export volumes, as well as from the point of competition with imported products in the domestic market. The export of agricultural products from Armenia has been increasing with high rates in recent years, whereas the output in agricultural sector keeps decreasing. This raises the necessity to analyse the factors affecting the agricultural export and output, with the aim of revealing the main macroeconomic factors affecting competitiveness of Armenian agricultural products. The study was done using regression analysis based on quarterly data. The macroeconomic factors affecting agriculture were grouped in 4 categories: price factors, supply factor, demand factors and government policy factors. The results show that the competitiveness of agricultural export, as well as agricultural output is mostly affected by price factors.

**Keywords:** agriculture, competitiveness, agricultural export, agricultural policy, exchange rate.

### Introduction

A fundamental role in professional literature on international trade and competitiveness have A. Smith's theory about absolute advantages, as well as D. Ricardo's theories of relative advantage, that identify a number of factors determining the effectiveness of international trade, including resources spent on production, availability of production factors, opportunity costs, etc. In later theories, national competitiveness is presented as the result of innovative activities to gain or maintain an advantageous position over other countries in key areas. According to the famous economist P. Krugman, another key factor for gaining and maintaining a favourable position in international markets is state trade policy [6].

The proposed methodologies for assessing competitiveness in the professional literature mainly come down to the study of product export and import ratios, as well as the dynamics of product export volumes in the markets of partner countries. In the case of agricultural products, the dynamics of the export and import ratios, as well as the weights of their volumes in relation to the GDPs of the producing and importing countries, are also important [2, 10]. Thus, from the point of view of the competitiveness of agricultural products, it is also important to study the factors influencing its export volumes and evaluate the extent and directions of their influence.

Among the factors affecting the international trade of agricultural products, the following are distinguished in the professional literature [10].

1. price factors that explain the price of a product in international markets and its relative position in comparison with the products of competing countries,

2. Income and population growth in partner countries, leading to increased export volumes,

3. government policy intervention to promote exports, which may include.

a. trade policy,  
b. promotion of domestic agriculture through subsidies and other types of support,

c. State regulatory costs (related to food safety measures),

d. other state support. For example, building and upgrading infrastructure for agricultural production,

4. Supply factors, such as weather conditions, access to irrigation, qualitative and quantitative characteristics of the labor force, etc.

The price factors of agricultural products, having significant impact on export volumes, are a subject for a separate analysis. In particular, the price of agricultural products in international markets is determined by the following factors.

1. The price of the product at the time of crossing the border, which is affected by the level of wages in the domestic market, as well as labor productivity in the agricultural sector, technological saturation, weather conditions and other factors,

2. Travel expenses to the destination, which can be a significant obstacle in the case of countries like RA,

3. Customs duties, import taxes and other mandatory charges in the importing country,

4. Exchange rate.

In professional literature, there is also a strong emphasis on actual developments. There are a number of empirical studies on the export factors of agricultural products.

Empirical researches are mainly based on the so-called "gravity models", which was first used in the middle of the 20th century [11] and has been considerably developed and theorized by many authors over the decades [7]. That kind of models are based on the idea that the volume of foreign trade and its change are proportional to the volume of the economies of the trading countries, their changes, as well as the trade imperfections between the two countries (for example, tariff and non-tariff restrictions).

Based on the data of developing countries (Iran, India, Malaysia, Pakistan, Thailand, Turkey, Brazil, Indonesia, Kenya, Venezuela, Tunisia, Romania), the empirical analysis carried out using the aforementioned methods allowed to find a significant and positive relationship between GDP per capita in the importing country and the volume of import of agricultural products. Meanwhile, the growth of per capita GDP of a developing country that exports agricultural products has a negative effect on export volumes, which means that economic development is accompanied by a slowdown in the export of agricultural products. As for the exchange rate, empirical analysis has shown that the increase in exchange rate volatility has a negative impact on international trade in agricultural products, which is explained by the increase in uncertainty under exchange rate volatility [5].

Another empirical analysis, conducted using Turkey's quarterly data on 1994-2012 years, data showed that the most important factors from the point of view of international trade of agricultural products are real exchange rate, real GDP and prices of agricultural products. The authors of the study also state that the state policy implemented in the sector and the introduction of new technologies that increase productivity have a positive effect on the trade balance of agricultural products [9].

Empirical analyses were also conducted on the example of the Nigerian economy using regression models. In this case, domestic production growth, production prices, exchange rate, domestic consumption and interest rate were underlined as factors having a significant impact on the export of agricultural products [1].

Some authors have studied the factors influencing the export of individual agricultural products. In this context, Gbetkom and Khan studied the factors affecting the export of cocoa, coffee and bananas using the data of Cameroon and revealed that the most significant effects on export levels of mentioned products have relative price changes in favour of the Cameroonian economy, international communication channels (improvement of the road network) as well as increases in loans

to producers. Moreover, the authors used the increase in the length of roads, including both paved and unpaved roads, as an indicator of the improvement of the road network. A positive relationship was also revealed with factors such as weather conditions (rainfall) and government policy measures [3].

In order to analyse factors affecting exports of around 10 South African agricultural products (the largest exports by volume), the authors included a wider range of factors in the models, including the GDP index in the producing and importing countries, the physical distance between economies, and the levels of development (difference in GDP per capita), the case of having a common border and being in economic unions, etc. At the same time, the research was carried out separately for the 10 agricultural products with the largest export volumes. The results showed that depending on the type of product, the factors explaining export volumes differ. However, the most significant factors for most products were population growth, as well as GDP growth in South Africa and partner countries [4].

### Research methodology

Based on the literature review, the "gravity models" methodology was chosen in this study to analyse the export trends of Armenian agricultural products. In other words, it was studied to what extent the export volumes of agricultural products are correlated with the size of the economies of RA and partner countries and their changes, as well as how other macroeconomic factors are affecting the export dynamics of agricultural products. For that reason, all the macroeconomic factors affecting agricultural exports are grouped in the following categories:

- Price factors
- Supply factors
- Demand factors
- Government policy

In order to evaluate the effects of the mentioned factors, the historical trends of export and import of agricultural products were first studied in recent years. Estimation was performed using regression equations.

### Analysis

Developments in the field of agriculture in recent years are quite noteworthy. Apart from 2010, high growths were recorded in the agricultural sector during 2001-2015, on average around 8.3%, as a result of which in 2015 the real volume of agricultural production was about 2.5 times greater than in 2000. Then, between 2016 and 2021, agriculture sector declined at an average annual rate of around 4.5%.

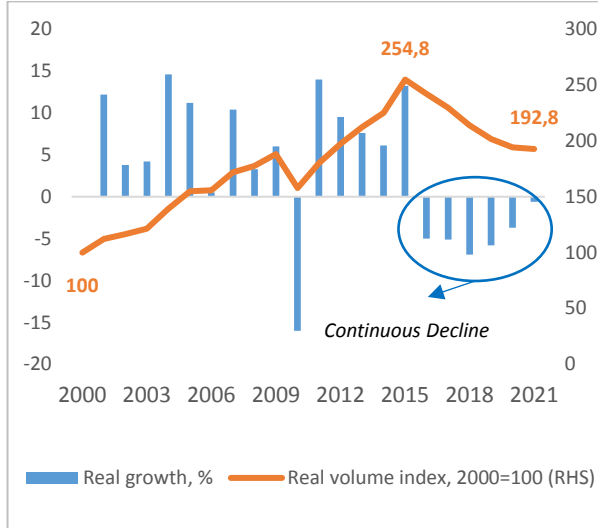


Figure 1. Volumes of agricultural products in 2000-2021

Source: RA Statistical Committee, authors' calculations

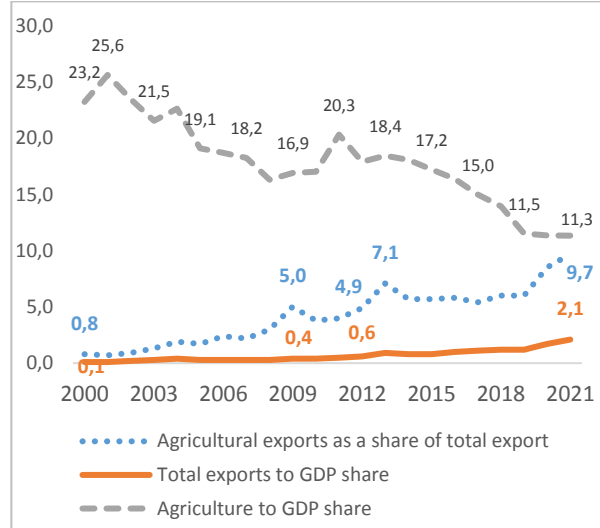


Figure 2. Agricultural product export trends and share of agriculture in GDP, %

The weight of agriculture in the GDP has significantly decreased in the last ten years, reaching 11.3% compared to 17.9% in 2012. At the same time, the volume of export of agricultural products has increased. In 2021 the agricultural exports reached to 2.1% as a share of GDP and 9.7% as a share of total exports, compared to 0.6% and 4.9% respectively in 2012. Such dynamics indicate that the production of agricultural products has grown at a slower rate compared to the RA economy, but the exported part has increased in its structure. This is also evidenced by the fact that the ratio of the export

volume of agricultural products to the output volume of the sector has increased significantly in recent years (see Figure 3). Along with that, the volumes of import of agricultural products also increased and the net export of these products remained in the negative range. It means that although the growth of export of agricultural products significantly exceeds the growth of the main macroeconomic indicators of RA, its competitiveness with respect to imported products has not enough improved.

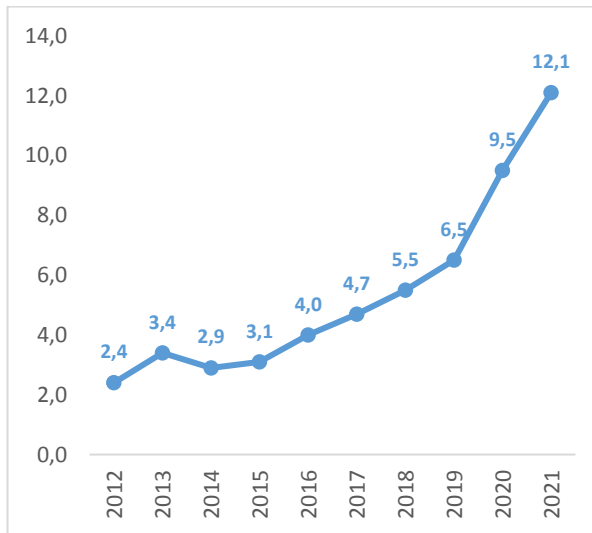


Figure 3. The share of export of agricultural products to the output of agriculture, %  
Source: RA Statistical Committee, authors' calculations

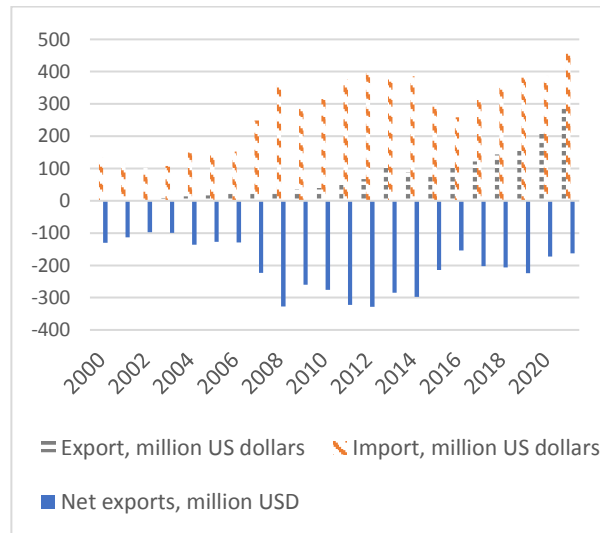


Figure 4. Export and import of agricultural products

In order to make judgments about the competitiveness of products in foreign markets, firstly it is necessary to study the geography of export of agricultural products. According to statistical data, the main export direction of RA agricultural products has historically been the Russian Federation, which accounts for more

than 80% of exports from RA. Moreover, this weight has increased in recent years, approaching 90%. Among other countries, Iraq, Kuwait, and Georgia have a significant weight, to which exports fluctuated on average within 2.4, 0.7 and 4.4 percent respectively during 2015-2021.

Table 1.

Export directions of agricultural products, % of total exports

Countries	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Russia	79.5	81.5	72.7	81.2	84.1	89.2	87.8
Iraq	1.6	0.6	4.7	0.8	2.8	2.2	4.2
Kuwait	0.0	0.4	0.1	0.2	0.4	1.4	2.1
Georgia	11.4	6.1	4.8	2.9	2.6	1.3	1.8
Suriname	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
USA	0.8	0.4	0.5	0.9	1.0	0.8	0.8
Qatar	0.0	0.0	1.2	0.7	1.0	2.3	0.6
Lebanon	1.6	0.0	0.0	0.0	0.2	0.8	0.4
Jordan	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.4	0.3
Belarus	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.5	0.2
France	0.0	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1
UAE	0.1	0.6	1.0	1.1	0.7	0.3	0.1
Iran	3.4	9.3	14.1	11.0	5.6	0.1	0.1

Source: RA SRC customs statistics, authors' calculations

It is noteworthy that exports to the Islamic Republic of Iran had a significant weight in 2016-2018, averaging around 11.5%, but sharply decreased in 2020-2021, reaching 0.1%

Given the aforementioned statistics, the study of the dynamics of the export of agricultural products to the Russian market will be enough to be able to gain

insight into the change in the competitiveness of the whole agricultural export from Armenia. The basic rationale for judging changes in competitiveness based on export volumes is that if export volume increases faster than the macro indicators in foreign market, that indicates that country's competitiveness has increased.

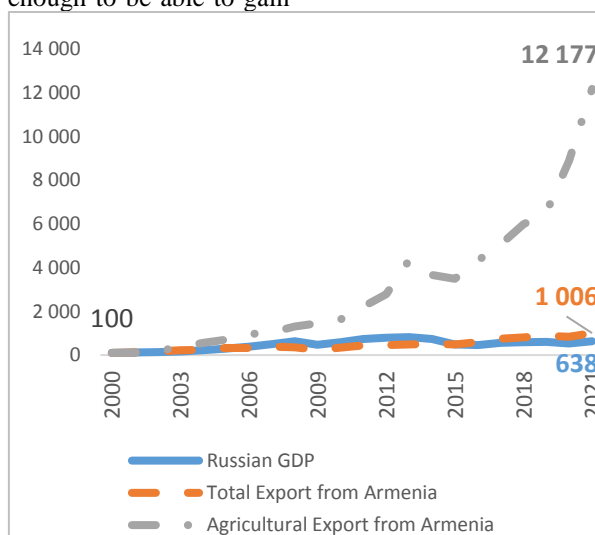


Figure 5: Nominal volume index (ex-pressed in USD), 2000 = 100

Source: RA Statistical Committee, RF Federal Statistical Service, authors' calculations

Figure 5 shows the dollar indices of agricultural exports, total exports of RA and nominal GDP of the Russian Federation. It can be seen from the chart that the export volumes of agricultural products from RA to the Russian Federation increased by about 120 times from 2000 to 2021, while the economy of the Russian Federation increased by about 6.4 times, and the total export from RA increased by about 10 times.

During the last 10 years, the fast growth of agricultural export volume has been maintained. Thus, the growth during 2012-2021 was about 4.4 times, while the total export from RA to the Russian Federation increased only 2.2 times, and the nominal GDP of the Russian Federation expressed in US dollars decreased by about 19%. The rapid growth rate of export of agricultural products surely is a positive phenomenon and

can be considered as an indicator of increasing competitiveness. However, it is also necessary to identify the main factors that contributed to the increase in the competitiveness of RA products in the main export market, so that it is possible to ensure the policy aimed at further increasing competitiveness.

**Assessment of the impact of macroeconomic factors on the export of agricultural products**

Competitiveness is affected by many factors, which are discussed in more detail in the literature review section. In this study, an assessment of the impact of a number of factors on the production and export of agricultural products was carried out, with the assumption that the factors contributing to the growth of export are also factors that increase competitiveness of agricultural products.



The selection of macroeconomic factors is based on the analysis of academic literature. In particular, the factors that have a significant impact on export volumes were identified and their role in export growth was assessed. The selected factors can be grouped as follows

- **Price factors**, which affect the price competitiveness of exported goods. Such factors are the exchange rate, sale prices of agricultural products in RA and RF,
- **Supply factors**, that indicate production constraints. The growth of the RA GDP, the increase in the output of agricultural products and the added value were used as supply factors in the research,
- **Demand factors**, that show the change in the situation in the export market, in this case the Russian market,
- **Government policy measures**, that shows to what extent the measures implemented by the government have affected the volume of export of agricultural products. This group of factors include state budget expenditures in the field of agriculture and other support measures.

In order to evaluate the impact of the mentioned factors, separate two-dimensional regression equations were built, so that it is possible to consider the impact and significance of each of the indicators in the production and export of agricultural products. The summary results of the regression equation are presented in Tables 2 and 3.

Quarterly time series were used to assess relationships between indicators. The time range of the variables were taken depending on the availability of data. For example, the information on loans in the agricultural sector has been available since 2014, therefore the impact was evaluated in those years, and, the impact of the growth indicators of the Russian Federation's GDP was evaluated using data from 2001-2021.

The stationarity of the variables was evaluated using statistical tests (Augmented Dickey-Fuller, Phillips-Perron, KPSS), which showed that the indicators are not stationary in levels. Therefore, in the regression analysis, the year-on-year growth rates were used.

Specifically, the following factors have been considered as factors affecting the export of agricultural products and the added value of the agricultural sector:

- Armenian GDP growth
- Loans to agricultural sector
- Government expenditure in the field of agriculture
- Growth of the real GDP of the Russian Federation
- Transportation costs
- Prices of agricultural products in RA (including prices of individual products of plant and animal origin)
  - Prices of agricultural products in the Russian Federation (including prices of individual plant and animal products)
  - The real effective exchange rate
  - Nominal effective exchange rate
  - The nominal exchange rate of the Armenian dram against the US dollar
  - The nominal exchange rate of the Armenian dram against the Russian ruble

Table 2 presents the results of the assessment of the effects of the aforementioned factors on the export volumes of agricultural products of RA. However, in the table included only those factors, which effects on agricultural exports is statistically significant. In other words, within the framework of the research, the effects of all indicators on export volumes were evaluated, but for most of the correlation was not significant. The estimation was performed up to 8 lags for each variable.

Table 2.

Summary of the assessment of the effects of individual factors on the export volume of agricultural products

Variable	Impact coefficient	Lag of influence	t-statistics	Significance (p-value)	R <sup>2</sup>	Time period for estimation
<b>Government expenditure in the field of agriculture</b>	-0.209	-2	-2.108	0.040	0.082	2009-2021
<b>AMD to RUB exchange rate</b>	-0.591	0	-1.926	0.059	0.062	2008-2021
<b>Increase in the prices of plant-based products in RF</b>	0.690	0	2.115	0.040	0.096	2011-2021
<b>Transportation costs</b>	-1.625	0	-2.710	0.009	0.120	2008-2021

A significant impact on the volume of export of agricultural products was revealed in terms of some of the considered factors, that are presented in Table 2. However, in addition to being significant, the size and sign of the coefficients are also important. Thus, for example, the impact of government support programs in

the field of agriculture on the export of agricultural products is negative, which means that the increase in expenditures of the state budget in this field leads to a decrease in the export of agricultural products after two quarters. This result can be explained by the fact that

the increase in spending in the agricultural sector occurred in unfavourable years when the government provided compensation to farmers for crop losses due to weather or other problems. The rest of the factors presented in Table 2 have the more logical interconnections and have a significant impact on the export of agricultural products. As mentioned, the presented coefficients were obtained as a result of two-dimensional regressions, and to check the unbiasedness of the coefficients, a multivariate regression equation was created, where the effects of the mentioned factors on the export of agricultural products were estimated in one equation in the following way:

$$Exp_t^{agr} = \beta_1 GDP_t^{Rus} + \beta_2 P_t^{Rus} + \beta_3 Tr_t + \beta_4 G_{t-2}^{agr} + \beta_5 RUB_t + \varepsilon$$

$$Exp_t^{agr} = 2.22 * GDP_t^{Rus} + 0.52 * P_t^{Rus} - 1.728 * Tr_t - 0.01 * G_{t-2}^{agr} - 0.74 * RUB_t$$

(3.394)\*\*\* (2.072)\*\*\* (-3.142)\*\*\* (-0.108) (-2.777)\*\*

The obtained results are quite close to the individual estimates of the factors, which indicates that the coefficients obtained by bivariate regression are stable. However, the extent and significance of the impact of some important factors varies. In particular, in the case of evaluating through bivariate regression, it turns out that the increase in the government expenses in agricultural sector has a negative effect on the volume of product exports. Meanwhile, when other factors explaining the growth of agricultural output are included in the equation, the impact of budget expenditures becomes insignificant. From this it can be concluded that the increase of state budget expenses does not have a significant effect on the growth of agricultural exports, therefore it is also not significant from the point of view of competitiveness.

Another indicator, that has different coefficients in bivariate and multivariate regression, is the growth of the real GDP of the Russian Federation. In the case of bivariate regression, it does not have a significant impact on the growth of export of agricultural products. This may be due to the fact that the real GDP of the Russian Federation explains a very small part of the variation in the export of agricultural products, and without the inclusion of other factors, the model fails to reveal the existing relationship. However, in the case of adding additional factors, the influence of the real GDP of the Russia becomes significant, having a significantly high coefficient. It is logical, taking into account the size of the Russian economy compared to the volume of export of agricultural products of the Republic of Armenia

In general, we can note that there are not many factors that have a significant impact on the export of agricultural products. Two of them, the growth of the real GDP of Russia and the prices in foreign market should be considered as exogenous factors, while the prices of transportation in Armenia and the exchange rate of the AMD against RUB are to some extent influenced by state policy and have a significant impact on

where,  $Exp_t^{agr}$  is the increase in the volume of export of agricultural products,  $GDP_t^{Rus}$  The real growth of the Russian GDP is,  $P_t^{Rus}$  The increase in the prices of vegetable products in the Russian Federation,  $Tr_t$  is the transportation costs,  $G_{t-2}^{agr}$  budget expenditures on agriculture sector in Armenia ("t-2" means that expenditures affect after two quarters) and  $RUB_t$  is the change in the exchange rate of the AMD against the RUB (increase means appreciation):  $\beta_1 - \beta_5$  coefficients that characterize the size and direction of the influence of the factors included in the equation on the dependent variable ( $Exp_t^{agr}$ ).

The above formula will look like this after estimation using least squares method:

the agricultural export. Therefore, in order to increase competitiveness, it is necessary to make efforts to improve these factors

#### **Assessment of the impact of macroeconomic factors on the agricultural output**

For a more comprehensive analysis of the factors affecting agriculture, this study also assesses the effects of various factors on the value added of agriculture. As can be seen from the data in Figure 1, the agricultural sector has been in continuous decline in recent years, and it is unnecessary to identify the macroeconomic factors that in some extent can explain this decline.

With that aim, the same factors that was used to analyse the agricultural export dynamics, also were used for agricultural output analysis. Table 3 presents the results of the assessment of the factors that have a significant impact on the dynamics in the agricultural sector. The effects of the remaining factors were also assessed, but no significant relationship was identified under any specification<sup>1</sup>.

According to the estimation results, the increase of the RA GDP, the increase in the prices of agricultural products in the RA, the increase in the prices of agricultural products in the Russian Federation, and the increase in government expenditures in the field of agriculture have a significant impact on the added value of the agricultural sector. It should be noted that the influence of government spending in the agricultural sector in this case also has a negative sign. However, as in the previous case, the coefficient and significance of the effect of government spending is not maintained in the case of adding other variables to the model. It is noteworthy that the increase in the prices of agricultural products of Russia has a significant impact on both agricultural production and export indicators.

Table 3.

Summary of the assessment of the effects of macroeconomic factors on the volumes of agricultural output

<sup>1</sup> The evaluations carried out under conditions of different transformations of time series, as well as different lags.

Variable	Impact coefficient	Lag of influence	t-statistics	Significance (p-value)	R <sup>2</sup>	Time period for estimation
Real GDP growth in Armenia	0.556	0	4.367	0.000	0.187	2001-2021
Real GDP growth in Russia	0.664	0	2.783	0.007	0.085	2001-2021
Government expenditure in the field of agriculture	-0.052	-3	-2.082	0.043	0.072	2009-2021
The increase in prices of agricultural products	0.379	-1	4.124	0.000	0.168	2001-2021
Increase in prices of agricultural products in Russia	0.266	-2	1.855	0.070	0.076	2011-2021

### Conclusions

To sum up, we can note that in the conditions of the continuous decrease in the volume of the agricultural sector in recent years, a significant increase in the export of agricultural products was recorded, mainly to the Russian market. At the same time, the export growth rate has significantly exceeded the growth rate of the Russian economy. The agricultural exports/output ratio has significantly increased. At the same time, the volumes of import of agricultural products also increased, as a result of which the volume of net exports remained almost at the same level, on average around -200 to -300 million US dollars. It means that although the competitiveness of products has increased in foreign markets, it still does not succeed in crowding out imported products in the domestic market.

Among the macroeconomic factors, the change in prices of agricultural products is essential for both export and output volumes. Therefore, it can be concluded that the price factors are of greater importance for the development of agriculture, which should be the basis for the development of efficient state agricultural policy measures. We can also highlight the importance of freight costs for product export, as well as the significant impact of the AMD exchange rate against the RUB. These factors, compared to other macroeconomic factors, have a greater impact on the competitiveness of agricultural products, and therefore on export volumes, which means that state policy measures should include provisions aimed at improving these factors. Of course, the exchange rate is not in direct influence of government policy, however, other price factors like transportation costs can be affected by various policy tools (for example by subsidies), increasing the competitiveness of agricultural products.

### References

1. Abolagba E.O., Onyekwere N.C, Agbonkolor B.N. and Umar H.Y (2010), Determinants of Agricultural Exports, *Journal of Human Ecology*, 29(3): 181-184 (2010)
2. Charykova O.G, Pashuta A.O., Salnikova E.V., Chernysheva I.I. (2020) "Assessment of Competitiveness of Agricultural Products in the Global Market: Regional Aspect", *Advances in Economics, Business and Management Research*, volume 147
3. Gbetnkom D., Khan S.A. (2002), Determinants of agricultural exports: The case of Cameroon, *African Economic Research Consortium Research Paper 120*, August 2002
4. Idsardi E. (2010) "The Determinants of Agricultural Export Growth in South Africa", Contributed Paper presented at the Joint 3rd African Association of Agricultural Economists (AAAE) and 48th Agricultural Economists Association of South Africa (AEASA) Conference, Cape Town, South Africa, September 19-23, 2010.
5. Khiyavi P. K., Moghaddasi R., Yazdani S. (2013) "Investigation of Factors Affecting the International Trade of Agricultural Products in Developing Countries", *Life Science Journal*, January 2013
6. Krugman P., *Strategic Trade Policy and New International Economics*. Cambridge, MA: MIT Press, 1986, pp. 98–156.
7. Helpman, E., Krugman, P. R. (1985). *Market Structure and Foreign Trade: Increasing Returns, Imperfect competition, and the International Economy*. Cambridge: MIT Press.
8. Pöyhönen, P (1963). A Tentative Model for the Volume of Trade between Countries. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 90, 93-99.
9. Sertoglu K., Dogan N., *Agricultural Trade and its Determinants: Evidence from Bounds Testing Approach for Turkey*, *International Journal of Economics and Financial Issues*, Vol 6, Issue 2, 2016
10. Snell W. (2020) "Economic Factors Affecting Agricultural Trade", *Agricultural Economics*, University of Kentucky
11. Tinbergen, J. (1962). *Shaping the World Economy. Suggestion for an International Economic Policy*, New York: The Twentieth Century Fund.

## СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПРЯМИХ ІНОЗЕМНИХ ІНВЕСТИЦІЙ В УКРАЇНІ

**Бовкун О.***кандидат економічних наук, доцент**Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9209-5785>

## STATISTICAL ANALYSIS OF FOREIGN DIRECT INVESTMENTS IN UKRAINE

**Bovkun O.***Associate professor**Pavlo Tychyna Uman state pedagogical university*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9209-5785>DOI: [10.5281/zenodo.7247536](https://doi.org/10.5281/zenodo.7247536)**АНОТАЦІЯ**

У сучасному світі інвестиційна діяльність є одним з найбільш важливих аспектів функціонування будь-якого суб'єкта господарювання. Інвестування в значній мірі визначає економічне зростання не лише окремих підприємств та організацій, а держави в цілому, сприяє підвищенню рівня зайнятості населення, а також складає істотний елемент, на якому ґрунтується економічний розвиток суспільства. Інвестиційна діяльність є об'єктом дослідження багатьох вітчизняних та закордонних вчених, але багато аспектів потребують подальшого дослідження. Так, для формування ефективної стратегії та механізмів залучення прямих інвестицій необхідно постійно проводити моніторинг сучасного стану інвестиційної діяльності в Україні як в цілому, так на рівні окремих регіонів та підприємств.

**ABSTRACT**

In today's world, investment activity is one of the most important aspects of the functioning of any business entity. Investment largely determines the economic growth not only of individual enterprises and organizations, but of the state as a whole, contributes to increasing the level of employment of the population, and is also an essential element on which the economic development of society is based. Investment activity is the object of research by many domestic and foreign scientists, but many aspects require further research. Thus, in order to form an effective strategy and mechanisms for attracting direct investment, it is necessary to constantly monitor the current state of investment activity in Ukraine both as a whole and at the level of individual regions and enterprises.

**Ключові слова:** прями іноземні інвестиції, інвестиційні потоки, динаміка, інвестори, програми розвитку, ТНК.

**Keywords:** foreign direct investments, investment flows, dynamics, investors, development programs, TC.

**Постановка проблеми.** Необхідною умовою розвитку економіки будь-якої країни є висока інвестиційна активність. Аналіз прямих іноземних інвестицій повинен спиратися на певну статистичну базу та сучасні методи її обробки. На цій основі можна виявити основні тенденції розвитку прямих іноземних інвестицій, фактори, що впливають на їх створення, пріоритетні напрями творення інвестиційних потоків.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Розвиток інвестиційних процесів і їх регулювання з боку держави розглядаються в економічній теорії як у класичній, так і в кейнсіанської концепції. Макроекономічні аспекти інвестицій були досить повно розкриті в працях відомих зарубіжних економістів: Дж.Кейнса, Дж.Кларка, А. Маршалла, Д. Рікардо, П. Самуельсона, А. Сміта, Г. Хаблера, Р. Харрода, У. Шарпа і ін.

**Мета статті.** Основною метою статті є статистичний аналіз прямих іноземних інвестиційній в Україні та надання рекомендацій щодо підвищення обсягів інвестування.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** В динаміці останніх років процеси глобалізації, інтернаціоналізації, уніфікації набувають все більшого

розповсюдження у світовій і національній економічних системах. Одним із напрямів інтеграції вітчизняної економіки у міжнародний економічний обшар є залучення прямих іноземних інвестицій, що в основному здійснюється за участі транснаціональних компаній (далі - ТНК). Отож аналіз позитивних і негативних сторін інвестиційної діяльності ТНК на території нашої держави набуває все більшої актуальності, що дасть змогу вигідно використати надані переваги, мінімізувати ризики та нейтралізувати недоліки такої співпраці.

Співробітництво іноземних інвесторів на національній основі у торгах на концесію забезпечує гарантію того, що такі поступки будуть надані найефективнішому учаснику торгів. Можливість для вітчизняних підприємств брати кредити безпосередньо в іноземних банків за кордоном чинить вигідний натиск на вітчизняні банки з метою зменшення вартості своїх послуг і розширення діапазону послуг, які вони пропонують [3].

Навіть якщо це зараз так не актуально для України, але змога вітчизняним підприємствам залучати кошти на міжнародних ринках капіталу спонукає інститути фондового ринку покращувати діяльність та привабливість місцевих ринків капіталу.

Вкладення прямих іноземних інвестицій за більшістю визначень, в першу чергу означає довгострокове отримання прибутків і здійснення контролю з боку іноземного інвестора за об'єктом інвестування.

Прямі інвестиції є основним способом створення ТНК в Україні та світі, через те відомі процеси можливо і доцільно аналізувати як взаємопов'язані та взаємообумовлені явища. (див. рис. 1)

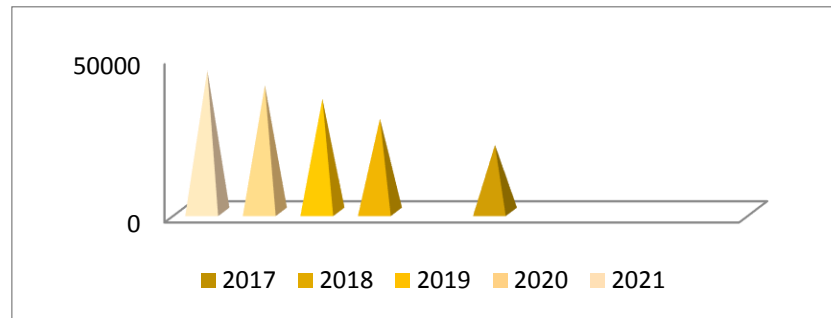


Рис. 1 Динаміка прямих іноземних інвестицій в Україні 2017-2021 роки [7]

Хід підвищення обсягів прямих іноземних інвестицій в економіку України в динаміці 2017-2021 років не відбувався рівномірно, персонально стрімкий відсоток вкладень з 2017 року по 2018 поступово уповільнюється, а у 2020-2021 роках ця відмінність становить найнижче числове значення [7].

Такий факт пояснюється впливом об'єктивних факторів, в тому числі й нещодавніми кризовим процесам 2020 року (див. табл. 1) однак існує ще повний ряд специфічних для України обставин, які впливають на динаміку прямих іноземних інвестицій.

Таблиця 1

Динаміка структури прямих іноземних інвестицій в економіку України за головними країнами-інвесторами

Країни-інвестори	Станом на:				
	01.01.2017	01.01.2018	01.01.2019	01.01.2020	01.01.2021
Кіпр	14,2	20,1	21,5	21,5	22,2
Німеччина	26,5	20,1	17,9	16,5	15,8
Нідерланди	7,0	8,5	8,9	10	10,5
Австрія	7,6	7,0	6,8	6,5	5,9
США	6,7	4,9	4,1	3,5	2,7
Франція	3,9	3,5	3,4	4,1	5,3
Сполучене королівство	7,4	6,7	6,4	5,9	5,1
Інші	22,1	24,2	25,8	25,3	24,9

Джерело: складено автором за даними [7]

У 2017 році на Кіпр та Британські Віргінські острови припало 71,4% чистого зростання обсягу прямих інвестицій в Україні. Їх внесок знизився до 52,9% у 2018 році. Після початку збройного конфлікту насамперед скоротилися інвестиції з Кіпру, оскільки офшори в основному використовувалися для інвестування на сході України, постраждалому від конфлікту та економічної кризи. Іноземні інвестиції є надзвичай важливими в процесі національної економіки становлення та розвиток, і Україна не є винятком. Власних інвестиційних засобів значною мірою бракує.

Враховуючи останні події в країні – такі як політичні та економічні потрясіння, військові дії та анексія Криму – інвестиційна активність в Україні знизилася. Відтік іноземного капіталу з українського ринку, а також зменшення багатьох інвестиційних проєктів стали причиною тепер невтішної реальності.

У порівнянні прямих інвестицій з Кіпру інвестиції з інших країн можуть піддаватися достатньо незначними (див. рис. 2)



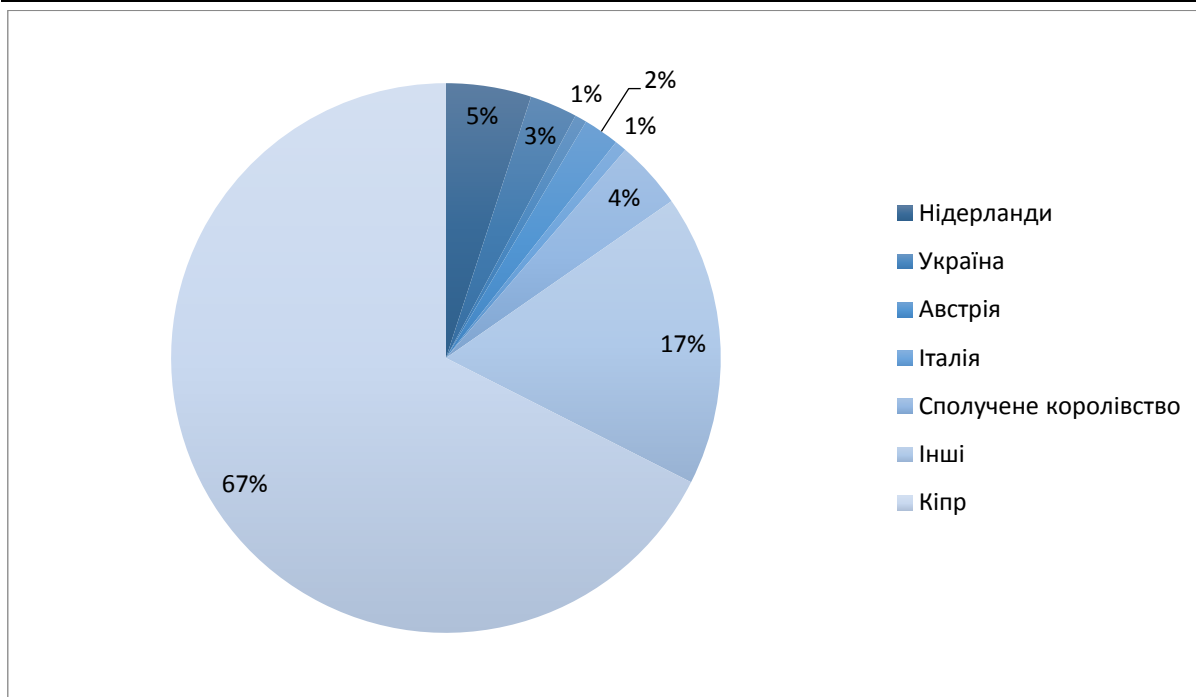


Рис. 2 Динаміка з інших основних джерел інвестицій

В цілому в Україні є ряд проблем, які перешкоджають ефективному залученню іноземні інвестиції. Ці проблеми включають перераховані нижче фактори:

- нестабільність податкової політики: значний відсоток і високий рівень оподаткування позбавляє країну конкурентних переваг у процесі залучення іноземних інвестицій;

- політична нестабільність: за умов постійних політичних змін зовнішньо інвестор буде відчувати себе достатньо невпевнено. Більш того, він не буде усвідомлювати що це за політика буде реалізована новою владою. Окрім того, «слабка» національна економіка непостійно може запропонувати високий і бурхливий дохід для стажування інвестиційних ризиків;

- недосконалість законодавства, що проявляється в недостатній правовій захищеності, в тривалій процедурі реєстрації та отримання необхідних сертифікатів, у разі відсутності ефективний механізм правового захисту іноземних інвесторів від незаконних партнерів та боржники. Якраз ці умови призвели до появи багатьох потужних іноземних компаній, що вийшли з українського ринку;

- нестача системи оцінки інвестиційного клімату в країні та її окремих регіонів;

- митні бар'єри: незгода з митними органами при визначенні способу нарахування акцизів, митних зборів та митної вартості товарів, а також кількадевні затримки доставки та високі ставки імпортерних мит за кордоном приплив інвестицій в Україну;

- нерозвиненість ринкової інфраструктури міжнародного бізнесу в Україні: один з факторів, що обмежує зростання притоку іноземного капіталу, є нестача кваліфікаційних консультантів, аудиторів та експертів;

- високий рівень інфляції в Україні;
- ненадійний банківський режим: вітчизняні дилери втратили довіру західних бізнесменів, так само довіру українського населення;

- дефіцит ефективної системи страхування.

В сучасній Україні, до переліку галузей входить сфера високих технологій, аграрна галузь машинобудування, IT-галузь, енергетика та нафта і газ промисловість. Розробка та ефективна реалізація прозорої стратегії залучення іноземних інвестицій у ці сфери сприятиме подальшому відновленню і інших секторів. Введення вищезгаданих способів до підвищення рівня інвестиційної привабливості України призведе до припливу іноземних інвестицій і, як наслідок, сприяють успішному розвитку України народне господарство [5].

Основними тенденціями, що характеризують здійснення прямих іноземних інвестицій в економіку України, виступають:

- 1) надходження більшості інвестицій із країн ЄС;

- 2) інвестування коштів країнами ЄС у високо-рентабельні галузі економіки, які дають швидкі прибутки, а саме: в торговельній сукупності, фармацевтичну промисловість, фінансову сферу. В такому разі інвестування в економіку переважної більшості країн, здійснюється в основному за такими напрямками як інновації, науково-дослідна праця і добувна промисловість;

- 3) здійснення прямих іноземних інвестицій у найбільш важливі для української економіки галузі країнами, які славно знайомі зі специфікою економічного, соціального і політичного життя нашої держави;

- 4) недостатній розмір надходження іноземного капіталу в Україну у формі прямих інвестицій.

## Позитивні та негативні тенденції збільшення прямих іноземних інвестицій і розвитку ТНК в Україні

Переваги:	Недоліки:
1. ТНК здійснюють фінансування більшості світових інновацій.	1. Приймаюча країна не отримує відкритого доступу до інноваційних проєктів, оскільки основне виробництво зосереджується у материнській країні.
2. Розвивається здорова конкуренція між виробниками з різних країн, відбувається запозичення міжнародного досвіду.	2. Більшість ТНК створюються за рахунок злиття і поглинання вітчизняних підприємств, тому вони не мають достатньої кількості вільних коштів для розвитку виробництва.
3. Здійснюється концентрація капіталу, що дає змогу розширювати виробництво і модернізувати його.	3. У більшості випадків модернізація не стосується основних фондів підприємства, а лише покращення властивостей товару і розширення ринків збуту продукції.
4. ТНК створюють робочі місця, надають якісне соціальне та медичне забезпечення працівникам.	4. ТНК нещадно використовують ресурси.
5. Використовуються передові досягнення менеджменту, що значно збільшує продуктивність на таких підприємствах порівняно з вітчизняними, відбувається ріст кваліфікації робітників.	5. Застосовуються застарілі технології.

В Україні спостерігається чітке прагнення нестачі прямих іноземних інвестицій разом з уповільненням темпу їх збільшення. Причинами такої нестачі виступають недосконалість законодавчої бази щодо регулювання підприємницької діяльності та перешкоди адміністративного характеру [8].

Позитивні наслідки інвестиційної діяльності ТНК в Україні супроводжуються багатьма негативними тенденціями, такими як нещадна експлуатація ресурсів, відмивання коштів та поглинання вітчизняних менш конкурентоспроможних підприємств. Через те разом зі створенням сприятливого інвестиційного клімату для розвитку ТНК, зокрема необхідно провести покращення інфраструктури економіки країни, податкового законодавства, фінансово-кредитних відносин, подобає також погурбуватись про захист власного виробника.

В процесі створення привабливих умов для вкладання іноземного капіталу важливо також приділити увагу уніфікації та взаємоузгодженню законодавства країни з міжнародними нормами права, проведенню активної роботи з рекламування та інформації щодо інвестиційного ринку України на міжнародному рівні, виокремити пріоритетні напрями економічної діяльності, що потребують негайних капіталовкладень (галузі, пов'язані з розвитком НТП в Україні, експортом готової продукції, сільське господарство) і менш важливих сфер інвестиційної діяльності підприємств.

Пропозиції щодо стимулювання інвестиційної діяльності та настання умов для збільшення обсягів залучення іноземних інвестицій:

- 1) підготовка і поширення інвестиційних пропозицій підприємств різних форм власності на інвестиційному ринку;
- 2) створення системи інституцій і механізмів, що полегшують діяльність інвесторів в Україні;
- 3) здійснення скоординованої інформаційно-маркетингової політики, що суттєво покращить інвестиційне притягання України у світі;

4) реалізація інвестиційних проєктів за принципом «єдиного вікна».

**Висновки.** Важливим напрямом самовдосконалення інвестиційної діяльності України є виконання програм розвитку інвестиційної діяльності, яке дасть змогу забезпечити залучення інвестицій з метою реалізації інвестиційних проєктів, що пройшли конкурсний відбір і забезпечать процвітання базових галузей економіки, зростання обсягу експорту та заміщення товарів критичного імпорту, впровадження високих технологій, страхування розвитку ринкової інфраструктури.

#### Література

1. Закон України: «Про режим іноземного інвестування» URL: <http://zakon1.rada.gov.ua>.
2. Investopedia. Foreign Direct Investment – FDI. URL: <http://www.investopedia.com/terms/f/fdi.asp>.
3. Маркевич К.Л. Поточний стан та перспективи прямого іноземного інвестування в економіку України. Науковий вісник Мукачівського державного університету. Серія «Економіка». 2018. Вип. 2(1). С. 249–255.
4. Рейтинг інвестиційної привабливості регіонів. URL: [http://www.ukrproject.gov.ua/sites/default/files/upload/rejting\\_investiciynoyi\\_privablivosti\\_regioniv\\_2019\\_1.pdf](http://www.ukrproject.gov.ua/sites/default/files/upload/rejting_investiciynoyi_privablivosti_regioniv_2019_1.pdf).
5. Прямі іноземні інвестиції: український та світовий контекст / Д.В. Мангушев, В.К. Пилипчук, Н.О. Смірнова. Вісник Одеського національного університету. Серія «Економіка». 2017. Т. 21. Вип. 5. С. 37–41.
6. Озімчук О.В. Вплив інвестицій на економічний розвиток України. Глобальні та національні проблеми економіки. 2018. Вип. 6. С. 224–228.
7. Державний комітет статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
8. Радевич Т. В. Капітальні інвестиції в Україні: сучасні тенденції та перспективи розвитку

/ Т. В. Радевич // Сталий розвиток економіки. – 2019. – № 2. – С. 317-322.

9. Іноземні інвестиції в Україні: де знайти дані, як читати платіжний баланс, про що говорять останні цифри. Експертна платформа: веб-сайт.

URL: <https://expla.bank.gov.ua/expla/src/files/Publication126.pdf>

10. The official site of the State Statistics Service (2021), “Statistical Yearbook of Ukraine 2019”, available at: <http://www.ukrstat.gov.ua>

### **ЕКО-ІННОВАЦІЇ У РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ ІНДУСТРІЇ ГОСТИННОСТІ**

**Литвин О.В.**

*Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини,  
старший викладач, Україна*

**Поворознюк І.М.**

*Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини,  
к.е.н, доцент, Україна,*

**Кирилюк І.М.**

*Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини,  
к.е.н, доцент, Україна,*

**Нещадим Л.М.**

*Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини,  
к.е.н, доцент, Україна*

**Барвінок М.В.**

*Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини,  
старший викладач, Україна*

### **ECO-INNOVATIONS IN THE DEVELOPMENT OF ENTERPRISES IN THE HOSPITALITY INDUSTRY**

**Lytvyn O.**

*Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University,  
Senior Lecturer, Ukraine*

**Povorozniuk I.**

*Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University,  
PhD, Associate Professor, Ukraine*

**Kyryliuk I.**

*Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University,  
PhD, Associate Professor, Ukraine*

**Neshchadym L.**

*Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University,  
PhD, Associate Professor, Ukraine*

**Barvinok M.**

*Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University,  
Senior Lecturer, Ukraine*

DOI: [10.5281/zenodo.7247555](https://doi.org/10.5281/zenodo.7247555)

#### **АНОТАЦІЯ**

Інноваційна діяльність у готельному секторі спрямована на створення і впровадження нововведень. Інноваціями можна вважати появу екологічних готелів – закладів індустрії гостинності, що мають за ціль мінімізувати свій вплив на навколишнє середовище завдяки скороченню витрат енергії та інших природних ресурсів або використанню альтернативних джерел.

Актуальним трендом економічної діяльності суб'єктів господарювання є екологізація, відповідно усе більш вагомую роль відіграють екоіновації. Це стосується і таких традиційних видів діяльності, як готельне обслуговування, екологізація яких є одним з найважливіших напрямів інноваційного розвитку.

#### **ABSTRACT**

Innovative activity in the hotel sector is aimed at creating and implementing innovations. Innovations can be considered the emergence of ecological hotels - establishments of the hospitality industry, which aim to minimize their impact on the environment by reducing the consumption of energy and other natural resources or using alternative sources.

The actual trend of the economic activity of business entities is greening, accordingly, eco-innovations play an increasingly important role. This also applies to such traditional types of activities as hotel service, the environmentalization of which is one of the most important areas of innovative development.

**Ключові слова:** сфера гостинності, екоготель, екосадиба, засоби розміщення, екологізація, підприємницька діяльність, екологічне підприємництво.

**Keywords:** sphere of hospitality, eco-hotel, eco-homestead, means of accommodation, greening, entrepreneurial activity, ecological entrepreneurship.

**Постановка проблеми.** Сьогодні в умовах інтенсивного розвитку індустрії гостинності з'являються нові послуги та технології, а їх глобалізація гостро ставить питання конкурентоспроможності українських підприємств, які надають такі послуги. Як галузь економіки, український готельний бізнес має дедалі більше орієнтуватися на потреби та інтереси споживачів.

Для досягнення результату у процесі екологізації готельної сфери необхідно забезпечити умови сталого розвитку для України, зокрема подолання бідності, забезпечення чистою водою та належними санітарними умовами, доступність чистої енергії, відповідальне споживання та виробництво та захист і відновлення екосистем. Невід'ємною складовою екологізації являється корпоративна соціальна відповідальність за прямий і опосередкований вплив підприємств на економічну, екологічну та соціальну системи.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженню сучасних тенденцій розвитку індустрії гостинності присвячено праці таких вітчизняних та закордонних авторів, як: А.О. Давидова, В.М. Зайцева, О.О. Лупич, О.О. Зеленко, Г.В. Довгаль, М. П. Мальська, В. Легранд, Ф. Слоун, Дж. С. Чен. Серед вітчизняних науковців проблемі сертифікації та функціонування еко-готелів присвячені праці С.М. Журавльової, О.М. Данілової та інших.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Сучасний стан розвитку підприємств індустрії гостинності розвивається під впливом безліч зовнішніх та внутрішніх факторів, що негативно впливають на якісне обслуговування споживачів. На сьогодні не достатньо приділено уваги щодо розвитку еко-готелів та умов їхнього функціонування в період криз спричинених різними ситуаціями, зокрема пандемії та війни.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Метою статті є теоретичне обґрунтування та аналіз основних аспектів впровадження еко-інновацій у розвиток підприємств індустрії гостинності.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Екологізація готельної сфери передбачає дотримання принципів Глобального договору ООН про сприяння запобіганню негативного впливу на зовнішнє середовище, вживання ініціатив, спрямованих на посилення відповідальності за стан довкілля, сприяння розвитку та поширенню екологічно чистих технологій.

Система екологічної сертифікації в Україні почала розвиватися недавно. У першу чергу це пов'язано з підписанням Угоди про асоціацію з Європейським Союзом, але ще до цієї події Україна вже мала досвід у впровадженні та популяризації еко-сертифікації. Україна першою на пострадянському просторі почала розвивати систему екологічної сертифікації та маркування, керуючись міжнародними стандартами серії ISO 14000 та увійшла до складу

Global Ecolabelling Network та гармонізувала 43 екологічні стандарти на товари по послуги.

Щодо вітчизняних готельних підприємств, то їх екологічні декларації можуть бути підтверджені двома способами.

Перший – це відповідність вимогам екологічного стандарту СОУ ОЕМ 08.002.30.059 «Послуги з тимчасового розміщення (проживання). Екологічні критерії», який відповідає міжнародному стандарту ISO 14024 «Environmental labels and declarations – Type I environmental labelling – Principles and procedures». Акредитованим органом сертифікації на відповідність ISO 14024 є Всеукраїнська громадська організація «Жива планета». Нажаль, за офіційними даними цієї організації жодне вітчизняне готельне підприємство не задекларувало своїх екологічних переваг [6].

Другим способом підтвердження екологічності готельних підприємств є сертифікація за програмою Green Key, за офіційними даними якої лише 9 вітчизняних готельних підприємств отримали екосертифікат [8].

Інноваційними трендами в сучасному готельному бізнесі можуть бути використання екологічних інноваційних та інформаційних технологій, впровадження мультимедійних технологій, розвиток електронної комерції [7].

Екологізація готельних підприємств має більше переваг ніж недоліків, а грамотна екологічна політика в готелях та засобах розміщення сприятиме економії коштів. Реалізація програми по створенню екологічного готельного продукту передбачає розроблення стратегії поступового зменшення шкідливої дії підприємства на довкілля. Така стратегія повинна передбачити ряд ефективних екологічних заходів, які націлені на зміну технологічного процесу надання готельної послуги та функціонування певних структур готельного підприємства.

Для екологічного готелю, як і для будь-якого іншого засобу розміщення, важливим є комфорт та безпека гостей. Перш за все це залежить від стану повітря у засобі розміщення. Найкращим варіантом для цього може бути централізоване вакуумне пилоприбирання за допомогою системи пиловидалення. Ця система стала ще однією інновацією для українського ринку, хоча у США та Канаді вбудовані пиломоски вже стали нормою і використовуються у більшості готелів так само як водопровід.

Екологічна діяльність готелю ґрунтується на дванадцяти основних критеріях, розроблених міжнародним комітетом. Також до міжнародної системи оцінки національним представником у кожній країні додаються національні критерії, які враховують місцеві особливості, але не повинні суперечити міжнародним стандартам. Сьогодні саме Green Key займається найактивніше екологічною сертифікацією підприємств готельного господарства в Україні.

До основних показників, які характеризують екологічність підприємств готельного господарства, відносять:

- споживання води;
- споживання енергії;
- атмосферні викиди, спричинені споживанням енергії;
- використання природних ресурсів (вплив на довкілля, спричинений обсягом спожитого паперу, канцелярського приладдя, мийних засобів, обладнання та інших матеріалів; структура використання відновлюваних/невідновлюваних ресурсів, використанням сировини);
- вплив хімічних засобів на довкілля та здоров'я;
- викиди до атмосфери;
- викиди у воду;
- обсяг відходів;
- пожежі, аварії та інші надзвичайні ситуації;
- вплив транспорту на довкілля [1].

Ще одним важливим та безпечним видом засобів розміщення є сільські зелені садиби, які користуються великим попитом серед туристів. Особливої популярності вони набули в період кризи та пандемії COVID-19. Розвиток підприємництва у сфері сільського зеленого туризму в Україні дедалі активніше перетворюється в конкурентоспроможний вид економічної діяльності і здійснюється за такими напрямками: організація туристичних сільських агросадиб; оренда житла в екологічно чистій сільській місцевості; надання послуг харчування та інші [3, с. 112].

Слід зазначити, що житлові будинки садибного типу та інше житло, яке використовується для надання послуг з тимчасового розміщення, має відповідати: вимогам державних будівельних норм під час проектування та будівництва; вимогам безпеки технічної експлуатації будинків, споруд і устаткування, встановленим нормативними документами; вимогам, що гарантують особисту безпеку туристів і збереження їхнього майна. З метою підвищення якості та безпеки послуг у сфері СЗТ, сприяння споживачам у свідомому виборі туристичних послуг, ГО «Спілка сприяння розвитку сільського зеленого туризму в Україні» згідно з Програмою добровільної категоризації «Українська гостинна садиба», здійснює присвоєння засобам розміщення однієї з чотирьох відповідних категорій [4]. Система розроблена на основі кращих міжнародних зразків спеціалістами громадського науково-природоохоронного центру «Незалежна служба екологічної безпеки» - членом Спілки сприяння розвитку сільського зеленого туризму в Україні (далі – Спілка), та за підтримки Швейцарського Фонду Співробітництва. Знак «Зелена садиба» надаватиметься Спілкою та, безперечно, буде використовуватись як ефективний маркетинговий інструмент.

Держава підтримує розвиток особистих сільських господарств відповідно до загальнодержавних і регіональних програм. Відповідно, кошти нараховуються з державного чи місцевого бюджету згідно

з порядком, встановленим законом. Особисте селянське господарство являє собою господарську діяльність (господарювання), ведення якого не передбачає оформлення приватного підприємства особою індивідуально або особами, які мають сімейні чи родинні відносини і мешкають спільно, маючи на меті збільшення спільного бюджету, використовуючи для цього різні методи: виробництво, переробку, реалізацію сільськогосподарської продукції та надання послуг із використання майна особистого селянського господарства, у тому числі й у сфері СЗТ [5]. Особисті селянські господарства з боку держави підтримуються та регламентуються відповідно до загальнодержавних і регіональних програм розвитку за рахунок державного і місцевих бюджетів відповідно до встановленого законом порядку. Згідно із загальнодержавними програмами, Кабінет Міністрів України у процесі підготовки проекту Державного бюджету України щорічно виділяє відповідні фінанси на підтримку особистих селянських господарств. На підтримку особистих селянських господарств виконавча влада та органи місцевого самоврядування згідно з регіональними програмами щорічно виділяють кошти в проекти місцевих бюджетів [2].

**Висновки.** Діяльність екоготелів та екосадиб пов'язана з високим попитом та популярністю на екологічні та безпечні умови проживання серед споживачів послуг; збереження навколишнього середовища серед місцевого населення. Тому, в сучасних умовах господарювання основним завданням є максимально мінімізувати екологічний вплив людини на навколишнє середовище. А це можливо і через діяльність таких засобів розміщення, що в свою чергу продовжують процес екологізації індустрії гостинності. Впровадження екологічних аспектів у розвиток сфери гостинності зумовлена певними тенденціями. З одного боку зростають вимоги відвідувачів до сервісу. Це проявляється у підвищенні рівня свідомості в тому числі і екологічної. Подорожуючі вдосконалюють свої знання про навколишнє середовище та екологічну загрозу, яка існує в країні та світі. Туристи з різних країн світу надають перевагу екологічним засобам розміщення, а це в свою чергу дає можливість підприємцям забезпечити конкурентні переваги на ринку послуг, знизити витрати та отримати вищі прибутки.

### Література

1. Григор'єва Л. В. Екологізація, як перспективна тенденція розвитку готельного господарства. URL: [http://elar.khnu.km.ua/jspui/bitstream/123456789/7162/3/%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8\\_%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%B%D0%BE%D0%B3%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D1%80%D0%B5%D0%BF%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%80%D1%96%D1%8F.pdf](http://elar.khnu.km.ua/jspui/bitstream/123456789/7162/3/%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8_%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%B%D0%BE%D0%B3%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D1%80%D0%B5%D0%BF%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%80%D1%96%D1%8F.pdf) (дата звернення 16.09.2022)
2. Закон України «Про особисте селянське господарство» (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2003, N 29, ст. 232).



3. Литвин О.В. Розвиток сільського зеленого туризму Черкащини. Туризм Черкащини: реальність та перспективи сталого розвитку: колективна монографія / за ред. І. М. Поворознюк. Умань: ВПЦ «Візаві», 2018. 198 с.

4. Сільський зелений туризм – від роз'єднаних садиб до територіальних кластерів. URL: <https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/05/Rutynskyy-Silskyu-zelenyy-turyzm-2018-book.pdf> (дата звернення 16.09.2022)

5. Співка сприяння розвитку сільського зеленого туризму в Україні. URL: [www.greentour.com.ua](http://www.greentour.com.ua). (дата звернення 22.09.2022)

6. Центр екологічної сертифікації та маркування : офіційний web-сайт URL: <https://www.eco-label.org.ua/>. (дата звернення 24.09.2022)

7. Цілі сталого розвитку 2016-2030. URL : <http://www.un.org.ua/ua/tsili-rozvytku-tysiacholit-tia/tsili-stalohorozvytku> (дата звернення 22.09.2022)

8. Green Key : web-site, available at: <https://www.greenkey.global/> (дата звернення 23.09.2022)

# MEDICAL SCIENCES

## РОЗПОВСЮДЖЕНІСТЬ, ПАТОГЕНЕЗ, КЛІНІЧНІ ПРОЯВИ, ДІАГНОСТИКА ТА ВПЛИВ НА ПЛІД ПАРВОВІРУСНОЇ ІНФЕКЦІЇ: ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

*Петренко Є.В.*

*Дніпровський державний медичний університет, асистент кафедри акушерства, гінекології та перинатології ФПО*

*Пампуха О.О.*

*Дніпровський державний медичний університет, лікар-інтерн кафедри акушерства, гінекології та перинатології ФПО*

## PREVALENCE, PATHOGENESIS, CLINICAL MANIFESTATIONS, DIAGNOSIS AND EFFECT ON FETUS OF PARVOVIRUS B19 INFECTION : REVIEW OF THE LITERATURE

*Petrenko Y.*

*Dnipro State Medical University, assistant of the Department of Obstetrics, Gynecology and Perinatology FPE*

*Pampukha O.*

*Dnipro State Medical University, intern of the Department of Obstetrics, Gynecology and Perinatology FPE*

DOI: [10.5281/zenodo.7247577](https://doi.org/10.5281/zenodo.7247577)

### АНОТАЦІЯ

Людський парвовірус В19 є основним парвовірусом людини, який був вперше асоційований із клінічним захворюванням у 1981 році. Парвовірус В19 поширений у всьому світі та проявляє себе як епізодично, так і спалахами. У Сполучених Штатах зараження парвовірусом В19 частіше трапляється в період з кінця зими до початку літа. Відсоток людей з В19-специфічним IgG зростає із віком, причому більшість людей заражаються під час навчання у школі. Приблизно у половини жінок репродуктивного віку та 30-40 відсотків вагітних відсутній IgG до парвовірусу В19, і тому вважається, що вони сприйнятливі до інфекції В19, що в подальшому загрожує їхньому плоду. Парвовірус В19 викликає інфекційну еритему (ЕІ), також відому як п'ята хвороба. Інфекція В19 під час вагітності може бути причиною загибелі плода та водянки плода. Доплерівська оцінка пікової систолічної швидкості кровотоку (ПСШК) в середній мозковій артерії плода (СМА) та в венозній протоці є точними інструментами для діагностики анемії плода та неінвазивною альтернативою забору пуповинної крові. Внутрішньоматкове переливання еритроцитів показано для запобігання загибелі плода від тяжкої анемії.

### АВТРАКТ

Human parvovirus B19 is the major human parvovirus that was first associated with clinical disease in 1981. Parvovirus B19 is distributed throughout the world and manifests itself both episodically and in outbreaks. In the United States, parvovirus B19 infection is more common between late winter and early summer. The percentage of people with B19-specific IgG increases with age, with most people becoming infected during school. About half of women of reproductive age and 30 to 40 percent of pregnant women lack IgG to parvovirus B19 and are therefore thought to be susceptible to B19 infection, which subsequently endangers their fetus. Parvovirus B19 causes erythema infectiosum (EI), also known as fifth disease. B19 infection during pregnancy can cause fetal death and fetal hydrops. Doppler assessment of peak systolic blood flow velocity (PSVV) in the fetal middle cerebral artery (CMA) and in the ductus venosus are accurate tools for the diagnosis of fetal anemia and a non-invasive alternative to umbilical cord blood sampling. Intrauterine transfusion of red blood cells is indicated to prevent fetal death from severe anemia.

**Ключові слова:** парвовірусна інфекція, розповсюдженість, патогенез, клінічні прояви, діагностика, вплив на плід.

**Keywords:** parvovirus infection, prevalence, pathogenesis, diagnosis, effect on fetus.

Людський парвовірус В19 належить до роду Erythroparvovirus родини Parvoviridae [1].

Вперше його було виявлено у 1975 р. під час скринінгу крові на вірус гепатиту В у безсимптомних донорів. Зразок 19 на панелі В (звідси і назва парвовірус В19) був ідентифікований, як хибнопозитивний результат при проведенні контримуноелектрофорезу.

В19 є основним парвовірусом людини, який був вперше асоційований із клінічним захворюванням у 1981 р [2].

У роді еритропарвовірусів є три генотипи. Парвовірус В19 є переважним збудником парвовірусу у людини та прототипом штаму генотип 1. Генотип 2 (штам-прототип, LaLi) та генотип 3 (штам-прототип, V9) зустрічаються рідше і нещодавно описані [4-6]. Генотипи 1 і 2, як правило, зустрічаються в західних країнах (наприклад, США

та Європі), тоді як генотип 3 циркулює в основному в Африці на південь від Сахари та Південній Америці [6], але зустрічається в Європі та Індії. Порівняно з генотипом 1, було опубліковано набагато менше інформації про передачу та епідеміологію генотипу 2 та генотипу 3. Послідовність нуклеотидів відрізняється серед трьох генотипів на 13-14 відсотків [6,7].

Однією з особливостей парвовірусів є надзвичайно обмежений діапазон господарів. Єдиним відомим господарем парвовірусу B19 є люди [8]. Розвиток вірусу відбувається лише в еритроїдних клітинах-попередниках CD36 у людини. На сьогоднішній день клітини-попередники E-CFU (Erythroid-Colony Forming Unit) та E-BFU (Erythroid-Burst Forming Unit) сприятливі для розвитку парвовірусу B19 [9].

#### Патогенез

Тропізм парвовірусу, ймовірно, пов'язаний з особливістю його клітинного рецептора - антигеном P, також відомого як глобозид, який міститься у високій концентрації на еритроцитах та їх попередниках [10]. Особи, які мають невелику кількість антигену P, стійкі до зараження парвовірусом [11]. У чітко визначеній моделі ліпідного двошару вірусоподібні капсиди парвовірусу B19 взаємодіють з глобозидом, що свідчить про потенційну роль глобозиду як рецептора для B19 [12].

P-антиген також виявляється в меншій мірі в інших типах клітин, включаючи ендотеліальні клітини, кардіоміоцити, мегакаріоцити та клітини трофобластів плаценти [13,14]. Нееритроїдні клітини, що містять глобозиди, інфікуючись парвовірусом B19, продукують мало життєздатних вірусів.

Хоча антиген P може бути необхідний для зараження, цього недостатньо для розвитку захворювання. Деякі клітини, які мають антиген P, не здатні зв'язуватися з вірусом, тоді як інші мають здатність взаємодіяти з парвовірусом B19, незважаючи на відсутність антигену P [15].

Вивчаються два корецептори, які сприяють проникненню вірусу в клітини-мішені. До них належать інтегрин-альфа-5-бета-1 [16] та аутоантиген Ku80[17,18].

Після потрапляння до клітини, в ядрі починається реплікація вірусної ДНК, транскрипція РНК, трансляція білка та збір капсиду вірусу. У високих концентраціях частинки вірусу можна побачити в ядрі за допомогою електронної мікроскопії. Після дозрівання вірусу парвовірус B19 веде до лізису клітин. Цитопатичний ефект, індукований під час зараження B19, може спостерігатися у вигляді гігантських пронормобластів, які розташовуються у кістковому мозку [19].

Специфічні до парвовірусу B19 антитіла IgM розвиваються незабаром після інфікування, можуть бути виявлені на 10-12 день і можуть зберігатися до п'яти місяців. Специфічні антитіла IgG до вірусних капсидних білків виявляються приблизно через 15 днів після зараження і зберігаються тривалий час.

Хоча патогенез висипу та артропатії, пов'язаної з парвовірусною інфекцією B19, неясний, обидва симптоми загалом збігаються з синтезом антитіл у сироватці крові, і, таким чином, припускають, що вони принаймні частково опосередковані імунною системою. Про роль сироваткових антитіл у розвитку висипу також свідчить поява висипу після введення внутрішньовенного імуноглобуліну пацієнтам з імунодефіцитом і хронічною інфекцією [20].

Прямі вірусні ефекти також можуть бути залучені в патогенез цих симптомів. ДНК і антиген парвовірусу B19 були виявлені у зразку біопсії шкіри пацієнта з інфекційною еритемою, що свідчить про те, що пряме зараження клітин епідермісу також може сприяти розвитку висипу [21].

Дослідження осіб з гострим артритом, викликаним парвовірусом B19, задокументували ДНК парвовірусу B19 у зразках суглобової рідини, але не в окремих клітинах [22]. Таким чином, поки що не ясно, чи є вірусна ДНК прямою інфекцією синовіальної тканини чи системною вірусемією. Після зараження геном ДНК B19 він може зберігатися в тканинах протягом усього життя [23-27].

#### Розповсюдженість

Парвовірус B19 поширений у всьому світі та проявляє себе як епізодично, так і спалахами. У Сполучених Штатах зараження парвовірусом B19 частіше трапляється в період з кінця зими до початку літа. Генотипи парвовірусу B19 2 і 3 зустрічаються у США та Європі набагато рідше, ніж генотип 1 [28]. Раніше генотипи 2 та 3 в основному виявлялися в країнах Північної Європи, але наразі спостерігається їх поширення у Данію, Фінляндію, Швецію, Францію та Німеччину [29-31]. Генотип 3 пов'язаний зі спалахами захворювання в країнах Західної Африки, Бразилії та Індії [32].

Відсоток людей з B19-специфічним IgG зростає із віком, причому більшість людей заражаються під час навчання у школі. Під час спалахів у школах можуть заразитися від 25 до 50 відсотків учнів та 20 і більше відсотків дорослих людей, не маючих імунітету. Від 50 до 80 відсотків дорослих мають B19-специфічні антитіла IgG [33-34].

Приблизно у половини жінок репродуктивного віку та 30-40 відсотків вагітних відсутній IgG до парвовірусу B19, і тому вважається, що вони сприйнятливі до інфекції B19, що в подальшому загрожує їхньому плоду [35].

Виділяють три основні механізми передачі парвовірусу B19: повітряно-крапельний, вертикальний та гематогенний шляхи

Повітряно-крапельний є найбільш поширеним механізмом передачі парвовірусу B19. Хоча саме захворювання не пов'язане з респіраторними симптомами, парвовірус B19 постійно виявляється в дихальних секретах під час віремійної фази інфекції [36-38]. Таким чином, він може передаватися при тісному контакті від людини до людини, через предмети побуту та дихальні секрети та / або слину [39]. Завдяки незахищеному капсидом віріону,

парвовіруси, включаючи В19, стабільні в навколишньому середовищі, що робить предмети побуту важливим шляхом передачі.

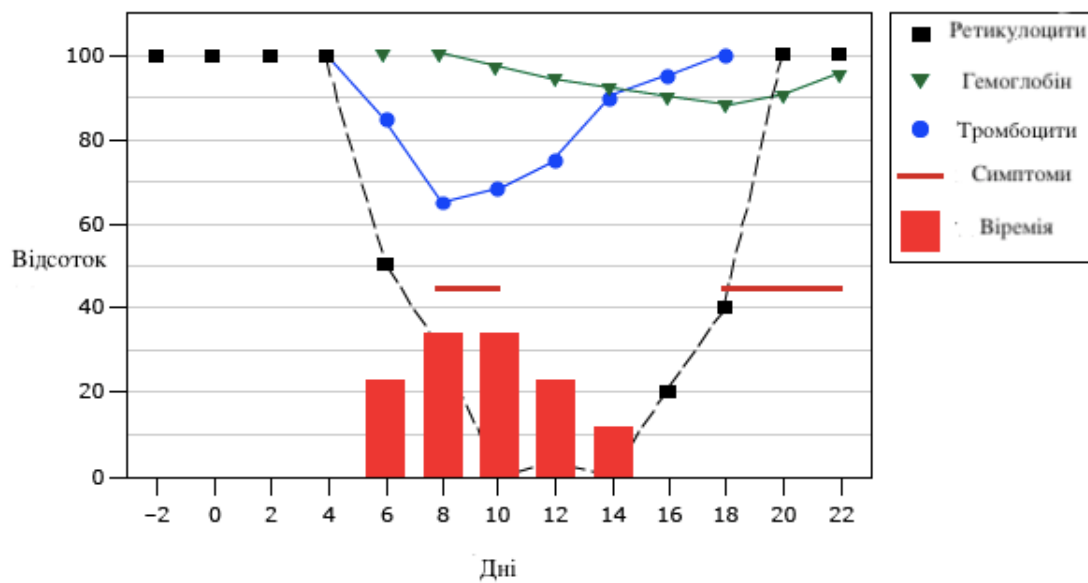
Вагітна, інфікована парвовірусом В19 під час вагітності, може передати вірус плоду [40], ризик для якого найбільший, коли інфікування відбувається протягом перших 20 тижнів вагітності.

Парвовірус В19 може передаватися через кров або продукти крові, які містять вірус [41-43]. Заражені донори можуть бути безсимптомними, але водночас мати дуже високий рівень циркулюючих в крові вірусів [43]. Особи, яким потрібні регулярні переливання препаратів крові, мають найбільший ризик зараження вірусом у порівнянні з тими, які отримали одиничні переливання[42].

### Клінічні прояви

Парвовірус В19 викликає інфекційну еритему (ЕІ), також відому як п'ята хвороба. Назва "п'ята хвороба" походить від її місця у стандартному списку дитячих захворювань, що викликають висип, до якого також належать кір (перший), скарлатина (друга), краснуха (третя), хвороба Дюка (четверта) та розеола (шоста) [44].

Це поширене дитяче інфекційне захворювання, що характеризується почервонінням щік та мереживоподібним висипом на тулубі та кінцівках. У дорослих висип, як і почервоніння щік, зустрічаються рідко.



Малюнок 1 "Схематичне зображення клінічного перебігу та лабораторних відхилень у здорових господарів з парвовірусною інфекцією В19" (адаптовано з [45]).

Як і очікувалося для вірусу, який інфікує попередники еритроцитів, під час віремічної стадії інфекції розвивається транзиторна ретикулоцитопенія та невелике зниження рівня гемоглобіну, тромбоцити і лейкоцити також падають в цей період. Вже через 10-14 днів після інфікування в організмі виникає імунна відповідь, вірусемія зникає і повертаються ретикулоцити. На малюнку 1 продемонстровано двофазність появи симптомів: на піку віремії та знову після зникнення вірусемії. Висип, артрит та інші симптоми, як правило, виникають під час другого періоду.

Пацієнти також можуть мати системні прояви за один-чотири дні до появи висипу. У дорослих може розвинути артрит суглобів кистей, зап'ясть, колін та щиколоток. Суглобові симптоми можуть передувати розвитку висипу. Зазвичай артрит триває один-два тижні.

Як правило, імунокомпетентні діти та дорослі, включаючи вагітних жінок, лікування не потребують.

Особи, які мають анемію, таку як серповидноклітинна або таласемія, можуть мати тимчасовий апластичний криз, спричинений В19. Крім того,

особи з набутими або успадкованими імунодефіцитами мають ризик хронічної інфекції парвовірусу В19, що може потребувати терапії [28].

Віремія В19 у імунокомпетентних осіб починається приблизно через шість днів після контакту з хворим і триває протягом тижня.

Інфікована людина може поширювати вірус ще до появи симптомів. В19 можна виявити в крові та секретах вже через 5-10 днів після інфікування[46,47]. Пацієнти з нормальною імунною системою, ймовірно, не є джерелом інфекції після виникнення асоційованих з В19 висипу, артралгій або артрити.

Особи з IgG В19 вважаються несприйнятливими до повторної інфекції. Однак при дослідженні п'яти серопозитивних волонтерів, після повторного інфікування В19 один із них захворів, що припускає можливість реінфікування вірусом [46].

### Вплив парвовірусної інфекції на плід

Інфекція В19 під час вагітності може бути причиною загибелі плода та водянки плода.

Перші дослідження, що пов'язували В19 та загибель плода припускали, що ризик мертворода-

ження або втрати плода у разі інфікування перевищує 30 відсотків [47-49]. У багатьох подальших дослідженнях було встановлено нижчі показники втрати плода.

Проспективне дослідження інфекції В19 у вагітних включало 1018 жінок з гострою інфекцією на основі серологічних досліджень [50]. Основними висновками були:

- Рівень смертності плода у жінок, інфікованих В19 у першому триместрі становив 13 відсотків (34/256 у першому триместрі), зменшившись до 9 відсотків (30/322) у жінок, діагностованих у терміні вагітності 13-20 тижнів, і 0 (0/439) після 20 тижнів.
- Всього було зареєстровано 6 випадків мертвонародження, 4 з яких були пов'язані із інфікуванням В19 до 20 тижнів вагітності, 2 інших епізоди не були пов'язані із інфекцією.

Підсумок наявних даних свідчить, що ризик втрати плода при вагітності, інфікованій до та після 20 тижнів вагітності, становить 11 відсотків та <1 відсоток відповідно.

Вважається, що водянка і загибель плода є наслідками важкої анемії, асоційованої з В19. Тяжкість анемії, ймовірно, зумовлена трьома факторами:

- Руйнування еритроцитів плода;
- Збільшення потреби в еритроцитах у зв'язку зі зростаючим внутрішньосудинним об'ємом;
- Нездатність незрілої імунної системи плода контролювати інфекцію.

Є дані про те, що рівень гемоглобіну 2 г / дл або нижче призводить до застійної серцевої недостатності з високою фракцією викиду. В19 також може інфікувати клітини міокарда [51]. Таким чином, пошкодження міокарда може сприяти водянці та загибелі плода в деяких випадках [52].

Тромбоцитопенія спостерігалась у 36 із 97 (37 відсотків) плодів з водянкою, інфікованих парвовірусом [53,54]. Це може бути причиною кровотечі під час внутрішньоутробного переливання еритроцитів, тому слід визначити кількість тромбоцитів плода до процедури і мати в наявності запас для переливання.

Діти, які пережили водянку плода, спричинену парвовірусом, можуть мати підвищений ризик порушень розвитку нервової системи [33,40]. В одному дослідженні 28 дітей у Нідерландах, яким була проведена внутрішньоутробна трансфузія з приводу водянки плода, оцінювались в середньому протягом п'яти років [55]. У трьох була важка, а у двох легка затримка когнітивного розвитку, у ще однієї дитини - дрібні порушення моторики. Ці показники вищі, ніж історично спостерігались у нідерландського населення.

На відміну від цих результатів, попереднє дослідження 20 дітей, які пережили водянку плода в Німеччині, не показало надмірної затримки розвитку [56].

Парвовірус є тератогеном у тварин. Він викликає гіпоплазію мозочка та атаксію у котів, аненцефалію, мікроцефалію та ектопію серця у хом'яків. Незважаючи на повідомлення про випадки, що

свідчать про зв'язок між інфекцією В19 під час вагітності та вадами розвитку плода [57,58], епідеміологічні дослідження це не підтримують [59].

### Діагностика парвовірусної інфекції

Під час вагітності лабораторна діагностика парвовірусу В19 переважно базується на визначенні антитіл IgG та IgM, хоча полімеразна ланцюгова реакція також може бути корисною у певних ситуаціях.

Радіоімунологічний аналіз із захопленням антитіл IgM і імуноферментний аналіз є чутливими тестами, які виявляють від 80 до 90 відсотків пацієнтів із клінічною інфекцією В19 [60].

Циркулюючі антитіла IgM можна виявити приблизно через 10 днів після контакту та безпосередньо перед появою симптомів. Вони можуть зберігатися протягом трьох місяців або довше [61,62].

Антитіла В19 IgG виявляються через кілька днів після IgM і зазвичай зберігаються роками. Вони є маркером перенесеної інфекції.

Однак покладатися на лише негативний серологічний результат IgM може вести в оману пацієнта зі значним анамнезом впливу, оскільки в деяких випадках рівні IgM у матері можуть бути нижчими за межі виявлення. У таких випадках може бути корисною полімеразна ланцюгова реакція.

У дослідженні з використанням зразків сироватки 101 вагітної жінки з підтвердженою водянкою плода, спричиненою В19, 15 відсотків пацієнтів, які були серонегативними щодо антитіл В19 IgM, мали ознаки вірусемії за результатами тестування ДНК матері В19.

Для діагностики інфікування плода використовується полімеразна ланцюгова реакція, що є чутливим методом виявлення невеликих кількостей ДНК В19. Використання цього методу на амніотичній рідині особливо корисно при спробі визначити причину водянки та є методом вибору для діагностики фетальної парвовірусної інфекції [63-65]. Інший варіант - отримати кров плода на В19 IgM; однак черезшкірний забір зразків крові плода, метод, який використовується для отримання крові плода, несе 1 відсоток втрати плода.

### Менеджмент вагітних, що пройшли діагностику парвовірусної інфекції

Факт наявної перенесеної інфекції підтверджується наявністю позитивних антитіл IgG і негативних IgM. У цьому випадку плід захищений від інфекції.

Гостра інфекція — позитивні антитіла IgM відповідають гострій парвовірусній інфекції. Важливість цього залежатиме від того, на якому терміні вагітності діагностовано інфекцію:

- Жінкам, у яких діагностовано гостру інфекцію в першій половині вагітності, слід повідомити, що немає доведеного ризику вроджених аномалій, спричинених парвовірусом, але існує ризик втрати плода. Єдиним потенційно ефективним втручанням є внутрішньоутробна трансфузія плода



для лікування важкої анемії плода, однак ця процедура неможлива до 20 тижнів вагітності через обмежену візуалізацію та малий розмір відповідних анатомічних структур.

• Жінкам, у яких діагностовано гостру інфекцію після 20 тижнів вагітності, слід періодично проходити ультразвукове дослідження (щотижня, починаючи з 22 тижнів) для виявлення ознак водянки плода (наприклад, набряк шкіри голови, асцит, багатоводдя, кардіомегалія).

Хоча зазвичай проводять послідовні ультразвукові дослідження, ризик водянки є низьким, і деякі сумніваються в перевагах моніторингу, оскільки переваги терапевтичного втручання неясні. Також існують суперечки про те, як довго продовжувати ультразвукове спостереження. Були випадки водянки, про які повідомлялося більше ніж через вісім тижнів після початкової інфекції у матері [66], що свідчить про те, що ультразвукове дослідження необхідно проводити протягом принаймні восьми тижнів після гострої інфекції.

Вагітна жінка, ще не має імунітету — Вагітна жінка, яка має негативний результат як на антитіла до парвовірусу IgG, так і на IgM, сприйнятлива до інфекції, особливо якщо вона контактує з маленькими дітьми. Ведення цієї пацієнтки залежатиме від історії потенційного контакту з парвовірусною інфекцією:

Відсутність контакту в анамнезі — в ідеалі чутливі вагітні жінки повинні уникати контакту з В19. Проте немає доведених переваг усунення серонегативних жінок з роботи високого ризику (наприклад, шкільного вчителя чи працівника дитячого садка) на період вагітності [67]. Однак ретельне миття рук і уникнення спільної їжі чи напоїв, ймовірно, принаймні частково запобігає поширенню В19.

Нещодавня історія контакту — якщо вагітна пацієнтка нещодавно контактувала з парвовірусом і початкові серологічні дослідження негативні, можливо зробити полімеразну ланцюгову реакцію (ПЛР) сироватки крові. Якщо ПЛР недоступна, повторити серологічні дослідження через чотири тижні після контакту, щоб ідентифікувати інфікованих вагітних [68].

У дослідженні зразків сироватки, зібраних під час інвазивної пренатальної діагностики у 101 вагітній жінки з підтвердженою водянкою плода, спричиною В19, лише 77 відсотків жінок мали позитивні серологічні показники IgM, що підкреслює проблему хибнонегативних серологічних показників при гострій інфекції [69]. З 24 зразків, досліджених методом ПЛР, усі виявилися позитивними на парвовірус В19.

#### **Менеджмент анемії та водянки плода**

Анемія легкого та середнього ступеню важкості, як правило, добре переноситься плодом і проходить без наслідків. Важка анемія може призвести до водянки плода та його смерті.

Оскільки індукована парвовірусом анемія є тимчасовим процесом, визначення фетального гемоглобіну не є необхідним, за винятком випадків,

коли важка анемія передбачається за сонографічними ознаками, такими як набряк шкіри плода, асцит або випіт в плевральній чи перикардальній порожнині. Доплерівська оцінка пікової систолічної швидкості кровотоку (ПСШК) в середній мозковій артерії плода (СМА) та в венозній протоці є точними інструментами для діагностики анемії плода та неінвазивною альтернативою забору пуповинної крові [70-72].

При підозрі на важку анемію, підтверджену підвищеним ПСШК СМА або ознаками водянки, плід вимагає ретельного моніторингу та оцінки фетального гематокриту шляхом забору крові з пуповинної вени. Внутрішньоматкове переливання крові зазвичай проводиться, якщо підтверджена важка анемія.

Внутрішньоматкове переливання еритроцитів показано для запобігання загибелі плода від тяжкої анемії. Процедура, як правило, обмежена гестаційним віком від 18 до 35 тижнів вагітності через технічні обмеження до 18 тижнів та надмірні ризики після 35 тижнів [73].

Було проведено дослідження 467 плодів з водянкою і визначено, що після внутрішньоутробного переливання крові померли 27 з 164 плодів (16 відсотків), порівняно з 138 з 296 плодів (47 відсотків), які переливання крові не отримали [73].

Ведення жінки з водянкою плода повинно проводитися у закладі третинної ланки. Як і при всіх вагітностях високого ризику, народження немовляти з водянкою вимагає скоординованих зусиль акушера та неонатолога.

Реанімація таких немовлят складна, так як більшість з них потребують респіраторної підтримки та штучної вентиляції легень. Гіпоплазія легень, їх набряк, накопичення рідини у плевральній або перитонеальній порожнинах ще більше ускладнюють ситуацію. Парацентез та торакоцентез можуть знадобитися перед або після пологів для полегшення реанімації [73].

Основні висновки проведеного огляду літератури:

1. Людський парвовірус В19 є основним парвовірусом людини, який був вперше асоційований із клінічним захворюванням у 1981 році.

2. Парвовірус В19 поширений у всьому світі та проявляє себе як епізодично, так і спалахами. У Сполучених Штатах зараження парвовірусом.

3. В19 частіше трапляється в період з кінця зими до початку літа. Відсоток людей з В19-специфічним IgG зростає із віком, причому більшість людей заражаються під час навчання у школі.

4. Приблизно у половини жінок репродуктивного віку та 30-40 відсотків вагітних відсутній IgG до парвовірусу В19, і тому вважається, що вони сприйнятливі до інфекції В19, що в подальшому загрожуватиме їхньому плоду.

5. Парвовірус В19 викликає інфекційну еритему (EI), також відому як п'ята хвороба.

6. Інфекція В19 під час вагітності може бути причиною загибелі плода та водянки плода.

7. Доплерівська оцінка пікової систолічної швидкості кровотоку (ПСШК) в середній мозковій

артерії плода (СМА) та в венозній протоці є точними інструментами для діагностики анемії плода та неінвазивною альтернативою забору пуповинної крові.

8. Внутрішньоматкове переливання еритроцитів показано для запобігання загибелі плода від тяжкої анемії.

### Література

1. Virus taxonomy update. The International Committee on Taxonomy of Viruses. *Arch Virol.* 1993;133(3-4):491-5. PMID: 7903037.

2. Cossart YE, Field AM, Cant B, Widdows D. Parvovirus-like particles in human sera. *Lancet.* 1975 Jan 11;1(7898):72-3. doi: 10.1016/s0140-6736(75)91074-0. PMID: 46024.

3. Nguyen QT, Sifer C, Schneider V, Allaume X, Servant A, Bernaudin F, Auguste V, Garbarg-Chenon A. Novel human erythrovirus associated with transient aplastic anemia. *J Clin Microbiol.* 1999 Aug;37(8):2483-7. doi: 10.1128/JCM.37.8.2483-2487.1999. PMID: 10405389; PMCID: PMC85263.

4. Nguyen QT, Wong S, Heegaard ED, Brown KE. Identification and characterization of a second novel human erythrovirus variant, A6. *Virology.* 2002 Sep 30;301(2):374-80. doi: 10.1006/viro.2002.1585. PMID: 12359439.

5. Servant A, Laperche S, Lallemand F, Marinho V, De Saint Maur G, Meritet JF, Garbarg-Chenon A. Genetic diversity within human erythroviruses: identification of three genotypes. *J Virol.* 2002 Sep;76(18):9124-34. doi: 10.1128/jvi.76.18.9124-9134.2002. PMID: 12186896; PMCID: PMC136440.

6. Parsyan A, Szmargad C, Allain JP, Candotti D. Identification and genetic diversity of two human parvovirus B19 genotype 3 subtypes. *J Gen Virol.* 2007 Feb;88(Pt 2):428-431. doi: 10.1099/vir.0.82496-0. PMID: 17251559.

7. Norja P, Eis-Hübinger AM, Söderlund-Venermo M, Hedman K, Simmonds P. Rapid sequence change and geographical spread of human parvovirus B19: comparison of B19 virus evolution in acute and persistent infections. *J Virol.* 2008 Jul;82(13):6427-33. doi: 10.1128/JVI.00471-08. Epub 2008 Apr 16. PMID: 18417586; PMCID: PMC2447064.

8. Kaufmann B, Simpson AA, Rossmann MG. The structure of human parvovirus B19. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2004 Aug 10;101(32):11628-33. doi: 10.1073/pnas.0402992101. Epub 2004 Aug 2. PMID: 15289612; PMCID: PMC511008.

9. Mortimer PP, Humphries RK, Moore JG, Purcell RH, Young NS. A human parvovirus-like virus inhibits haematopoietic colony formation in vitro. *Nature.* 1983 Mar 31-Apr 6;302(5907):426-9. doi: 10.1038/302426a0. PMID: 6835376.

10. Brown KE, Anderson SM, Young NS. Erythrocyte P antigen: cellular receptor for B19 parvovirus. *Science.* 1993 Oct 1;262(5130):114-7. doi: 10.1126/science.8211117. PMID: 8211117.

11. Brown KE, Hibbs JR, Gallinella G, Anderson SM, Lehman ED, McCarthy P, Young NS. Resistance to parvovirus B19 infection due to lack of virus receptor (erythrocyte P antigen). *N Engl J Med.* 1994 Apr

28;330(17):1192-6. doi: 10.1056/NEJM199404283301704. PMID: 8139629.

12. Nasir W, Nilsson J, Olofsson S, Bally M, Rydell GE. Parvovirus B19 VLP recognizes globoside in supported lipid bilayers. *Virology.* 2014 May;456-457:364-9. doi: 10.1016/j.virol.2014.04.004. Epub 2014 Apr 28. PMID: 24889255.

13. Jordan JA, DeLoia JA. Globoside expression within the human placenta. *Placenta.* 1999 Jan;20(1):103-8. doi: 10.1053/plac.1998.0353. PMID: 9950151.

14. Weigel-Kelley KA, Yoder MC, Srivastava A. Recombinant human parvovirus B19 vectors: erythrocyte P antigen is necessary but not sufficient for successful transduction of human hematopoietic cells. *J Virol.* 2001 May;75(9):4110-6. doi: 10.1128/JVI.75.9.4110-4116.2001. PMID: 11287560; PMCID: PMC114156.

15. Weigel-Kelley KA, Yoder MC, Srivastava A. Alpha5beta1 integrin as a cellular coreceptor for human parvovirus B19: requirement of functional activation of beta1 integrin for viral entry. *Blood.* 2003 Dec 1;102(12):3927-33. doi: 10.1182/blood-2003-05-1522. Epub 2003 Aug 7. PMID: 12907437.

16. Munakata Y, Saito-Ito T, Kumura-Ishii K, Huang J, Kodera T, Ishii T, Hirabayashi Y, Koyanagi Y, Sasaki T. Ku80 autoantigen as a cellular coreceptor for human parvovirus B19 infection. *Blood.* 2005 Nov 15;106(10):3449-56. doi: 10.1182/blood-2005-02-0536. Epub 2005 Aug 2. PMID: 16076874.

17. Bönsch C, Zuercher C, Lieby P, Kempf C, Ros C. The globoside receptor triggers structural changes in the B19 virus capsid that facilitate virus internalization. *J Virol.* 2010 Nov;84(22):11737-46. doi: 10.1128/JVI.01143-10. Epub 2010 Sep 8. PMID: 20826697; PMCID: PMC2977879.

18. Mende M, Sockel K. Parvovirus B19 Infection. *N Engl J Med.* 2018 Dec 13;379(24):2361. doi: 10.1056/NEJMicm1807156. PMID: 30575471.

19. Cohen BJ, Gandhi J, Clewley JP. Genetic variants of parvovirus B19 identified in the United Kingdom: implications for diagnostic testing. *J Clin Virol.* 2006 Jun;36(2):152-5. doi: 10.1016/j.jcv.2006.01.011. Epub 2006 Mar 29. PMID: 16569510.

20. Kleinman SH, Glynn SA, Lee TH, Tobler L, Montalvo L, Todd D, Kiss JE, Shyamala V, Busch MP; National Heart, Lung, Blood Institute Retrovirus Epidemiology Donor Study (REDS-II). Prevalence and quantitation of parvovirus B19 DNA levels in blood donors with a sensitive polymerase chain reaction screening assay. *Transfusion.* 2007 Oct;47(10):1756-64. doi: 10.1111/j.1537-2995.2007.01341.x. PMID: 17880600.

21. Prowse C, Ludlam CA, Yap PL. Human parvovirus B19 and blood products. *Vox Sang.* 1997;72(1):1-10. doi: 10.1046/j.1423-0410.1997.00001.x. PMID: 9031493.

22. Kurtzman G, Frickhofen N, Kimball J, Jenkins DW, Nienhuis AW, Young NS. Pure red-cell aplasia of 10 years' duration due to persistent parvovirus B19 infection and its cure with immunoglobulin therapy. *N Engl J Med.* 1989 Aug 24;321(8):519-23. doi: 10.1056/NEJM198908243210807. PMID: 2548098.

23. Schwarz TF, Wiersbitzky S, Pambor M. Case report: detection of parvovirus B19 in a skin biopsy of a patient with erythema infectiosum. *J Med Virol.* 1994 Jun;43(2):171-4. doi: 10.1002/jmv.1890430214. PMID: 8083666.
24. Takahashi Y, Murai C, Shibata S, Munakata Y, Ishii T, Ishii K, Saitoh T, Sawai T, Sugamura K, Sasaki T. Human parvovirus B19 as a causative agent for rheumatoid arthritis. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1998 Jul 7;95(14):8227-32. doi: 10.1073/pnas.95.14.8227. PMID: 9653169; PMCID: PMC20958.
25. Nikkari S, Roivainen A, Hannonen P, Mötönen T, Luukkainen R, Yli-Jama T, Toivanen P. Persistence of parvovirus B19 in synovial fluid and bone marrow. *Ann Rheum Dis.* 1995 Jul;54(7):597-600. doi: 10.1136/ard.54.7.597. PMID: 7668905; PMCID: PMC1009942.
26. Norja P, Hokynar K, Aaltonen LM, Chen R, Ranki A, Partio EK, Kiviluoto O, Davidkin I, Leivo T, Eis-Hübinger AM, Schneider B, Fischer HP, Tolba R, Vapalahti O, Vaheri A, Söderlund-Venermo M, Hedman K. Bioportfolio: lifelong persistence of variant and prototypic erythrovirus DNA genomes in human tissue. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2006 May 9;103(19):7450-3. doi: 10.1073/pnas.0602259103. Epub 2006 May 1. PMID: 16651522; PMCID: PMC1464359.
27. Skuja S, Vilmane A, Svirskis S, Groma V, Murovska M. Evidence of Human Parvovirus B19 Infection in the Post-Mortem Brain Tissue of the Elderly. *Viruses.* 2018 Oct 25;10(11):582. doi: 10.3390/v10110582. PMID: 30366357; PMCID: PMC6267580.
28. Heegaard ED, Panum Jensen I, Christensen J. Novel PCR assay for differential detection and screening of erythrovirus B19 and erythrovirus V9. *J Med Virol.* 2001 Oct;65(2):362-7. doi: 10.1002/jmv.2042. PMID: 11536245.
29. Hokynar K, Söderlund-Venermo M, Pesonen M, Ranki A, Kiviluoto O, Partio EK, Hedman K. A new parvovirus genotype persistent in human skin. *Virology.* 2002 Oct 25;302(2):224-8. doi: 10.1006/viro.2002.1673. PMID: 12441066.
30. Bock CT, Döchting A, Utta F, Brunner E, Sy BT, Klingel K, Lang F, Gawaz M, Felix SB, Kandolf R. Molecular phenotypes of human parvovirus B19 in patients with myocarditis. *World J Cardiol.* 2014 Apr 26;6(4):183-95. doi: 10.4330/wjc.v6.i4.183. PMID: 24772258; PMCID: PMC3999338.
31. Cohen BJ, Buckley MM. The prevalence of antibody to human parvovirus B19 in England and Wales. *J Med Microbiol.* 1988 Feb;25(2):151-3. doi: 10.1099/00222615-25-2-151. PMID: 3339634.
32. Parsyan A, Szmaragd C, Allain JP, Candotti D. Identification and genetic diversity of two human parvovirus B19 genotype 3 subtypes. *J Gen Virol.* 2007 Feb;88(Pt 2):428-431. doi: 10.1099/vir.0.82496-0. PMID: 17251559.
33. Kerr S, O'Keefe G, Kilty C, Doyle S. Undenatured parvovirus B19 antigens are essential for the accurate detection of parvovirus B19 IgG. *J Med Virol.* 1999 Feb;57(2):179-85. doi: 10.1002/(sici)1096-9071(199902)57:2<179::aid-jmv16>3.0.co;2-t. PMID: 9892405.
34. Koch WC, Adler SP. Human parvovirus B19 infections in women of childbearing age and within families. *Pediatr Infect Dis J.* 1989 Feb;8(2):83-7. PMID: 2539583.
35. Serjeant GR, Serjeant BE, Thomas PW, Anderson MJ, Patou G, Pattison JR. Human parvovirus infection in homozygous sickle cell disease. *Lancet.* 1993 May 15;341(8855):1237-40. doi: 10.1016/0140-6736(93)91145-c. PMID: 8098391.
36. Yamashita K, Matsunaga Y, Taylor-Wiedeman J, Yamazaki S. A significant age shift of the human parvovirus B19 antibody prevalence among young adults in Japan observed in a decade. *Jpn J Med Sci Biol.* 1992 Apr;45(2):49-58. doi: 10.7883/yoken1952.45.49. PMID: 1434067.
37. Cohen BJ, Gandhi J, Clewley JP. Genetic variants of parvovirus B19 identified in the United Kingdom: implications for diagnostic testing. *J Clin Virol.* 2006 Jun;36(2):152-5. doi: 10.1016/j.jcv.2006.01.011. Epub 2006 Mar 29. PMID: 16569510.
38. Jordan JA. Identification of human parvovirus B19 infection in idiopathic nonimmune hydrops fetalis. *Am J Obstet Gynecol.* 1996 Jan;174(1 Pt 1):37-42. doi: 10.1016/s0002-9378(96)70370-8. PMID: 8572031.
39. Jordan J, Tiangco B, Kiss J, Koch W. Human parvovirus B19: prevalence of viral DNA in volunteer blood donors and clinical outcomes of transfusion recipients. *Vox Sang.* 1998;75(2):97-102. PMID: 9784661.
40. McOmish F, Yap PL, Jordan A, Hart H, Cohen BJ, Simmonds P. Detection of parvovirus B19 in donated blood: a model system for screening by polymerase chain reaction. *J Clin Microbiol.* 1993 Feb;31(2):323-8. doi: 10.1128/jcm.31.2.323-328.1993. PMID: 8432819; PMCID: PMC262759.
41. Saldanha J, Minor P. Detection of human parvovirus B19 DNA in plasma pools and blood products derived from these pools: implications for efficiency and consistency of removal of B19 DNA during manufacture. *Br J Haematol* 1996; 93:714.
42. Yoto Y, Kudoh T, Haseyama K, Suzuki N, Oda T, Katoh T, Takahashi T, Sekiguchi S, Chiba S. Incidence of human parvovirus B19 DNA detection in blood donors. *Br J Haematol.* 1995 Dec;91(4):1017-8. doi: 10.1111/j.1365-2141.1995.tb05427.x. PMID: 8547113.
43. Musiani M, Zerbini M, Gentilomi G, Plazzi M, Gallinella G, Venturoli S. Parvovirus B19 clearance from peripheral blood after acute infection. *J Infect Dis.* 1995 Nov;172(5):1360-3. doi: 10.1093/infdis/172.5.1360. PMID: 7594678.
44. Weisse ME. The fourth disease, 1900-2000. *Lancet.* 2001 Jan 27;357(9252):299-301. doi: 10.1016/S0140-6736(00)03623-0. PMID: 11214144.
45. Clinical manifestations and diagnosis of parvovirus B19 infection Jeanne A Jordan UpToDate
46. Anderson MJ, Higgins PG, Davis LR, Willman JS, Jones SE, Kidd IM, Pattison JR, Tyrrell DA. Experimental parvoviral infection in humans. *J Infect Dis.* 1985 Aug;152(2):257-65. doi: 10.1093/infdis/152.2.257. PMID: 2993431.

47. Potter CG, Potter AC, Hatton CS, Chapel HM, Anderson MJ, Pattison JR, Tyrrell DA, Higgins PG, Willman JS, Parry HF, et al. Variation of erythroid and myeloid precursors in the marrow and peripheral blood of volunteer subjects infected with human parvovirus (B19). *J Clin Invest*. 1987 May;79(5):1486-92. doi: 10.1172/JCI112978. PMID: 3033026; PMCID: PMC424424.
48. Knott PD, Welply GA, Anderson MJ. Serologically proved intrauterine infection with parvovirus. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1984 Dec 15;289(6459):1660. doi: 10.1136/bmj.289.6459.1660. PMID: 6095965; PMCID: PMC1443817.
49. Brown T, Anand A, Ritchie LD, Clewley JP, Reid TM. Intrauterine parvovirus infection associated with hydrops fetalis. *Lancet*. 1984 Nov 3;2(8410):1033-4. doi: 10.1016/s0140-6736(84)91126-7. PMID: 6149411.
50. Enders M, Weidner A, Zoellner I, Searle K, Enders G. Fetal morbidity and mortality after acute human parvovirus B19 infection in pregnancy: prospective evaluation of 1018 cases. *Prenat Diagn*. 2004 Jul;24(7):513-8. doi: 10.1002/pd.940. PMID: 15300741.
51. Markenson GR, Yancey MK. Parvovirus B19 infections in pregnancy. *Semin Perinatol*. 1998 Aug;22(4):309-17. doi: 10.1016/s0146-0005(98)80019-0. PMID: 9738995.
52. Porter HJ, Khong TY, Evans MF, Chan VT, Fleming KA. Parvovirus as a cause of hydrops fetalis: detection by in situ DNA hybridisation. *J Clin Pathol*. 1988 Apr;41(4):381-3. doi: 10.1136/jcp.41.4.381. PMID: 2835400; PMCID: PMC1141460.
53. Marton T, Martin WL, Whittle MJ. Hydrops fetalis and neonatal death from human parvovirus B19: an unusual complication. *Prenat Diagn*. 2005 Jul;25(7):543-5. doi: 10.1002/pd.1168. PMID: 16034838.
54. Segata M, Chaoui R, Khalek N, Bahado-Singh R, Paidas MJ, Mari G. Fetal thrombocytopenia secondary to parvovirus infection. *Am J Obstet Gynecol*. 2007 Jan;196(1):61.e1-4. doi: 10.1016/j.ajog.2006.08.041. PMID: 17240236.
55. de Haan TR, van den Akker ES, Porcelijn L, Oepkes D, Kroes AC, Walther FJ. Thrombocytopenia in hydropic fetuses with parvovirus B19 infection: incidence, treatment and correlation with fetal B19 viral load. *BJOG*. 2008 Jan;115(1):76-81. doi: 10.1111/j.1471-0528.2007.01555.x. PMID: 18053103.
56. De Jong EP, Lindenburg IT, van Klink JM, Oepkes D, van Kamp IL, Walther FJ, Lopriore E. Intrauterine transfusion for parvovirus B19 infection: long-term neurodevelopmental outcome. *Am J Obstet Gynecol*. 2012 Mar;206(3):204.e1-5. doi: 10.1016/j.ajog.2011.12.035. Epub 2012 Jan 18. PMID: 22381602.
57. Dembinski J, Haverkamp F, Maara H, Hansmann M, Eis-Hübinger AM, Bartmann P. Neurodevelopmental outcome after intrauterine red cell transfusion for parvovirus B19-induced fetal hydrops. *BJOG*. 2002 Nov;109(11):1232-4. doi: 10.1046/j.1471-0528.2002.02118.x. PMID: 12452460.
58. Weiland HT, Vermey-Keers C, Salimans MM, Fleuren GJ, Verwey RA, Anderson MJ. Parvovirus B19 associated with fetal abnormality. *Lancet*. 1987 Mar 21;1(8534):682-3. doi: 10.1016/s0140-6736(87)90442-9. PMID: 2882099.
59. Katz VL, McCoy MC, Kuller JA, Hansen WF. An association between fetal parvovirus B19 infection and fetal anomalies: a report of two cases. *Am J Perinatol*. 1996 Jan;13(1):43-5. doi: 10.1055/s-2007-994201. PMID: 8645385.
60. Schwarz TF, Jäger G, Gilch S. Comparison of seven commercial tests for the detection of parvovirus B19-specific IgM. *Zentralbl Bakteriol*. 1997 Apr;285(4):525-30. doi: 10.1016/s0934-8840(97)80114-4. PMID: 9144914.
61. Saarinen UM, Chorba TL, Tattersall P, Young NS, Anderson LJ, Palmer E, Coccia PF. Human parvovirus B19-induced epidemic acute red cell aplasia in patients with hereditary hemolytic anemia. *Blood*. 1986 May;67(5):1411-7. PMID: 3008891.
62. Rotbart HA. Human parvovirus infections. *Annu Rev Med*. 1990;41:25-34. doi: 10.1146/annurev.me.41.020190.000325. PMID: 2158761.
63. Török TJ, Wang QY, Gary GW Jr, Yang CF, Finch TM, Anderson LJ. Prenatal diagnosis of intrauterine infection with parvovirus B19 by the polymerase chain reaction technique. *Clin Infect Dis*. 1992 Jan;14(1):149-55. doi: 10.1093/clinids/14.1.149. PMID: 1571420.
64. Clewley JP. Polymerase chain reaction assay of parvovirus B19 DNA in clinical specimens. *J Clin Microbiol*. 1989 Dec;27(12):2647-51. doi: 10.1128/jcm.27.12.2647-2651.1989. PMID: 2556428; PMCID: PMC267101.
65. Yamakawa Y, Oka H, Hori S, Arai T, Izumi R. Detection of human parvovirus B19 DNA by nested polymerase chain reaction. *Obstet Gynecol*. 1995 Jul;86(1):126-9. doi: 10.1016/0029-7844(95)00092-6. PMID: 7784006.
66. Mielke G, Enders G. Late onset of hydrops fetalis following intrauterine parvovirus B19 infection. *Fetal Diagn Ther*. 1997 Jan-Feb;12(1):40-2. doi: 10.1159/000264424. PMID: 9101221.
67. Centers for Disease Control (CDC). Risks associated with human parvovirus B19 infection. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 1989 Feb 17;38(6):81-8, 93-7. PMID: 2536885.
68. Ornoy A, Ergaz Z. Parvovirus B19 infection during pregnancy and risks to the fetus. *Birth Defects Res*. 2017 Mar 15;109(5):311-323. doi: 10.1002/bdra.23588. PMID: 28398685.
69. Enders M, Weidner A, Rosenthal T, Baisch C, Hedman L, Söderlund-Venermo M, Hedman K. Improved diagnosis of gestational parvovirus B19 infection at the time of nonimmune fetal hydrops. *J Infect Dis*. 2008 Jan 1;197(1):58-62. doi: 10.1086/524302. PMID: 18171285.
70. Cosmi E, Mari G, Delle Chiaie L, Detti L, Akiyama M, Murphy J, Stefos T, Ferguson JE 2nd, Hunter D, Hsu CD, Abuhamad A, Bahado-Singh R. Noninvasive diagnosis by Doppler ultrasonography of fetal anemia resulting from parvovirus infection. *Am J Obstet*

Gynecol. 2002 Nov;187(5):1290-3. doi: 10.1067/mob.2002.128024. PMID: 12439522.

71. Bizjak G, Blondin D, Hammer R, Kozlowski P, Siegmann HJ, Stressig R. Acute infection with parvovirus B19 in early pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2009 Aug;34(2):234-5. doi: 10.1002/uog.6454. PMID: 19644946.

72. Borna S, Mirzaie F, Hanthoush-Zadeh S, Khazardoost S, Rahimi-Sharbat F. Middle cerebral artery peak systolic velocity and ductus venosus velocity

in the investigation of nonimmune hydrops. *J Clin Ultrasound.* 2009 Sep;37(7):385-8. doi: 10.1002/jcu.20613. PMID: 19582828.

73. Rodis JF, Borgida AF, Wilson M, Egan JF, Leo MV, Odibo AO, Campbell WA. Management of parvovirus infection in pregnancy and outcomes of hydrops: a survey of members of the Society of Perinatal Obstetricians. *Am J Obstet Gynecol.* 1998 Oct;179(4):985-8. doi: 10.1016/s0002-9378(98)70203-0. PMID: 9790385.

## THE FINANCIAL INDICATORS OF HOSPITALS – A TESTIMONY OF EFFECTIVE MANAGEMENT

**Petrova-Gotova Ts.**

*Professor in the Department of Health Economics, Faculty of Public Health „Prof. Tzekomir Vodenicharov, MD, DSc”, Medical University – Sofia*

**Atanasov A.**

*Doctoral candidate in the Department of Health Economics, Faculty of Public Health „Prof. Tzekomir Vodenicharov, MD, DSc”, Medical University – Sofia*

DOI: [10.5281/zenodo.7247591](https://doi.org/10.5281/zenodo.7247591)

### ABSTRACT

The development and existence of any economic activity is impossible without competent and purposeful financial management in the conditions of a competitive market. Analyzing the financial situation of hospitals is of great importance for their future. The purpose of this article is to examine some indicators that are used in the analysis of the financial status of medical institutions (in this particular case, we will analyze the indicators of the “Aleksandrovska” Hospital for a ten-year retrospective period - from 2011 to 2020) and to make specific conclusions regarding solvency and efficiency. The Covid 19 pandemic and the measures taken to overcome it have put all medical facilities in an unfavorable economic situation. Regardless of the increase in budget funds in recent years, they experience a serious shortage of financial resources, related both to the increase in their expenses for basic products and services - fuels and energy, medicines, insurance, etc., and to the opportunities for financial motivation of the employees.

**Keywords:** financial indicators, hospitals, health economics, financial management.

### Introduction

The development and existence of any economic activity is impossible without competent and purposeful financial management in the conditions of a competitive market. Effective financial management is impossible without financial and accounting analysis, as it gives us information about the financial condition of the medical institution, about the reasons that determine it and development trends.

Analyzing the financial situation of hospitals is of great importance for their future. Based on this analysis, conclusions can be drawn and certain decisions can be made by the management, the owners, potential investors, banks, etc.

The goals of medical institutions from a financial point of view can, to some extent, be perceived as conflicting in terms of their social purpose - on the one hand, they must achieve a positive financial result in order to continue their activities, on the other hand, however, the success of a medical facility should be measured by how effectively and efficiently it addresses the needs of users of hospital services. Thus, hospitals find themselves in the extremely complex situation of combining market and social principles at the same time in conditions of scarcity of resources,

regulated rules and heightened public and political attention [3; 5].

**The purpose** of this article is to examine some indicators that are used in the analysis of the financial status of medical institutions (in this particular case, we will analyze the indicators of the “Aleksandrovska” Hospital for a ten-year retrospective period - from 2011 to 2020) and to make specific conclusions regarding solvency and efficiency.

**Materials and methods:** For the implementation of the set goal, situational analysis was used as well as documentary method, economic analysis, comparative analysis and graphical analysis.

### Results and discussion

“Alexandrovska” University Multidisciplinary Hospital for Active Treatment is the oldest hospital and one of the largest in the Republic of Bulgaria. It is a leading national university and treatment center providing 24-hour medical assistance for diagnosis, treatment and rehabilitation of persons with acute and chronic diseases, injuries and conditions requiring operative treatment in hospital settings.

“Alexandrovska” Hospital is the country's largest base for development, clinical testing and application of modern highly effective methods and technologies for diagnosis and treatment.

The improvement of the financial situation of any economic organization is achieved with effective financial management, which is based on financial analysis. Through it, a general assessment of the financial situation is carried out on the basis of certain indicators and directions. It is the financial analysis that reveals those areas of economic activity where weaknesses have been admitted and opportunities for elimination and improvement should be sought. The results and conclusions of the financial analysis provide information for the construction of the most important indicators and balance sheets and outline the possibilities for the development of the activity in perspective.

The main task of the financial situation analysis is to establish whether and to what extent, during the analyzed period, the institution has reached its goals: profitability, liquidity, financial security (stability), and financial independence, bearing in mind that the optimal relationship between these criteria provides the institution with the specified financial balance. The results of the financial analysis outline development

trends, provide an answer to the reasons that led to the observed results and serve as a basis for management strategies and decisions to improve the efficiency of the overall activity [1; 8].

We must emphasize that the indicators are mutually related and the improvement of one type of indicators, for example the purely financial ones, would give an opportunity to improve the health indicators achieved by the activity of the medical institution [2; 4; 6].

Indicators for financial analysis are extremely diverse and can be classified according to many different indications, but we will focus on only 3 of them: liquidity, efficiency and profitability [9].

Liquidity analysis is a prerequisite for the institution's solvency. Liquidity ratios show the company's ability to pay its current liabilities with available short-term assets.

If the liquidity ratio is equal to or greater than 1, it means that the company covers its current liabilities with the available short-term assets.

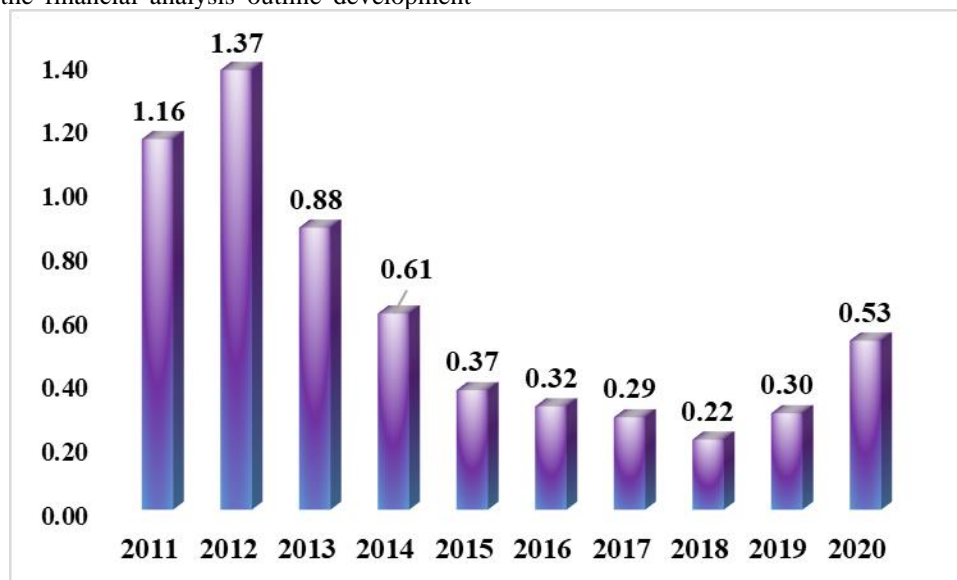


Figure 1: Total liquidity ratio

The total liquidity ratio of "Alexandrovska" Hospital is greater than 1 only in the first two years of the analyzed period (2011 and 2012), after which its values fall below 1 and remain so until the end of the period.

A slight increase is observed in 2020, but nevertheless the values are below the minimum required levels. This shows that the potential of the company to meet its obligations is constantly decreasing.



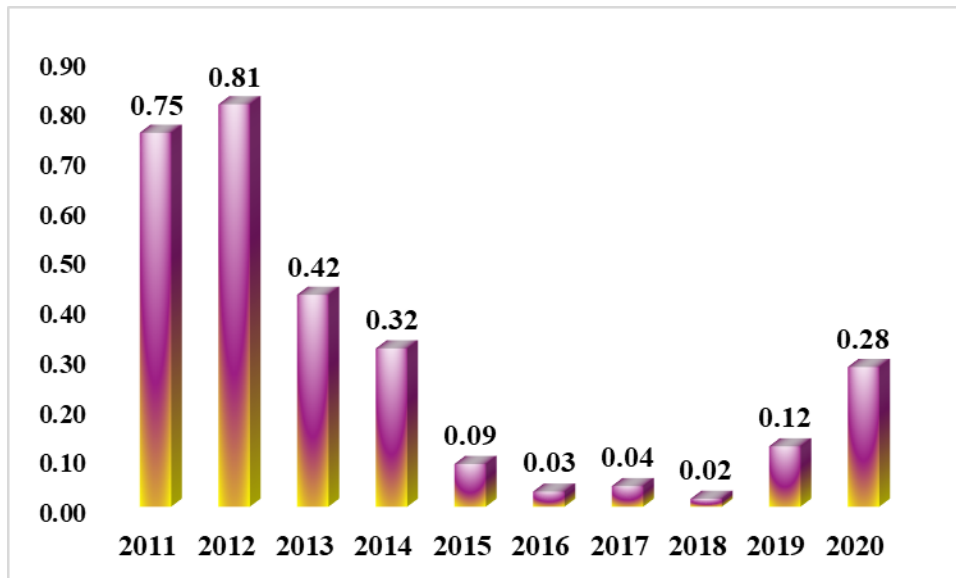


Figure 2: Immediate liquidity ratio

The immediate liquidity ratio is also less than 1 throughout the analyzed period, and from 2015 to the end of the period it is extremely low. The values of this coefficient show that the medical facility does not have sufficient financial resources to quickly cover its current liabilities and cannot cover its operations with its available liquid assets.

We can also judge the inefficiency of the company's work through the cost efficiency ratio, which is calculated as the ratio of revenues to the costs of the company's activities. For the activity to be effective, the coefficient should not be less than 0.98.

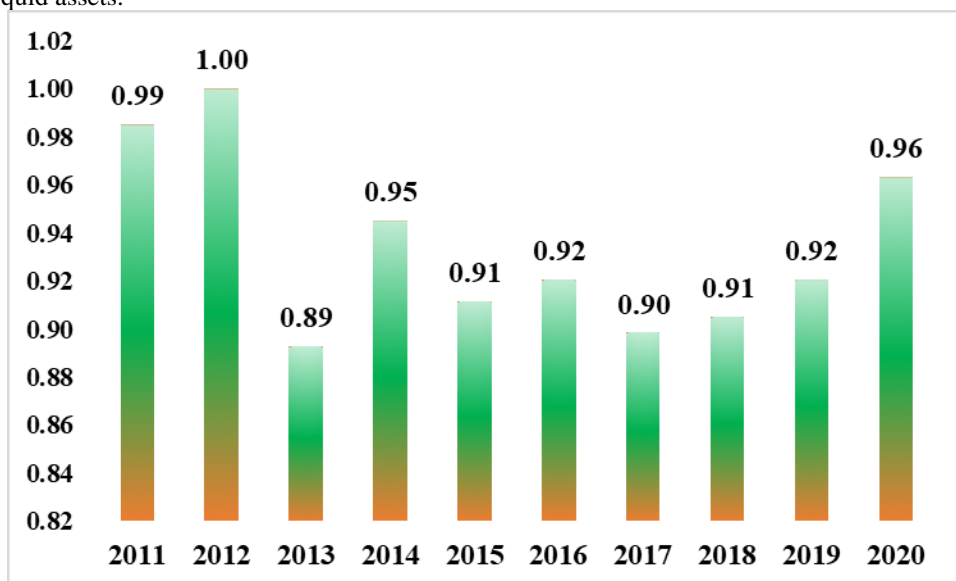


Figure 3: Cost efficiency ratio

During the assessed period, the values of this coefficient were close to the minimum required levels only in 2011 and 2012, and from 2013 they started to decrease, which shows that the company is working inefficiently.

The cost efficiency ratio is closely related to the profitability ratio. For the period from 2011 to 2020,

"Alexandrovska" Hospital has mainly suffered losses, which is why its profitability is negative.

Profitability based on costs is calculated as a percentage ratio between the financial result of the company and the incurred costs.

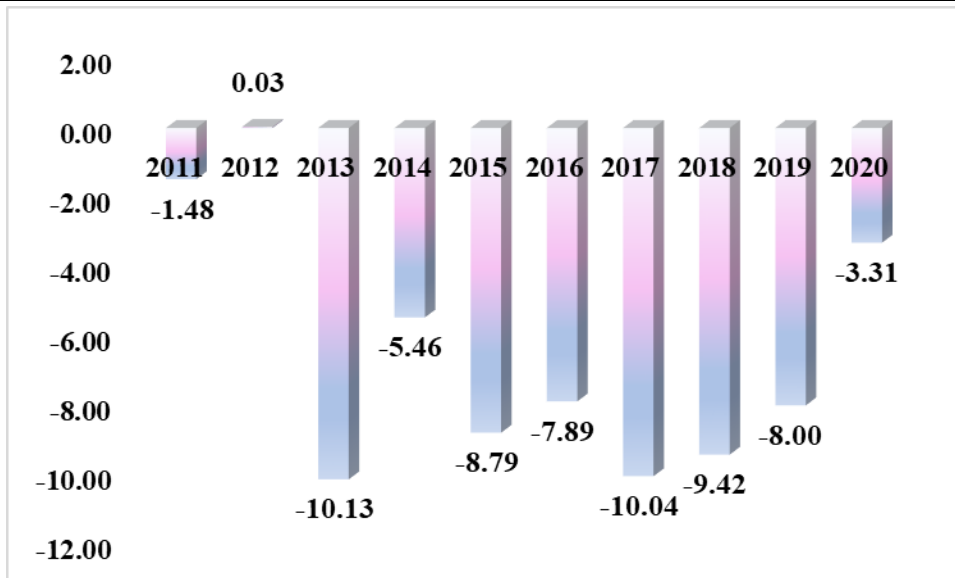


Figure 4: Profitability based on costs

Profitability based on revenue is calculated as a percentage ratio between the financial result and the revenue of the company.

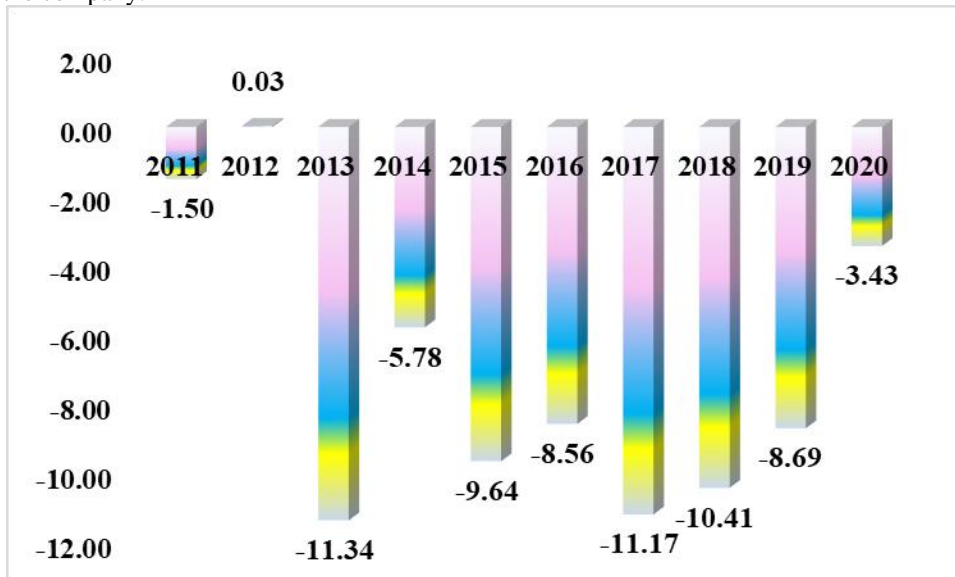


Figure 5: Profitability based on revenue

Profitability of the operating income is calculated as a percentage between the financial result and the net operating income of the company.

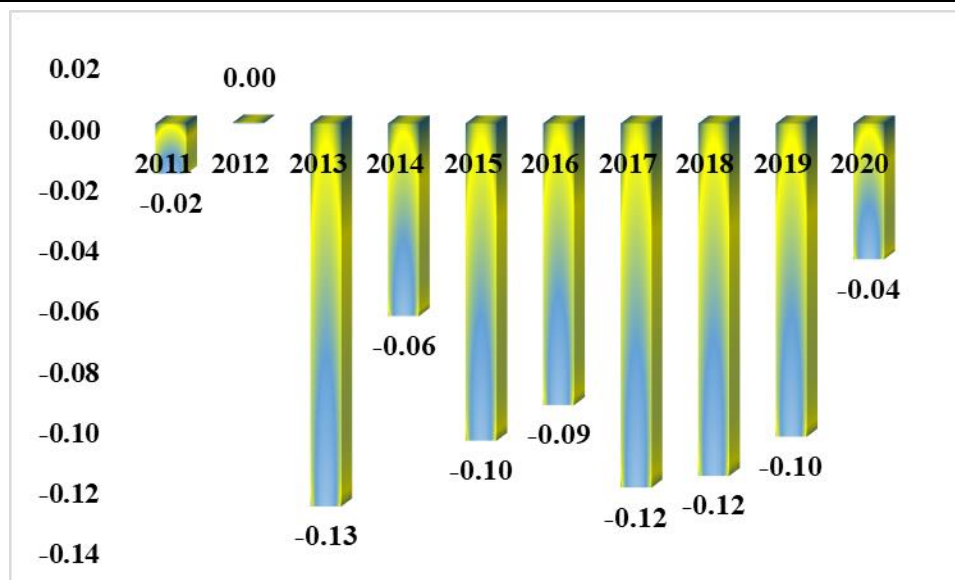


Figure 6: Profitability of the operating income

As can be seen from the figures above, the coefficients of profitability have negative values, since the financial result is a loss, and show the rates of decapitalization of the company.

#### Conclusion

From the analysis of the financial indicators, we can summarize that, **at this stage, "Alexandrovska" Hospital is not able to develop its activity stably in the market of medical services.** It is imperative to take the necessary measures and actions to achieve lasting stability in the development and financial condition of the company.

The Covid 19 pandemic and the measures taken to overcome it have put all medical facilities in an unfavorable economic situation [7]. Hospitals are forced to make significant additional financial expenses for protective equipment, disinfectants, additional equipment and consumables. Regardless of the increase in budget funds in recent years, they experience a serious shortage of financial resources, related both to the increase in their expenses for basic products and services - fuels and energy, medicines, insurance, etc., and to the opportunities for financial motivation of the employees.

The conditions of the market economy require such profitability that the company, after paying taxes, covers all its costs, including those for expanding its activities. For this, the hospital should strive to improve its profitability by taking actions to improve the efficiency of the hospital activity performed, and the efforts should be focused mainly on increasing revenues and optimizing costs by introducing even stricter measures for planning and their control.

#### References

1. Bossert T., Оценка финансирования, образования, управления и политического

контекста для стратегического планирования кадровых ресурсов здравоохранения, Женева: ВОЗ, 2009.

2. Djuglarska M., T. Zlatanova, Analysis of capital costs of public multidisciplinary hospitals in Bulgaria, XLVI Science and Technology Session „Kontakt 2021“, (collection of articles), TEMTO, Sofia ISSN 1313-9134, pp. 118-124.

3. Georgieva M., Hospital management strategies - analysis of foreign experience, Health Economics and Management, 2, 2003.

4. Green A., An introduction to health planning in developing countries., Oxford: Oxford University Tress, 1996.

5. Lazarova M., T. Zlatanova, “The role of control in the effective hospital Management”, Acta Medica Bulgarica, Vol. XLVI, 2019, № 3 // Original article, 2019, pp 23-28 10.2478/AMB-2019-0025, eISSN 2719-5384.

6. McLean A., Financial Management In Healthcare Organizations. NY: Delmar Publishers, 1997.

7. Yaneva R., Reflection of the Covid-19 pandemic in the number of sick patients in Bulgaria, XLVIII Science and Technology Session „Kontakt 2022“, (collection of articles), TEMTO, Sofia ISSN 1313-9134, pp. 133-138.

8. Yaneva R., T. Zlatanova, Ts. Gotova, N. Popov, Importance of determining the value of health activities, International Scientific School “Paradigma”, Summer 2015, Medicine, Selected Papers, Science Book Publishing House, Yelm, WA, USA, 2015, ISBN 978-1-62174-089-6, UDC 61, pp. 119-123.

9. <https://financealphabet.blogspot.com/2014/09/blog-post.html>

**ВИКОРИСТАННЯ БІОЗВАРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ В ТИРЕОЇДНІЙ ХІРУРГІЇ****Шенмуха С.А.**

кандидат медичних наук, старший науковий співробітник наукового відділу малоінвазивної хірургії Державної наукової установи «Науково-практичний центр профілактичної та клінічної медицини» Державного управління справами, м. Київ, Україна.  
<https://orcid.org/0000-0001-5553-5377>

**Губар О.С.**

науковий співробітник наукового відділу малоінвазивної хірургії Державної наукової установи «Науково-практичний центр профілактичної та клінічної медицини» Державного управління справами, м. Київ, Україна.  
<https://orcid.org/0000-0003-4486-2377>

**USING OF BIOWELDING TECHNOLOGY IN THYROID SURGERY****Sheptukha S.**

PhD, senior researcher, Scientific department minimally invasive surgery State institution of Science «Research and Practical Center of Preventive and Clinical Medicine» State Administrative Department, Kiev, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0001-5553-5377>

**Hubar O.**

researcher, Scientific department minimally invasive surgery State institution of Science «Research and Practical Center of Preventive and Clinical Medicine» State Administrative Department, Kiev, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0001-5553-5377>  
DOI: [10.5281/zenodo.7247617](https://doi.org/10.5281/zenodo.7247617)

**АНОТАЦІЯ**

Зростання кількості виявлень різноманітних захворювань щитоподібної залози виявляється у всьому світі. Нерідко виникає потреба у проведенні різних за обсягом оперативних втручань. Основними вимогами є безпечність, мінімальна травматичність та швидке відновлення пацієнта після операції. Відсутність єдиного стандартизованого методу виконання гемостазу спонукає до пошуку та впровадження в клінічну практику нових та безпечних методів. Метою роботи було проведення порівняльного аналізу ефективності використання біозварювальної технології (за допомогою апарату «Свармед ЕК-300М») та традиційного способу гемостазу під час проведення тиреоїдних оперативних втручань. Матеріали і методи: Ретроспективно були вивчені 435 історій хвороб пацієнтів прооперованих з приводу різноманітної тиреоїдної патології в хірургічному відділенні ДНУ «НПЦ ПКМ» ДУС. До дослідження були включені 420 пацієнтів. Розподіл проводився за обсягом та способом виконання оперативного втручання. Серед них: гемітиреоїдектомія – 106 випадків, тиреоїдектомія – 186 випадків, тиреоїдектомія доповнена центральною дисекцією шиї – 128 випадків. Сумарно за традиційною методикою було виконано 268 оперативних втручань а за допомогою «Свармед ЕК-300М» – 152. Результати: При проведенні дослідження встановлено що при використанні апарату «Свармед ЕК-300М» тривалість оперативних втручань скорочувалась на 35-39% а перебування в умовах стаціонару скорочувалось з 2,42 до 1,42 доби. Випадки післяопераційної кровотечі виникли у 4 пацієнтів першої групи. В другій групі випадків кровотечі зафіксовано не було. Явища транзиторного парезу гортані в першій групі виникли у 1,4% випадків, в другій – 0,9%. За час подальшого спостереження в обох групах параліч поворотного гортанного нерва виявлений не був. Висновок: використання височастотної біоелектрозварювальної технології при виконанні тиреоїдних оперативних втручань дозволяє суттєво зменшити тривалість та травматичність оперативних втручань, знизити ризик виникнення інтра- та післяопераційних ускладнень, покращити післяопераційну реабілітацію, зменшити термін стаціонарного лікування пацієнтів та скоротити термін відновлення працездатності.

**ABSTRACT**

The increase in the number of detections of various diseases of the thyroid gland is found all over the world. Often there is a need to carry out surgical interventions of different scope. The main requirements are safety, minimal trauma and quick recovery of the patient after surgery. The lack of a single standardized method of performing hemostasis encourages the search and introduction of new and safe methods into clinical practice. The purpose of the work was to conduct a comparative analysis of the effectiveness of the use of biowelding technology (using the Swarmed EK-300M device) and the traditional method of hemostasis during thyroid surgery. Materials and methods: 435 case histories of patients operated on for various thyroid pathology in the surgical department of the SIS “RPC PCM” SAD were studied in retrospect. The study included 420 patients. Among them: hemithyroidectomy - 106 cases, thyroidectomy - 186 cases, thyroidectomy supplemented with neck dissection - 128 cases. The distribution was carried out according to the volume and method of performing the surgical intervention. In total, according to the traditional method, 268 surgical interventions were performed and using the “Svarmed EK-300M” – 152. Results: During the study, it was found that when using the “Svarmed EK-300M”,

the duration of surgical interventions was reduced by 35-39% and the stay in the hospital was reduced from 2.42 to 1.42 days. Cases of bleeding in the early postoperative period occurred in 4 patients of the first group. In the second group there were no cases of bleeding. The transient paresis of the larynx in the first group occurred in 1.4% of cases, in the second - 0.9%. For further observations in both groups of paralysis of the recurrent laryngeal nerve was not detected. Conclusion: the use of high-frequency bioelectrical welding technology when performing thyroid surgical interventions allows to significantly reduce the duration and trauma of surgical interventions, reduce the risk of intra- and postoperative complications, improve postoperative rehabilitation, reduce the period of inpatient treatment of patients, and shorten the period of recovery.

**Ключові слова:** щитоподібна залоза, біозварювальна технологія, «Свармед ЕК-300М».

**Keywords:** thyroid gland, biowelding technology, "Svarmed EK-300M".

За даними світової та вітчизняної літератури випадки діагностики різноманітних захворювань щитоподібної залози мають чітку тенденцію до зростання [3, 4, 6]. Консервативна терапія не завжди дає бажаний результат і методом вибору залишається оперативне втручання в обсязі від гемітиреоїдектомії до тиреоїдектомії з дисекцією шиї. Кожен лікар та пацієнт зацікавлені у розвитку сучасних технологій в тиреоїдній хірургії що спрямовані на покращення результатів операції за рахунок скорочення тривалості та мінімізації травматизації тканин під час операції. Як наслідок - прискорення відновлення пацієнтів, скорочення терміну стаціонарного лікування, їх рання виписка на подальше амбулаторне лікування та скорочення періоду реабілітації і прискорення відновлення працездатності. Відсутність єдиного універсального методу проведення гемостазу тканин під час операції спонукає до подальшого пошуку, розробки та впровадження в клінічну практику нових методів. Серед засобів широкого використання є діатермокоагуляція що дає можливість виконати коагуляцію судин з діаметром до 1,5 мм. Застосування ультразвукового скальпеля допомагає коагулювати судини з діаметром до 5 мм. Під час зупинки паренхіматозної кровотечі можливе застосування аргоноплазменної коагуляції [1]. Однак висока собівартість самих апаратів та розхідних матеріалів до них значно обмежує можливості їх повсюдного використання. На сьогоднішній день не рідко для перев'язки судин різного калібру найбільш широко використовується шовний матеріал та кліпси. Основними недоліками цього методу є подовження тривалості оперативного втручання та залишення в організмі інорідних тіл. При використанні біозварювальної технології значно зменшується тривалість самого оперативного втручання, мінімізується залишення сторонніх тіл в ділянці оперативного втручання та забезпечується надійний гомеостаз [1, 2, 3].

**МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ:** проведення порівняльного аналізу ефективності використання біозварювальної технології та традиційного способу гемостазу під час проведення тиреоїдних оперативних втручань.

**МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ.** Ретроспективно були вивчені 435 історій хвороб пацієнтів що прооперовані у хірургічному відділенні ДНУ «НПЦ ПКМ» ДУС з різноманітною тиреоїдною патологією (нетоксичний одно- та багатовузловий зоб, тиреотоксикоз з дифузним або вузловим зобом, високодиференційований рак щитоподібної залози).

До дослідження були включені 420 випадків. Виключення склали пацієнти яким виконувались оперативні втручання з приводу *prolongatio morbi* раку щитоподібної залози у лімфатичні вузли шиї та пацієнти, яким крім центральної виконувалась і латеральна (одно- чи двобічна) дисекція шиї, в зв'язку з нечисленним групами порівняння (загалом 15 випадків). Розподіл пацієнтів проводився за обсягом оперативного втручання:

- Гемітиреоїдектомія – 106 випадків
- Тиреоїдектомія – 186 випадків
- Тиреоїдектомія з центральною дисекцією шийних лімфатичних вузлів – 128 випадків

На догоспітальному етапі всім, без виключень, всім пацієнтам проводилось ультразвукове дослідження (УЗД) щитоподібної залози та шиї, за наявності новоутворень – тонкоігловка аспіраційно-пункційна біопсія (ТАПБ) і визначення гормонального тиреоїдного та паратиреоїдного статусів (з метою виключення поєднаної патології). За наявності показань проводилось інтраопераційне експресгістологічне дослідження видаленого матеріалу для визначення остаточного обсягу оперативного втручання.

Оперативні втручання виконувались досвідченими хірургами хірургічного відділення ДНУ «НПЦ ПКМ» ДУС в плановому порядку після ретельного доопераційного обстеження та обов'язковим досягненням пацієнтом еутиреоїдного статусу. Розподіл пацієнтів на групи був обумовлений методом гемостазу під час виконання оперативного втручання. До першої групи були включені пацієнти яким виконувались оперативні втручання традиційним способом з використанням монополярної діатермокоагуляції і використанням шовного матеріалу для лігування судин. До другої групи – пацієнти оперовані за допомогою апарату для зварювання живих тканин «Свармед ЕК-300М» з використанням біполярних зварювальних ножиць 15x3 мм. В цих групах порівнювались тривалість оперативного втручання в залежності від обсягу операції, наявність ускладнень на інтра- та післяопераційному етапах, тривалість перебування в умовах стаціонару.

Статистична обробка результатів наукових досліджень здійснювалась за допомогою пакету аналізу статистичних даних «MedStat 8.0». Статистичні характеристики для кількісних ознак наводяться у вигляді середньої арифметичної (M) та її стандартної похибки ( $\pm m$ ). Для порівняння використовували показник статистичної достовірності (p).

**РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ.**

При порівнянні способів гемостазу під час виконання оперативних втручань відмічено ряд переваг при використанні біозварювальної технології в

порівнянні з традиційною методикою. Порівняльна характеристика оперативних методик наведена в таб. 1 та таб. 2.

Таблиця 1.

Порівняльна характеристика тривалості оперативних втручань при використанні різних оперативних методик.

		Оперативне втручання за традиційною технологією			Оперативне втручання за допомогою ПАТОНМЕД		
		ГТЕ	ТЕ	ТЕ, дисекція	ГТЕ	ТЕ	ТЕ, дисекція
Кількість (n)		74	118	76	32	68	52
Вік		47,02±0,91*			47,47±1,34*		
Тривалість, хв.	min.	55	70	70	30	35	45
	max.	120	250	200	70	90	120
	(M±m)	71,51±2,24	95,36±3,25	114,71±3,19	46,74±1,82**	59,42±1,65**	70,95±3,50**

Примітка: \* - показники статистично достовірно ( $p > 0,05$ ) не відрізняються в групах порівняння

\*\* - показник статистично достовірно ( $p < 0,001$ ) відрізняється від показників в групі пацієнтів, що оперовані за традиційною технологією.

Як видно з таб. 1 використання зварювальної технології дає можливість значно скоротити тривалість оперативного втручання. При виконанні гемітиреоїдектомії в середньому тривалість зменшується на 35%, за умов виконання тиреоїдектомії – на 38%, а при виконанні тиреоїдектомії доповненою дисекцією ший – на 39%. Слід відзначити що після виконання оперативних втручань за традиційною методикою у ранньому післяопераційному періоді в 4 випадках виникли кровотечі в зоні оперативного втручання що потребували невідкладної ревізії післяопераційної рани та

зупинки кровотечі. В той же час при використанні біозварювальної технології випадків кровотечі зафіксовано не було. Явища транзиторного парезу гортані в першій групі виникли у 3 пацієнтів (1,4%) а у другій групі – в 1 випадку (0,9%). Випадків паралічу поворотного гортанного нерва за час подальшого спостереження виявлено не було. В ділянці входу поворотного гортанного нерва в гортань при проведенні оперативних втручань за традиційною методикою виділення тканини щитоподібної залози проводилось за допомогою диссектора та шовкового шовного матеріалу.

Таблиця 2.

Порівняльна характеристика термінів перебування пацієнтів в умовах стаціонару при використанні різних оперативних методик (ліжко-день).

		Оперативне втручання за традиційною технологією	Оперативне втручання за допомогою ПАТОНМЕД
Кількість (n)		268	152
Термін перебування, днів	min.	1	1
	max.	8	5
	(M±m)	2,42±0,06	1,42±0,08*

Примітка: \* - показник статистично достовірно ( $p < 0,001$ ) відрізняється від показників в групі пацієнтів, що оперовані за традиційною технологією.

Пацієнти обох груп порівняння були госпіталізовані в день виконання оперативного втручання. Виписка проводилась за умов задовільного самопочуття пацієнта та відсутності ускладнень з боку післяопераційної рани. При аналізі двох груп порівняння встановлено що при використанні під час електрозварювальної технології живих тканин термін перебування пацієнта в умовах стаціонару скоротився в середньому з 2,42 ліжко-дня до 1,42 ліжко-дня (41,3%).

При аналізі результаті патогістологічного дослідження видалених тканин після виконання тиреоїдних оперативних втручань з використанням біоелектрозварювальної технології зміни в ткани-

нах були мінімальними а при використанні традиційної діатермокоагуляції були виявлені ділянки обширного некрозу у видалених тканинах.

В основі біозварювальної технології використовується електротермомеханічна дія що викликає коагуляцію та реполімеризацію білкових молекул [1, 3]. Просвіт судини закривається щільною гомогенною масою що утворюється із внутрішніх шарів стінки судин. Як і при біполярній електрокоагуляції використовується високочастотний змінний струм але його подача циклічна та дозована в залежності від опору тканин що зварюються. При цьому температура нагрівання тканин що зварюються складає 50-65°C [1, 3]. Як наслідок, термальний вплив на тканини, глибина та площа його поширення



мінімальні що робить можливим та безпечним використання зварювальної технології в ділянках проходження крупних магістральних судин та нервових стволів. В своїй роботі ми використовували апарат для зварювання живих тканин «Свармед ЕК-300М» в режимі «Зварювання ручне». У даному режимі на виході апарата формується змінна напруга частотою 66кГц. Модуляція відсутня. Амплітуда вихідної напруги становить до 100В. При регулюванні параметрів вихідна потужність встановлювалась на рівні 45-55% від максимальної (максимальна вихідна потужність складає 350 Вт.).

Використання зварювальної технології дає можливість надійно зупинити кровотечу з паренхіматозного органу, забезпечити безкровне виділення та мобілізацію органів шиї, надійно зварювати судини діаметром до 7-10 мм. І, як наслідок, в рані не залишаються лігатурні шви з вузлами що зменшує запальну реакцію в ділянці післяопераційної рани [3]. В місцях використання електрозварювальної технології життєздатність тканин зберігається завдяки відсутності фази посилення пошкодження при заживленні рани, відсутності формування грубої рубцьової тканини та утворенню нових судин [1, 5].

Під час виконання традиційних тиреоїдних оперативних втручань використання діатермокоагуляції викликає опік і некроз оточуючих тканин та значно посилює набряк в ділянці післяопераційної рани а температура нагрівання оточуючих тканин складає 100-400°C [1, 2]. Як наслідок, можливе виникнення порушення функціонування прищитоподібних залоз та поворотних гортанних нервів через близьке анатомічне розташування поруч із щитоподібною залозою, механічне стиснення набряклими тканинами в ділянці післяопераційної рани або термічний вплив. В подальшому такі зміни посилюють ризик виникнення післяопераційної транзиторної гіпокальціємії та парезу поворотних гортанних нервів [5].

#### **ВИСНОВОК**

Отримані результати дають можливість зробити висновок що використання високочастотної

біоелектрозварювальної технології при виконанні тиреоїдних оперативних втручань дозволяє суттєво зменшити тривалість та травматичність оперативних втручань, знизити ризик виникнення інтра- та післяопераційних ускладнень, покращити післяопераційну реабілітацію, зменшити термін стаціонарного лікування пацієнтів та скоротити термін відновлення працездатності. Використання біозварювальної технології значно спрощує роботу хірурга завдяки більш надійному гемостазу під час операції та відсутності необхідності у накладанні лігатурних швів та вузлів.

#### **Література**

1. Патон Б.Е., Иванова О.Н. и соавт. Тканесохраняющая высокочастотная электросварочная хирургия.: Атлас.// Киев. – 2009. – с. 199
2. Konturek, A., Szpyra, B., Stopa-Barczyńska, M., & Barczyński, M. (2020). Energy-based devices for hemostasis in thyroid surgery. *Gland Surgery*, 9 (suppl. 2), S153–S158. <https://doi.org/10.21037/g.s.2019.10.17>
3. Кваченюк А.Н., Гулько О.Н., Супрун И.С., Негриенко К.В. Применение электросварочной технологии как основного метода диссекции и гемостаза в эндокринной хирургии // *Эндокринология*. – 2017. – Т. 22, – № 3. – С. 262-266.
4. Garmendia M., Santos Palacios S., Guillen-Grima F., Galofri J.C. The incidence and prevalence of thyroid dysfunction in Europe: a meta-analysis// *J Clin. Endocrinol. Metab.* – 2014. – Vol. 99, – № 3. – p. 923-931.
5. Lorenz, K., Raffaelli, M., Barczyński, M. et al. Volume, outcomes, and quality standards in thyroid surgery: an evidence-based analysis—European Society of Endocrine Surgeons (ESES) positional statement. *Langenbecks Arch Surg* 405, 401–425 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00423-020-01907-x>
6. Kim, J., Gosnell, J.E. & Roman, S.A. Geographic influences in the global rise of thyroid cancer. *Nat Rev Endocrinol* 16, 17–29 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41574-019-0263-x>

# PEDAGOGICAL SCIENCES

## BLENDED LEARNING AND ITS TYPES. COMPARISON OF POSITIVE AND NEGATIVE QUALITIES

*Bashlinskaya F.*

*Master student of Baku State University*

DOI: [10.5281/zenodo.7247639](https://doi.org/10.5281/zenodo.7247639)

### ABSTRACT

In connection with the increasing role of continuous education, there are more and more different approaches to the conduct of the educational process. In this paper, the main types of blended learning are considered and an analysis of the positive and negative qualities of each of them is carried out.

**Keywords:** blended learning, inverted classroom, autonomous groups, change of working areas, personal choice, individual curriculum, self-development, independent work, educational technologies.

*This work was supported by the Science Development Foundation under the President of the Republic of Azerbaijan – Grant № EIF-GAT-6-2021-2(39)-13/01/1-M-01*

Mixed education is understood as a method of conducting the educational process, in which the traditional model of education is integrated with modern information technologies, because of which mobility, accessibility and digestibility of the material being studied increases.

For the first time the use of educational technologies was proposed by H. Skinner in 1866<sup>2</sup>. Skinner patented the apparatus "Teaching Spelling", which allows you to train the spelling of words, as well as their reading. Further, attempts to introduce training devices were made by H. A. Akins (1913) and S. L. Pressi (1928), but in those days they were not successful.

With the advent of computer technology, the concept of blended learning became more possible. The first computers used for educational purposes were MARK 1 (Harvard) and ENIAC (University of Pennsylvania) were created respectively, in 1944 and 1946. They were used in the study of mathematics and engineering as a mathematical apparatus for solving problems<sup>3</sup>.

In 1960, Donald L. Bitzer developed the PLATO computer program, which was used "as an educational tool"<sup>4</sup> and which laid the foundation for online communities. By the 80s, the program had become widely used in the global educational space.

The process of introducing information technology is becoming increasingly important every day. Today, due to the widespread use of the Internet and computer technologies, the learning process can be organized in such a way as to achieve its greatest efficiency. Thus, the following types of blended learning can be distinguished<sup>5</sup>:

1. Inverted classroom
2. Autonomous groups
3. Change of working areas
4. Personal choice
5. Individual curriculum

The first three models are applied to large groups focused on compulsory learning. Models 4, 5 are applicable to students individually, depending on their desire.

### 1. Flipped class.

This method of teaching consists in the fact that new material is independently studied by students, with the help of training video lectures and material specially prepared by the teacher. Class time is allocated for direct work with the teacher, consolidation of the material, clarification of incomprehensible topics, practical work.

According to the study in mathematics for electrical engineering students<sup>6</sup>, the inverted class method showed positive results. So, according to teachers, it is possible to get feedback from students, and most of the time is devoted to individual practice: "In classes conducted using an inverted classroom, the teacher spends approximately 40% of the time explaining, the remaining 60% of the time is used for individual practice. This is a significant change from traditional lectures, where 75% of the time was used by the teacher to present the content." However, there were difficulties when working with students who did not prepare for the lesson in advance and did not watch the lecture. Most students also left positive feedback.

Advantages	Disadvantages
More time is devoted to practice	It is necessary to prepare video lessons and other materials in advance

<sup>2</sup> "A History of Teaching Machines" Ludy T. Benjamin, Jr Texas A&M University.

<sup>3</sup> THE journal. "Computers in Education: A Brief History.

<sup>4</sup> PLATO, computer-based education system. Steve Jones

<sup>5</sup> «История развития образовательных моделей и технологий» Е.А.Алисов, Л.С. Подымова, Москва, Берлин 2021.

<sup>6</sup> Inverted Classroom by Topic - A Study in Mathematics for Electrical Engineering Students, PAPER INVERTED CLASSROOM BY TOPIC – A STUDY IN MATHEMATICS FOR ELECTRICAL ENGINEERING STUDENTS, I. Braun, S. Ritter and M. Vasko Karlsruhe University of Applied Sciences, Karlsruhe, Germany.

Students can study the material at a convenient time, and at a convenient pace	Different levels of training of students
New material is presented in video format, which facilitates perception	There are students who, for one reason or another, are not able to study the material in advance.
Develop the skills of reasoning and independent study	It is difficult to organize the process with a large number of students

Thus, when using this method, it is necessary to strongly motivate students and their awareness of the importance of independent work.

## 2. Change of working areas.

This method is based on the division of students into groups, each of which works in a pre-prepared working area. As a rule, the most effective is the division into three groups:<sup>7</sup>

- A group working with a teacher;
- Individual work at the computer;

## Practical activity.

Each student, during the lesson, necessarily works in each zone.

The method can be used in conjunction with the Inverted Class method. In addition, the number of groups and "zones" are determined by the teacher and students in advance.<sup>8</sup>

The main advantages and disadvantages of this method include the following features<sup>9</sup>:

Advantages	Disadvantages
Increasing the motivation and interest of students in the educational process due to the change of work activities;	The difficulty of organizing the teaching process and the process of preparing for the lesson;
The possibility of an individualized approach to students through work with small groups;	The need for a large number of specially trained technologies.
Reducing the fatigue of students due to a change of activity;	The need for preliminary preparation of students for a new method of education.
Development of communication skills.	

## 3. Autonomous groups.

The method of teaching an autonomous class consists in dividing the class (group, collective) into two groups, one of which implies independent learning within the framework of the educational process; the second group takes a lesson on the classical system of education.

The peculiarity of the method is that an autonomous group studies all the information provided by various (book, Internet) sources, and after self-study, a lesson is held with a teacher aimed at satisfying students' questions. The second group conducts a full-time lesson with a teacher, which gives more basic information.

Advantages	Disadvantages
Development of independence in a student;	The likelihood of problems with finding information on the Internet, due to technical problems;
An opportunity for more advanced students to learn at their own pace;	Varying degrees of mastery of students' knowledge;
Wide range of information provided;	The possibility of losing the right direction of development due to a large amount of information;
Possibility of assistance from the teacher, in the future, answers to the necessary questions	

## 4. Personal choice.

The "personal choice" blended learning model differs from other models by the student's complete immersion in the industry he is interested in. This model of learning is intended mainly for high school students, as it assumes a formed consciousness for a responsible independent search for material.

Mandatory, for this model of training, is the full individual support of the student, at the entire stage of training, both pedagogical and psychological.

Depending on the scale of the classes, two areas can be distinguished:

### *A new profile.*

A group of students is formed from students of different classes of one educational institution, in order to

<sup>7</sup> Технологические особенности модели "смена рабочих зон", <https://canvas.instructure.com/courses/1189709/pages/tiekhnologhichieskiie-osobiennosti-modieli-smiena-rabochikh-zon>

<sup>8</sup> APPLICATION OF THE ROTATION MODEL FROM MIXED EDUCATION TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS IN SCHOOLS Yulduzkhon S. Polvonova Mathematics Teacher, Creative School Named

After Ogahiy Under The Agency Of Presidential Educational Institutions Khiva, Uzbekistan

<sup>9</sup> «Смешанное обучение: модели для применения в современной школе», Тулупникова Наталия Сергеевна, АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ «НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ» город Москва

study a new profile subject. At the same time, classes can be held both in person and using Internet platforms. This model was created in order to provide the necessary conditions for the study of a subject area that is not included in the general education program.

#### *Inter-school group*

A group of students engaged in the "Inter-school group" model is formed from students of various educational institutions of one or more municipalities who have expressed a desire to master the same subject remotely. The network teacher and the teacher-curator are appointed by the territorial coordinator of the municipal education department.

#### **5. Individual curriculum.**

A group of students engaged in the "IUP" model is formed on the basis of small cooperation groups typical of schools working according to individual curricula. In such schools, situations often arise when it is not possible to open a subject group in accordance with the educational needs of students due to its small number (less than 10 people). In such cases, an online learning group is created, which includes both students from OU working according to individual curricula, and students from other OU of this or other municipalities.

The "Personal Choice" and "Individual Curriculum" models can be characterized as follows:

Advantages	Disadvantages
Development of independence in a student;	The likelihood of problems with finding information on the Internet, due to technical problems;
Availability of information;	Lack of socialization of the student;
Full support from the teacher	

#### **Conclusion.**

Thus, this reform of the educational process has both positive and negative aspects. The considered technologies require high-quality technical equipment, training of teachers and personal responsibility of each student - in the absence of at least one of these factors, training will lose its meaning. However, with the successful use of these technologies, the quality of training increases due to the development of such a factor as independence and self-learning of students.

#### **References**

1. "A History of Teaching Machines" Ludy T. Benjamin, Jr Texas A&M University.
2. THE journal. "Computers in Education: A Brief History."
3. PLATO, computer-based education system. Steve Jones
4. «История развития образовательных моделей и технологий» Е.А. Алисов, Л.С. Подымова, Москва, Берлин 2021.
5. Inverted Classroom by Topic - A Study in Mathematics for Electrical Engineering Students,

PAPER INVERTED CLASSROOM BY TOPIC – A STUDY IN MATHEMATICS FOR ELECTRICAL ENGINEERING STUDENTS, I. Braun, S. Ritter and M. Vasko Karlsruhe University of Applied Sciences, Karlsruhe, Germany.

6. Технологические особенности модели "смена рабочих зон", <https://canvas.instructure.com/courses/1189709/pages/tiekhnologichieskiie-osobiennosti-modieli-smiena-rabochikh-zon>

7. APPLICATION OF THE ROTATION MODEL FROM MIXED EDUCATION TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS IN SCHOOLS Yulduzhxon S. Polvonova Mathematics Teacher, Creative School Named After Ogahiy Under The Agency Of Presidential Educational Institutions Khiva, Uzbekistan

8. «Смешанное обучение: модели для применения в современной школе», Тулупникова Наталия Сергеевна, АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ «НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ» город Москва

### **COMMUNICATIVE METHOD OF TEACHING FRENCH AT THE UNIVERSITY**

**Jalalov F.**

*Scientific researcher*

*Tashkent, Uzbekistan*

DOI: [10.5281/zenodo.7247651](https://doi.org/10.5281/zenodo.7247651)

#### **ABSTRACT**

French language is a foreign language in Uzbekistan and that its teaching and learning cannot take the same process as acquiring first or a second language. In order to be able to interact with the native speakers in real life day to day communication, several techniques and methods should be used. Among French language learning methods, the leading position is occupied by the communicative approach, which is aimed directly at the development of communication. This study aims at analyzing the use of communicative method in teaching/learning process. It is proved that communicative approach makes it possible for students of the elementary level, not only to acquire the knowledge, but also to learn the socio-cultural component for adequate interaction with native French speakers in real-life situations. Findings of this study show that it is advisable for teachers of French language use the communicative language teaching approach to build confidence in their students, as this will help to develop faster their linguistic skills, given that this approach gives priority to listening and speaking skills over reading and writing skills.

**Keywords:** communicative method, French language, grammar, communicative technique, communication skills, listening, reading, speaking.

## I. Introduction

The communicative method of teaching foreign language is recognized as the most effective all over the world, and today many university teachers work on its basis. The basis of the communicative technique is the study of language through situations of communication.

Communicative method is a combination of traditional and intensive methods, but with a number of its own characteristics. This method helps to overcome the language barrier, relieves a person from the fear of speaking in a foreign language. Most of the popular French training courses demonstrate the benefits of this method. In the classroom, students have the opportunity to use the language in real life situations.

The concept of a communicative technique consists of the constant development of the main skills required to master any foreign language (reading, grammar, speaking, listening and writing). The ultimate and key goal is to learn student's basic communication skills in French. Mastering the required material in a short time and with an impressive degree of consolidation is due to the fact that the key expressions of the French language, grammatical structures, vocabulary are conveyed to the student in the form of a real and emotionally colored situation. [1]

Since the primary and fundamental manifestation of any language is found in oral speech and being the first manifestation of communication, acquiring oral communication competence in a foreign language like French is essential. The oral communication class therefore helps the students improve their speaking skill and to acquire and put into practice the elementary principles of interpersonal communication.

Let us consider the learning process of French using communicative method. Classes are held in a relaxed environment. Communication takes place only in a foreign language. Teacher explains new rules, words using familiar vocabulary, grammatical constructions, gestures, facial expressions, drawings and other visual aids. Role-playing games and dramatization are very effective at the initial stage of learning. Dramatization - presentation in the form of scenes, fairy tales, stories, as well as plot pictures. Everyday situations are played out: acquaintance, choice of travel route, congratulations, shopping, and so on.

The game provides an emotional impact on language learners, activates hidden capabilities of a person. It facilitates the acquisition of knowledge, skills, abilities, creates conditions for the active mental activity of its participants. All its participants are equal, even the weakest are not shy due to the feeling of equality. If a participant in a role-playing game does not know a word, he always has the opportunity to replace it with any other.

## II. Methodology

### 2.1 Statement of the problem

Most French classes are dominated by written work and little or no attention is given to oral work. Even during the class titled Oral Expression almost

only written work is done and in English or the mother tongue too. This does not give the learners the possibility of developing the necessary competences for oral comprehension and production. Although the current French curriculum in the National Commission for Colleges of Education minimum standard, insists on the use of the communicative approach, the traditional method is still in practice by some colleagues in our French classes in the colleges of education. [2]

### 2.2 The aim of study

The primary task of communicative methodology is to enable students to speak French fluently, and eventually think in the language. It should be noted that there are no exercises that are aimed at mechanical reproduction. But exercises are used for comparisons, pair work, game situations, search for errors, connecting and developing memory, logic, developing and forming figurative and critical thinking.

In addition, with the help of role-playing, students learn to instantly invent synonyms or rebuild sentences in a very short time, depending on how the conversation develops. The participants in the game can change and accept any images to their taste and build their conversation about this.

In communicative technique, emphasis is placed on the active use of audio recordings, interactive materials and videos. A variety of methodological techniques used in the development of French using communicative method makes it possible to form skills required by a modern person in his business and everyday life, namely ability to negotiate, make presentations, make reports, make calls by phone, Skype and other modern means of communication, to correspond with interlocutor in colloquial and business French.

Use of the native language in communicative classes between students and the teacher is highly undesirable, often even forbidden. For the purpose of explaining meanings of new words teacher and students refer to previously known words, expressions, photographs, slides, drawings, gestures, facial expressions, video clips. For films, songs, newspapers, TV shows, magazines, comics are used to achieve the goal, so students are gradually immersed in culture of France, learn important and interesting facts from history, get acquainted with the geography of this country. Educational games are also effective, including board games (for example, Scrabble). Thanks to visual and entertaining materials, learning French becomes quite exciting.

Teaching listening comprehension or semantic perception (understanding) of speech by ear involves students performing exercises to form general auditory skills, speech exercises and subsequent work with audio text. While teaching French as a foreign language, the setting of the learning goal is carried out with a focus on a certain level of development of communicative competence, which may be different for its elements: basic in reading and writing, elementary in listening.

## III. Discussions and results

At the initial stage of training, the student operates with units of communication, which are gradually integrated into more extensive speech actions. Thus, the improvement of the skill is carried out by the followings:

- a) through its transfer to another communicative situation
- b) on a more complex type of text
- c) with the inclusion of new language material.

The psychological features of this speech activity determine the requirements for the method of teaching listening:

1. There is a need for motivation for listening, that is, interest that helps to maintain the attention of listeners (students).

2. The task of deciphering sound information is simplified if the listener is initially oriented and well acquainted with the situation to which this information relates (the teacher's attitude, illustrations, etc.), i.e., it is about anticipating the probable content of the text.

3. Listening should be preceded by instructions, the main purpose of which is to form the listener's mindset on the nature of perception and understanding of information. The installation should differ depending on the task that is set for the audience.

The means of training students in understanding of sounding speech is to teach them the optimal methods of listening to the text. This is a general listening, without any notes that distract from understanding, at the first presentation of the text and, on the contrary, keeping notes when listening again.

4. The text should be presented in such a volume and at a pace that corresponds to the level and educational capabilities of the students.

5. While hearing a foreign language, a backtrack is required. Therefore, the text for listening should be presented more than once. After the second listening, exercises are performed to determine the degree of understanding of the text by students. The third listening is offered for self-examination of correctness of the performance of various tasks: firstly, general understanding, then tasks to search for the given information, and finally, questions that require generalizations, conclusions.[3]

The act of communication arises against the background and under the influence of a set of circumstances. The linguistic and semantic characteristics of a speech act are determined by the conditions of both intralinguistic and extra linguistic nature, which are present at a certain moment of the speech act. These can be circumstances of both an external and an internal plan that are significant for a person at the moment: a phone call or a desire to receive an object that is beyond the easily accessible, a feeling of hunger or dissatisfaction with a person, a thought, desire, invitation, etc. expressed by someone. Due to it, a communicative situation is considered as the minimum cell of communication of the "molecule" of oral communication, which is "one of the contingent conditions for the emergence or successful implementation of a speech act." The communicative act is defined as "the sum of the statements of all communicants (retrospectively - the total text) of one communicative situation. [4]

The role and position of the teachers are very important in the teaching of French because they can encourage or discourage the learners in their learning of the language. Unfortunately, there is a grave shortage of qualified teachers and teaching materials for the oral aspect of language learning. Therefore, we find that more than half of the learners are usually very badly taught or are never truly exposed to oral communication of the language. Most of the teachers use the traditional method or the grammar-translation method to teach their students which of course results in the poor performance of students, most especially in oral communication. This is because some of the teachers themselves are unable to communicate freely in French and as such resort to teaching solely in English or the mother tongue. Therefore, to be adequately qualified to teach especially a foreign language like French, one needs to be well trained pedagogically to be able to properly handle well the teaching of the subject. Overall, the teacher should be patient with especially the very timid students, as this will one of the factors to inspire and build up their confidence. [5]

Another factor affecting learning process is teaching aids and materials. Textbooks and teaching aids of communicative methodology consist of practical tasks in the form of dialogues and topics for discussion, from non-adapted texts, exercises for translation are excluded. Such textbooks are usually accompanied by CDs with audio and video recordings. While working with new vocabulary, substitution exercises are used, logical riddles, replacement of transcriptions with words, puzzles. In textbooks aimed at developing communication skills, there are large number of photographs, drawings that illustrate texts and they serve as a basis for various kinds of tasks. Tutorials are level based; each section contains topics for working out material.

#### IV. Conclusion and recommendations

Universities that actively use the communicative methodology invite native speakers of French as teachers. On the one hand, a Frenchman contributes to excellent pronunciation and understanding of a foreigner's oral speech by ear, acquaintance with the most common and modern colloquial vocabulary of the French language. On the other hand, it is often difficult for a native speaker to explain the meaning of certain words, as well as grammar that has no analogue in learner's native language, especially if the native speaker does not speak it at all. It is difficult for students to master grammar rules without explanation. The communicative technique does not provide an opportunity to develop writing skills. It is one of the drawbacks of communicative technique.

Thus, one should combine modern and classical methods in learning French at an elementary level, since each technique has advantages and disadvantages. At the initial stage of learning French, it is important not to miss moment in the formulation of not only speech, the development of vocabulary and critical thinking, but also to instill grammatical skills for the competent use of the language in everyday and professional communication. The result of this article can be considered an analysis of the use of a communicative



methodology for learning French by students at the primary stage of learning.

#### References

1. Passov, E.I. Communicative method of teaching foreign language speaking // Prosvescheniye, Moscow.
2. National Commission for Colleges of Education. (2012). Nigeria certificate in education minimum standards for languages. Abuja: NCCE.
3. <https://nsportal.ru/shkola/inostranyeyazyki/frantsuzskiyazyk/library/2013/03/17/kommunikativnyy-podkhod-k-obucheniyu>
4. Ziyayeva Sh., Abdullayeva M., Bagautdinova I. Implementation of a Communicative Approach in Teaching of French Language. Annals of R.S.C.B., ISSN:1583-6258, Vol. 25, Issue 4, 2021, Pages. 5992 - 5997 Received 05 March 2021; Accepted 01 April 2021.
5. Balogun Thomas Akanbi, Kezie-Osuagwu Clementina Ndidi. Improving Learners' Oral Proficiency in French Through the Communicative Approach: Colleges of Education in Oyo in Focus. Journal of Curriculum and Teaching. February 2020.

# POLITICAL SCIENCES

## PREPARATION OF THE KEMALISTS FOR THE WAR AGAINST ARMENIA IN 1920

*Safraştyan R.*

*Prof., Dr., Full Member of the Armenian National Academy of Sciences  
Counselor of the Director, Institute of Oriental Studies, Armenian National Academy of Sciences*

DOI: [10.5281/zenodo.7247667](https://doi.org/10.5281/zenodo.7247667)

### ABSTRACT

The article deals with the preparation of the Kemalists for the war against the Republic of Armenia in 1920. Based on the study of Turkish primary sources, the author concludes that preparations for war began long before the signing of the Treaty of Sèvres. Mustafa Kemal played a decisive role in preparing for the war. He was also the author of the text of the 'National Oath', which 'ideologically' substantiated the need for a war against Armenia and its destruction as an independent state.

**Keywords:** Kemalists, Kemalist Turkey, Republic of Armenia, Ottoman Empire, Mustafa Kemal, 'National Oath,' the Entente, Treaty of Sèvres, Karabekir.

In September of 1920, Kemalist Turkey attacked the Republic of Armenia. This article aims to highlight the problems of the 'ideological' justification of this attack based on the analysis of Turkish sources and the stages of making and implementing the decision to start it.

From the point mentioned earlier, it is crucial to be acquainted with the history and content of the document named 'National Oath' (Turkish: Misak-ı Milli) because it became the ideological justification for the attack on Armenia. Its initiator and author were Mustafa Kemal (later Mustafa Kemal Atatürk) – the leader of Turkish nationalistic forces, known as the Kemalist movement. The Kemalists rebelled against the Ottoman government and the Sultan, who was located in the capital of the Ottoman Empire, Constantinople. The Kemalist movement took control of the Asian provinces of the Ottoman Empire.

In modern Turkey, 'National Oath' is characterized as a program expressing the very goals of the Kemalist movement [1, p. 31-48]. The history of the adoption of that document is noteworthy. Kemal's close friend and comrade-in-arms Ali Fuad (later adopted the surname Cebesoy) claims that as early as 1907, Kemal drew and showed him a map of Turkey itself, then part of the Ottoman Empire, which later served almost identically as the basis for the outlined borders of the 'National Oath' [2, p. 316-317]. This long-standing idea of Kemal emphasized the necessity of creating a homogeneous Turkish state.

Developing his idea, on December 28, 1919, Kemal made a speech in Ankara, the central city of the Kemalist movement. Addressing the leaders of that city, he mentioned that the territories of the Ottoman Empire were under the control of the Ottoman army in 1918 before the signing of Mudros Truce, which ended the participation of the Ottoman Empire in World War I, should be included in the territory of the country [3, p. 30]. Actually, during the speech, he already had in his mind the idea of the future 'National Oath'.

Beginning from January 3, 1920, Kemal started to meet in his headquarters in Ankara with the deputies elected to the last Ottoman parliament who were going to Constantinople and, after introducing them in detail to the main provisions of the text of the 'National Oath'

he had already prepared, demanded that they present this document in the parliament and achieve its adoption [2, p. 319].

The deputies who were given a task by Kemal did so. They first initiated informal discussions and later created an informal committee, which developed the document's final text. It was read in an informal closed session of parliament on January 28 and passed but kept secret. For the first time, the public learned about the existence of that document on February 3, when 'Yeni Gün' newspaper, published in Constantinople, came out with a corresponding publication, noting that it is a plan around which deputies with different views have united. On February 17, the Ottoman Parliament officially adopted and published the 'National Oath' [4, p. 77-78].

The 'National Oath' consisted of a preamble and six clauses [5, p. 35-36]. The first point stated that 'the fate of the territories of the Ottoman Empire, which are inhabited exclusively by the Arab majority and which in 1918 were occupied by hostile armies at the time of the signing of the truce on October 30, should be decided according to the freely expressed will of the local population', that is, the right of self-determination of the Arabs, who were under the Ottoman rule for centuries. The recognition of reality was the basis of this statement: the Arabs had raised an armed rebellion during the war, had won, were already out of the power of the Turks, and were under the protection of the victorious British army. In other words, the Turks had lost the Arab countries and had no chance to re-conquer them. Under these circumstances, they had to 'recognize' the Arab people's right to self-determination. All the remaining territories of the pre-war Ottoman state, which were not occupied by the Allies on the day of the signing of the Armistice of Mudros, were declared part of the indivisible unity of the Ottoman Empire. Thus, the existence of Western Armenia and the Armenian Cause, which the Young Turk government had to accept in January of 1914 and agreed to carry out reforms in the Armenian vilayets of the empire under the supervision of foreign states, was excluded.

The third point of the document referred to the status of Western Thrace, and the fourth to the status of the Straits. In both cases, Ottoman rule was intended to

be maintained. The fifth point stated that the preservation of the rights of the minorities living in the Ottoman Empire would be conditioned by the preservation of the rights of the Muslims in the neighboring countries. This wording differed from the version proposed by Mustafa Kemal. It indicated that the members of the parliament, probably at the suggestion of the supporters of the Constantinople government, tried to take a slightly more 'flexible' position, showing the Allies that in the 'National Oath', the rights of minorities were respected. In the meantime, the Kemalists were not missing the opportunity to use the Muslims living in the neighboring countries of the Balkans and the Caucasus as a tool to put pressure on the neighbors.

The last point, the sixth, signaled that the Ottoman Empire not only did not recognize capitulations but would also carry out state debt payments selectively, based on whether they hindered the country's development.

In general, the 'National Oath' was distinguished by its nationalistic character, fully conforming to the ideological and political foundations of the Kemalist movement. It was more like a statement from the parliament of a country that had won the war than it had lost, acting in a capital controlled by the victorious Entente states Great Britain's and France's armed forces.

Expectedly, the 'National Oath' caused dissatisfaction and sharp opposition to the latter. British Prime Minister Lloyd George described it as dangerous, which could become an obstacle to the signing of a planned peace treaty between the Entente and the Ottoman Empire. It was decided to end the parliament's activities and take the capital under stricter control, where supporters of the Kemalists gradually gained strength.

With the consent of the Sultan in 1920, on March 16, Constantinople was officially declared occupied by the Allies. The number of their armed units in the capital and its surroundings was increased to 60 thousand. Martial law was declared; the allies dissolved the parliament and arrested some of the deputies and prominent political figures who supported the Kemalists.

The Entente countries had correctly guessed Kemal's intentions: the preparation and acceptance of the 'National Oath' meant that he had already decided in principle to go to war. The measures they took could only be implemented in the capital. However, Kemal's target was not Constantinople. He decided to start the policy of violently implementing the provisions of the 'National Oath' from the opposite side of the empire, the East. He had already chosen the first target of that policy: the Republic of Armenia. The materials published in Turkey, including by the General Staff of the Armed Forces, provide an opportunity to restore the course of preparations for the war against Armenia in conditions of top secrecy in 1920.

On February 5, 1920, a week after the secret adoption of the 'National Oath' by the parliament in Constantinople, Mustafa Kemal announced his conclusion on the need to start a war against Armenia. Thus, the ideological preparation for the war against Armenia ended, and the military preparation for the war began. On that day, Mustafa Kemal, who served as head of the Repre-

sentative Body (government) of the nationalist movement, sent a coded telegram to Karabekir Pasha, the Commander of the 15<sup>th</sup> Corps of Kemalist Army, stationed on the border with Armenia [6, p. 663]. He ordered an 'official or unofficial draft' to start attacking Armenia [7, p. 466].

Kemal's telegram mentioned above is an important document that proves that he initiated the war against Armenia and did so as early as early February of 1920 before the Treaty of Sèvres was signed. Based on that coded telegram, one of the publications of the General Staff of the Armed Forces of the Republic of Turkey characterizes Kemal as the author of 'the main idea of the attack to be carried out in the East' [8, p. 56] It is noteworthy that Karabekir was annoyed by Kemal's 'laurels' as the initiator of the war against Armenia. In the voluminous volume of his memoirs, he writes that he 'thought' about the war a year before Kemal [7, p. 463]...

In response to Kemal's order, Karabekir reports that, on the one hand, the climatic conditions on the front against Armenia are unfavorable, which will complicate the issue of troop supply. On the other hand, until the Bolsheviks cross the Caucasus Mountains and enter Azerbaijan, the Turkish army can be defeated. He particularly mentions that the winter conditions are harsh, there is much snow, and he refuses to comply with the order [7, p. 467-468]. Kemal and the Representative Body consider the Commander's objections justified and accept them [8, p. 57]. The draft is postponed.

However, Mustafa Kemal did not give up his idea of unleashing a war against Armenia, using as an excuse the official capture of the capital city of Constantinople by the Entente countries on March 16, 1920. On the same day, March 16, he turns to Karabekir again. He asks his opinion about the favorable dates for starting a war against Armenia [9, p. 41]. Karabekir's answer proves that he still considers both the military-political situation and the climatic conditions unfavorable from the point of view of launching an attack. He specifically mentions that there is much snow in the region between Erzurum and Sarikamis. Therefore, it will be possible to launch the attack in early April, preferably after mid-April. At the same time, he suggests starting preparations for the attack and waiting for a favorable moment [7, p. 534-535]. Kemal agrees to Karabekir's proposal and informs him about it.

Thus, it becomes clear that already in March 1920, preparations for the war against Armenia began.

Karabekir Pasha, who was closely following the actions of the Red Army of Bolshevik Russia, upon receiving news that the Red Army had defeated Denikin's troops and opened a path to the Caucasus, turned to Mustafa Kemal with a proposal: launch an offensive in the direction of Armenia to meet the Red Army as far forward as possible and capture the provinces of Kars, Artvin, and Ardahan.

In his report addressed to Mustafa Kemal on March 28, 1920, Karabekir, in particular, stated that there would be a great responsibility before the nation and history if the moment were missed to reach the borders of Turkey, as outlined by the Brest-Litovsk Treaty,

which was signed with the Russians. His report clearly shows that the attack on Armenia aimed to occupy all the territories up to the Araks River. He also noted that the preparatory works had already started and once again emphasized that winter is too severe, so it is impossible to start operations earlier than April 15. At the same time, he asked to keep the entire already-started preparations secret [8, p. 58-59].

After receiving the report of Karabekir mentioned above, Mustafa Kemal concluded that it was necessary to speed up the preparations for the war against Armenia, ensuring secrecy, in particular, keeping secret the exact date of launching the attack. He concluded that the war being prepared was the only way to save the Turkish state and the Turkish nation [8, p. 59].

The study of Turkish documents gives an idea about the practical steps needed to prepare for the war. In particular, Karabekir, as a first step, published a declaration that aimed to spread anti-Armenian sentiments in the border regions and unite the population against the Republic of Armenia, presenting the latter as a dangerous enemy. The declaration specifically emphasized the need for joint actions of the Muslim population, thus seeking to use the Kurds in the war being prepared [8, p. 59-60].

At the same time, work is being started to prepare the action plan for the attack against Armenia. That plan was ready about two months later, and on May 26, 1920, it was sent to the Corps units under the command of Karabekir. Here, the capture of Iğdir and reaching the Araks River were mentioned as the targets of the attack. That operational plan envisaged that the Turkish troops from the north would receive the support of the Bolsheviks, which would facilitate their advance. It specifically stated that the war would aim to secure the borders of Turkey defined by the 'National Oath,' which would include not only Western Armenia but also the provinces of Kars, Ardahan, Artvin, as well as Nakhichevan and Iğdir [8, p. 59].

At the end of April, more precisely on April 26, when the climatic conditions became favorable, and it became known that the Red Army had entered Azerbaijan; Karabekir Pasha addressed Mustafa Kemal with a new report, saying that they had already been formed favorable conditions to start a war against Armenia. He emphasized that his forces had already started preparations for the war ending in two weeks.

Karabekir drew Kemal's attention to two circumstances. First, once preparations were complete and the Corps was ready to attack, keeping troops on standby for extended periods would affect their fighting ability. The second circumstance was political. Karabekir was afraid that the advance of the Red Army in the South Caucasus could confront the Turks because the Red Army could continue to attack in the direction of Armenia. That is why Karabekir suggested that the decision to start a war should be taken immediately [8, p. 79].

The next day, April 27, Kemal, in response to Karabekir's report, as outlined above, reports that only the Grand National Assembly of Turkey (parliament) can make the final decision on war and that its decision must be awaited while preparations continue.

The order sent by Mustafa Kemal to Karabekir stated that allied relations were established with Bolshevik Russia. It was planned to conduct joint operations against the British Imperialists and their ally, the Republic of Armenia. Thus, Kemal ordered Karabekir to refrain from attacking Armenia because the cooperation with Russia and the large-scale aid received from Russia were still under discussion [8, p. 80].

Karabekir, assessing first the military-political situation created in the region, addresses Kemal with a new report on May 6, stating that, in his opinion, a favorable situation has already been created for attacking Armenia because the Red Army is located on the border of Armenia. Karabekir emphasizes that the moment cannot be missed [7, p. 705-706].

On the same day, Kemal, responding to Karabekir, stated that it was still too early to start a war against Armenia because the external situation was unfavorable. In particular, he states that it is still unclear based on what specific conditions it will be possible to conclude an alliance with the Bolsheviks. Let us emphasize that the Government discussed, as mentioned in the document signed by Kemal, the issue of 'elimination and destruction' of the Government of Armenia from the middle [9, p. 131].

Kemal's writing, as mentioned earlier, shows that he considered the negative attitude towards Turkey worldwide when considering the war against Armenia. He wrote that the 'Armenian events,' referring to the Armenian Genocide, have turned the entire Christian world against the Turks. If Turkey starts a war against Armenia, it will cause a new wave of anti-Turkish sentiments. For this reason, he orders Karabekir to continue secretly preparing for war and wait for an order that will be given when a favorable situation is created [9, p. 132].

After that, intense correspondence between Kemal and Karabekir takes place for about two months. On June 1, the Government under the leadership of Kemal, responding to another proposal by Karabekir, once again postponed the date of the attack on Armenia, noting that it is necessary to provide such conditions that it is possible to receive military aid from Bolshevik Russia because the forces of the Kemalists alone cannot defeat the Armenian army [9, p. 146-149].

Gradually, the alliance of the Kemalists with the Russian Bolsheviks took on a more evident shape. Under these conditions, on June 6, 1920, the Government of the Grand National Assembly of Turkey, led by Mustafa Kemal, decided to launch an attack on Armenia. The capture of the Soganlı mountain pass and the annexation of Kars, Artvin, and Ardahan to Turkey are mentioned as targets of the attack. In addition to Kemal, Chief of General Staff İsmet, cabinet members İsmail Fazıl, Dr. Adnan, Dr. Rıza Nur, Celaleddin Arif, and Camil Bey signed the decision of the Government. The Government's decision implied that the exact timing of the attack would be determined by Karabekir, the Commander of the 15<sup>th</sup> Corps [8, p. 84].

Starting to implement the decision mentioned above of the Government, Karabekir already two days later, on June 8, 1920, publicly announced military mobilization. It is interesting that, as it can be seen from

the text of the announcement about the mobilization to unite the Muslim population, Karabekir even allowed a falsification of the actual situation, announcing that 'the Muslim armies have approached us and can lend a helping hand.' The statement also emphasized that the Bolsheviks and the Muslim armies were united with the Turks against the Armenians [8, p. 85]. Thus, the Government's decision ends the last stage of preparations for the war against Armenia.

In total, the preparation took about half a year. It was initiated by Mustafa Kemal and was conducted under his direct leadership by the commander of the 15<sup>th</sup> Corps of Kemalist Army. Mustafa Kemal was also the author of the 'National Oath', which served as the ideological justification for the war against Armenia.

#### References

1. Sakin S. Millî Mücadelenin programı: Misâk-ı Millî//«ATATÜRK HAFTASI ARMAĞANI: GENELKURMAY ATASE VE DENETLEME BAŞKANLIĞI YAYINLARI», 2005, № 32.
2. Sakin S. Misâk-ı Millî'nin hazırlanışı ve ilânıyla ilgili görüşler// «SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ DERGİSİ», 2002, № 13.
3. Atatürk'ün Bütün Eserleri. Cilt: 6 (1919-1920). – İstanbul: Kaynak Yayınları, 2001. - 435 s.
4. Sakin S. İlân ediliş sürecinde Misâkımillî ve Mustafa Kemal Atatürk// «ASKERİ TARİH ARAŞTIRMALI DERGİSİ», 2004, № 2(3).
5. Milli Egemenlik Belgeleri: Havza Genelgesi, Amasya Tamimi, Erzurum Kongresi Beyannamesi, Sivas Kongresi Beyannamesi, Misak-ı Millî Beyannamesi. - Ankara: TBMM Basımevi, 2015. - 39 s.
6. Karabekir K. Günlükler (1906 - 1948). 1. Cilt. - İstanbul: Yapı Kredi Yayınları, 2009. - 765 s.
7. Karabekir K. İstiklâl Harbimiz. - İstanbul: Türkiye, 1959. - 1172 s.
8. Türk İstikâl Harbi. III ncü Cilt: Doğu Cephesi (1919-1921). - Ankara: Genelkurmay Basımevi, 1965. - 326 s.
9. Onar M. Atatürk'ün Kurtuluş Savaşı Yazışmaları. II Cilt. - Ankara: T.C. Kültür Bakanlığı, 1995. - 491 s.

# SOCIAL SCIENCES

## СТРЕСОСТІЙКІСТЬ МАЙБУТНІХ СОЦІАЛЬНИХ ПРАЦІВНИКІВ ЯК НЕОБХІДНИЙ КОМПОНЕНТ ЇХНЬОЇ ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

*Василенко О.М.*

*Хмельницький національний університет,  
кандидат педагогічних наук, доцент*

*Романовська Л.І.*

*Хмельницький національний університет,  
доктор педагогічних наук, професор*

## STRESS RESISTANCE OF FUTURE SOCIAL WORKERS AS A NECESSARY COMPONENT OF THEIR PROFESSIONAL ACTIVITY

*Vasylenko O.*

*Khmelnytsky National University,  
PhD in Pedagogy, Associate Professor*

*Romanovska L.*

*Khmelnytsky National University,  
Doctor of Pedagogical Sciences, Professor*

DOI: [10.5281/zenodo.7247679](https://doi.org/10.5281/zenodo.7247679)

### АНОТАЦІЯ

У статті здійснено теоретичний аналіз проблеми розвитку стресостійкості майбутніх соціальних працівників як необхідного компоненту їхньої професійної діяльності. З'ясовано, що стресостійкість є інтегральною, системною характеристикою особистості, яка лежить в основі її здатності бути саморегульованим суб'єктом власної активності, гнучко реагувати на зміновані умови життя та сприяє підтримці психологічного комфорту і благополуччя. На розвиток стресостійкості майбутніх соціальних працівників в сучасних умовах впливає безліч факторів, але саме життєвий досвід, високий рівень саморегуляції, розвинений емоційний інтелект допомагає їм досягти емоційної стабільності та психологічної готовності до стресу. Усе це потребує турботи майбутніх фахівців соціальної сфери про власне суб'єктивне благополуччя та розвиток професійних навичок.

### ABSTRACT

The article provides a theoretical analysis of the problem of developing stress resistance of future social workers as a necessary component of their professional activity. We found out that stress resistance is an integral, systemic characteristic of a person, which is the basis of his ability to be a self-regulated subject of his own activity, to respond flexibly to changing living conditions and contributes to the maintenance of psychological comfort and well-being. The development of stress resistance of future social workers in modern conditions is influenced by many factors, but it is life experience, a high level of self-regulation, developed emotional intelligence that helps them achieve emotional stability and psychological readiness for stress. All this requires the concern of future specialists in the social sphere about their own subjective well-being and the development of professional skills

**Ключові слова:** стрес, стресостійкість, майбутні соціальні працівники, професійна діяльність.

**Keywords:** stress, stress resistance, future social workers, professional activity.

**Постановка проблеми.** У всіх сферах професійної діяльності від людини вимагається, з одного боку, набувати практичний досвід, а з іншого – постійно підвищувати свою професійну компетентність. Навчання в закладі вищої освіти передбачає не лише оволодіння певною професією, але й вироблення цілого ряду компетенцій: соціальних, психологічних та інших, що сприяють формуванню стійкості студента як основи його особистісного зростання та самореалізації. Для соціального працівника стресостійкість і вміння підтримувати стан суб'єктивного благополуччя є необхідною умовою успішної професійної діяльності. Адже професія соціального працівника характеризується низкою особливостей, які можуть стати причиною появи соціальної дезадаптації, професійної деформації, емоційного вигорання і хронічного стресу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженню різних аспектів проблеми стресу та стресостійкості особистості присвячені праці українських і зарубіжних науковців: У. Ishikawa, М. Kohara, А. Nushimoto, Л. Подкоритової, Р. Н. Rahe, Л. Романовської, Х. Стельмашук, А. Święciło, Т. Н. Holmes та багатьох інших.

Питання необхідності розвитку стресостійкості у майбутніх соціальних працівників розглянуті в наукових дослідженнях В. Коротун, А. Львовичкиної, К. Максью, Ю. Теплюк, І. Шевякової та інших.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** На сьогоднішній день малодослідженими залишаються питання можливостей освітнього середовища закладу вищої освіти щодо розвитку стресостійкості у студентської молоді. Існує



потреба у розробці практичних рекомендацій майбутнім соціальним працівникам щодо розвитку стресостійкості у професійній діяльності протягом навчання в закладі вищої освіти.

**Метою статті** є здійснення теоретичного аналізу проблеми розвитку стресостійкості у майбутніх соціальних працівників як необхідного компоненту їхньої професійної діяльності та надання рекомендацій їм щодо розвитку власної стресостійкості.

**Виклад основного матеріалу.** В сучасному тлумачному психологічному словнику поняття «стрес» визначається як «... сукупність захисних фізіологічних реакцій, що настають в організмі людини у відповідь на вплив різних несприятливих факторів (стресорів): холоду, голодування, психічних і фізичних травм, опромінення, крововтрати, інфекції тощо» [13, с. 511].

На думку Л. Романовської та Л. Подкоритової, стрес – це стан психофізичної напруги, що обумовлений дією різних різко виражених та/або тривалих навантажень – стресорів чи стресових факторів [7, с. 152]. Дослідниці стверджують, що при продовженні дії стресових факторів протягом тривалого часу в людини розвивається загальний адаптаційний синдром – сукупність неспецифічних і специфічних функціональних та морфологічних захисних змін в організмі, обумовлених адаптацією до цього стресового фактору [7, с. 153].

Американські лікарі Т. Holmes і R. Rahe прийшли до висновку, що більшості психічним і фізичним хворобам передують серйозні зміни в житті людини. З огляду на це, вони наголосили на необхідності розвитку такої навички, як стресостійкість – здатності витримувати певні психофізичні навантаження та стреси без шкоди для організму і психіки [12].

Дослідниця А. Świącilo вважає, що набута стресостійкість людини є результатом подолання легкого стресу та здатна викликати стійкість до сильного стресу. В свою чергу, резистентність або ж стійкість до другого, сильного стресу після настання легкого первинного стресу залежить від активізації механізмів захисту та відновлення, специфічних для конкретного типу стресу, тоді як стійкість до стресу є ефектом активізації як специфічної, так і загальної реакції на стрес [8].

На думку Х. Стельмашук, стресостійкість – це варіативність, гнучкість, швидкість пристосування до змінюваних умов життя, висока мобільність психіки при переході від одного завдання до іншого. Структура стресостійкості є динамічною і залежить від характеру діяльності людини [9].

Х. Стельмашук виділяє наступні психологічні компоненти стресостійкості:

1. Психофізіологічний компонент, який інформує про запас енергетичних можливостей організму, визначає тип та властивості центральної нервової системи.

2. Когнітивно-рефлексивний компонент, що містить в собі уміння здійснювати самоаналіз, усвідомлювати позитивні й негативні наслідки власних

дій, самокорекцію поведінки у стресових ситуаціях, оцінку та самооцінку особистісних якостей.

3. Емоційно-вольовий компонент, який виявляється у здатності людини долати емоційну напругу, адекватно ставитись до переживань, тривоги.

4. Мотиваційно-ціннісний компонент, який відповідає за мотиваційні процеси, що ініціюють поведінковий акт і надають йому внутрішнього суб'єктивного забарвлення.

5. Комунікативний компонент, що характеризує соціально-психологічний аспект зв'язків людини з оточуючими, стан готовності до взаємодії та адаптації в новому середовищі [9].

Японські науковці Y. Ishikawa, M. Kohara, A. Nushimoto розглядають причинно-наслідковий вплив стресу на роботі на психічне здоров'я працівників. За результатами своїх досліджень вони зробили висновок про те, що працівники можуть накопичувати негативний вплив стресу на роботі на власне психічне здоров'я і навіть не знати про це. Хоча це, в свою чергу, може призвести до зниження продуктивності роботи. Тому роботодавцям важливо впроваджувати різноманітні методи запобігання появі психічних розладів у працівників та проблем зі здоров'ям [2].

Отже, як бачимо, стресостійкість є умовою, що забезпечує позитивний особистісний розвиток і суб'єктивне благополуччя людини. Адже саме стресостійкість є інтегральною, системною характеристикою особистості, яка лежить в основі її здатності бути саморегульованим суб'єктом власної активності, гнучко реагувати на змінювані умови життя та сприяє підтримці психологічного комфорту і благополуччя. До основних показників стресостійкості відносять характер самоставлення та самооцінки людини, її адаптивний рівень особистісної тривожності, стан психологічного благополуччя.

Незважаючи на значну кількість наукових досліджень, присвячених проблемі стресостійкості особистості, досі залишається недостатньо вивченим питання про те, що являє собою стресостійкість як особистісна характеристика студента та яка роль закладу вищої освіти в її розвитку. Вирішення цих та інших питань на теоретичному рівні забезпечить практичну реалізацію формування стресостійкості як інтегративного утворення, закономірно пов'язаного з особистісними структурами, мотивами і якостями студента, що лежать в основі його самореалізації.

На думку Т. Генералової, навчання студентів характеризується рядом особливостей освітнього середовища закладу вищої освіти:

– наявністю значного навчального навантаження на студентську молодь, що вимагає від студентів інтелектуального, інформаційного та психо-емоційного напруження, яке, в свою чергу, супроводжується їхньою низькою руховою активністю;

– проблема міжособистісних відносин, що супроводжується діями, пов'язаними з отриманням свого статусу в студентській групі, причому часто способи завоювання авторитету серед ровесників межують з ризикованою поведінкою;

– навчання студента у вищій школі є вирішальним періодом становлення його як особистості, значним чином впливає на його подальшу долю і професійну кар'єру;

– досить часто студенти переконані в невичерпності ресурсів власного організму і тому не піклуються про своє здоров'я [1, с. 173-175].

З цього приводу Л. Омельченко зауважує, що саме ефективне освітнє середовище, що поєднує необхідний рівень матеріально-технічного забезпечення та новітні педагогічні технології здатне забезпечити студентам комфортні умови навчальної діяльності в закладі вищої освіти: в повній мірі опанувати навчальний матеріал, розвинути інтереси та потреби [6].

Як бачимо, проблема розвитку стесостійкості особистості, у тому числі студентів і фахівців різних сфер професійної діяльності, набуває все більшої актуальності в науці і практиці не лише у зв'язку з безперервним ростом соціально-економічної, екологічної та техногенної небезпеки, але й з появою екстремальних ситуацій в нашому сучасному житті, що істотно змінює зміст і умови праці представників багатьох професій.

Так, зокрема, вивчаючи вплив стресу на роботу соціальних працівників, В. Коротун та І. Шевякова дійшли до висновку, що питання збереження професійного здоров'я соціальних працівників доцільно досліджувати через загальну здатність їх протидіяти стресу, тобто стресостійкості. Але поряд зі стресостійкістю як особистісним ресурсом соціального працівника варто звернути увагу на його свідомі зусилля щодо подолання складних ситуацій – копінг-стратегії, які характеризують його індивідуальну адаптаційну реакцію на складні життєві ситуації. Тому при плануванні професійної діяльності соціальним працівникам варто враховувати стресогенні фактори, які можуть спричинити низький рівень їхньої стресостійкості та спрямувати усі зусилля на розвиток навичок стресостійкості і саморегуляції [3, с. 179-182.]

Українська дослідниця А. Львовичка вважає, що адекватна поведінка у стресових ситуаціях свідчить про професіоналізм соціального працівника, запобігає його професійній деформації та сприяє збереженню здоров'я. Авторка впевнена у тому, що діяльність соціального працівника досить часто відбувається у складних, а іноді і в надзвичайних ситуаціях, що стає причиною появи у нього стресу та професійного вигорання. Тому важливо розвивати стресостійкість соціальних працівників – здатність демонструвати адекватну поведінку у стресових ситуаціях та уміння регулювати свій емоційний стан таким чином, щоб зберігати психічну рівновагу, життєдіяльність та здоров'я [4].

На думку К. Максьюм та Д. Шульги, вирішальну роль у формуванні стресостійкості майбутніх соціальних працівників відіграє їхній емоційний інтелект, який допомагає не лише зберігати психічну рівновагу та «переключатися» на інші емоції, але й зберігати терпимість, толерантність, тобто контролювати прояви своїх емоцій [5].

Викликають зацікавленість і праці Ю. Тептюк, в яких, на основі узагальнених даних про ресурси стресостійкості соціальних працівників, розроблено та обґрунтовано модель стресостійкості цих фахівців. Ця модель складається з трьох блоків: індивідуально-психологічних характеристик особистості соціального працівника, соціально-психологічних характеристик його особистості та характеристик поведінки соціального працівника у стані стресу [10].

В науковій літературі подаються різноманітні поради і рекомендації щодо розвитку стресостійкості у фахівців соціальної сфери. Так, наприклад, Ю. Тептюк впевнена у тому, що соціальний працівник здатний самостійно розвивати власну стресостійкість за умови дотримання ним здорового способу життя, правильної організації робочого часу і простору, постійної роботи щодо власного особистісного розвитку та набуття нових знань і вмінь для боротьби зі стресами [11, с. 198-200].

Науковці стверджують, що майбутні фахівці соціальної сфери повинні добре знати фактори, які викликають у них стрес, щоб краще використовувати ці знання для розвитку власної стресостійкості. З огляду на це, ми пропонуємо наступні рекомендації майбутнім соціальним працівникам щодо розвитку стресостійкості:

1. Ставте перед собою чітку кінцеву мету – для чого ви навчаєтеся на цій спеціальності і чого саме ви маєте намір досягнути.

2. Постійно переконуйте себе в тому, що ви здатні упоратися зі стресом, тому не піддавайтеся його дії.

3. «Намалюйте» в своїй уяві найгірший сценарій розвитку подій і подумайте над тим, як треба діяти в цьому випадку. Далі перейдіть до аналізу поточної ситуації, зберігаючи при цьому віру в позитивне майбутнє. Проте не пускайте ситуацію на самоплив.

4. Пам'ятайте, що основним джерелом стресів є невдоволення людиною оточуючим світом, страх перед невідомими, страх почути осуд з боку інших людей про неї чи про її вчинки.

5. Намагайтеся зберігати свій внутрішній спокій, не втрачати самоконтролю, не впадати у паніку чи відчай.

6. Не тисніть на себе у разі того, що щось не виходить чи ви втомилися. Тому навчіться розслаблятися, за можливості балуйте себе приємними речами (придбання бажаної речі, зустріч з друзями, відвідування кінотеатру, виїзд на природу тощо).

7. Пам'ятайте, що в умовах війни треба бути уважним до слів і емоцій, тому бережіть і поширюйте позитивні емоції, які сприяють формуванню емоційного інтелекту та розвитку стресостійкості.

8. Якщо ж ви все ж таки відчуваєте стрес, то варто взяти невеличку «перерву» і зусиллям волі перервати свої дії, а саме: зробити паузу в спілкуванні; вийти з кімнати чи перейти в віддалену частину приміщення; зайнятися чим-небудь іншим, що дасть можливість зняти напругу (перебрати свої папери, полити квіти на підвіконні, заварити чай, каву); зайти в туалетну кімнату та на 2-3 хвилини

опустити долоні під холодну воду. Ці «перерви» варто робити в ті моменти, коли відбувається втрата самоконтролю.

9. Не приймайте рішення в стані надмірного емоційного збудження. Краще активуйте діяльність кори головного мозку дихальною вправою.

10. Застосовуйте методи релаксації, які варто опанувати заздалегідь, щоб у критичний момент можна було легко ними скористатися. Якщо регулярно їх використовувати, то вони поступово стануть звичкою, будуть асоціюватися з приємними враженнями.

**Висновки та пропозиції.** Таким чином, можемо зробити висновок, що на розвиток стресостійкості майбутніх соціальних працівників в сучасних умовах впливає безліч факторів, але саме життєвий досвід, високий рівень саморегуляції, розвинений емоційний інтелект допомагає їм досягти емоційної стабільності та психологічної готовності до стресу. Усе це передбачає турботу майбутніх фахівців соціальної сфери про власне суб'єктивне благополуччя та розвиток професійних навичок. А для цього їм необхідно брати активну участь у різноманітних тренінгах, групових релаксаційних заняттях із застосуванням вправ аутотренінгу та саморегуляції, психотерапевтичних групах тощо. Вивчення зазначених вище питань має бути одним із *перспективних напрямків для подальших досліджень* даної проблеми.

### Література

1. Генералова Т. В. Стресостійкість як детермінанта успішного навчання студентів. Матеріали наукової конференції професорсько-викладацького складу, наукових працівників і здобувачів наукового ступеня за підсумками науководослідної роботи за період 2017–2018 рр. (16-17 травня 2019 р.): у 2-х томах. Том 1. Вінниця: Донецький національний університет імені Василя Стуса, 2019. 195 с.
2. Ishikawa Y., Kohara M., Nushimoto A.. Job stress and mental health among social workers: evidence from a field experiment at a public employment support institution in Japan. *The Japanese Economic Review*, 2022, (73). P. 123-146.
3. Коротун В., Шевякова І. Стрес у роботі соціальних працівників та особливості його подолання. Актуальні проблеми сучасної психології :

шляхи становлення особистості : Збірник наукових статей за матеріалами II Міжнародної науково-практичної конференції, м. Переяслав, 14-16 травня 2020 / за заг. ред. І. В. Волженцевої, Т. В. Кириченко. Переяслав. ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди». 2020. 394 с.

4. Львовичкіна А. Здатність діяти у стресових ситуаціях як професійна компетентність соціального працівника. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Соціальна робота*, 2017. 2 (2). С. 10-13.

5. Максьюм К., Шульга Д. Емоційний інтелект як чинник формування стресостійкості майбутніх соціальних працівників. *Scientific collection «interconf»*. № 85. С. 251-255.

6. Омельченко Л. Освітнє середовище як чинник розвитку стресостійкості студентів. *Психологія стресостійкості студентської молоді* / Л. Афанасенко, І. Мартинюк, Л. Омельченко, А. Шамне, В. Шмаргун, С. Яшник / За заг. ред. В. Шмаргуна. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2018. 198 с.

7. Романовська Л. І., Подкоритова Л. О. Основи психології та педагогіки: навчальний посібник. Львів: «Новий Світ-2000», 2011. 452 с.

8. Świącilo A. Cross-stress resistance in *Saccharomyces cerevisiae* yeast –new insight into an old phenomenon. *Cell Stress and Chaperones*, 2016 (21). P. 187-200.

9. Стельмашук Х. Психологічні компоненти стресостійкості дитини-сироти. *Psychological journal*, 2018. № 7 (17). С. 136-150.

10. Тептюк Ю. Модель стресостійкості соціальних працівників різних вікових груп. *Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби*, 2019. № 3 (14). С. 252-267.

11. Тептюк Ю. О. Психологічні умови розвитку стресостійкості у соціальних працівників різних вікових категорій: дис. ... канд. психол. наук: 19.00.07. Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова. Київ, 2021. 272 с.

12. Holmes T. H., Rahe R. H. The Social Readjustment Rating Scale. *Journal of Psychosomatic Research*, 1967. № 11 (2). P. 213-218.

13. Шапар В. Б. Сучасний тлумачний психологічний словник. Х.: Прапор, 2005. 640 с.

# TECHNICAL SCIENCES

## JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF RECOMMENDED METHODS OF OPERATION OF WELLS, WELLHEAD AND DOWNHOLE EQUIPMENT

**Deryaev A.**

*Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher,  
Scientific Research Institute of Natural Gas  
of the State Concern „Turkmengas”,  
Ashgabat, Turkmenistan*

DOI: [10.5281/zenodo.7247691](https://zenodo.org/record/7247691)

### ABSTRACT

Based on laboratory studies, the article substantiates the scope, efficiency, reliability and the possibility of maximum extraction of oil reserves from multi-layer oil and gas horizons with a large depth of occurrence, composed of weakly cemented rocks. The article also considers the possibility of using various methods of mechanized oil production in relation to the conditions of the Altyguyi field.

When studying the geological and operational characteristics of the field, it was revealed that oil and gas layers alternating in productive horizons are isolated from each other by impermeable layers having relatively large thicknesses. To a large extent, gas formations overlap oil formations by area, which creates favorable conditions for the implementation of the method of dual completion (DC) of oil and gas facilities by one well.

Based on the results of the conducted research, the justification of the choice of downhole equipment was carried out, taking into account the need for dual completion (DC).

**Keywords:** curvature, sandstone, siltstone, gas lift, ejector, liquid, working agent, initial pressure.

A number of geological and commercial, climatic and technological factors are manifested at the Altyguyi deposit, which characterize the operation of wells as operation in complicated conditions.

As of 01.01.2014, the operation of the NK-9 oil horizon is carried out by 24 wells, of which oil is taken in 23 by the fountain method, in 1 by the gas lift method.

The main features that complicate the operation of oil wells of this field are:

- large depths of productive formations in the range of 3603 - 3740 meters;
- over the years, the daily flow rate of liquid varies from 60 to 43 tons.
- high initial pressures drop sharply, respectively, the liquid level in the wells decreases;
- initial reservoir pressure (652 kgf/cm<sup>2</sup>);
- operation of wells at pressures below saturation pressure;
- high values of the gas factor (540-220 m<sup>3</sup>/t);
- curvature and curvature of well pillars;
- oil formations have a sharp degree of cementation from dense sandstones and siltstones to loose sands and siltstones, which leads to sand formation;
- the extracted oil is highly paraffinic;
- productivity coefficients vary widely;
- the estimated depth of gas input into the lift of gas lift wells from the mouth is currently 2000m, this depth will grow and reach up to 3500m.

The choice of mechanized methods of oil production at the Altyguyi field is carried out taking into account the above factors. In addition to them, relief climatic conditions, inter-repair periods, the presence of paraffin and mechanical impurities in the extracted liquid, the reliability of equipment, the need for maintenance personnel and repair equipment, ease of maintenance

in the process of mechanized oil production, production capabilities, the need for energy resources are also taken into account [1].

The Altyguyi deposit is a multi-layer one. By the nature of saturation, the presence of pure oil deposits, pure gas deposits and gas deposits with oil rims is noted. For most deposits, the mixed regime is characterized by the predominance of the energy of gas released from oil and the manifestation of the activity of contour waters at a later stage of development. Under conditions when liquid is extracted from oil reservoirs, gas extraction is required, which serves as a working agent.

The development project does not provide for the maintenance of reservoir pressure, and therefore the exploitation of deposits will be carried out with a continuous drop in reservoir pressure, a decrease in static fluid levels in wells and an increase in the height of its rise.

In [2,3], on the basis of laboratory research, the substantiation of the scope, efficiency, reliability and the possibility of maximum extraction of oil reserves from multi-layer oil and gas horizons with a large depth of occurrence, composed of weakly cemented rocks, is given. In these works, the criteria for choosing rational methods of mechanized oil production are given. The article also considers the possibility of using various methods of mechanized oil production in relation to the conditions of the Altyguyi field.

*Analysis of the conditions of application of the ejector pump.* The inexpediency of using ejector pumps is explained by the fact that the interval of occurrence of productive layers is very deep. The depth of descent of ejector pumps is 1000-2000 meters, at the places of reception of products, the volume of free gas should be above 50-70%. The wells of the Altyguyi deposit do not meet these requirements.

*Analysis of the conditions of application of the installation of an electric centrifugal pump (ESP).* The main criterion that determines the inexpediency and impossibility of application is the large depth of wells - from 3600 to 3700m. The maximum depth of the ESP descent does not exceed 1600m. In addition to this limiting factor, there is also the presence of a high gas content in the pumped liquid and the planned flow rates, which are significantly lower than the minimum performance of the ESP. These factors are opposed to the possibility of using ESP in limited quantities at this field.

*Analysis of the conditions of application of the installation of a rod depth pump (IRDP).* In the conditions of the Altguyi deposit, the use of IRDP has a very limited area. However, IRDP is distinguished by the perfection of its design, a wide range of manufactured equipment of the normal range, as well as ease of maintenance. Installations of rod depth pumps can be used up to a depth of 2300 meters and when pumping liquid from relatively shallow depths. They are inferior in developed pressure only to hydraulic piston installations, can be effectively used in low-flow wells up to 10 tons with high water content of products. Limiting factors of their application are: high gas factors, large depths, curvature of boreholes less than 7 degrees. With an increase in the depth of the pump descent, the reliability of its operation decreases, the degree of leakage through the gaps increases, and the repair period is also shortened [4].

The modern normal range of drives of the deep pump of the rocking machine (RM) and downhole pumps of the plug-in type allow theoretically lifting liquid from depths of 3500m.

However, with such a large pump descent, due to the insufficient operational reliability of the pumping pipes and rods, problems arise related to the provision of the repair base of the fields.

In the conditions of the fields of Turkmenistan, oil production by IRDP installations is provided from a maximum depth equal to 2300m. Due to the influence of various negative factors, the actual feed from a depth of 2300 m does not exceed 5.3 m / day with a feed ratio of no more than 0.17.

Thus, the use of IRDP installations at this field cannot be considered as promising. In addition to low productivity, when using the IRDP, irrational expenditure of material and energy resources is expected due to a significant decrease in the reliability of the IRDP equipment when pumping liquid from wells with sand, the formation of paraffin and salt deposits, rod breaks and other malfunctions. According to the existing experience of IRDP operation in such conditions, the operating coefficient is significantly reduced, which does not exceed 0.7 for similar fields in Turkmenistan. Based on the above, the use of the method of oil extraction by IRDP installations is not recommended at this field.

*Analysis of the conditions for the use of ISHP (submersible piston pump with hydraulic drive).* Block automated installations of hydraulic piston pumps (ISHP) are designed for the operation of 2-8 cluster directional and deep wells (over 4000m) with low dynamic levels (3000m) and with debits up to 100 m<sup>3</sup> /day. The small

dimensions of these pumps allow them to be lowered into wells with an internal diameter of the production column of 117.7-155.3 mm.

The principle of operation of the installation is based on the use of hydraulic energy of a liquid pumped under high pressure through a special channel into a hydraulic downhole reciprocating piston engine, which converts this energy into reciprocating motion of a piston pump rigidly connected to the engine.

These pumps have a high efficiency (0.65), which decreases slightly with a decrease in the dynamic level in the wells. The distinctive ability of hydraulic piston pumps is the possibility of using the same unit to work with different pressures, i.e. to operate wells with different depths and to take liquid in the right quantities.

As hydraulic piston installations, IHP 25-150-25, IHP 40-25 0-20, IHP 100-200-18 are recommended.

Hydraulic piston units of the discharged type HP are recommended for pumping reservoir fluid from wells- 59-89-10-118 , HP-59-89-25-25 , HP-59-89-40-20 .

According to their production characteristics, ease of operation, they fully meet the operating conditions of the Altguyi deposit. However, at this stage, we do not envisage the use of these installations. For their use, it is necessary to carry out special work from the point of view of choosing rational technological schemes in relation to the conditions of this deposit. It is also necessary to study the energy technical and economic indicators, without which the choice of a rational method cannot be carried out. We consider it expedient to use them at the final stage, when wells will be operated with a water content of more than 90% and there is a need to transfer them from mechanized methods of oil production to ISHP [5].

*Analysis of the conditions for the use of installations of submersible screw electric pumps.* Installations of submersible screw electric pumps are designed for pumping reservoir fluid of increased viscosity from oil wells.

The most effective operation of these installations is wells with a low coefficient of productivity, high gas content, high viscosity of oil in reservoir conditions.

Installations of submersible screw electric pumps is produced for reservoir fluid with a temperature of up to 70 °C, the maximum viscosity of which is 1-10 m/s, the content of mechanical impurities is not more than 0.8 g/l, the volume content of free gas at the pump intake is not more than 50%, hydrogen sulfide is not more than 0.01 g/l.

When operating installations in conditions other than those indicated (increased content of mechanical impurities, gas content, temperature of the pumped liquid, curvature of the borehole more than 17 degrees), the pump resource is reduced due to wear of the working elements, which leads to premature failure of it.

Pilot-industrial introduction of German-made electric screw pumps of the NTZ-240.DT16 brand is underway in the fields of Turkmenistan. Their theoretical supply is 15-30 m<sup>3</sup> / day, the maximum depth of descent is 1900 m, the volume content of free gas at the pump intake is not higher than 50%.

Practice has shown the possibility of their use only in vertical wells and unreliability, impossibility of application in curved wells. The actual pump supply is not higher than 15 m<sup>3</sup>/day, the content of mechanical impurities is undesirable, due to the poor quality of plastic, the elastomer quickly fails (within 1-1.5 months).

Thus, electric screw pumps, taking into account the above, have a very limited scope of application and can be used at the Altyguyi field in vertical, low-yield wells with a dynamic level of at least 1700m, at a reservoir temperature of the pumped liquid not higher than 70 °C and the volume content of free gas at the pump intake is not more than 50%.

*Analysis of the conditions of application of the gas lift method of oil production*

The gas lift method of oil production has been widely used in the fields of Turkmenistan, including Altyguyi.

The extraction capabilities, as well as the reliability of the use of gas lift operation, have shown that it is more efficient than other methods of mechanized extraction.

The conditions for lifting the liquid in a gas lift well mainly depend on the parameters of the lift itself, the pressure of the working agent and the parameters of the reservoir. The greatest role is played by the height of the liquid rise. At the Altyguyi field, specific factors are: a high lifting height, low flow rates, an increase in the water content of products over time, the availability of working agent (gas) resources.

The practice of gas lift operation at this field proves the expediency of its use both in continuous and periodic lifting of liquid. For the purpose of the most efficient operation, wells with debits above 30 t/day are recommended to be operated with a continuous gas lift. Wells operating with debits below 30t/day should be operated with a periodic gas lift. In the conditions of

this field, a periodic gas lift is the most realistic, ensuring the design production volumes until the end of the field development.

When studying the geological and operational characteristics of the field, it was revealed that oil and gas layers alternating in productive horizons are isolated from each other by impermeable layers having relatively large thicknesses. To a large extent, gas formations overlap oil formations by area, which creates favorable conditions for the implementation of methods simultaneously-separate operation of oil and gas facilities by one well. At the same time, it is also advisable to partially use the technology of the downhole gas lift, the most efficient method of operation that does not require additional capital investments.

#### References

1. Коротаев Ю.П., Козлов А.П. и др. Расчеты, проводимые в процессе разработки газовых месторождений. - М.: Недра, 1971.
2. Чарный И.А. Основы газовой динамики. - Гостоптехиздат - 1961.
3. Игнатенко Ю.К., Н.Р. Акоюян и др. Временная инструкция по удалению жидкости из газовых и газоконденсатных скважин с помощью пенообразующих веществ. Ставрополь, 1977г. - с. 12- 15
3. Пермяков И.Г., Шевкунов Е.Н. Геологические основы поисков, разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений. М., Недра, 1971.
4. Определение газового фактора и ресурсов нефтяного газа с применением методов математической статистики. В сб. Разработка нефтяных и газовых месторождений, Авт.: Я.М. Островский, Ашхабад, ТПИ, 1982.
5. Гуревич Г.Р., Брусиловский А.И. Справочное пособие по расчету фазового состояния и свойств газоконденсатных систем. М., «Недра», 1984.



## ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОГАЗА НА ОСНОВЕ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

**Иброхимзода Д.Э.**

*доктор химических наук, и.о. профессор  
кафедры переработка энергоносителей и  
нефтегазового сервиса ТТУ имени академика М.С. Осими*

**Махмудова Т.М.**

*кандидат технических наук, и.о. доцент  
кафедры переработка энергоносителей и  
нефтегазового сервиса ТТУ им. акад. М.С. Осими*

**Джурахонзода Р. Дж.**

*кандидат технических наук,  
ассистент кафедры БЖД и экологии  
ТТУ имени академика М.С. Осими*

**Муродов А.А.**

*ТАУ имени Ш. Шотемура, докторант  
кафедры «Технология хранения и переработки  
сельскохозяйственных продуктов»*

## EFFICIENT TECHNOLOGY FOR OBTAINING BIOGAS BASED ON MUNICIPAL WASTE

**Ibrahimzoda D.**

*Doctor of Chemistry, acting. Professor of  
the Department of Energy Recycling and  
Oil and Gas Service of the TTU named after acad. M.S. Osimi*

**Mahmudova T.**

*candidate of technical sciences, acting  
Associate Professor of the Department of  
Energy Recycling and Oil and Gas Services  
of the TTU named after acad. M.S. Osimi*

**Jurakhonzoda R.**

*Ph.D in Ing. Associate Professor of the  
Department of Life Safety and Ecology,  
TTU named after acad. M.S. Osimi*

**Murodov A.**

*PhD student of the department of  
"Technology of storing and processing  
of agricultural products", TAU named after Sh. Shotemur*

DOI: [10.5281/zenodo.7247703](https://doi.org/10.5281/zenodo.7247703)

### АННОТАЦИЯ

В данной статье представлена информация об эффективной технологии получения биогаза на основе бытовых отходов. Выявлено, что практическое внедрение разработанной технологии для Республики Таджикистан очень важно. С применением рекомендованной технологии можно решить экологическую проблему обезвреживания бытовых отходов. С применением инженерных методов и методов органической химии изучены физико-химические и технологические аспекты разработанной технологии. Выявлено, что с применением хемо- сорбентов можно снизить концентрацию CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S и NH<sub>3</sub> в полученном биогазе.

### ABSTRACT

This article provides information on an effective technology for producing biogas based on household waste. It was revealed that the practical implementation of the developed technology for the Republic of Tajikistan is very important. Using the recommended technology, it is possible to solve the environmental problem of domestic waste disposal. With the use of engineering methods and methods of organic chemistry, the physicochemical and technological aspects of the developed technology were studied. It was found that with the use of chemisorbents it is possible to reduce the concentration of CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S and NH<sub>3</sub> in the resulting biogas.

**Ключевые слова:** бытовые отходы, обезвреживание, природные соединения, биотехнология, биогаз, химический состав, хемо-сорбенты, очистка биогаза.

**Keywords:** household waste, neutralization, natural compounds, biotechnology, biogas, chemical composition, chemo-sorbents, biogas purification.

**Введение.** В связи с увеличением населения на планете земля увеличивается и потребление продуктов питания и товаров народного потребления. Этот спрос привел к увеличению количества бытовых отходов.

Во всех странах ежегодно тратятся большие средства на утилизацию бытовых отходов. В развитых странах бытовые отходы перерабатываются и разделяются на фракции, на их основе производятся материалы и изделия.

Для Республики Таджикистан важно внедрить этот опыт на практике, это может способствовать прогрессу индустриализации страны.

Для того чтобы сделать технологию утилизации бытовых отходов эффективной, необходимо идентифицировать компоненты этих отходов и определить производственные направления их использования. Одной из существующих технологических проблем в этой сфере является обеззараживание бытовых отходов, относящихся к пищевым отходам.

Анализ литературы в этой области показал, что возможно производство порошка на основе пищевых отходов. В состав такого порошка входят питательные элементы фосфор и азот. Углерод и водород в пищевых отходах превращаются в  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$

в процессе компостирования. Такое производство не очень выгодно с экономической точки зрения. В то же время эмиссия  $\text{CO}_2$  может способствовать увеличению выбросов парниковых газов и оказывать негативное влияние на местную экологическую обстановку [1-4].

Учитывая эту проблему, был проведен ряд исследований по поиску решений [5-7]. В результате определено, что производство биогаза на основе пищевых отходов экономически и экологически выгодно.

**Материалы и методы исследований.** На практике применение этой технологии имеет не только практическое значение, она снимает проблему обеззараживания бытовых отходов, но и большое теоретическое значение имеют научные достижения в этой области. Результаты исследований в этом направлении могут не только усовершенствовать теорию механизмов ацетогенных и метаногенных реакций, но и способствовать разработке оптимальных вариантов получения биогаза.

С учетом этих преимуществ была разработана полезная технология производства биогаза на основе пищевых отходов. Разработанная технология включает следующие аспекты (рис. 1).

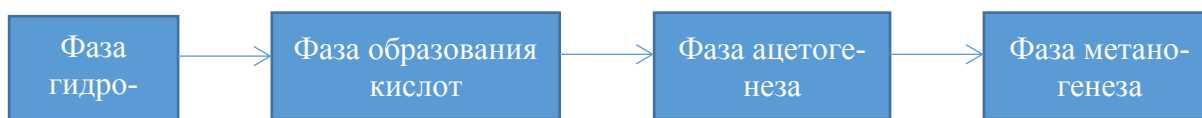


Рисунок 1. Технологический процесс получения биогаза

Как видно из рассмотренной на рисунке 1 сущности технологии переработки, биотехнологический процесс получения биогаза на основе природных соединений бытовых отходов включает четыре фазы. На первом этапе осуществляется гидролиз крупных природных органических соединений. Эта технологическая обработка приводит к тому, что уголь и белки, составляющие основу химического состава природных соединений, становятся их мономерами.

После гидролиза под действием микроорганизмов образующиеся органические соединения превращаются в органические кислоты. Здесь необходимо отметить, что наряду с образованием угольных кислот также образуется группа органических соединений, таких как аммиак, сероводород и водород. Аминокислотные остатки белков способствуют образованию аммиака и сероводорода.

Результаты анализа показали, что в ацидогенной фазе происходит трансформация органических кислот в уксусные под действием ацидогенных бактерий. После этого превращения начинается фаза метаногенеза, в ходе которой уксусная кислота пре-

вращается в метан и углекислый газ. Затем образующийся углекислый газ под действием бактерий превращается в метан и воду.

В настоящее время ряд компаний, работающих в Германии, Дании, Китае, США и России, могут купить устройства и оборудование для производства биогаза [8]. Анализ работы этих устройств и сравнение обрабатываемой технологии, реализованной в лабораторных условиях, показало, что в известной разработанной технологической линии имеется недостаток. Этот недостаток связан с тем, что из получаемого биогаза не планируется удалять аммиак и кислые газы.

Поэтому при сжигании неочищенного биогаза может выделяться не только газ  $\text{CO}_2$ , но и азотистые и сернистые газы. Как известно, выбросы таких газов не только негативно влияют на экологию атмосферы, но и могут способствовать образованию кислотных дождей.

Учитывая эту проблему, в разработанной технологии планировалось очищать эти газы. Очистку этих газов можно проводить по следующей технологической линии (рис. 2).

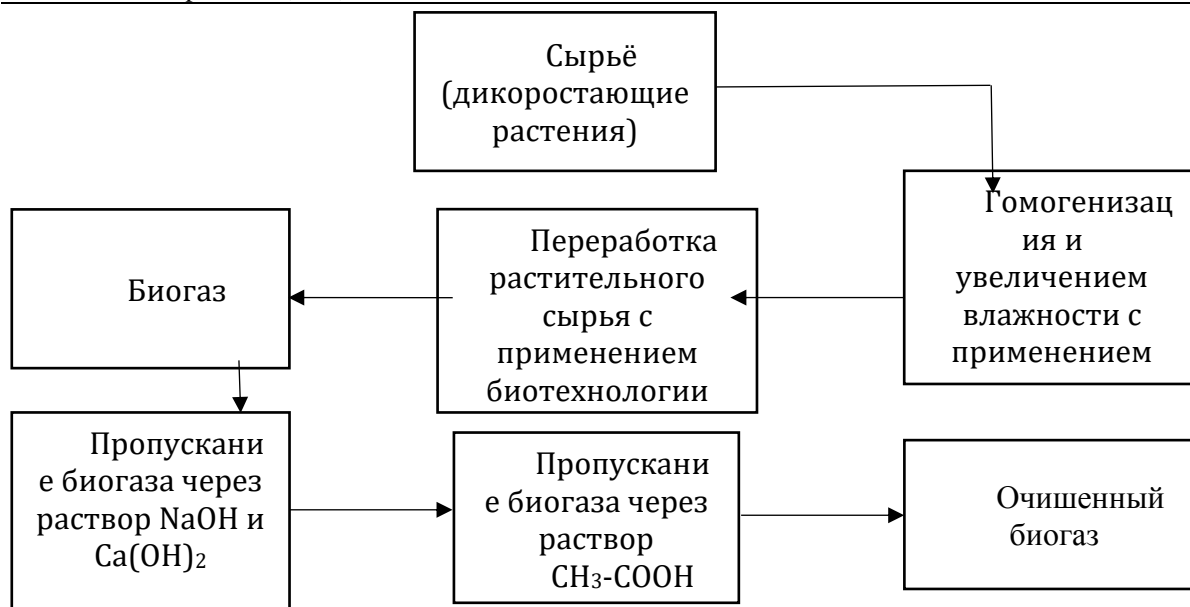
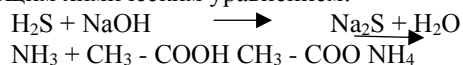


Рисунок 2. Техника и технология очищения полученного биогаза от сопутствующих компонентов

Как видно из разработанной технологической линии, рассмотренной на рисунке 2, в процессе производства биометана также образуются газы  $H_2S$ ,  $NH_3$ ,  $H_2$  и  $CO_2$ . При проведении биогаза из 10% раствора  $Na(OH)$  происходит хемосорбция газов  $H_2S$ . Газообразный аммиак в биогазе очищают раствором  $CH_3-COOH$ .

Химию этой технологии можно объяснить следующим химическим уравнением:



В разработанной технологии для увеличения доли массы метана биогаз переводят из состава гашеной извести ( $Ca(OH)_2$ ). Такая технологическая обработка приводит к взаимодействию  $CO_2$  с  $Ca(OH)_2$  с образованием  $CaCO_3$ .

Для определения преимуществ перерабатываемой технологии был определен химический состав получаемого биогаза до и после очистки методами физико-химического анализа и органической химии. Результаты анализа представлены в табл. 1.

Таблица 1

Изменение химического состава биогаза после очистки хемосорбционным методом

Образец анализируемого биогаза	Массовая доля компонентов газа (в %)					
	$CH_4$	$CO_2$	$H_2S$	$NH_3$	$H_2$	Другие газы
Полученный биогаз	62	34	1,5	0,8	0,7	1
Полученный биогаз после обработки	94,3	-	следы	след	2,3	2,9

Как видно из результатов анализа химического состава получаемого биогаза, представленных в табл. 1, массовая доля метана после очистки возрастает до 94,3%. Поглощение газов  $CO_2$ ,  $H_2S$  и  $NH_3$  сорбентами способствует увеличению доли метана в массе.

Таким образом, с помощью инженерных методов технологии органического вещества была разработана полезная технология производства биогаза. Разработанная технология технологически, экономически и экологически превосходит аналоги.

### Литература

1. Иброгимов, Д.Э. Новый метод определения кислотного числа в маслах и экстрактах [Текст] / Д.Э. Иброгимов, Ш.Х. Усмонова, Ш.Х. Халиков // Научная перспектива (научно-аналитический журнал). – Россия: Химия, - 2010. -№9,-С.84-86.

2. Иброгимов, Д.Э. Безотходное производство нефтегазовой отрасли [Текст] / Д.Э. Иброгимов, Х.Ш. Гулахмадов // Вестник Таджикского технического университета. №2(26) – Душанбе: Шинос, - 2014. – С.120-121.

3. Иброгимов Д.Э. Эффективные технологии производства биодизеля на основе растительных технических масел/ Иброгимов Д.Э., Маджидов Т.С., Гулахмадов Х.Ш. Махмудова Т.М // Политехнический Вестник серия: инженерные исследования – Душанбе: Шинос, -2019. -№1(45). – ст.117-121.

4. Иброгимов Д.Э. Экологические аспекты перспективы применения альтернативных топлив в транспортном секторе Республики Таджикистан/ Иброгимов Д.Э., Фохаков А.С., Махмудова Т.М.// Вестник Таджикского национального университета (ISSN-2413-452X.)- 2019. №2 ст.86-93.

5. Иброгимов Д.Э. Физико-химические аспекты технологии получения биодизеля на основе

масла семян *Egusa sativa* Mill/Иброгимов Д.Э., Махмудова Т.М., Иброгимов Ф.Д., Ахмад Дж.Н., Абдул М.Р., Некмухаммад Дж.// Вестник Таджикского национального университета (ISSN-2413-452X.) - 2019. №3 ст.202-208.

6. Иброгимов, Д.Э. Альтернативные методы получения жидкого биотоплива/ Д.Э. Иброгимов, Р. Сафармуроди, Т. Раджаби // Материалы международной научно-практической конференции «Подготовка научных кадров и специалистов новой формации в свете инновационного развития государств». –Душанбе: Ирфон, -2010. –С. 199-200.

7. Иброгимов Д.Э., Эффективные технологии получения биодизеля на основе местного сырья/ Иброгимов Д.Э., Махмудова Т.М., Одинаев Х.Н., Рахимов Б.А.// материалы Республиканской научно-практической конференции Наука – основа инновационного развития Душанбе- 2020.с.352-354.

8. Малый патент Республики Таджикистан №ТJ 360 от 25.05.2010. Способ получения биоэтанола / Иброгимов Д.Э., Халиков Ш.Х., Усмонова Ш.Х. Сафармуроди Р.

## MAIN PROBLEMS IN LASER WELDING OF THIN-WALLED STRUCTURES FROM ALUMINUM AND BERYLLIUM ALLOYS (REVIEW)

*Peleshenko S.*

*National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute” (Kyiv, Ukraine),  
PhD student*

DOI: [10.5281/zenodo.7247723](https://doi.org/10.5281/zenodo.7247723)

### ABSTRACT

The paper shows the results of analysis of current state of welding of thin-walled structures made of aluminum and beryllium alloys (so-called light alloys). Main problems and issues that may arise during laser welding of thin-walled structures from aluminum and beryllium alloys are determined. It is shown that according to the criteria of localization of heat deposition, minimization of the amount of residual deviation from the pre-defined shape and technological possibility of process implementation, a laser heat source may be widely applicable due to its possibility to form welded structures for aerospace purposes with a minimum level of residual stresses and deformations. Possible ways of eliminating problems that arise during laser welding of thin-walled aerospace structures from aluminum and beryllium alloys are proposed.

**Keywords:** Aluminum, Beryllium, Alloys, Welding, Laser, Mechanical Characteristics, Defects, Residual Deformations.

Light metals such as aluminum and beryllium, as well as their alloys, are widely used in the manufacture of modern mechanisms, in particular, in aircraft and rocket engineering. Their wide application is possible due to unique combination of properties: low density with high values of specific strength, corrosion resistance and thermal conductivity. The growing variety of structures made of these materials makes it necessary to create different methods of welding these materials. However, high thermal conductivity complicates the development of new welding techniques for these alloys. One of the most radical ways to reduce the effect of thermal conductivity on the residual stress-strain state of welded structures is to apply highly concentrated heat sources, in particular laser radiation. Welding processes that involve laser radiation allow to achieve high indicators of performance and quality of the obtained joints, are relatively stable and have good repeatability of results.

This paper aims to analyze literature and scientific publications on the topic of welding of thin-walled structures from aluminum and beryllium alloys in order to determine the main problems that arise during the process, as well as to determine possible ways to eliminate these problems.

Aluminum-based alloys are widely used in modern industry for the manufacture of lightweight structures with high strength and corrosion resistance.

Such structures may include products from such fields as instrument construction, chemical and food industries, electric power and electronic technologies, transport, etc. [1]. Metals containing beryllium are used much less frequently. Despite this, the production of such products is relevant for solving a number of problems in nuclear power industry, aerospace industry, etc. [2]. When manufacturing structures from light alloys (aluminum and beryllium), it is often necessary to obtain high-quality non-separable joints [3]. Various welding methods are used for these purposes [4].

In some cases, there is a need to weld heterogeneous joints from high-strength thin-walled aluminum alloys, for example, of 6xxx and 7xxx series [5]. Modeling of thin-walled structures from 6060 and 7003 alloys using the models, which are based on large shells prove the possibility of applying MIG welding. Plasma-arc welding technology is proposed for joinings of the technological rollers, necessary for fastening flanges in thin-walled large-sized cylindrical and spherical structures made of aluminum alloys [6]. Billets from aluminum alloys, in particular, thin-walled curved parts from Al-Li system alloys (for example, alloy 2195), are successfully welded by friction with stirring [7]. In [8], application of automated welding technology by Cold Metal Transfer for butt joints of thin-walled structures made of aluminum alloy AMg6 is substantiated. In some cases, ultrasonic spot welding is used to connect thin-walled parts, including made of aluminum and titanium [9].

In recent decades, laser welding has been used for welding critical thin-walled structures. Thus, the work [10] describes the use of laser welding for the manufacture of stringer fuselage sub-panels of aircraft casing. In [11], the possibility of replacing the traditional methods of riveting reinforced aircraft panels made of aluminum alloy by the laser welding method is proved. In [12], the resistance to compressive loads of a two-sided panel of an aircraft fuselage made of Al-Li alloy, welded by a laser, was considered. In a number of

cases, laser welding is successfully used for welding precision thin-walled elements of devices and sensors [13]. Laser-MIG welding is used to manufacture a welded structure of a high-speed train body with a complex internal shape from thin-walled aluminum alloy profiles (thickness 2–4 mm) [14]. This process may minimize the formation of pores in the seams due to the action of an additional heat source (Fig. 1, a) and allows obtaining a joint with acceptable level of strength (Fig. 1, b).

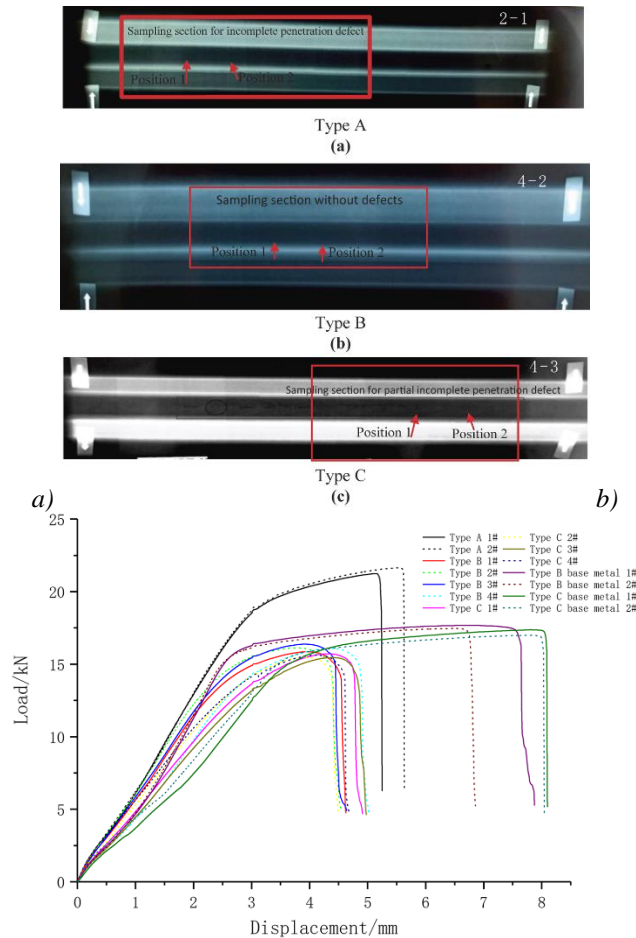


Fig. 1. Results of laser-MIG welding of 5754-H32 alloy [14]: a) – minimization of pore formation in seams; b) – results of static stretching of welded samples.

Despite a number of advantages associated with high thermal locality of laser welding, this process has certain disadvantages that make its industrial application more complicated. Thus, during laser welding of aluminum alloys, a characteristic defect is the formation of cracks, in particular, the appearance of hot cracks [15]. A feature associated with laser welding of thin-walled aluminum structures is the formation of pores due to surface tension [16]. The dynamics of welding bath during laser welding of aluminum alloys

is influenced by their alloying elements (Fig. 2) [17]. At the same time, the increase in number of these elements and the transition to welding high-strength alloys are associated with an increase in the tendency to the formation of internal pores in the seams (Fig. 3). The features and results of the welding process are also affected by the type of laser, or rather the wavelength of radiation [18]. Another important aspect of the results of laser welding process is the strength of obtained thin-walled structures [19].



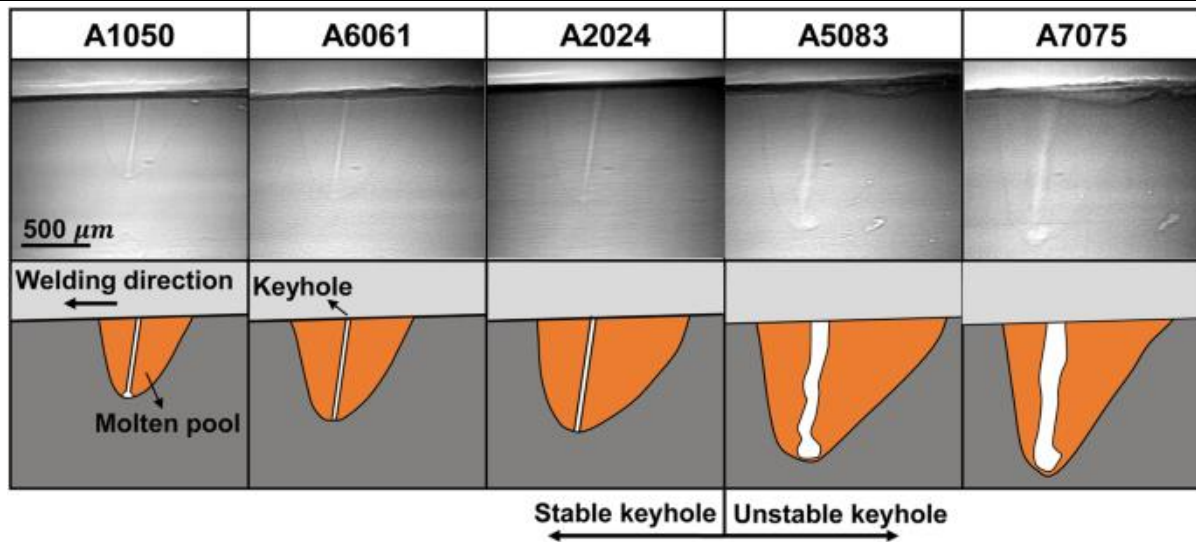


Fig. 2. A typical longitudinal view of a pool of molten aluminum alloys with different levels of alloying at a stable stage (photographed by an X-ray imaging system) [17].

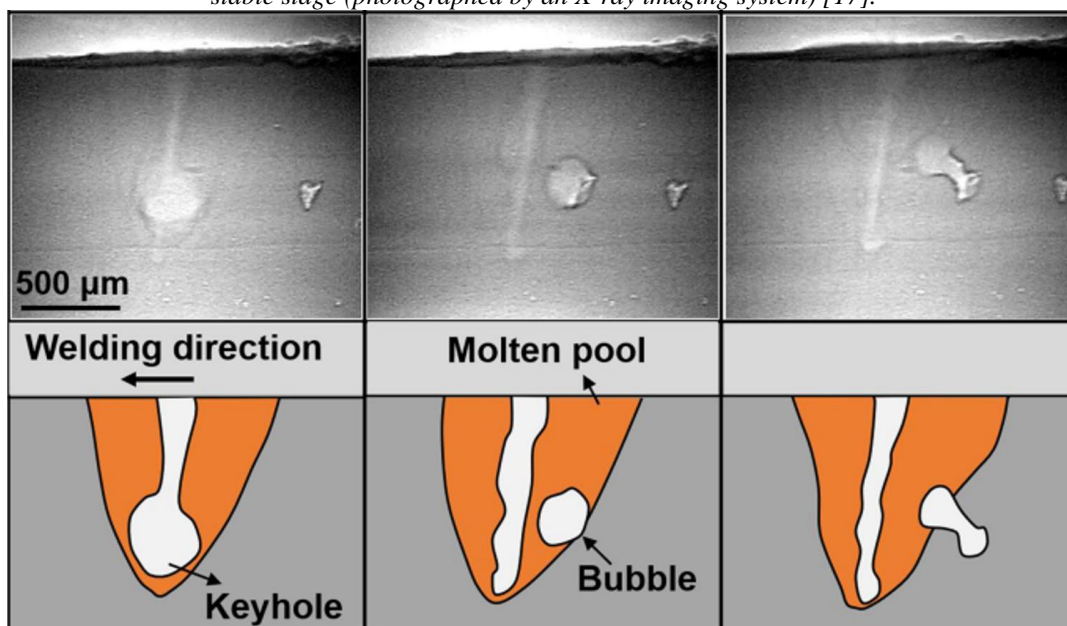


Fig. 3. Typical longitudinal view of the melt bath and the process of formation of an internal pore during laser welding of the A7075 alloy.

Traditionally, significant disadvantages of welded thin-walled structures made of aluminum alloys are residual deformation and low fatigue strength [20]. In order to take into account the influence of welding defects, it is necessary to apply software modeling of the temperature field and determine the structure of the joints of thin sheets with further prediction of welding deformations and residual stresses. In the case of laser welding, it is necessary to take into account the possibility of these shortcomings. However, compared to other welding technologies, those based on the application of laser radiation are best suited for solving the problem of welding thin-walled structures. In [21], it is shown that in the case of manufacturing thin-walled non-separable structures, it is advisable to use advanced laser or hybrid laser-arc welding methods capable of localizing the thermal heating of the weld zone.

The use of high-strength aluminum and beryllium alloys makes it possible to create lightweight structures with increased mechanical properties, which makes

their use in modern industry relevant. High-strength beryllium alloys that are quite widely used include, first of all, the three-component "Local" system of Al-Be-Mg, grades of Lx-59-3 (59%Be, 3%Mg), Lx-40-3 (40% Be, 3%Mg). Among high-strength aluminum alloys, the alloys of the Al-Zn-Mg-Cu system (7xxx series), which have the highest mechanical properties, are of greatest interest. However, welding of such alloys is difficult due to their tendency to form hot cracks and pores. Therefore, studies of structure formation during welding of thin-walled joints from these alloys using concentrated energy sources are relevant.

Both traditional (arc or plasma) and more modern (laser and hybrid laser-plasma) fusion welding methods can be used to join thin-sheet aluminum and beryllium alloys. When using arc welding methods, the width of the seam usually exceeds the depth, which is determined by the convective mechanism of metal melting. In [22], it was shown that the intensity of such heat exchange and flow of liquid metal in the welding bath is



influenced by alloying elements that act as surface-active substances. In addition, the temperature of the surface has an influence, therefore, the welding parameters. In work [23] it was shown that during welding with a freely burning arc, the force of the surface tension gradient and the electromagnetic force prevail in the convective flow of metal in the weld pool. The same penetration can be obtained during laser and laser-plasma welding [24]. At the same time, the dominant force factor determining the hydrodynamics of the melt is the Marangoni force. Convective energy transfer has the main influence on the formation of the molten zone in all the considered cases. Its shape and the amount of energy invested can lead to the formation of hot cracks (especially when welding high-strength and beryllium alloys) [25]. It is more effective to use laser and laser-plasma welding with such penetration, in which the

width of the penetration is less than the depth. This type of penetration is called deep and is characterized by the formation of a steam-gas channel [26]. Peculiarities of the existence of the steam-gas channel are related to its pulsations, which can contribute to the formation of pores in the remelted metal [27]. The formation of cracks is associated with an increase in the crystallization rate of low-melting eutectics, the appearance of which is caused by an increase in the welding speed [28]. An increase in the critical rate of deformation of welds (in the example considered in Fig. 4 from -4%/s to -1%/s) helps to reduce the tendency to hot cracking (by 75%), primarily due to the optimization of laser welding modes. In addition to pores and cracks, defects such as the formation of undercuts on the surface of the seam in the fusion zone, uneven formation of reinforcement rollers, sagging seams, etc. may occur [29].

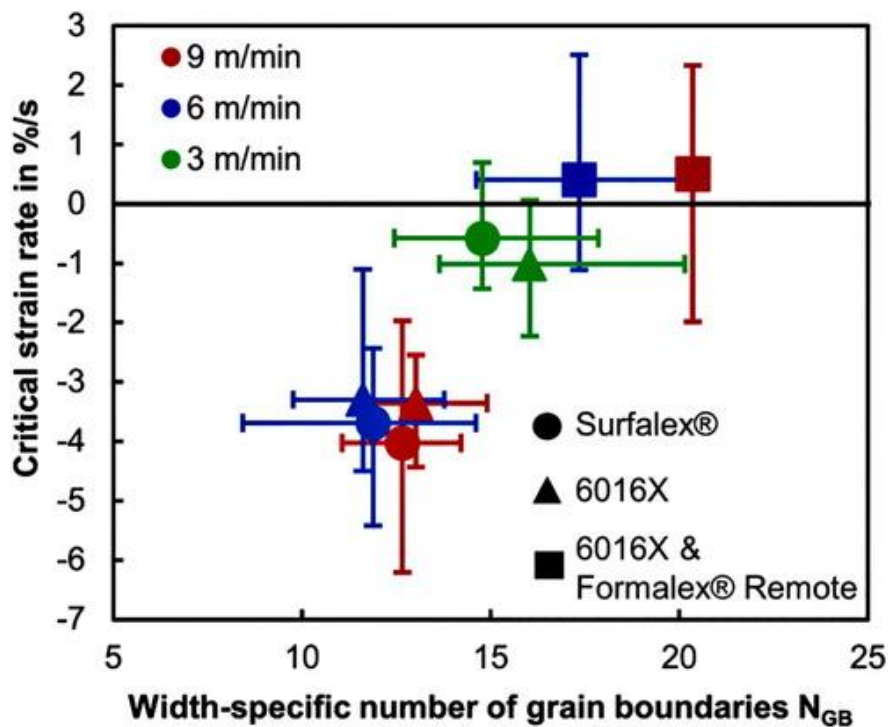


Fig. 4. Critical rates of deformation of welds of various aluminum alloys of the Al-Mg-Si system, welded at different speeds, depending on the specific number of NGB grain boundaries across the width of the seam [28].

The joints of high-strength aluminum alloys of 7xxx series and alloys with a high content of beryllium (such as "Localoys") are more prone to the formation of cracks and pores. In [25], it is shown that evaporation during laser welding leads to a change in the concentration of volatile elements, primarily magnesium and zinc. This changes the crystallization rate of the weld and thus the susceptibility to hot cracking. This effect is largely influenced by the welding speed. In [30], it is shown that alloys of the 7xxx series have poor weldability due to their high tendency to crack formation and coefficient of thermal expansion, as well as

low evaporation temperature of Zn and Mg elements. This contributes to the formation of such welding defects as cracks and porosity (Fig. 5). Similar defects can be detected in the case of welding deformed alloys of other series with lower strength [31]. In addition, when welding alloyed aluminum alloys, the presence of oxide inclusions in the remelted metal is also possible. Recently, a number of approaches have been developed to minimize and eliminate these defects. Basically, such approaches are focused on welding with penetration with the formation of a through channel (keyhole) [31].

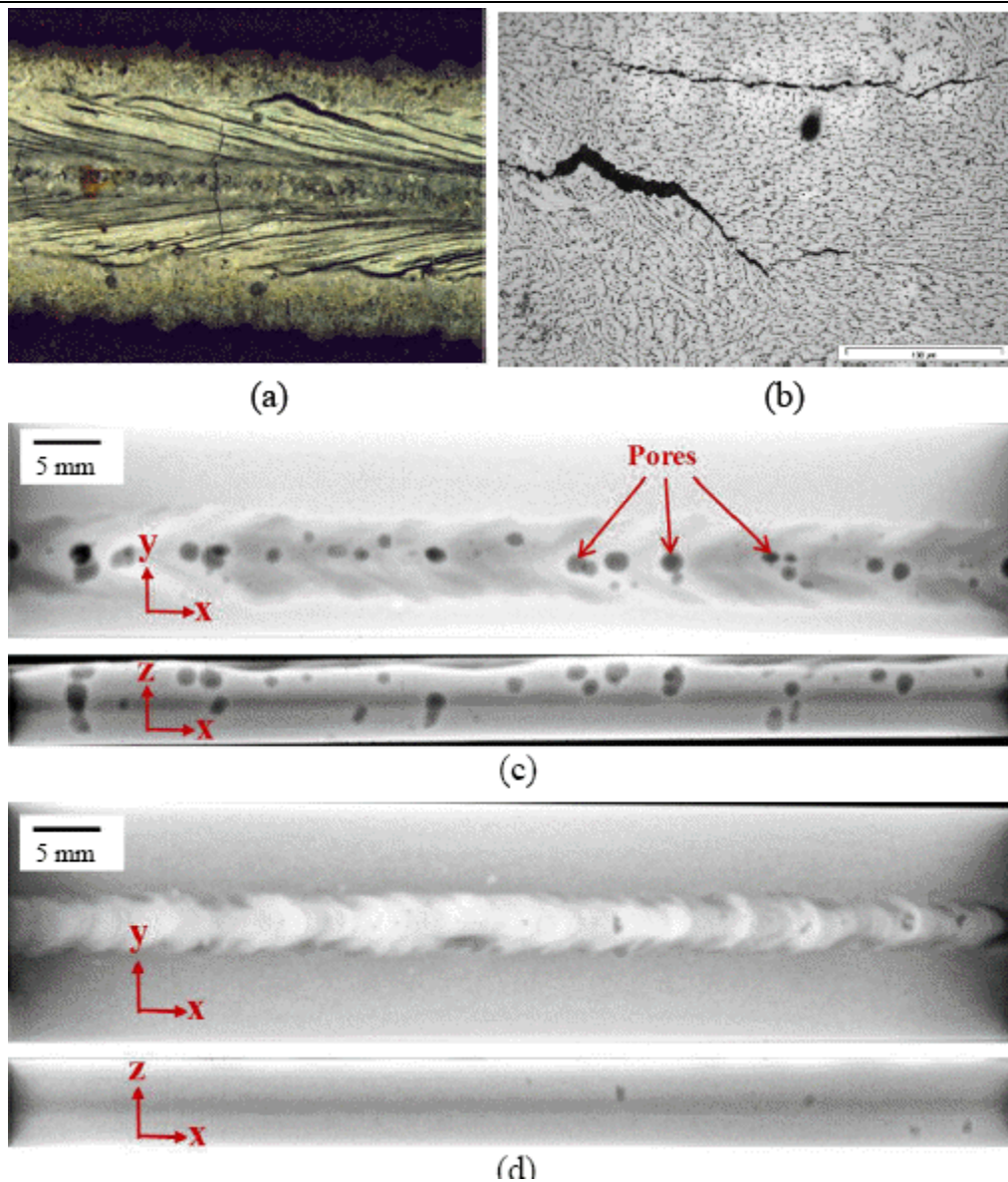


Fig. 5. Defects of welds: a) – transverse cracks on the upper roller of the Al7075 sample, welded by the laser-arc method; b) – a typical crack in the HAZ of the Al7075 sample welded by the laser method; c) – radiograph showing the degree of porosity in the Al7075-T651 sample welded by the laser-arc method; d) – radiograph of seams obtained by laser welding with cold wire 4043.

When choosing filler materials for welding light alloys, it is recommended to take into account a number of main factors [32]. These include good weldability or absence of cracking, tensile or shear strength of weld, ductility of weld, operating temperature range, corrosion resistance, and color match between the weld and the base alloy after anodization. Among aluminum alloys, alloys of 7xxx series have become the most popular today due to such a complex of their properties as high static and dynamic strength, heat resistance, high impact toughness, resistance to damage, low density, low sensitivity to hardening, etc. [33]. However, due to high mechanical properties, welding of these alloys is problematic.

One of the promising approaches to joining alloys of the 7xxx series is friction stir welding [34]. However, in this case, due to the release of heat during welding,

the strength of the seams decreases and post-weld heat treatment is required (Table 1), which leads to undesirable coarsening of the grains in the joint [35]. The best results are achieved when friction stir welding is used to join alloys of the 7xxx series with alloys of other series that have better weldability. An example can be the combination of these alloys with alloys of the 2xxx series [36]. AA2139-T8/AA7020-T651 joints were friction stir welded with rotation and feed speeds in the range of 600-1000 rpm and 250-550 rpm, respectively. The yield strength of the joints was 77-79%, the tensile strength was 88-96% of the base material AA7020 (Fig. 6). However, in a number of cases, defects occur on the side of the 7xxx series alloy. Thus, during friction stir welding of 2017A/7075 aluminum alloys, plastic deformation increases the hardness of the 7075 alloy, which leads to a weakening of the seam zone [37].

Table 1.

Relative values of tensile strength (efficiency in %) in the transverse direction of heat-treated joints of aluminum alloys obtained by friction stir welding [34].

Material	Thickness (mm)	Efficiency (%)
AA 2014	8,0	75
AA2014-T651	6,0	68–70
AA 2017-T351	5,0	82
AA 2017A-T451	20,0	90,8
AA 2024-T3	3.0	88
AA 2024-T3	4.0	83
AA 2024-T3	4.0	89–90
AA 2024-T4	3.0	60
AA 2219-T6	6,0	71
AA 2219-T6 (YB)	7,5	83,3
AA 2219-T87	–	65
AA 2519-T87	6,0	57–62
AA 2519-T87 (YB)	6,0	65–76
AA 6013-T4	4.0	93
AA 6013-T6	4.0	74
AA 6061 (AB)	6,0	66
AA 6061(CT)	6,0	59
AA 6061 (CTA)	6,0	63
AA 6061(AГ)	6,0	77
AA6016-T4	1,0	~80
AA 6061-T6	5,0	74
AA 6056-T78	6,0	74,4
АЛ 6082-T6	8,0	75–81
AA7020-O	12,0	100
AA7020-T6	4.4	84
AA7039-T6	5,0	85,6
AA7039-W	5,0	93,8
AA7039-O	5,0	98,2
AA7050-T7451	6.4	77–81
AA 7075-O	3.17	100,2–101,2
AA 7075-T6	3.17	67,8–79,8
AA 7075-T6	3.0	75
7050-T7451	6,35	70–75
AA7075-T651 (AW)	12,0	69,9
AA7075-T651 (AГ)	12,0	55,7
AA7075-T651 (CTA)	12,0	79
AA 7349-T6	10,0	81

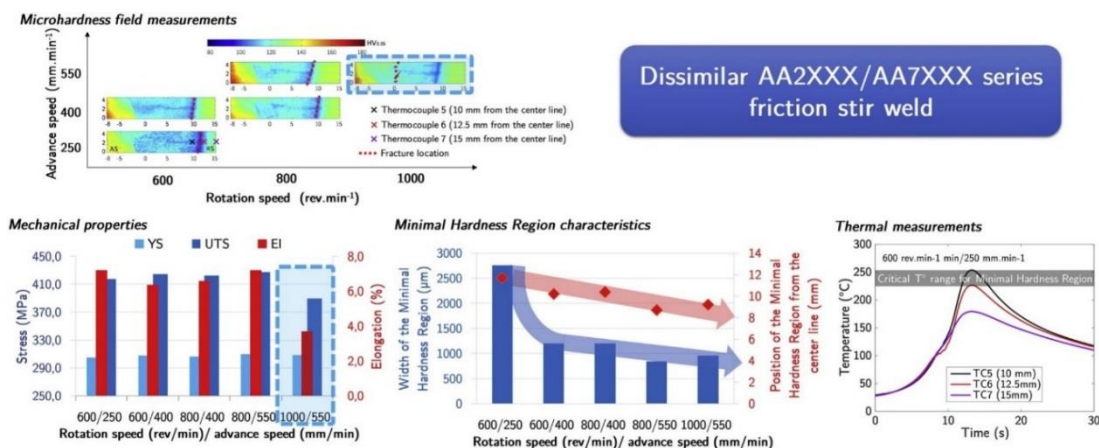


Fig. 6. Physico-mechanical characteristics of welded joints AA2XXX/AA7XXX obtained by friction with stirring [36].

Modern technologies make it possible to weld light alloys, which until now were considered difficult to weld [38]. Such technologies include not only friction stir welding, which is successfully used due to the absence of melting in the welding zone. A number of innovative processes have been developed, such as arc

welding with low heat input, as well as fusion welding with high power density (laser and electron beam welding) [39]. An example can be laser butt welding of a package of high-strength aluminum alloy sheets with radiation scanning (Fig. 7) [40].

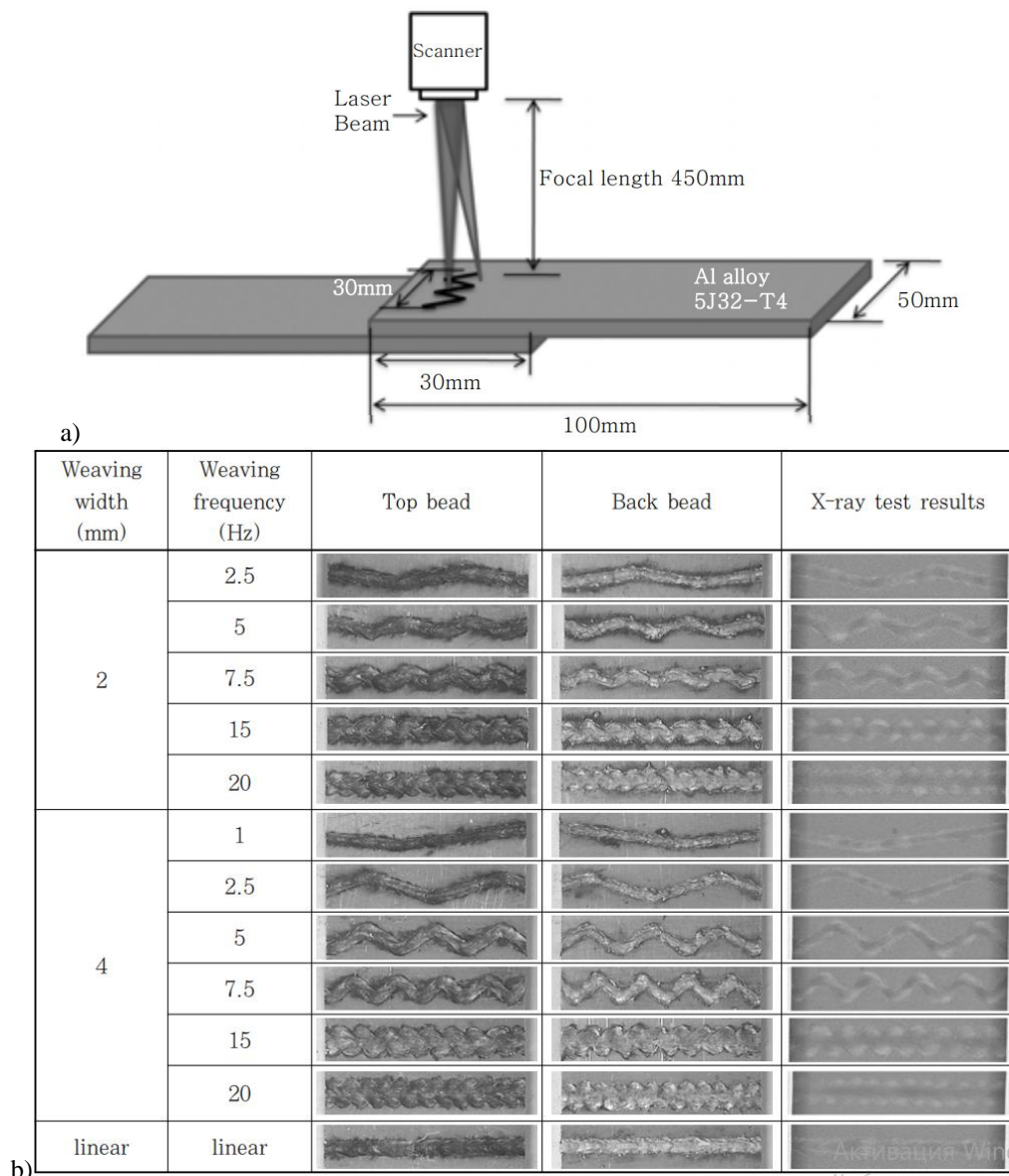


Fig. 7. Scheme of process (a) of laser butt welding with a slotted seam with radiation scanning and the appearance (b) of rollers and the results of their X-ray examination [40].

Innovative light alloy welding processes include the GAMW multi-layer and multi-pass welding technology, developed for joining aluminum alloys 5083, 6005A and 7N01 with a thickness of 10 mm, used in high-speed trains of the Chinese Railways [41]. The tensile strength of the obtained joints reached 323, 206 and 361 MPa for alloys 5083, 6005A and 7H01, respectively. Contact welding can be used for welding alloys of the AA5xxx and AA6xxx series, including when dissimilar joints are obtained [42].

Arc welding with a tungsten electrode in a protective gas environment (TIG or GTAW) is an important method of joining high-strength aluminum alloys, which are increasingly widely used in the aerospace, aviation, automotive industry, in the manufacture of

rocket engines, for rockets, marine engine components, etc. [43]. However, this technology has been developed to a greater extent for less strong alloys, including the 6xxx series (for example, the AA6105 alloy) [44]. When dissimilar joints of 2024 T3 and 7075 T6 aluminum alloys are obtained by the TIG (GTAW) method, there is an increase in brittleness and a drop in tensile strength by 44% and 37% in base metals 7075 T6 and 2024 T3, respectively [45].

In [46], it is shown that one of the promising technologies for joining high-strength alloys 7025-T6 and AW-7020 is pulsed MIG welding. With constant heat supply in the process of such welding, the speed practically did not affect the hardness of the weld. However, the grain size increased with increasing filler wire feed



rate, welding current, and welding speed. High driving energy led to a decrease in the stiffness of the weld. Preheating was detrimental to AW7020 welds, but artificial aging proved beneficial. Acceptable seams were obtained using pulsed MIG welding without first removing the Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> layer. It was established that the Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oxide layer has a different composition in different aluminum alloys.

The main feature of the welding of beryllium and its alloys is the toxicity of the welding aerosols that are released during this process [47]. The content of beryllium in air should not exceed 0.001-0.003 mg/m<sup>3</sup>. Therefore, its welding is usually performed in closed chambers with a controlled atmosphere, which ensure their suction and filtration.

Studies of the weldability of beryllium and its alloys show that cast alloys based on it can be successfully welded by TIG, electron beam and laser methods [48]. However, today vacuum technologies such as electron beam welding and vacuum brazing are preferred for the manufacture of responsible structures from beryllium alloys [49].

The main issues for beryllium welding include hot cracking, formation of cracks due to weld defects and low plasticity [49]. Hot cracking can be reduced by controlling the chemical composition of the welded beryllium alloy so that the Fe:Al ratio reaches up to 2.4, while the amount of iron and aluminum is minimized [48]. Defect cracking and ductility-restricted cracking

can be reduced by reducing the amount of BeO oxide and the grain size of the starting material. The weldability of beryllium can also be improved by reducing the welding speed, moderate heat input, minimizing the clamping forces of the parts to be welded, and using appropriate preheating. In some cases, cracking in the seams can be successfully eliminated by introducing an aluminum alloy filler metal into the weld pool. In the latter case, it should be taken into account that the use of filler metal can reduce the working temperature and strength limit of the welded joint.

The use of special alloyed additives with aluminum when welding beryllium and its alloys allows you to increase the strength of the joints from 0.5...0.6 to 0.7...0.8 of the strength of the base metal while simultaneously increasing plasticity. The introduction of additional alloying elements into the seam makes it possible to increase strength due to heat treatment, while alloys of the Al-Be-Mg system are not heat-strengthened. Such heat treatment ensures uniform strength of the seam with the base metal [50].

The strength of seams when welding beryllium alloys largely depends on the size of crystallites of the weld metal (Fig. 8). Grinding the seam structure is one of the ways to obtain welded joints that are close to the base metal in terms of strength: when the crystallites are reduced by 3-4 times (from 1.0 to 0.25 mm), the strength limit of the seam metal increases by approximately 3 times - from 137 to 412 MPa [50].

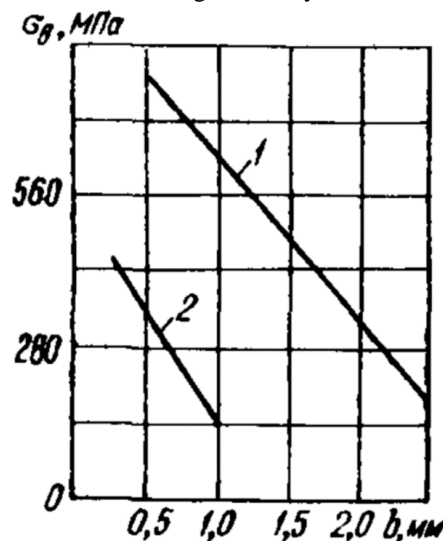


Fig. 8. Dependence of the strength limit  $\sigma_s$  [MPa] of beryllium and its welded joints on the grain size  $b$  [mm] [50]: 1 – base metal; 2 – seam metal.

In the case of welding without through penetration and keyhole formation, the thermal mode of laser welding changes (Fig. 9), which leads to a change in the structure of the metal being welded, as well as an increase in the risk of pores and cracks in the lower part of the seam [51]. However, sometimes there is a need to perform seams with non-through penetration. An example can be sealing seams, which are performed in closed trajectories (for example, circular) when welding flanges or manufacturing small parts. In such cases,

sealing may be required as a final assembly operation. In the volume that is sealed, electronic elements can be installed, which makes it inadmissible to remove the root of the seam into it. At the same time, the choice of mode parameters is complicated by the fact that for the same linear energy (for example, 13 J/mm [52]), welding processes can take place both in the convective mode and in the keyhole formation mode.

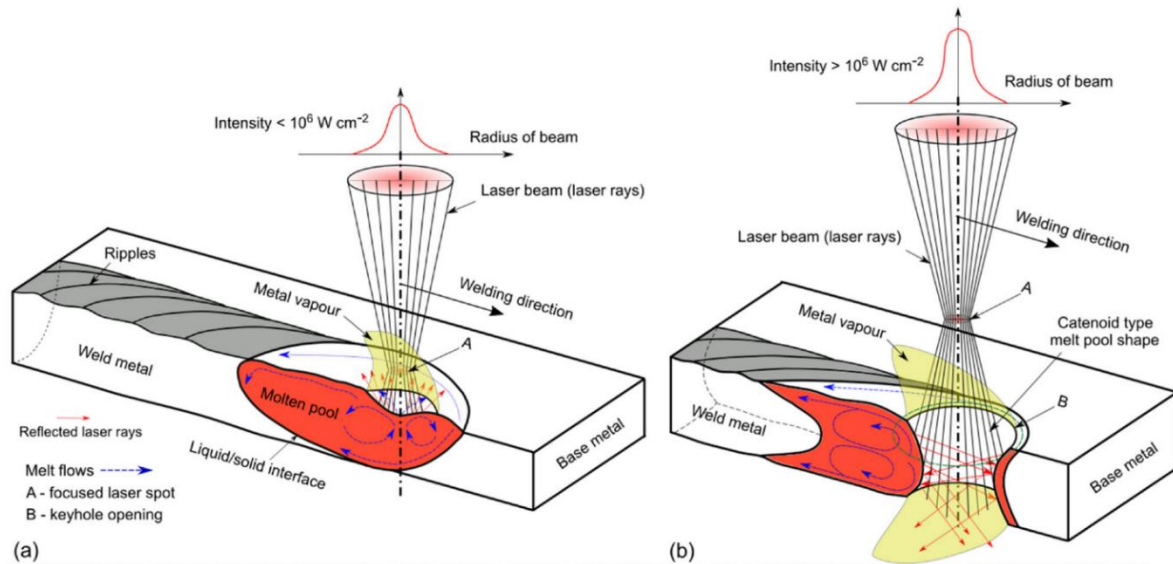


Fig. 9. Schematic illustrations of laser welding processes with an indication of melt flows [51]: a) – mode of heat conduction penetration (the beam is focused near the surface); b) – keyhole keyhole mode (defocused beam).

In case of multi-pass laser welding, there is also a need to form welds with non-through penetration. In [53], it was established that short thermal cycles during multi-pass laser welding lead to insufficient diffusion time of elements of the welded alloy, which leads to better preservation of the structures of the base metal. Additionally, the applied heating cycles during multi-pass laser welding contribute to the formation of interconnected microstructures that contribute to increasing the strength of the welded joint.

One of the defects characteristics of micro-plasma butt welding of thin-sheet aluminum alloys is the sagging of the seams [54]. To eliminate this defect, both laser and laser-plasma welding can be used [55]. Laser and hybrid welding is effective if it is necessary to obtain connections with non-through penetration, for example, butt joints (Fig. 10). However, from the point of

view of economic and technological expediency, laser-microplasma welding has the advantage. In [54], it is established that the formation of undercuts and internal pores in the seams can be characteristic defects of this process. The causes of such defects are mainly related to the gas dynamics of the plasma jet, the pressure of the plasma arc and the design of the integrated plasmatron. In this connection, work was carried out on the study of the outflow of plasma-forming and protective gases from the corresponding nozzles of the integrated plasmatron, as well as the placement of electrodes in it. This made it possible to develop an improved design in which the paraxial single-electrode circuit [56] was replaced by a symmetrical two-electrode coaxial circuit [57]. The created principles were the basis for further development of a universal integrated plasmatron for hybrid welding and cutting processes [58].

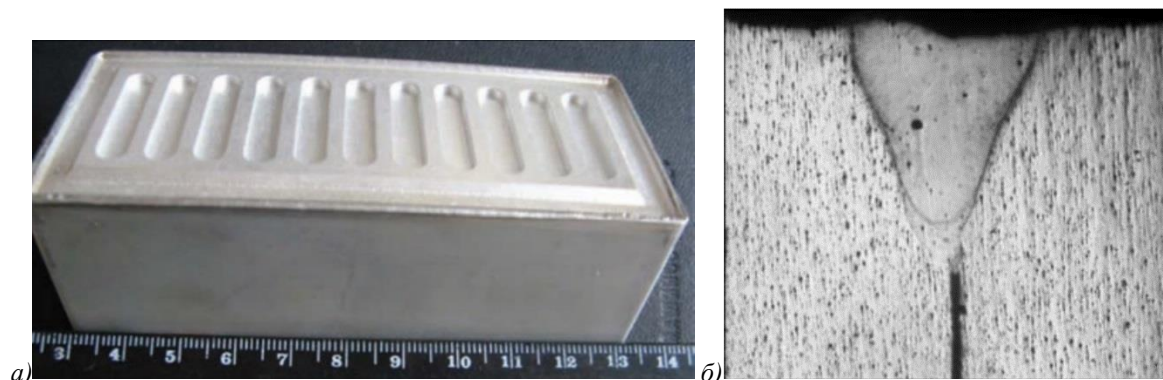


Fig. 10. Examples of application of laser and hybrid welding with non-through penetration: a) – external appearance of a fragment of the battery case made of aluminum alloy AMg6, 0.8 mm thick, connected by laser welding [55]; b) – macrostructure ( $\times 25$ ) of the cross-section of the end joint of AMg6 alloy ( $\delta=1.4$  mm), made by hybrid laser-plasma welding at a speed of 168 m/h [54].

In the analyzed works, questions related to the peculiarities of the formation of seams without through penetration remain unresolved. First of all, this concerns the occurrence of characteristic defects and suggestions for ways to eliminate them. No information

was found in the literature about the metallurgical features of the formation of joints of high-strength aluminum and beryllium alloys with seams of this type and about the choice of the optimal technology for obtaining a butt sealing seam with non-through penetration.



In general, it can be noted that in welding of thin-sheet light alloys by laser, arc and hybrid methods, may arise the following problems:

- obtaining a connection with the base metal of different strength, due to the difference in the sizes of the weld metal grains, the fusion zone of the weld with the base metal, the heat affected zone (HAZ) and the base metal;
- the formation of undercuts on the surface of the weld along the fusion zone, caused by the short existence of the welding bath in a liquid state and the absence of the possibility of normal spreading of the liquid metal until the moment of its crystallization;
- the appearance of pores in the weld metal, associated with a change in the solubility of hydrogen in the aluminum alloy at different temperatures;
- the appearance of hot cracks due to the presence of eutectic compounds in the weld metal and changes in the conditions of their solidification from the molten metal at different crystallization rates due to different welding driving energies.

In order to minimize the impact or completely eliminate the problems, which were mentioned above it is advisable to establish the regularities of the influence of the parameters of the laser welding process modes and the joint action of laser and plasma heating sources on the structure, the formation of characteristic defects and the peculiarities of the flow of thermomechanical processes in welded joints from aluminum and beryllium alloys, as well as to develop new techniques for obtaining thin-walled welded structures with a minimum level of residual stresses and deformations, as well as equipment for their implementation. The main ways to eliminate the main problems that arise during laser welding of thin-walled aerospace structures made of aluminum and beryllium alloys are the following:

- performing an analysis of the current state of welding of thin-walled structures from light alloys, justifying the choice of a heat source for welding thin-walled structures from light alloys, which allows forming welded structures for aerospace purposes with a minimum level of residual stresses and deformations;
- selection of necessary materials and equipment and research methods;
- development of calculation methods and implementation of forecasting of parameters of welding regimes of various types of light alloys using laser radiation, taking into account the requirements for penetration, performing its experimental verification for aluminum and beryllium alloys, establishing the peculiarities of the flow of physical and metallurgical processes during laser welding of these alloys in a chamber with controlled atmosphere;
- performing mathematical modeling of the temperature distribution in thin-walled products made of light alloys when they are heated by a laser heat source, including taking into account the requirements for the average temperature of specific products after local heating during the welding process;
- determining the influence of parameters of laser welding modes and conditions on the level of residual deformations and stresses by modeling thermal deformation processes during laser welding of thin-walled products made of light alloys;
- development of basic structural elements of equipment to create a research and industrial complex for welding aerospace products from light alloys;

- development of techniques and equipment for non-destructive testing and determination of the level of residual deformations and stresses of high-precision thin-walled welded products made of light alloys for aerospace purposes by the method of stereo-digital 3D image correlation.

On the basis of performed analysis of literary sources, the following conclusions are made:

1. Analysis of current state of welding of thin-walled structures from light alloys showed that according to the criteria of localization of heat input, minimization of the amount of residual deviation from the given shape and manufacturability of the process, a laser heat source is the most acceptable, which allows forming welded structures for aerospace purposes with a minimum level of residual stresses and deformations.

2. The main defects of seams in welding of aluminum alloys include hot cracks, internal pores, undercuts and sagging seams. One of the effective ways to eliminate cracks is to reduce the running energy, internal pores – to eliminate the ingress of the oxide film into the welding bath, sagging seams – the use of additive materials. To eliminate undercuts, it is advisable not only to select the thermal and high-speed modes of welding, but also to take into account the dynamics of gas flows and the pressure of the arc on the welding bath.

3. The growth of dendrites during crystallization of the weld pool in welding of light alloys leads to a decrease in the strength of the seam in the area of the vertical axis of the cross section. In addition, when welding light alloys, the appearance of both axial and transverse hot cracks is possible. The most dangerous areas of crack formation are the crystallization crater, as well as seam defects. Ways to eliminate cracking are: preheating, minimization of welding power, use of additive materials, gradual reduction of laser radiation power after welding, elimination of oxide film before welding, and, if possible, reduction of the grain size of the starting material.

4. One of the sufficiently effective and universal ways of eliminating defects that are typical for laser welding of aluminum alloys is to use the accompanying action of electric arc energy source, in particular, the additional plasma heating of the welding bath. This method allows to minimize formation of pores, improve formation of the upper roller, eliminate undercuts and partially replace laser energy with plasma.

## References

1. Varshney D., Kumar K. Application and use of different aluminium alloys with respect to workability, strength and welding parameter optimization // *Ain Shams Engineering Journal*, Vol. 12, Is. 1, 2021. – P. 1143-1152.
2. Naik B. G., Sivasubramanian N. Applications of Berillium and its Alloys, Mineral Processing and Extractive // *Metallurgy Review*, Vol. 13:1, 1994. – P. 243-251.
3. Löveborn D., Larsson J. K., Persson K.-A. Weldability of Aluminium Alloys for Automotive Applications // *Physics Procedia*, Vol. 89, 2017. – P. 89-99.
4. Schubert E. Challenges in Thermal Welding of Aluminium Alloys // *World Journal of Engineering and Technology*, Vol. 06(02), 2018. – P. 296-303.

5. Hoang H., Morin D., Langseth M. Testing and modelling of butt-welded connections in thin-walled aluminium structures // *Thin-Walled Structures*, Vol. 171(2), 2022, 108681.
6. Kornienko A. N., Litvinov A. P. Plasma-arc welding of circular joints in thin-wall cylindrical and spherical structures made of aluminium alloys // *Welding International*, Vol. 25, Issue 7, 2011. – P. 538-540.
7. Zhang H., Zhan M., Zheng Z., Li R., Lyu W., Lei Y. A Systematic Study on the Effects of Process Parameters on Spinning of Thin-Walled Curved Surface Parts With 2195 Al-Li Alloy Tailor Welded Blanks Produced by FSW // *Front. Mater.*, 2021, 8:809018.
8. Arzhannikova I.E., Sultanov N.Z. Trend of Application of Automated Welding Process of Cold Metal Transfer in Structures Made of Aluminum Alloy // *Advances in Engineering Research (AER)*, vol. 157, International Conference "Actual Issues of Mechanical Engineering" (AIME 2018), 2018. – P. 56-59.
9. Zhang C.Q., Robson J.D., Prangnell P.B. Dissimilar ultrasonic spot welding of aerospace aluminum alloy AA2139 to titanium alloy TiAl6V4 // *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 231, 2016. – P. 382–388.
10. Lynch F., Price M., Murphy A., Gibson A., Poston K., Moore G. Analysis of Weld Configuration for Laser Welded Skin-Stringer Fuselage Sub-Panels in Compression // *Thin-Walled Structures*, 1st Edition, CRC Press, eBook Published 22 December 2017, 2004. – 988 Pages.
11. Simmons M.C., Schleyer G.K. Pulse pressure loading of aircraft structural panels // *Thin-Walled Structures*, Vol. 44, Issue 5, 2006. – P. 496-506.
12. Zhang Y., Tao W., Chen Y., Lei Z., Bai R., Lei Z. Experiment and Numerical Simulation for the Compressive Buckling Behavior of Double-Sided Laser-Welded Al–Li Alloy Aircraft Fuselage Panel // *Materials (Basel)*, Vol. 13(16): 2020. 3599.
13. Banasik M., Stano S., Polak J. Possibility of using Nd:YAG laser for precise joining of thin-walled elements of structures on the example of the flow sensor pitot probe // *Welding International*, Vol. 27, Issue 6, 2013. – P. 429-433.
14. Zhou, Q., Liu, F., Li, J., Li, J., Zhang, S. and Cai, G. Detection of butt weld of laser-MIG hybrid welding of thin-walled profile for high-speed train // *Railway Sciences*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print, 2022.
15. Huang A. G., Zhang H., Liu J., Yu W., Li Z. Y., Li H. Study on Solidification Crack Criterion during Laser Welding Pure Aluminum and ZL114A Aluminum Alloy // *Advanced Materials Research*, Vol. 308-310, 2011. – P. 852-858.
16. Tabakin E.M., Andreev S.A. Influence of surface tension on the pores formation at the welding of thin-walled structures // *Welding International*, Vol. 33, Issue 7-9, 2019. – P. 321-327.
17. Miyagi, M., Wang, H., Yoshida, R. et al. Effect of alloy element on weld pool dynamics in laser welding of aluminum alloys // *Scientific Reports*, Vol. 8, 2018. 12944.
18. Quintino, L., Miranda, R., Dilthey, U., Iordachescu, D., Banasik, M., Stano, S. Laser Welding of Structural Aluminium. In: Moreira, P., da Silva, L., de Castro, P. (eds) *Structural Connections for Lightweight Metallic Structures*. Advanced Structured Materials, Vol. 8. Springer, Berlin, Heidelberg, 2010. – P. 33–57.
19. Seib E., Koçak M. Fracture Analysis of Strength Undermatched Welds of Thin-Walled Aluminium Structures Using Fitnet Procedure // *Welding in the World* volume, Vol. 49, 2005. – P. 58–69.
20. Xu S., Chen J., Shen W., Hou R., Wu Y. Fatigue strength evaluation of 5059 aluminum alloy welded joints Considering welding deformation and residual stress // *International Journal of Fatigue*, Vol. 162, 2022. 106988.
21. Krivtsov I., Khaskin V., Korzhyk V, Dong C., Klochkov I., Luo Z. Analysis of the possibilities of using the synergistic effect to improve the performance of hybrid cutting and welding technologies // *Colloquium-journal*, №17 (41), 2019. – P. 36-43.
22. Zacharia T., David S.A., Vitek J.M., DebRoy T. Modeling of interfacial phenomena in welding // *Metall. Trans. B*, Vol. 21B, 1990. – P. 600–603.
23. Tanaka M., Ushio M., Lowke J. J. Numerical Analysis for Weld Formation Using a Free-Burning Helium Arc at Atmospheric Pressure // *JSME International Journal Series B*, Vol. 48, No. 3, 2005. – P. 397-404.
24. Borisov Yu. S., Demchenko V. F., Lesnoj A. B., Khaskin V. Yu., Shuba I. V. Numerical modelling of heat transfer and hydrodynamics in laser-plasma treatment of metallic materials // *The Paton Welding Journal*, #4, 2013. – P. 2-7.
25. Holzer M., Hofmann K., Mann V., Hugger F., Roth S., Schmidt M. Change of Hot Cracking Susceptibility in Welding of High Strength Aluminum Alloy AA 7075 // *Physics Procedia*, Vol. 83, 2016. – P. 463-471.
26. Behler K., Berkmann J., Ehrhardt A., Frohn W. Laser beam welding of low weight materials and structures // *Materials & Design*, Vol. 18, No. 4/6., 1997. – P. 261-267.
27. Gündoğdu İŞ E., Akman E., Yilmaz M., Topuz P. Effect of laser welding speed on pore formation in AA 6061 T6 alloy // *Materials Testing*, Vol. 62, No. 10, 2020. – P. 979-984.
28. Hagenlocher C., Weller D., Weber R., Graf T. Reduction of the hot cracking susceptibility of laser beam welds in AlMgSi alloys by increasing the number of grain boundaries // *Science and Technology of Welding and Joining*, Vol. 24:4, 2019. – P. 313-319.
29. Olabode M., Kah P., Martikainen J. Aluminium alloys welding processes: Challenges, joint types and process selection // *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, Vol. 227, Is. 8, 2013. – P. 1129-1137.
30. Kang M., Kim C. A Review of Joining Processes for High Strength 7xxx Series Aluminum Alloys // *Journal of Welding and Joining*, Vol. 35, No. 6, 2017. – P. 79-88.
31. Cao X., Wallace W., Immarigeon J.-P., Poon C. Research and Progress in Laser Welding of Wrought Aluminum Alloys. II. Metallurgical Microstructures, Defects, and Mechanical Properties // *Materials and Manufacturing Processes*, Vol. 18:1, 2003. – P. 23-49.
32. Dickerson P. B. *Welding of Aluminum Alloys // Welding, Brazing, and Soldering*, Vol. 6, ASM Handbook, Edited By D. L. Olson, T. A. Siewert, S. Liu, G. R. Edwards, ASM International, 1993. – P. 722–739.

33. Dai Y., Yan L., Hao J. Review on Micro-Alloying and Preparation Method of 7xxx Series Aluminum Alloys: Progresses and Prospects // *Materials* (Basel), Vol. 15(3): 2022. 1216.
34. Shah P. H., Badheka V. J. Friction stir welding of aluminium alloys: An overview of experimental findings – Process, variables, development and applications // *Proc. I. Mech. E., Part L: J. Materials: Design and Applications*, Vol. 233, Issue 6, 2017. – P. 1191-1226.
35. Lezaack M. B., Simar A. Avoiding abnormal grain growth in thick 7XXX aluminium alloy friction stir welds during T6 post heat treatments // *Materials Science and Engineering: A*, Vol. 807, 2021. 140901.
36. Bertrand R., Robe H., Texier D., Zedan Y., Feulvarch E., Bocher P. Analysis of AA2XXX/AA7XXX friction stir welds. *Journal of Materials Processing Technology*, Elsevier, Vol. 271, 2019. – pp. 312-324.
37. Mroczka K., Wójcicka A., Pietras A. Characteristics of Dissimilar FSW Welds of Aluminum Alloys 2017A and 7075 on the Basis of Multiple Layer Research // *Journal of Materials Engineering and Performance*, Vol. 22, Number 9, 2013. – P. 2698–2705.
38. Dai Y., Yan L., Hao J. Review On Progress of 7xxx Series Aluminum Alloy Materials // *Preprints 2021*, 2021. 2021110271.
39. Çam G., İpekoglu G. Recent developments in joining of aluminum alloys // *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, Vol. 91, 2017. – P. 1851–1866.
40. Choi K.-D., Ahn Y.-N., Kim C.-H. Crack Susceptibility Reduction and Weld Strength Improvement for Al Alloy 5J32-T4 by using Laser Weaving Method // *Journal of Welding and Joining. The Korean Welding and Joining Society*, Vol. 27, No. 4, 2009. – pp. 26–31.
41. Wu L., Yang B., Han X., Ma G., Xu B., Liu Y., Song X., Tan C. The Microstructure and Mechanical Properties of 5083, 6005A and 7N01 Aluminum Alloy Gas Metal Arc-Welded Joints for High-Speed Train: A Comparative Study // *Metals*, Vol. 12, 213, 2022. – 15 p.
42. Lee T. Resistance spot weldability of heat-treatable and non-heat-treatable dissimilar aluminium alloys // *Science and Technology of Welding and Joining*, Vol. 25, Issue 7, 2020. – P. 543-548.
43. Pujari K. S., Patil D.V. A Review on GTAW Technique for High Strength Aluminium Alloys (AA 7xxx series) // *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, Vol. 2, Issue 8, 2013. - P. 2477-2490.
44. Dorta-Almenara M., Capace M. C. Microstructure and mechanical properties of GTAW welded joints of AA6105 aluminum alloy // *Revista Facultad de Ingeniería*, Vol. 25(43), 2016. – P. 7–19.
45. Kaba L., Djeghlal M. E., Ouallam S., Kahla S. Dissimilar welding of aluminum alloys 2024 T3 and 7075 T6 by TIG process with double tungsten electrodes // *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Issue 3-4, 2022.
46. Olabode M. Weldability of high strength aluminium alloys // *Diss. Lappeenranta University of Technology*, 2015. – 59 p.
47. Stange A.W., Hilmis D.E., Furman F.J. Possible health risks from low level exposure to beryllium // *Toxicology*, V. 111(1-3), 1996. – P. 213-224.
48. Hill M., Damkroger B.K., Dixon R.D., Robertson E. Beryllium weldability // *Los Alamos National Laboratory, Materials Weldability Symposium, ASM Materials Week, Detroit, Michigan (USA), 1990. – 9 p.*
49. Veness R., Simmons G., Dorn C. Development of beryllium vacuum chamber technology for the LHC // *Proceedings of IPAC2011, San Sebastián, Spain, TUPS024*, 2011. – P. 1578-1580.
50. Gurevich S. Non-ferrous metal welding reference, resp. ed. V. Zamkov, 2nd ed., revised. and add., Kiev: *Naukova dumka*, 1990. – 512 p.
51. Bunaziv I., Akselsen O.M., Ren X., Nyhus B., Eriksson, M., Gulbrandsen-Dahl S. A. Review on Laser-Assisted Joining of Aluminium Alloys to Other Metals // *Metals*, Vol. 11, 1680, 2021. – 40 p.
52. Coelho B. N., de Lima M. S. F., de Carvalho S. M., da Costa A. R. A Comparative Study of the Heat Input During Laser Welding of Aeronautical Aluminum Alloy AA6013-T4 // *J. Aersp. Technol. Manag., São José dos Campos*, V.10, e2918, 2018. – 12 p.
53. Volpp J., Jonsén P., Ramasamy A., Kalfsbeek B. Toughness properties at multi-layer laser beam welding of high-strength steels // *Welding in the World*, 2020. – 12 p.
54. Shelyagin V.D., Orishich A.M., Khaskin V.Yu., Malikov A.G., Chajka A.A. Technological peculiarities of laser microplasma and hybrid laser-microplasma welding of aluminium alloys // *The Paton Welding Journal*, No.5, 2014. – P. 33-39.
55. Shelyagin V.D., Lukashenko A.G., Khaskin V.Yu., Bernatsky A.V., Siora A.V., Lukashenko D.A., Shuba I.V. Developments in the field of laser welding equipment and technologies performed at E.O. Paton Electric Welding Institute (Review) // *The Paton Welding Journal*, No.12, 2017. – P. 42-46.
56. Krivtsun I.V., Shelyagin V.D., Khaskin V.Yu., Shulym V.F., Ternovoj E.G. Hybrid laser-plasma welding of aluminium alloys // *The Paton Welding Journal*, No.5, 2007. – P. 36-39.
57. Korzhyk V., Bushma O., Khaskin V., Dong C., Sydorets V. Analysis of the Current State of the Processes of Hybrid Laser-Plasma Welding // *Advances in Engineering Research (AER)*, V.102, 2017, 2017. – P. 80-90.
58. Khaskin V., Korzhyk V., Bernatsky A., Gos I., Kostash S., Voitenko O. Analysis of features of technological schemes of processes of laser-plasma cutting and welding // *Austria-science*, №20, 2018. – P. 34-43.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОТРОПНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИММУНОГЛОБУЛИНОВ В МОЛОЗИВЕ КОРОВ

*Косулина Н.Г.*

*д.т.н., проф.*

*Государственный биотехнологический университет,  
Харьков*

*Косулин С.В.*

*Доктор философии, ассистент,*

*Харьковская Медицинская Академия Последипломного образования,  
Харьков*

## DETERMINATION OF BIOTROPIC PARAMETERS OF A PULSED ELECTRIC FIELD FOR INCREASING IMMUNOGLOBULINS IN COW COLOSTER

*Kosulina N.*

*d.t.s., prof.*

*State Biotechnological University,  
Kharkov*

*Kosulin S.*

*PhD, assistant prof.*

*Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education,  
Kharkov*

DOI: [10.5281/zenodo.7247737](https://zenodo.org/record/7247737)

### АННОТАЦИЯ

В работе приведен расчет определения биотропных параметров импульсного электрического поля (ЭП) для повышения иммуноглобулинов в молозиве стельных коров и экспериментальное подтверждение практической реализации системы импульсной электромагнитной технологии для повышения иммуноглобулинов в молозиве коров.

### ABSTRACT

The paper presents a calculation for determining the biotropic parameters of a pulsed electric field to increase immunoglobulins in the colostrum of pregnant cows and experimental confirmation of the practical implementation of a system of pulsed electromagnetic technology to increase immunoglobulins in the colostrum of cows.

**Ключевые слова:** биотропные параметры импульсного электрического поля, иммуноглобулин, импульсная электромагнитная технология.

**Keywords:** biotropic parameters of pulsed electric field, immunoglobulin, pulsed electromagnetic technology.

**Постановка проблемы.** Профилактика заболеваний новорожденных животных КРС, со снижением иммунного статуса, привела к необходимости теоретического и экспериментального подтверждения практической реализации системы импульсной электромагнитной технологии (ЭМИ) для повышения иммуноглобулинов в молозиве коров.

**Анализ последних исследований и публикаций.** В процессе теоретического анализа было установлено, что для повышения иммуноглобулинов в молозиве коров их молочную железу следует обрабатывать импульсным ЭП с параметрами: амплитуда импульсов  $U_m = 1...2$  кВ; длительность импульсов  $10^{-7}$  с; скважность видеоимпульсов  $Q \approx 110$ ; время экспозиции 20 с [1].

**Цель статьи.** Определить оптимальные значения биотропных параметров импульсного электрического поля для повышения иммуноглобулинов в

молозиве коров и экспериментально подтвердить практическую реализацию системы импульсной ЭМИ для повышения иммуноглобулинов в молозиве коров

**Изложение основного материала.** Для проведения исследований было подобрано 16 здоровых коров аналогов, находящихся на последних днях беременности, восемь из которых были опытными, а остальные контрольными.

Динамику уровня иммуноглобулинов определяли в секрете молочной железы у коров опытной и контрольной групп через 2 часа после облучения молочной железы импульсным ЭП. Для получения зависимости, связывающей количество иммуноглобулинов параметрами импульсного ЭП при наличии аддитивной помехи случайного характера, было применено полнофакторное планирование второго порядка значения факторов и их интервалы варьирования приведены в табл. 1

Таблица 1

Значение факторов в эксперименте			
Интервал варьирования и уровень факторов	Амплитуда импульсов, кВ	Экспозиция, с	Скважность импульсов, ед
	$x_1$	$x_2$	$x_3$
Нулевой уровень – $x_i = 0$	1	20	110
Интервал варьирования – $\lambda_i$	0,1	5	10
Верхний уровень – $x_i = +1$	1,1	25	120
Нижний уровень – $x_i = -1$	0,9	15	100

Для построения плана второго порядка использовались данные приведенные в табл. 2

Таблица 2

Данные для построения плана второго порядка					
Число факторов, К	Число точек ядра	Число звездных точек, $N_\alpha$	Число нулевых точек, $N_0$	Звездные точки, $\alpha$	Число опытов, $N$
3	8	6	6	1,682	20

При использовании стандартной методики построения плана второго порядка составлены матрицы: планирование эксперимента; расчета коэффициентов регрессии; определения дисперсии адекватности и результатов обработки данных, которые приведены в приложении А. После проведения измерений и расчетов получены уравнения регрессии, связанное с количеством иммуноглобулинов класса:

$$Y = 34 + 6X_1 + 5X_2 + 3X_3 + 4X_1X_2 + 2X_1X_3 + 2X_1^2 + 0,5X_2^2 + 0,5X_3^2 \quad (1)$$

где  $Y$  – выходной параметр (уровень иммуноглобулинов, мг/мл);  $X_1$  – амплитуда импульсов;  $X_2$  – экспозиция;  $X_3$  – скважность импульсов.

Проверка значимости коэффициентов регрессии проводилась при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  по критерию Стьюдента. С учетом значимости коэффициентов, уравнение регрессии для повышения иммуноглобулинов в секрете молочной железы у коров принимает вид (1). На основании проверки данного уравнения на адекватность по критерию Фишера сделан вывод, что уравнение адекватно описывает реальный процесс, и следовательно, позволяет оценить характер влияния каждого из трех факторов на функцию отклика. Кроме того, стало возможным практическое использование полученной модели для прогнозирования значения выходного сигнала в области варьирования параметров  $X_i$ . Для нахождения оптимальных параметров процесса решена система уравнений, полученных приравниванием к нулю значений градиентов компонентов, вычисленных по выражению [2]:

$$\frac{dY}{dX_1} = b_1 + 2b_n X_1 + \sum_{j=1}^n b_{1j} X_j, \quad (2)$$

где  $X_1, X_j$  – кодированные значения факторов, по которым берется производная и взаимодействующая с ними, соответственно:  $b_1, b_n, d_{ij}$  – коэффициенты уравнения регрессии.

Для выражения (2) получена следующая система уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial Y}{\partial X_1} &= 0,6 + 0,4X_2 + 0,2X_3 + 0,4X_1 = 0; \\ \frac{\partial Y}{\partial X_2} &= 0,5 + 0,4X_1 + 0,1X_3 + 0,1X_2 = 0; \\ \frac{\partial Y}{\partial X_3} &= 0,3 + 0,2X_1 + 0,1X_2 + 0,1X_3 = 0. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Решения системы уравнений (3) дает следующие факторы в экстремальной точке:  $X_{1c} = -1,0$ ;  $X_{2c} = 0$ ;  $X_{3c} = -1,0$ .

Для определения оптимальных условий протекания исследуемого процесса полученное уравнение второй степени было исследовано на экстремум. Для этого уравнение (3) было приведено к каноническому виду:

$$Y - Y_c = Q_1 Z_1^2 + Q_2 Z_2^2 + Q_3 Z_3^2 \quad (4)$$

где  $Q_1 = 3,82$ ;  $Q_2 = -0,6$ ;  $Q_3 = -0,022$  – корни характеристического уравнения:

$$Q^3 + \alpha Q^2 + \beta Q + \gamma = 0; \quad (5)$$

$Y_c = 29,5$  – значение  $Y_c$  в экстремальной точке.

Здесь  $\alpha = -3$ ,  $\beta = -3$ ,  $\gamma = 0,5$  – коэффициенты определяемые из параметров уравнения регрессии (5). В результате преобразований старых координат в новые были получены факторы в оптимальной точке:  $X_{1on} = 1,1$ ;  $X_{2on} = 1,41$ ;  $X_{3on} = -0,01$ , что соответствует таким значениям натуральных параметров:  $1,1 \pm 0,1$  кВ; экспозиция  $27 \pm 3,0$  с; скважность импульсов  $110 \pm 10$ .

Для эксперимента были использованы в опыте и контроле 4 группы по 2 коровы в каждой, находящихся на последних днях беременности (таб. 1).

Каждую корову в опытной группе обрабатывали один раз ежедневно в течение 30 с импульсным ЭП с параметрами: амплитуда импульсов  $U_m = 1$  кВ; длительность импульсов  $\tau_{\delta} = 10^{-7}$  с; период

следования импульсов  $T = 10^{-5}$  с. Обработку коров импульсным излучением проводили в 8 часов утра в течение 4 дней до отёла и 10 дней после отёла. В контрольной группе коровы импульсному облучению не подвергались.

Таблица 3

Уровень иммуноглобулинов класса *IgG* и *IgM* в секрете вымени коров импульсного облучения молочной железы

К/О		Количество опытных и контрольных животных							
		I		II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8
К	<i>IgG</i>	38,6	38,7	38,0	39	39	39,5	39	39
	<i>IgM</i>	3,5	3,5	3,8	4,0	4,0	3,8	4,0	3,7
О	<i>IgG</i>	56,5	57,0	56,6	57,0	56,8	57	56,5	56
	<i>IgM</i>	6,8	7,0	6,5	7,2	6,8	7,0	6,5	7,0

Исследования по определению иммуноглобулинов класса *IgG* и *IgM* в секрете молочной железы коров проводили специалисты Каменец-Подольского управления ветеринарной медицины на базе предприятий этого района. Определение иммуноглобулинов в молозиве и молоке коров проводили методом радиальной иммунодиффузии в геле по Манчини. Как следует из результатов исследований уровень иммуноглобулинов класса *IgG* и *IgM*

в секрете молочной железы опытных коров превышает уровень в контрольных в 1,4 раза для *IgG* и в 1,7 раза для *IgM* на высоком статистически достоверном уровне. Изменение уровня иммуноглобулинов класса *G* и *M* в секрете молочной железы было изучено в сыворотке молозива и молока новотельных коров (рис. 1, 2).

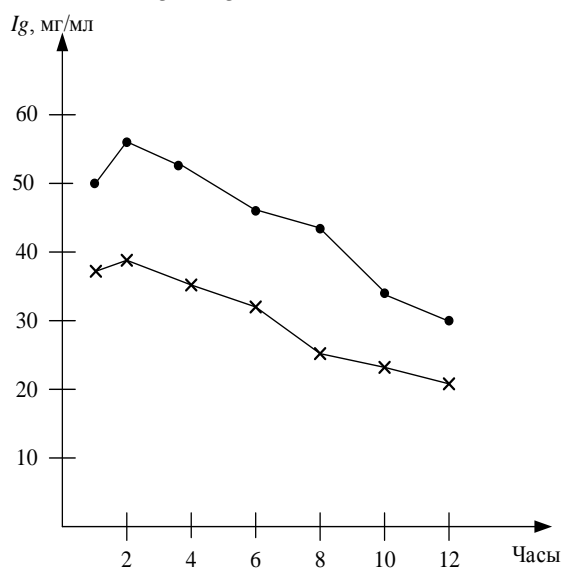


Рис. 1. Измерение уровня иммуноглобулинов класса *IgG* в секрете молочной железы коров: ●—● - после облучения видеоимпульсами; x—x - в контроле (без облучения).

Как видно из рис. 1 и 2 у коров, обработанных импульсным излучением, содержание иммуноглобулинов класса *G* в первый час после обработки имеет достоверное различие по сравнению с контрольной группой на 75%, а различие по классу *M* на 61,7%. Также было установлено (рис. 4.7, 4.8), что через 12 часов, после обработки импульсным

излучением молочной железы коров, разница количества иммуноглобулинов между опытной и контрольной группой в сыворотке молозива по классу *G* и *M* составила 70%. В дальнейшем были проведены исследования по изучению жизнеспособности новорожденных телят, которым выпаивали молозиво и молоко от матерей, молочную железу которых обрабатывали импульсным излучением.



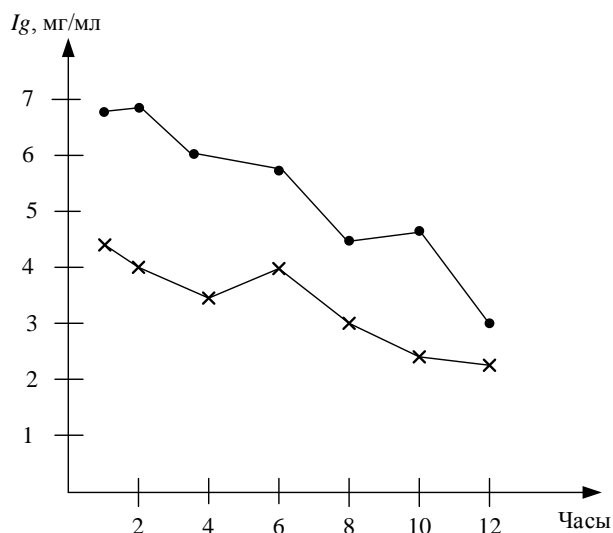


Рис. 2. Изменение уровня иммуноглобулинов класса IgM в секрете молочной железы коров: ●—● – после облучения видеоимпульсами; x—x – в контроле (без облучения).

Телята контрольной группы получали молоко от матерей, молочная железа которых не подвергалась обработке импульсным излучением.

Данные исследований представлены в табл. 4.

Таблица 4

Влияния импульсной терапии на заболеваемость и сохранность новорожденных телят

Группы	Морфо-функциональное развитие теленка	Кол-во телят	Из них				Сохране-но %
			Заболело		Пало		
			Голов	%	Голов	%	
Контроль-ная	Гипотрофики	18	16	98,8	8	44,4	35,6
	Нормотрофики	29	15	51,7	6	20,7	79,3
	Макросомы	3	2	40,0	1	20	80
	<b>В среднем</b>	52	33	63,46	15	28,8	71,2
Опытная	Гипотрофики	70	19	27,14	2	2,8	97,2
	Нормотрофики	86	9	10,4	-	-	100,00
	Макросомы	19	3	15,7	1	5,2	94,7
	<b>В среднем</b>	175	31	17,7	3	1,7	98,3

Из материалов представленных в табл. 4 видно, что в контрольной группе из 52 телят в неонатальном периоде заболело 63,46% пало 28,8%, а в опытной группе из 175 телят заболело 17,7% и пало 1,7%. Разница по заболеваемости между контролем и опытом составила 45,6%, а отход телят 71,2%. Средняя сохранность телят в контроле составила 27,9%, а в опыте 97,2%, что на 69,3% больше. В результате проведенных исследований можно полагать, что сохранность новорожденных телят зависит не только от повышения уровня иммуноглобулинов в молозиве и молоке, за счёт снижения патогенной микрофлоры под влиянием импульсной обработки молочной железы коров.

**Выводы.** 1. Увеличение иммуноглобулинов в молозиве и молоке новотельных коров их молочную железу следует обрабатывать импульсным излучением с параметрами: амплитуда напряжения импульсов  $U_m = 1 \pm 0,1$  кВ; длительность импульсов  $\tau_u = 10^{-7} \pm 10^{-9}$  с; сквжность импульсов  $Q = 110 \pm 10$ ; экспозиция  $27 \pm 3$  с. 2. Применение импульсного

излучения для обработки молочной железы у коров в течение 4 дней до отёла и 10 дней после отёла позволить повысить сохранность новорожденных телят до 98%.

### Литература

1. Торчук М. В. Производственные результаты повышения иммуноглобулинов в молозиве новотельных коров импульсным излучением / М. В. Торчук // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. – 2014. – Вип. 153. – С. 91 – 92.
2. Косуліна Н. Г. Определение оптимальных биотропных параметров электромагнитного поля с помощью компьютерной обработки / Н. Г. Косуліна, О. Д. Черенков, В. Г. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. – 2013. – Вип. 141. – С. 102 – 104.

**No 103 (2022)**

**Sciences of Europe**  
(Praha, Czech Republic)

**ISSN 3162-2364**

The journal is registered and published in Czech Republic.  
Articles in all spheres of sciences are published in the journal.

Journal is published in Czech, English, Polish, Russian, Chinese, German and French, Ukrainian.

Articles are accepted each month.

Frequency: 24 issues per year.

Format - A4

All articles are reviewed

Free access to the electronic version of journal

Edition of journal does not carry responsibility for the materials published in a journal.  
Sending the article to the editorial the author confirms it's uniqueness and takes full responsibility for possible consequences for breaking copyright laws.

**Chief editor:** Petr Bohacek

**Managing editor:** Michal Hudecek

- Jiří Pospíšil (Organic and Medicinal Chemistry) Zentiva
- Jaroslav Fährnich (Organic Chemistry) Institute of Organic Chemistry and Biochemistry Academy of Sciences of the Czech Republic
- Smirnova Oksana K., Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Department of History (Moscow, Russia);
- Rasa Boháček – Ph.D. člen Česká zemědělská univerzita v Praze
- Naumov Jaroslav S., MD, Ph.D., assistant professor of history of medicine and the social sciences and humanities. (Kiev, Ukraine)
- Viktor Pour – Ph.D. člen Univerzita Pardubice
- Petrenko Svyatoslav, PhD in geography, lecturer in social and economic geography. (Kharkov, Ukraine)
- Karel Schwaninger – Ph.D. člen Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
- Kozachenko Artem Leonidovich, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Department of History (Moscow, Russia);
- Václav Pittner -Ph.D. člen Technická univerzita v Liberci
- Dudnik Oleg Arturovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Department of Physical and Mathematical management methods. (Chernivtsi, Ukraine)
- Konovalov Artem Nikolaevich, Doctor of Psychology, Professor, Chair of General Psychology and Pedagogy. (Minsk, Belarus)

«Sciences of Europe» -

Editorial office: Křižíkova 384/101 Karlín, 186 00 Praha

E-mail: [info@european-science.org](mailto:info@european-science.org)

Web: [www.european-science.org](http://www.european-science.org)