



ISSN 1829-0043

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ
ԾԱՐՏԱՐԱԳԻՏԱԿԱՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ
ԼՐԱԲԵՐ

ВЕСТНИК
ИНЖЕНЕРНОЙ АКАДЕМИИ
АРМЕНИИ

PROCEEDINGS
OF ENGINEERING
ACADEMY OF ARMENIA

ՀԱՏՈՐ
TOM
VOLUME

21

ՀԱՄԱՐ
НОМЕР
NUMBER

1

ԵՐԵՎԱՆ
ЕРЕВАН
YEREVAN

2024

ISSN 1829—0043

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՃԱՐՏԱՐԱԳԻՏԱԿԱՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ

ԼՐԱԲԵՐ

ԳԻՏԱՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՀՈԴՎԱԾՆԵՐԻ
ԺՈՂՈՎԱԾՈՒ

ВЕСТНИК

ИНЖЕНЕРНОЙ АКАДЕМИИ АРМЕНИИ

СБОРНИК НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ
СТАТЕЙ

PROCEEDINGS

OF ENGINEERING ACADEMY OF ARMENIA

SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL
COLLECTED ARTICLES

XXI

ՀԱՏՈՐ TOM VOLUME

№ 1

ԵՐԵՎԱՆ ЕРЕВАН YEREVAN

2024

Հրատարակվում է Հայաստանի Ճարտարագիտական ակադեմիայի (ՀՃԱ) և Միջազգային Ճարտարագիտական ակադեմիայի (ՄՃԱ) Նախագահությունների որոշմամբ, ընդգրկված է Հայաստանի Հանրապետության Բարձրագույն որակավորման հանձնաժողովի (ՀՀ ԲՈՀ) կողմից **06.03.2012 վերանայված** ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ԵՎ ԴՐՈՒՅԹՆԵՐԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿՄԱՆ ՀԱՄԱՐ ԸՆԴՈՒՆԵԼԻ ՊԱՐԲԵՐԱԿԱՆ ԳԻՏԱԿԱՆ ՀՐԱՏԱՐԱԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՑՈՒՑԱԿՈՒՄ

<https://www.bok.am/journals>

<https://razmikbarseghyan.wixsite.com/website> – 4

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՃԱՐՏԱՐԱԳԻՏԱԿԱՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԼՐԱԲԵՐ (ՀՃԱԼ) ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԽՈՐՀՈՒՐԴ

Գլխավոր խմբագիր՝	տ.գ.դ., պրոֆ. Բ. ԳՈՒՍԵՎ (ՌԴ)
Գլխ. խմբագրի առաջին տեղակալ՝	տ.գ.դ., պրոֆ. Ս. ՄԻՆԱՍՅԱՆ (ՀՀ)
Գլխ. խմբագրի տեղակալ՝	տնտ.դ., պրոֆ. Վ. ԲՈՍՏԱՆՋՅԱՆ (ՀՀ)
Պատ. քարտուղար՝	տ.գ.թ., դոց. Ռ. ԲԱՐՍԵՂՅԱՆ (ՀՀ)
Խմբագրական խորհրդի անդամներ	տ. գ. դ. , պրոֆ. Ա. Անդրյուշին (ՌԴ), պրոֆ. Ի. Էմրի (Սլովենիա), ք.գ.դ., պրոֆ. Լ. Թավադյան (ՀՀ), պրոֆ. Բ. Կատալինիչ (Ավստրիա), ֆ. -մ. գ. դ. , պրոֆ., ՌԳԱ-ի ակադեմիկոս Յու. Հովհաննիսյան (ՌՖ), ֆ. -մ. գ. դ. , պրոֆ. Հ. Մաթևոսյան (ՀՀ), տ. գ. դ. , պրոֆ. Վ. Մելիքյան (ՀՀ), տ. գ. դ. , պրոֆ. Ա. Միխալեվիչ (Բելառուս), տ. գ. դ. , պրոֆ. Վ. Պետրոսյան (ՀՀ), ֆ. -մ. գ. դ. , պրոֆ. Ա. Սահակյան (ՀՀ), ֆ. -մ. գ. դ. , պրոֆ. Լ. Տանին (Բելառուս)

«ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՃԱՐՏԱՐԱԳԻՏԱԿԱՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԼՐԱԲԵՐ»-ի խմբագրական խորհուրդը շնորհակալություն է հայտնում «ՀՈՐԻԶՈՆ-95» ՍՊԸ նախագահին, տեխնիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր ԳԱԳԻԿ ՇԱՀԱԲԵԿԻ ԳԱԼՍՏՅԱՆԻՆ ԼՐԱԲԵՐԻ հրատարակման գործում ցուցաբերած օգնության համար:

Редакционный совет “ВЕСТНИКА ИНЖЕНЕРНОЙ АКАДЕМИИ АРМЕНИИ” благодарит Президента ООО “ГОРИЗОНТ 95”, доктора технических наук, профессора **ГАГИКА ШАГАБЕКОВИЧА ГАЛСТЯНА** за оказанную помощь при издании ВЕСТНИКА.

Editorial council of “PROCEEDINGS OF ENGINEERING ACADEMY OF ARMENIA” expresses gratitude to the **President of LLC “Horizon 95”, doctor of tech. sci., prof. GAGIK SHAHABEK GALSTYAN** for the help in publishing “PROCEEDINGS”.

Печатается согласно решению Президиумов Инженерной академии Армении (ИАА) и Международной инженерной академии (МИА), включен в список публикаций, принятых Высшей аттестационной комиссией (ВАК) РА

ВЕСТНИК ИНЖЕНЕРНОЙ АКАДЕМИИ АРМЕНИИ (ВИАА)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Главный редактор	д.т.н., проф. Б. Гусев (РФ)
Первый заместитель гл. редактора	д.т.н., проф. С. Минасян (РА)
Заместитель гл. редактора	д.экон.н., проф. В. Бостанджян (РА)
Отв. секретарь	к.т.н., доц. Р. Барсегян (РА)
Члены редакционного совета	д.т.н., проф. А. Андрияшин (РФ), проф. Б. Каталинич (Австрия), д.ф-м.н., проф. Г. Матевосян (РА), д.т.н., проф. В. Меликян (РА), д.т.н., проф. А. Михалевич (Беларусь), д.ф-м.н., проф., академик РАН Ю. Оганесян (РФ), д.т.н., проф. В. Петросян (РА), д.ф-м.н., проф. А. Саакян (РА), д.х.н., проф. Л. Тавадян (РА), д.ф-м.н., проф. Л. Танин (Беларусь), проф. И. Эмри (Словения)

Printed according to the Decision of Engineering Academy of Armenia (EAA) and International Academy of Engineering (IAE), included into the list of publications accepted by the Highest Certifying Commission (HCC) RA

PROCEEDINGS OF ENGINEERING ACADEMY OF ARMENIA (PEAA) EDITORIAL COUNCIL

Editor-in-chief	doctor of tech. sci., prof. B. Gusev (RF)
First deputy Editor-in-chief	doctor of tech. sci., prof. S. Minasyan (RA)
Editor-in-chief deputy	doctor of econ. sci., prof. V. Bostanjyan (RA)
Responsible secretary	candidate of tech. sci., assoc. prof. R. Barseghyan (RA)
Members of the Editorial Council	doctor of tech. sci., prof. A. Andryushin (RF), prof. I. Emri (Slovenia), doctor of phys.-mat. sci., prof., academician of RAS Yu. Hovhannisyan (RF), prof. B. Katalinic (Austria), doctor of phys.-mat. sci., prof. H. Matevosyan (RA), doctor of tech. sci., prof. V. Melikyan (RA), doctor of tech. sci., prof. A. Mikhalevich (Belarus), doctor of tech. sci., prof. V. Petrosyan (RA), doctor of phys.-mat. sci., prof. A. Sahakyan (RA), doctor of phys.-mat. sci., prof. L. Tanin (Belarus), doctor of chemical sci., prof. L. Tavadyan (RA)

H.A. Margaryan

**PROBLEMS OF MANAGING THE EFFECTIVENESS OF EDUCATIONAL
PROCESS IN SECONDARY SCHOOL**DOI: <https://doi.org/10.64201/18290043-1eaa24-3>

One of the realities existing in the post-Soviet space is the problem of the formation of stress resistance in high school students, which today has acquired a special urgency. This can be explained by the fear of failure on the universally introduced Unified State Exam, which has become one of the main stress factors that has a bad effect on the health of high school students and their educational activities. In this regard, the article describes modern innovative approaches to managing the stress resistance of high school students.

Keywords: *psychology, effective management, sustainable development, ecology, innovation, artificial intelligence.*

Introduction

At the UN Conference on Environment and Development, held in 1992 in Rio de Janeiro, a Declaration was adopted, beginning with the words: "People are the main concern of sustainable development. They have the right to a healthy and productive life in harmony with nature. In our view, sustainable development is a socially desirable, economically viable and environmentally sustainable development of society." The leading role in this process should be given to education management, i.e. the introduction of such knowledge and skills that will allow the reorientation of education in the direction of respect for the environment, the achievement of mutual understanding and social stability, as well as solving a number of other tasks that contribute to the transition of mankind to the path of innovative development.

Such an approach was described in one article, the authors of which analyzed the main issues related to the development of innovative approaches and their scientific and methodological support for creating the necessary educational environment for effective management of education by education. They justified "the need to involve related disciplines and, above all, ecology, since "in recent years it has become obvious that the absence or insufficiency of the development of the education system for sustainable development, and even more so the decline in their quality, is becoming a real threat to national security in all its components - in economic, social, technical and, of course, in the environmental [1]. The author considers it necessary to add psychological safety to this list.

Scientific novelty

The scientific novelty of the research is as follows:

- the essence, content and structure of the educational process in modern conditions are substantiated, the need for transformation of modern educational processes that integrate learning, education and development as an important component of education in the interests of sustainable development is substantiated. That is why the author of this article suggests supplementing the curriculum not only with ecology, but also with psychological education;
- the main ways to increase the effectiveness of the educational process have been identified and tested using experimental methods, the main options for solving problems in this area have been put forward, which the author received as a result of a survey addressed to artificial intelligence;
- practical recommendations for the implementation of scientific and applied research results have been developed.

Literature review

A review of literary sources close to the topic of this study allows us to supplement this proposal with another one, which boils down to the fact that psychology should also be included in the list of related disciplines studied in secondary school, since psychological factors do have a significant impact on the learning process. Our proposal is justified by the need to transform modern educational processes that integrate learning, education and development as an essential component of education for sustainable development. That is why the author of this article proposes to supplement the curricula not only with environmental, but also with psychological education. The need to introduce such transformations into existing school curricula is also supported by the fact that the modern educational environment is "focused" on training, on obtaining desirable answers, on narrow specialization of knowledge received by schoolchildren, focused on passing unified state exams, which ultimately leads to a reduction of the tasks of intellectual and general mental development of schoolchildren in the structure of the educational system, when personality qualities are erased and, very importantly, their level of stress resistance decreases.

Increasing the stress tolerance of high school students is indeed becoming a very important task, since adolescence is often accompanied by increased emotional load and stress. Adding psychology programs to the curricula can also benefit from the fact that, firstly, it will help high school students understand their emotions and be able to effectively cope with stress. They will be able to develop skills of self-regulation, positive thinking and emotion management, which will help them cope more successfully with various life situations. Secondly, psychology programs can help high school students develop interpersonal communication and empathy skills. This will contribute to the formation of healthy relationships within the class, reduce conflicts and improve collective spirit. High school students will understand each other better, be more tolerant and be able to work effectively in a team. In addition, the introduction of psychology programs can also contribute to the development of self-awareness and self-esteem of high school students. They will be able to better define their goals and priorities, as well as develop planning and time management skills. In general, adding psychology programs to secondary school curricula in combination with ecology can make the educational process more harmonious and sustainable. This will help high school students not only improve their emotional and psychological well-being, but also cope more successfully with the challenges of the future.

Research methodology

In the literature devoted to the study of stress tolerance of high school students as a necessary means of developing their mental health, it is noted that the main factors affecting stress tolerance are physiological, behavioral and subjective, socio-psychological factors, and primarily changes in communication, as well as the psychological stress factor. Age-related psychological characteristics of students play an essential role in the development of stress tolerance [2]. The presence of a large number of different approaches to studying the degree of influence on the stress resistance of adolescents led the author to find out the opinion of the recently widely advertised Artificial Intelligence (AI), which, according to its developers, allows to improve the quality of education in educational processes and effectively master the necessary professional skills.

It should be noted that the author of this article does not consider himself one of the pioneers who decided to address such questions to AI. In the literature devoted to the use of AI in educational processes, the AI tips received by Daria Sudakova after her direct appeal to AI have been published [3]. Unfortunately, we do not know the wording of the question she asked AI, but in the excerpt from her article published below, five possible areas of AI application in educational processes are mentioned, namely:

1. elimination of the bias of the estimates;
2. to help teachers in the assessment process;
3. to help students in self-development;
4. increase their motivation to learn;
5. analyzing the data from school surveys, take care of the emotional health of students.

The latter advice is included in the circle of our scientific research devoted to the study of the issues of sustainable development of educational processes in high schools by increasing the level of stress tolerance of high school students.

That is why we decided to directly contact the AI and find out its opinion on the author's questions related to the title of this article.

The first question we formulated was as follows:

Question No. 1. What does AI think about the need to improve the management of educational processes in secondary schools?

AI response (quoted) "As an artificial intelligence, I have no personal preferences or opinions, but I can say that the sustainable development of educational processes in secondary schools is a very important task. Sustainable development implies the creation of an educational system that would be able to meet the current needs of students without compromising the opportunities of future generations to receive high-quality education. This requires the inclusion of new methods and technologies in the educational process, as well as taking into account the needs of the environment and socio-economic changes.

In secondary schools, sustainable development management can be achieved, for example, by using new technologies in teaching, taking into account the individual needs and abilities of students, increasing the level of competence of teachers and developing environmental awareness within the educational program. In general, the sustainable development of educational processes in secondary schools can significantly improve the quality of education and prepare the younger generation for future challenges and opportunities in life.

Managing the sustainable development of educational processes in secondary schools is the process of creating and maintaining a sustainable education system that meets the needs of today's students without compromising the opportunities of future generations to receive high-quality education. It includes a number of aspects:

1. Individualization of learning. In secondary school, it is necessary to take into account the individual needs and abilities of students in order to help them achieve the best results. This can be achieved through the use of various teaching methods, individual planning and personalization of the educational program.
2. The use of new technologies. Modern technologies, such as interactive whiteboards, online courses, mobile apps and other tools can help create a more efficient and sustainable educational process.
3. Teacher training. Teachers play a key role in achieving the sustainability of educational processes in secondary schools. It is necessary to teach them new teaching methods, technologies, as well as to develop their professional skills and competencies.
4. Development of environmental awareness. Secondary education should also include important topics, such as environmental protection, sustainable development and environmental awareness. Teaching students these topics will help them become responsible citizens and make informed decisions that take into account environmental aspects.
5. In general, the sustainable development of educational processes in secondary schools is a

necessary step in ensuring high-quality and sustainable education for current and future generations.

The second of the questions we formulated was as follows:

Question № 2. What is the overall strategy to help high school students improve their stress tolerance?

AI's answer (quoted) "Stress tolerance of high school students depends on many factors, such as their personal qualities, family and school environment, as well as the level of support from others. The strategy includes:

1. Healthy Lifestyle: Regular exercise, a healthy diet, and adequate sleep, which can help reduce stress levels and improve mood;
2. Time management: Planning your time and managing tasks can help high school students cope with their responsibilities and reduce feelings of anxiety;
3. Support from others: Friends, family and teachers can provide emotional support and help cope with stress;
4. Positive attitude: High school students can learn to encourage positive thoughts and attitudes, which can help improve their well-being and reduce stress;
5. The ability to relax: Relaxation techniques, such as meditation, yoga, breathing exercises and progressive muscle relaxation can help reduce stress levels and improve psychological health.

In general, the stress tolerance of high school students can be improved by adopting these strategies and constantly working on developing personal qualities, such as perseverance, optimism and adaptability."

It seems to us that the AI recommendations received may be more useful for people who have assumed the responsibility of helping high school students in order to introduce them to a healthy lifestyle, including increasing their stress tolerance. Since this area is part of the author's research circle dealing with issues of managing the sustainable development of educational processes in high school, that is why the author decided to once again turn to AI on issues requiring additional clarification in the area of interest, namely:

Question No. 3. What are the main stages of modeling the stress resistance of the educational environment?

The answer received from the AI is also quoted and begins with the following phrase: "Building stress tolerance models using artificial intelligence should include several stages, namely:

1. Data collection and analysis. It is necessary to collect data on factors affecting the stress tolerance of the educational environment, for example, student grades, test results, frequency of calls to the support service, etc. This data can be obtained from both internal and external sources.
2. Choosing a machine learning algorithm: to simulate the stress resistance of the educational environment, it is necessary to choose a suitable machine learning algorithm. For example, you can use regression methods to predict future values, or clustering algorithms to identify groups of students with similar characteristics.
3. Data preparation: To use a machine learning algorithm, this may include clearing data from outliers and errors, scaling data, etc.

4. Model training: after preparing the data, it is necessary to train the model on this data. Depending on the chosen machine learning algorithm, this may include setting up hyperparameters of the model, choosing a loss function, etc.
5. Model quality assessment: after training the model, it is necessary to evaluate its quality. This may include the use of metrics, such as root mean square error, accuracy, etc.
6. Application of the model: After the model has been trained and evaluated, it can be used to predict the stress resistance of the educational environment. For example, a model can be used to identify factors affecting student stress tolerance and offer recommendations for improving the educational environment."

Further, the recommendations contained in the AI response noted that "artificial intelligence programming typically focuses on three cognitive skills: learning, reasoning, and self-correction.

Learning is the ability of artificial intelligence to learn from experience, data, and feedback. Learning can take place using various machine learning methods, such as neural networks, decision trees, clustering algorithms, etc. Learning can be either supervised or unsupervised.

Reasoning is the ability of artificial intelligence to use knowledge and logical rules to solve problems and make decisions. Reasoning can involve the use of expert systems that use knowledge from experts in a particular field to solve problems.

Self-correction is the ability of artificial intelligence to adjust its behavior and decisions based on feedback received and its own mistakes. Self-correction can occur through user feedback, analysis of results and optimization of behavior based on this information."

AI has found it possible to outline a number of cognitive skills relevant to the issue we have raised. Recall that cognitive skills are skills that help us assimilate new information, understand the world around us and interact with it. Cognitive skills are the mental processes that allow us to accept, select, accumulate, process, create and restore information. That is why AI noted that the above-mentioned "three cognitive skills interact with each other and allow artificial intelligence to achieve high efficiency and improve its results as it gains new experience, i.e. engage in educational analytics, including the processes of collecting, analyzing and interpreting data on learning and the learning process in order to improve the quality of education and achieve better results students."

According to AI, "the introduction of educational analytics into the educational process can bring many practical advantages. One of the main advantages of educational analytics is to improve the effectiveness of the educational process. Data analysis will help identify weaknesses in the learning process, identify the most effective teaching methods, and identify students who need additional support and assistance.

In addition, educational analytics can help in making more informed decisions in the educational field. For example, based on student performance data, you can decide whether to introduce additional courses or change the curriculum. Educational analytics can also help in financial management of educational institutions. For example, data analysis can help determine the most efficient use of budget funds and their allocation to various educational programs.

For the practical implementation of educational analytics, it is necessary to use specialized software products that can process and analyze data. These products can be configured to automatically collect and process data, as well as to provide visualization of data analysis results for educational workers and students. However, the implementation of educational analytics also requires certain resources from educational institutions, including the allocation of a budget for the

purchase of necessary equipment and software, as well as training staff to work with data and software products of educational analytics.

Since the ultimate goal of our research is to build an economic and mathematical model that allows us to link the sustainable development of educational processes with the stress resistance of high school students, the authors decided to bother AI once again and turned to it with the fourth question:

Question No. 4. What are the main stages of building economic and mathematical models of sustainable development of educational processes in secondary schools?

AI response (quoted) "The construction of an economic and mathematical model for the sustainable development of educational processes in secondary schools includes several stages. Here is a general outline that can be used to build such a model.

Defining the goals and objectives of the model: Determine what you want to achieve with the model and what specific aspects of the educational processes in high school are of interest to you. For example, you may be interested in optimizing resource allocation, improving the quality of education, or developing sustainable financial strategies.

Identification of variables: Identify key variables that will influence educational processes in high school. Some of them may include the number of students, budget, teacher qualifications, curricula, school year structure, etc.

Formulation of mathematical equations: describe the mathematical relationships between variables. For example, you can use equations describing the relationship between the budget and the amount of teaching materials, the level of teachers' pay and their qualifications, etc. Mathematical models can be built on the basis of various methods, such as linear programming, differential equations, stochastic models and others.

Data collection: To build a model, you will need information about current educational processes in high school. This may include data on the budget, the number of students, academic performance, the structure of the school year and other indicators that will be used in the model.

Calibration of the model: use the collected data to adjust the parameters of the model and check its compliance with real educational processes. If the model does not meet expectations, make the necessary adjustments.

Analysis of the results: analyze the obtained simulation results. Evaluate the impact of variable changes on educational processes and make recommendations for optimizing these processes.

Implementation of recommendations: based on the simulation results, develop a plan for the implementation of recommendations and measures aimed at improving educational processes in secondary schools."

Conclusion

- It is important to note that building an economic and mathematical model for managing the sustainable development of educational processes in secondary schools can be a difficult task requiring expertise in economics, mathematics and education.
- It is also recommended to consult with professionals and specialists who work. The author expresses his deep gratitude to AI for the practical advice received, and we will try to bring them to life, as much as possible.

References

1. Федоров М.П., Васильев Ю.С., Блинов Л.И. Устойчивое развитие и образование // Научно-технические ведомости СПбГПУ: Наука и образование. - 2012.
2. Кубашичева Л.Н. Стрессоустойчивость старшеклассников как одно из средств развития психического здоровья. <https://cyberleninka.ru/article/n/stressoustoychivost-starsheklassnikov-kak-odno-iz-sredstv-razvitiya-psihicheskogo-zdorovya>
3. Судакова Д. Искусственный интеллект в образовании. <https://letaibe.media/articles/iskusstvennyj-intellekt-v-obrazovanii-pyat-sposobov-uluchshit-uchebnyj-procесс/>

13.12.2024.

Հ.Ա. Մարգարյան

ԿԱՏԱՐՄԱՆ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԿՐԹԱԿԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՆԵՐԸ ՄԻՋՆԱԿԱՐԳ ԴՊՐՈՑՈՒՄ

Հետխորհրդային տարածքում առկա իրողությունների շարքին կարելի է դասել ավագ դպրոցի աշակերտների շրջանում սթրեսադիմացկունության ձևավորման խնդիրը, որը հատկապես սրվել է մեր օրերում: Մա կարելի է բացատրել համընդհանուր ներդրված միասնական պետական քննություններում ձախողման վախով, որը դարձել է հիմնական սթրեսային գործոններից մեկը, և որը բացասաբար է անդրադառնում ավագ դպրոցի աշակերտների առողջության ու նրանց կրթական գործունեության վրա: Այս առումով հոդվածում նկարագրվում են ավագ դպրոցի աշակերտների սթրեսադիմացկունության կառավարման ժամանակակից նորարարական մոտեցումները:

Առանցքային բառեր. արդյունավետ կառավարում, կայուն զարգացում, էկոլոգիա, հոգեբանություն, նորարարություններ, արհեստական բանականություն:

Ա.Ա. Маргарян

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

К числу реалий, существующих в постсоветском пространстве, можно отнести проблему формирования стрессоустойчивости у старшеклассников, которая на сегодняшний день приобрела особую остроту. Это можно объяснить боязнью неудачи на повсеместно введенных ЕГЭ, что и стало одним из основных стрессовых факторов, плохо влияющих на здоровье старшеклассников и их учебную деятельность. В этой связи в статье описываются современные инновационные подходы к управлению стрессоустойчивостью старшеклассников.

Ключевые слова: эффективное управление, устойчивое развитие, экология, психология, инновации, искусственный интеллект.

Margaryan Haykanush Andranik - PhD student, Yerevan State University

E-mail: haka7@list.ru

А.А. Мартirosян

УПРАВЛЕНИЕ КУЛЬТУРНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ ПРОЦЕССАМИ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ БЕДНОСТИ В КОНТЕКСТЕ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

DOI: <https://doi.org/10.64201/18290043-1eaa24-10>

Исследование направлено на комплексное моделирование процессов оптимального управления по критерию минимизации учебной бедности, основанное на интеграции образовательных и культурных механизмов. На основе статистических данных Армении и Финляндии за 2019-2023 годы разработана система уравнений, описывающих динамику ключевых показателей: учебной бедности, охвата образованием, гендерного разрыва, цифровизации, соотношения учитель/ученик, дошкольного образования, читательской активности и книговыдачи. Предложенная модель учитывает эффекты совместного усиления от взаимодействия образовательных и культурных механизмов, позволяет прогнозировать динамику показателей до 2030 года и определять оптимальные управляющие воздействия для достижения целевых значений при наличии всех переменных и параметров системы.

Ключевые слова: учебная бедность, культурно-образовательные процессы, оптимальное управление, цели устойчивого развития, цифровизация образования, культурогенез поведения.

Введение. Всемирный банк определяет учебную бедность как неспособность ребенка прочитать и понять простой рассказ в 10-летнем возрасте – показатель, который может достигать 80% в некоторых странах и, по оценкам, затрагивает 250 миллионов детей во всем мире. Это негативно влияет на их будущие перспективы, одновременно снижая рост развития стран [1]. Проблема минимизации уровня учебной бедности – комплексная социально-экономическая проблема, требующая системного междисциплинарного подхода [2]. Современные тенденции глобального развития обществ подчеркивают определяющую роль образования как ключевого механизма социальной трансформации и достижения целей устойчивого развития. Learning Poverty (Учебная бедность) – это комплексный показатель, который включает в себя два компонента: Learning Deprivation – Отставание в обучении (или "Дефицит обучения") – доля детей в школе, которые не достигают минимального уровня знаний по чтению, и Schooling Deprivation – Отставание в охвате школьным образованием (или "Дефицит охвата образованием") – доля детей, которые не посещают школу.

Образование выступает базовым механизмом достижения Целей устойчивого развития (ЦУР), выполняя множественные социально-трансформационные функции: ЦУР 1 (Ликвидация нищеты) – образование – ключевой социальный лифт, позволяющий преодолевать межпоколенческую бедность через формирование профессиональных компетенций и расширение экономических возможностей. ЦУР 4 (Качественное образование) – непосредственная цель, предполагающая создание инклюзивной, справедливой и высококачественной образовательной системы. ЦУР 5 (Гендерное равенство) – образование выступает механизмом преодоления гендерных барьеров, обеспечивая равный доступ к знаниям и профессиональным траекториям. ЦУР 8 (Достойная работа и экономический рост) – профессиональное образование формирует человеческий капитал, необходимый для инновационного развития экономики. ЦУР 10 (Уменьшение неравенства) – образование создает возможности социальной мобильности и нивелирования структурных социально-экономических разрывов.

Проблемы и достижения в культурно-образовательной сфере демонстрируют комплексный характер этих взаимосвязей с ЦУР: а) уровень учебной бедности напрямую коррелирует с возможностями социальной интеграции и экономической мобильности, являясь индикатором эффективности образовательной политики; б) доля детей вне школьной системы отражает не только образовательные возможности, но и социально-экономические барьеры доступа к знаниям [3]; в) гендерный разрыв в образовании представляет собой комплексный индикатор социального неравенства и потенциала человеческого развития [4]; г) качество образовательной инфраструктуры выступает материальным базисом для реализации образовательного потенциала и технологического развития [5]; д) уровень квалификации учителей определяет качество образовательных интервенций и потенциал

трансформации социальных практик [6]; е) доступность учебных материалов является критическим фактором обеспечения равенства образовательных возможностей.

Статистические данные Всемирного банка и Статистического комитета Республики Армения за 2019-2023 годы демонстрируют необходимость разработки комплексной математической модели управления образовательной системой. Текущий уровень учебной бедности в Армении составляет 26,4%, что существенно превышает показатели развитых стран (например, Финляндия – 2,6%) [7].

Анализ 123 стран показывает четкую кластеризацию учебной бедности: 25 стран с показателем менее 10%, 19 стран с показателями 10-25%, 14 стран с уровнем 25-40% (включая Армению) и 65 стран с критическим уровнем выше 40%. Армения с показателем 26,4% (последствия пандемии) находится в третьем кластере, что отражает значительный потенциал для улучшения при сохранении положительной динамики снижения с 35% в 2015 году.

Целью исследования является разработка подходов и методики, в том числе математической модели оптимального управления, позволяющей количественно описать динамику образовательной системы и определить оптимальные управляющие воздействия для минимизации учебной бедности.

Современная парадигма социально-экономического развития рассматривает образование как базовый механизм трансформации человеческого капитала и социальной мобильности. Экономическое развитие государства напрямую коррелирует с уровнем образования населения через следующие ключевые взаимосвязанные механизмы:

- **Человеческий капитал.** Образование является первичным инструментом накопления индивидуальных компетенций, знаний и навыков, которые трансформируются в экономическую продуктивность [8]. Согласно экспертным оценкам, каждый дополнительный год обучения увеличивает индивидуальный потенциал трудоустройства до 10%.
- **Культурогенез поведения.** Образовательные институты выступают ключевым механизмом социализации, формирования ценностных установок [9,10], моделей поведения и социальных норм. Через образовательные практики происходит интериоризация культурных паттернов, которые определяют стратегии экономической и социальной адаптации.
- **Инновационный потенциал.** Высококвалифицированный человеческий капитал является драйвером технологических и социальных инноваций, что непосредственно влияет на темпы экономического развития и конкурентоспособность национальной экономики.
- **Социальная интеграция.** Образование выступает механизмом вертикальной социальной мобильности, нивелирования социального неравенства и создания равных возможностей для различных социальных групп [11].

Предложенная модель базируется на системном подходе, который рассматривает образование не как изолированный процесс, а как комплекс взаимосвязанных социальных, экономических и культурных практик.

Методологические основания. Исследование базируется на теории оптимального управления Понтрягина [12], адаптированной к специфике образовательно-культурных систем, что позволяет формализовать процесс управления снижением учебной бедности. Статистической основой служат данные Армении и Финляндии за 2019-2023 годы, а также результаты глобального анализа 123 стран, демонстрирующие четкую кластеризацию показателей учебной бедности.

Система фазовых координат включает восемь ключевых показателей, верифицированных международными исследованиями [13]: x_1 - уровень учебной бедности (26,4% в 2023, целевой показатель 15% к 2030), x_2 - охват образованием (90,8% в 2023, целевой показатель 95% к 2030), x_3 - гендерный разрыв в образовании (4,6% в 2023, целевой показатель 2% к 2030), x_4 - цифровизация образования (1:17,1 компьютеров на учащихся в 2023, целевой показатель 1:5 к 2030), x_5 - соотношение учитель/ученик (12,7 учеников на учителя в 2023), x_6 - дошкольное образование (37,2% охвата в 2023, целевой показатель 70% к 2030), x_7 - читательская активность (397,6 читателей на 1000 населения в 2023), x_8 - книговыдача (15,6 книг на читателя в 2023).

В качестве управляющих воздействий определены: u_1 - финансирование образования (текущий уровень - 2,7% ВВП), u_2 - квалификация учителей, u_3 - инфраструктурные инвестиции, u_4 - социальные программы, u_5 - цифровизация, u_6 - культурные ваучеры, u_7 - программы чтения. Выбор управляющих параметров обоснован международным опытом и подтверждается статистически значимыми корреляциями с целевыми показателями.

Разработанная математическая модель представляет собой систему нелинейных дифференциальных уравнений, описывающих взаимосвязь ключевых параметров образовательной системы: $dx_1/dt = f(x_1, x_2, x_7, x_4, x_6, u_1)$ - динамика учебной бедности, $dx_2/dt = g(x_2, x_1, u_1, u_4)$ - изменение охвата образованием, $dx_3/dt = h(x_3, x_1, x_2)$ - эволюция гендерного разрыва, $dx_4/dt = p(x_4, u_5, u_3, u_1)$ - развитие цифровизации, $dx_5/dt = q(x_5, u_2)$ - динамика соотношения учитель/ученик, $dx_6/dt = r(x_6, u_1, u_4)$ - рост дошкольного образования, $dx_7/dt = s(x_7, u_6, u_7)$ - изменение читательской активности, $dx_8/dt = t(x_8, u_7)$ - динамика книговыдачи, где $t_0 \leq t \leq T$, $x_i(t_0) = x_{i0}$, $i=1,2,...,8$.

Целевая функция модели представляет собой интегральный критерий минимизации отклонений от целевых показателей с учетом затрат на управляющие воздействия:

$$J = \int [\sum w_i x_i^2 + \sum c_i u_i^2 + \sum k_i x_i u_i] dt \rightarrow \min,$$

где w_i - весовые коэффициенты отклонений фазовых координат, c_i - коэффициенты затрат на управляющие воздействия; k_i - коэффициенты взаимодействия состояния системы и управляющих воздействий.

В зависимости от характера моделируемых процессов используются различные типы уравнений: логистические - для процессов с эффектом насыщения (учебная бедность, охват образованием), линейно-логарифмические - для процессов с нелинейной динамикой развития, экспоненциальные - для быстро развивающихся технологических процессов, мультипликативные - для процессов с взаимным усилением факторов.

Особенностью модели является учет синергетических эффектов взаимодействия образовательных и культурных механизмов через систему коэффициентов k_i , возможность территориальной адаптации через систему весовых коэффициентов w_i и многофакторный подход к оценке эффективности управляющих воздействий, что позволяет прогнозировать динамику показателей до 2030 года и определять оптимальные управляющие воздействия для достижения целевых значений.

Содержательная интерпретация уравнений, уравнение динамики учебной бедности dx_1/dt определяется уровнем финансирования образования (u_1), читательской активности (x_7), цифровизации образования (x_4) и дошкольного образования (x_6); уравнение охвата образованием dx_2/dt учитывает текущий уровень охвата, влияние учебной бедности, социальные программы (u_4), финансирование (u_1); уравнение гендерного разрыва dx_3/dt зависит от текущего уровня разрыва, общего уровня образования, уровня учебной бедности; динамика цифровизации dx_4/dt определяется объемом инвестиций в инфраструктуру (u_3), общим финансированием (u_1), текущим уровнем цифровизации; изменение соотношения учитель/ученик dx_5/dt зависит от программ повышения квалификации (u_2); развитие дошкольного образования dx_6/dt связано с финансированием (u_1) и социальными программами (u_4); динамика читательской активности [14,15] dx_7/dt определяется культурными ваучерами (u_6) и программами чтения (u_7), что напрямую влияет на развитие метакогнитивных навыков [16]; книговыдача dx_8/dt зависит от программ чтения (u_7).

Численная параметризация модели требует уточнения коэффициентов на основе эмпирических данных. Предварительные оценки показывают нелинейный характер взаимосвязей, где малые целенаправленные воздействия могут создавать значительные системные эффекты.

Культурогенез и образовательные стратегии в контексте устойчивого развития. Современные исследования в области устойчивого развития всё чаще подчеркивают определяющую роль культурных факторов и когнитивных механизмов в трансформации социально-экономических систем. Работы Саргсяна Г.Л. и др. [17] представляют теоретический подход к оптимальному управлению культурогенезом поведения для достижения Целей устойчивого развития ООН. Авторы разработали математическую модель, которая позволяет количественно оценить влияние культурных практик на основе ценностей на динамику социальных изменений через систему дифференциальных уравнений, описывающих эволюцию культурного капитала, поведенческих паттернов и ценностных ориентаций. Новизна представленного подхода заключается в формализации понятия "культурного загрязнения" и создании инструментария для количественной оценки культурных трансформаций. Модель учитывает сложные взаимосвязи между культурными кодами, когнитивными способностями и достижением ЦУР, что позволяет перейти от декларативного к научно обоснованному управлению социокультурными процессами. Исследование [18] развивает этот подход применительно к читательской грамотности, демонстрируя, как целенаправленное управление культурными практиками может существенно повысить качество человеческого капитала. Исследование [19] выявило, что такие параметры, как дистанция власти, уровень индивидуализма и избегание неопределенности, оказывают существенное влияние на возможности реализации целей

устойчивого развития через поднятие уровня цифровизации. Моделирование и количественный анализ включает систему дифференциальных уравнений, которые описывают динамику культурного капитала, поведенческих паттернов и ценностных ориентаций применительно к каждой из 17 ЦУР [20]. Практическая значимость представленных исследований заключается в возможности разработки целенаправленных интервенций, учитывающих культурный контекст конкретных социальных систем. Авторы приходят к выводу, что успешные стратегии развития должны базироваться на глубоком понимании локальных культурных особенностей, а не на универсальных шаблонах.

Особый вклад в понимание уязвимости существующих подходов к оценке устойчивого развития внесен в исследовании Саргсяна Г., Геворкяна Р. и др. [21]. Авторы показывают, что текущая методология оценки уязвимости целей устойчивого развития имеет существенные ограничения, особенно в контексте различных геополитических и социокультурных реалий. Новизна их подхода заключается в предложении расширить индекс ЦУР за счет включения новых агрегированных индикаторов: конституционной комплаентности, национальной безопасности и социокультурных факторов. Авторы выявили, что в разных регионах существуют существенные различия в трендах устойчивого развития, которые не улавливаются стандартной методологией.

Необходимо подчеркнуть, что достижение целей устойчивого развития неразрывно связано с процессом цифровизации и повышением уровня цифровой грамотности общества в целом. Исследование, проведенное Саргсяном Г.Л. с коллегами [22], демонстрирует, что в наше время уровень жизни существенно зависит от степени цифровизации, поскольку цифровые инновации и технологические процессы охватывают все аспекты человеческой деятельности. Показатель цифрового уровня жизни (Digital Quality of Life Index), включающий в себя доступность интернета, качество интернета, электронную инфраструктуру, электронное управление и электронную безопасность, выступает ключевым показателем подготовленности социума к стабильным переменам и реализации целей устойчивого развития.

Таблица

Сравнительная таблица показателей Армении и Финляндии на 2023 год [23]

Показатель	Армения	Финляндия	Источник
Учебная бедность (x_1)	26,4 %	2,6%	World Bank Learning Poverty Brief
Охват образованием (x_2)	90.8%	99.1%	World Bank Learning Poverty Brief
Гендерный разрыв (x_3)	4.6%	0.4%	World Bank Learning Poverty Brief
Цифровизация (x_4)	1:17.1	1:3.2	OECD Education at a Glance
Учитель/ученик (x_5)	12.7	13.9	ARMSTAT
Дошкольное образование (x_6)	37.2%	89%	UNESCO Institute for Statistics
Читательская активность (x_7)	397.6	821.4	ARMSTAT
Книговыдача (x_8)	15.6	32.8	ARMSTAT

Механизмы сближения показателей и экономическая эффективность. Анализ конвергенции образовательных систем Армении и Финляндии выявляет несколько важных механизмов трансформации. В рамках финансового механизма предусматривается увеличение финансирования образования в % ВВП, целевые инвестиции в инфраструктуру, а также создание системы грантов и образовательных ваучеров. Социальные эффекты выражаются в снижении доли детей, которые не посещают школу и не умеют читать, росте производительности труда, уменьшению издержек и улучшении социальной интеграции. Экономический эффект характеризуется приростом ВВП как в краткосрочном, так и в среднесрочном периоде. Механизмы культурной конвергенции включают программы культурных ваучеров с постепенным увеличением охвата населения: в 2025-2026 годах можно охватить 25% населения, в 2026-2028 годах – 35%, а к 2030 году – 50%. Синергетический эффект проявляется в том, что совокупный эффект образовательных и культурных интервенций выше изолированных воздействий, что обеспечивает мультипликативный рост человеческого капитала. Территориальная стратегия предусматривает дополнительные, направленные на выравнивание эффективности в городской и сельской местности, создание региональных образовательных хабов и развитие цифровой инфраструктуры.

Количественные индикаторы трансформации (табл.) могут демонстрировать значительные изменения: учебная бедность снизится, охват образованием увеличится, читательская активность возрастет, а показатель цифровизации улучшится. При этом следует учитывать существующие

риски и ограничения, включающие нестабильность бюджетного финансирования, демографический спад (-14.7% детей к 2030 году), инфраструктурные ограничения и необходимость обновления 80% школьных компьютеров.

Выводы и рекомендации. Проведенное исследование демонстрирует эффективность интегрированного подхода к снижению учебной бедности через комплексное управление образовательными и культурными механизмами. Разработанная математическая модель позволяет количественно описать взаимосвязи между различными аспектами образовательно-культурной системы и определить оптимальные траектории её развития.

В ходе исследования были получены следующие результаты: в области динамики учебной бедности текущий уровень составляет 26,4%, при этом прогнозируемый уровень к 2030 году ожидается на отметке 15%. Достижение данного показателя планируется через комплексное воздействие на образовательные и культурные факторы. Это не пессимистическое предвидение на фоне оценки Генерального секретаря ООН Антониу Гутерриша: “Только 15% Целей устойчивого развития находятся на пути к достижению к намеченному сроку 2030 года. ЦУР нуждаются в срочном стимулировании. Стимул ЦУР - план по увеличению финансирования и инвестиций в ЦУР до как минимум 500 миллиардов долларов в год.”

Стратегические направления трансформации включают увеличение финансирования образования до 4.5% ВВП, внедрение системы культурных ваучеров с охватом 50% населения, развитие программ стимулирования чтения и цифровизацию образовательной среды.

Международный контекст подтверждает реалистичность поставленных целей: из 123 стран 44 уже достигли уровня учебной бедности ниже целевого показателя Армении на 2030 год. Временное ухудшение показателя в 2020 году до 27.2% связано с влиянием пандемии и требует дополнительных компенсационных мер для восстановления позитивного тренда.

Рекомендации по реализации проекта охватывают пять ключевых направлений. а) в сфере институциональных преобразований предлагается создание межведомственного координационного совета по образованию, разработка долгосрочной национальной программы развития образования и внедрение механизмов государственно-частного партнерства в образовании; б) финансовые механизмы предусматривают поэтапное увеличение бюджетного финансирования образования, создание целевых образовательных фондов и развитие грантовых и стипендиальных программ; в) инфраструктурное развитие включает модернизацию материально-технической базы образовательных учреждений, создание регионального образовательного кластера и развитие цифровой образовательной инфраструктуры; г) в области кадрового развития рекомендуется внедрение системы непрерывного повышения квалификации педагогов, создание механизмов профессиональной поддержки молодых специалистов и разработка программ методической поддержки учителей; д) социокультурные интервенции предполагают реализацию программ поддержки чтения и культурного развития, создание системы культурных ваучеров и развитие библиотечной инфраструктуры.

Исследование имеет ряд ограничений, включая территориальную неравномерность образовательных возможностей, демографические вызовы (прогнозируемое сокращение детского населения), необходимость адаптации модели к региональным особенностям и что многие данные не сопоставимы по времени.

Но самым основным ограничением для достижения уровня, например, Финляндии или других развитых стран является тот факт, что эти страны с большой скоростью развиваются сами. У всех развитых стран, будь то протестантские страны, европейские католические страны или Япония, Южная Корея, Сингапур, Тайвань и Гонконг, как особая административная единица Китая (но не сам Китай или Россия, или Аргентина), темпы роста как экономики, так и других показателей ЦУР очень высокие. Это связано с тем, что эти страны успешно реформировали свои религии, в частности, отношение к бедности, богатству, работе и времени. Реформа, начатая в католических странах Европы после Второго Ватиканского собора, интерпретирует труд как процесс самопознания и самосовершенствования. Страны, в языках которых невозможно сократить личное местоимение из предложения, имеют высокие показатели ВВП и ЦУР. Профессор психологии Стэнфордского университета Лера Бородицки [24] считает: “Язык не только влияет на то, что мы запоминаем, но и на то, насколько легко мы можем усваивать новые знания. Например, числительные в некоторых языках делают базовую десятичную структуру более прозрачной, чем числительные в английском. В китайском языке отсутствуют такие сложные слова, как "одиннадцать" или "тринадцать"; вместо этого используется более понятная система "десять-один", "десять-три" и т.д. Дети, которые

учат такие языки, быстрее понимают десятичную систему. Аналогично, если числительные в языке длинные или сложные, это затрудняет запоминание номеров телефонов или выполнение расчётов в уме". Жители стран, в языке которых будущее время можно выразить инструментами настоящего времени, имеют больше накоплений, чем жители стран, язык которых выражает будущее время только инструментами будущего времени. Страны, народы которых имеют исторические травмы, показывают низкий уровень доверия, что увеличивает издержки, а тем самым уменьшает эффективность труда. Есть культурные нормы, обусловленные климатом. Климат не изменишь. Но можно изменить культурные коды поведения. Трансформация культурных ценностей - долгий и последовательный процесс, требующий времени в разницу поколений. С другой стороны, такого рода трансформация требует усилий, целеустремленности и последовательности для изменения институциональной памяти, если эта память рождает деградирующие, а не стимулирующие и развивающие социокультурные коды.

Перспективы дальнейших исследований включают детализацию параметров модели, разработку механизмов реализации предложенных мер и создание системы мониторинга и оценки эффективности образовательных интервенций. Ввиду получения достоверной информации по многим (в том числе латентным) параметрам учебной бедности целесообразно прибегать к другим шкалам их измерений, в том числе к инструментарию и методологии, применяемым в задачах на нечетких множествах [25, 26].

Заключение. Разработанная в исследовании методология оптимального управления культурно-образовательными процессами представляет собой эффективный инструмент для решения проблемы учебной бедности, что созвучно результатам моделирования и анализом международного опыта в контексте глобальных показателей учебной бедности. Использование комплексного подхода, учитывающего взаимосвязи между образовательными и культурными механизмами, позволяет достичь синергетического эффекта при реализации управляющих воздействий, что особенно важно в условиях ограниченности ресурсов и необходимости максимизации эффективности их использования.

Предложенный подход к моделированию, включающий систему уравнений движения переменных состояния, обеспечивает возможность количественной оценки эффективности различных управляющих воздействий и их оптимального сочетания для достижения целевых показателей. Особую ценность представляет возможность адаптации модели к различным социально-экономическим условиям через систему весовых коэффициентов, что делает её применимой не только для Армении, но и для других стран, стремящихся к минимизации учебной бедности.

Литература

1. Что такое учебная бедность? <https://commonwealtheducationtrust.org/learning-pov-erty/#:~:text=The%20World%20Bank%20defines%20Learning,estimated%20250%20million%20children%20globally.>
2. World Bank. Learning Poverty Brief: Armenia. World Bank Group.-Washington, DC.- 2019. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/745741637566026842/pdf/Armenia-Learning-Poverty-Brief-2019.pdf>
3. UNESCO Institute for Statistics. Global Education Monitoring Report 2020. - Paris. - 2020. -P. 145-167. <https://en.unesco.org/gem-report/report/2020/inclusion>
4. **Мартиросян А.** Влияние культуры и социальных факторов на репродуктивное здоровье населения Армении: комплексный анализ проблем репродуктивного здоровья и сексуального образования // Armenian Journal of Health & Medical Sciences (AJHMS), Специальный выпуск: Современные аспекты репродукции человека, 2024. <https://doi.org/10.54235/27382737-2024.v4.2-12>
5. READ Trust Fund Armenia. Assessment Report 2017-2019. World Bank Group.- Washington, DC. - 2019. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/552741619466400084/pdf/READ-Trust-Fund-Armenia.pdf>
6. A Review of Effective Teaching Practices in Secondary Education / **E. Carter, E. Molina, G. Francis, G. Arenge, M. Tsapali.** Establishing the Evidence Base for the Teach Secondary Classroom Observation Tool. – April. 2023. - P. 2 <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/e5aafe16817ea9d1f0d3640cffdb2992-0200022023/original/Evidence-review-Teach-Secondary-Final-210422.pdf>
7. World Bank. Learning Poverty Brief: Armenia. World Bank Group. -Washington, DC, 2021. - P. 1-4 <https://documents1.worldbank.org/curated/en/719421624698162280/pdf/Armenia-Learning-Poverty-Brief-2021.pdf>
8. World Bank. Human Capital Index 2020: Armenia. World Bank Group. -Washington, DC. -2020. -P. 15-28.

9. **Hofstede G.** Culture's Consequences: International Differences in Work-Related Values: - SAGE Publications, 1984. - 328 p.
10. Geert Hofstede's Country Index Comparison Tool. <https://www.theculturefactor.com/country-comparison-tool?countries=armenia>
11. **Sorokin P.A.** Social and Cultural Mobility. - New York: Free Press, 1959. <https://www.scribd.com/document/675487555/Social-and-Cultural-Mobility-Pitrim-Sorokin-Chapter-1>
12. **Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф.** Математическая теория оптимальных процессов. - М.: Наука, 1983. - 392 с.
13. European Commission. Education and Training Monitor 2021: Armenia Country Analysis. – Brussels, 2021. - С. 67-89. https://ec.europa.eu/education/resources-and-tools/document-library_en
14. **Wolf M. Reader.** Come Home: The Reading Brain in a Digital World. – Harper, 2018.- P. 127.
15. **Dehaene S.,** How We Learn: Why Brains Learn Better Than Any Machine. – Viking, 2020. - P. 156.
16. **Christina E. van Kraayenoord .** The Role of Metacognition in Reading Comprehension. https://www.researchgate.net/publication/46401318_The_role_of_metacognition_in_reading_comprehension
17. **Саргсян Г.Л., Мартиросян А. А.** Теоретическая модель оптимального управления культурогенезом поведения для достижения ЦУР ООН // Проблемы социально-экономического развития: поиски, перспективы, решения: Сборник научных статей – 2 (11) / Ереванский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова. – Ереван: Изд. ООО «ИНФОКОПИ», 2024. -С. 62-84. <https://doi.org/10.61546/25792679-2024.2.11-em-04>
18. **Мартиросян А.А.** Модель оптимального управления стимулирования развития чтения // Вестник Российско-Армянского университета (Гуманитар. и общественные науки). - 2024.
19. **Мартиросян А.А., Кочинян Н.С., Саргсян С.Г.** Проблемы развития цифровой экосистемы в контексте целей устойчивого развития // Материалы конференции «Экономическое развитие России: инновационные стратегии в условиях глобальной трансформации». -15-18 октября 2024.
20. **Мартиросян А.** Культура в контексте достижения ЦУР. –2024; **Մարտիրոսյան, Ա.** Մշակույթը ՄԱԿ-ի լայն քարտեզի նպատակների հասնելիության առկայություններում // Գիտական Արցախ, №4 (23), 2024. <https://doi.org/10.52063/25792652-2024.4.23-199>
21. **Sargsyan H., Gevorgyan R., Kochinyan N. and Sargsyan S.** Sustainable development transformation of the Republic of Armenia: context and perception // 2024, Bulletin of Yerevan University G: Economics.-2024.-15(1).-P. 4-23.
22. Перспективы институционализации государственного управления РА в контексте цифровизации экономики / **Г. Саргсян, Р. Геворгян, К. Хачатрян, К. Аветисян, Ж. Мхитарян, В. Саргсян, К. Минасян, Г. Закарян.** Часть 2. - Ереван: Издательство ЕГУ, 2023.
23. Building World-Class Learning Systems: Estonia and Finland. <https://ncee.org/whitepaper/building-world-class-learning-systems-estonia-and-finland/>
24. **Boroditsky L.** How Language Shapes Thought., ScientificAmerican.com. -2011. <http://lera.ucsd.edu/papers/sci-am-2011.pdf>
25. **Zadeh L.A.** Fuzzy logic – a personal perspective // Fuzzy Sets and Systems, -2015.-281(6) -P.4-20. https://www.researchgate.net/publication/277934530_Fuzzy_logic-a_personal_perspective
26. The State of Global Learning Poverty:2022 Update. <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/e52f5322528903b27f1b7e61238e416-0200022022/original/Learning-poverty-report-2022-06-21-final-V7-0-conferenceEdition.pdf>

25.11.2024.

Приложение

Таблица П1. Коэффициенты, типы зависимостей и их обоснование

Коэффициент	Тип зависимости	Обоснование	Метод определения
α_1 (учебная бедность)	Логистический	Отражает нелинейность социальных процессов	Математическое моделирование
β_1 (финансирование)	Линейный	Прямая пропорциональность вложений	Регрессионный анализ
γ_1 (читательская активность)	Мультипликатив.	Нелинейное влияние культурных практик	Корреляционный анализ
δ_1 (цифровизация)	Экспоненциальный	Ускоряющийся эффект технологий	Технологический форсайт
ε_1 (дошкольное образование)	Логарифмический	Эффект насыщения образов.систем	Когортный анализ
κ_1 (охват образованием)	Логистический	Ограниченность образов. ресурсов	Статистич. моделирование
m_1 (социальные программы)	Степенной	Нелинейный эффект соцподдержки	Социолог.исследования
Γ_1 (гендерный разрыв)	Линейно-логарифм.	Многофакторное влияние	Гендерный анализ

Таблица П2. Показатели учебной бедности, дефицита обучения и дефицита охвата образованием в 123 странах [26]

Country Name	Learning Poverty	Learning Deprivation	Schooling Deprivation
Albania	16.5	14.3	2.6
Argentina	59.1	58.9	0.5
Armenia	26.4/27.2	19.9	9.2
Australia	8.6	5.5	3.2

Austria	13.3	2.4	11.1
Azerbaijan	23.3	19.2	5.0
Belgium	6.4	5.1	1.3
Brazil	46.9	45.6	2.4
Bulgaria	15.2	5.2	10.5
Canada	4.3	4.3	0.0
Chile	27.2	23.2	5.2
China	18.2	18.2	0.0
Croatia	4.5	2.5	2.0
Cuba	27.9	25.1	3.8
Cyprus	9.9	7.9	2.2
Czech Republic	13.8	3.0	11.2
Denmark	3.6	2.6	1.0
Egypt, Arab Rep	69.6	69.2	1.4
Finland	2.6	1.7	0.9
France	6.9	6.3	0.6
Georgia	15.3	13.5	2.0
Germany	14.4	5.5	9.4
Greece	7.7	5.5	2.3
Hong Kong SAR, China	4.2	1.4	2.8
Hungary	5.9	2.9	3.1
Iceland	9.3	6.8	2.7
India	56.1	53.7	5.1
Indonesia	52.8	49.4	6.8
Iran, Islamic Rep	35.2	35.1	0.2
Ireland	2.3	2.3	0.0
Israel	11.7	9.0	2.9
Italy	4.4	2.1	2.3
Japan	3.6	1.8	1.8
Jordan	62.5	50.0	25.1
Kazakhstan	2.2	1.9	0.3
Korea, Rep	3.2	0.8	2.5
Kuwait	51.1	49.4	3.4
Kyrgyz Republic	64.5	63.8	1.9
Latvia	4.0	0.8	3.2
Lithuania	3.0	2.7	0.3
Luxembourg	3.0	1.2	1.7
Macao SAR, China	5.6	2.4	3.2
Malaysia	42.0	41.7	0.5
Malta	28.0	26.8	1.5
Mexico	47.6	47.2	0.8
Moldova	11.0	8.7	2.5
Mongolia	39.5	38.1	2.3
Montenegro	27.1	24.7	3.1
Netherlands	2.3	1.3	1.0
New Zealand	11.4	10.0	1.5
North Macedonia	40.9	38.2	4.3
Norway	6.0	5.8	0.2
Poland	4.8	2.0	2.8
Portugal	6.0	3.0	3.1
Qatar	35.7	33.8	2.8
Romania	17.9	14.1	4.4
Russian Federation	3.5	0.9	2.7
Saudi Arabia	38.2	36.7	2.5
Serbia	9.8	8.2	1.8
Singapore	2.8	2.7	0.0
Slovak Republic	23.2	6.6	17.8
Slovenia	5.4	3.7	1.8
South Africa	78.9	77.9	4.4
Spain	4.5	3.4	1.1
Sweden	2.3	1.9	0.4
Thailand	23.4	21.9	1.9
Trinidad and Tobago	20.6	19.7	1.2
Tunisia	65.5	65.1	1.2

Продолжение табл. П2.

Turkey	14.5	9.9	5.1
Ukraine	27.9	18.3	11.7
United Arab Emirates	32.8	32.4	0.6
United Kingdom	3.5	3.2	0.3
United States	4.3	3.9	0.4
Vietnam	18.1	18.1	0.0

Примечание: в таблице представлены выборочные страны по признакам известности, репрезентативности по континентам, общей истории и соседства.

Таблица П3. Кластерный анализ учебной бедности в 123 странах

Кластер 1 (<10%)	Кластер 2 (10-25%)	Кластер 3 (25-40%)	Кластер 4 (>40%)
Казахстан 2.2	Албания 16.5	Армения 27.2	Малайзия 42.0
Ирландия 2.3	Китай 18.2	Чили 27.2	Уругвай 43.6
Нидерланды 2.3	Румыния 17.9	Куба 27.9	Перу 44.4
Швеция 2.3	Вьетнам 18.1	Украина 27.9	Бразилия 46.9
Финляндия 2.6	Тринидад 20.6	Мальта 28.0	Мексика 47.6
Сингапур 2.8	Азербайджан 23.3	Габон 30.7	Ботсвана 50.8
Литва 3.0	Таиланд 23.4	Бахрейн 32.1	Кувейт 51.1
Япония 3.6	Словакия 23.2	ОАЭ 32.8	Индонезия 52.8
Дания 3.6		Коста-Рика 34.0	Бенин 55.8
Россия 3.5		Иран 35.2	Индия 56.1
Великобритания 3.5		Катар 35.7	Бангладеш 58.2
США 4.3		Саудовская Аравия 38.2	Аргентина 59.1

Примечание: в таблице представлены выборочные страны из каждого кластера.

Ա.Ա. Մարտիրոսյան

ԿԱՅՈՒՆ ԶԱՐԳԱՑՄԱՆ ՆՊԱՏԱԿՆԵՐԻ ՀԱՄԱՏԵՔՍՏՈՒՄ ՈՒՍՈՒՄՆԱԿԱՆ ԱՂՔԱՏՈՒԹՅԱՆ ՆՎԱԶԵՑՄԱՆ ԿՐԹԱՄՇԱԿՈՒԹԱՅԻՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՆԵՐԻ ԿԱՌԱՎԱՐՈՒՄԸ

Հետազոտությունը նվիրված է կրթական և մշակութային գործընթացների օպտիմալ կառավարման մաթեմատիկական մոդելի մշակմանը՝ ուսումնական աղքատության նվազեցման նպատակով Կայուն զարգացման նպատակների համատեքստում: 2019-2023 թվականների Հայաստանի և Ֆինլանդիայի վիճակագրական տվյալների հիման վրա մշակվել է դիֆերենցիալ հավասարումներից բաղկացած համակարգ, որը նկարագրում է հիմնական ցուցանիշների դինամիկան՝ ուսումնական աղքատություն, կրթության ընդգրկվածություն, գենդերային ձեռքբերում, թվայնացում, ուսուցիչ/աշակերտ հարաբերակցություն, նախադպրոցական կրթություն, ընթերցողական ակտիվություն և գրքերի շրջանառություն: Առաջարկված մոդելը հաշվի է առնում կրթական և մշակութային մեխանիզմների փոխազդեցության սիներգետիկ էֆեկտները, թույլ է տալիս կանխատեսել ցուցանիշների դինամիկան մինչև 2030 թվականը և որոշել օպտիմալ կառավարման ազդեցությունները թիրախային արժեքներին հասնելու համար:

Առանցքային բառեր. ուսումնական աղքատություն, օպտիմալ կառավարում, մշակութակրթական գործընթացներ, մաթեմատիկական մոդելավորում, կայուն զարգացման նպատակներ, կրթության թվայնացում, վարքագծի մշակութազենեղ :

A.A. Martirosyan

MANAGEMENT OF CULTURAL AND EDUCATIONAL PROCESSES TO MINIMIZE LEARNING POVERTY IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

The research focuses on comprehensive modeling of optimal control processes based on learning poverty minimization criterion, integrating educational and cultural mechanisms. Based on statistical data from Armenia and Finland for 2019-2023, a system of equations was developed describing the dynamics of key indicators: learning poverty, educational coverage, gender gap, digitalization, teacher/student ratio, preschool education, reading activity, and book lending. The proposed model takes into account the mutually reinforcing effects of interaction between educational and cultural mechanisms, allows forecasting the dynamics of indicators until 2030 and determining optimal control actions to achieve target values, given all variables and system parameters.

Keywords: learning poverty, cultural and educational processes, optimal control, mathematical modeling, sustainable development goals, digitalization of education, culture genesis.

Мартиросян Армен Акилесович – преподаватель, Российско-Армянский (Славянский) университет, Институт Медиа, Рекламы и Кино, Кафедра креативных технологий
Email: armen.martirosyan@rau.am

G.A. Avagyan, M.K. Avanesyan, A.G. Avetisyan, H.H. Tadevosyan, A.H. Arakelyan

ANALYSIS OF BANK CREDIT TIME SERIES

DOI: <https://doi.org/10.64201/18290043-1eaa24-20>

Present paper is devoted to studying the association between indicators assessing commercial bank's activities performance. The commercial bank's time series of credits and deposits allowed to assess bank's ability to provide loans to customers. Taking into consideration the fluctuations of time series authors are presenting results of time series spectral analysis. The argument related to the assessment of time series frequency allowed to assess frequency distribution for the case of monthly data. To assess the stability of the time series, the regression model of the time series of loans is given and the stability of the process of loans supply is analyzed.

Keywords: loan deposits, frequency, regression analyze, periodogram.

Introduction

The study of time series in astrophysics and geophysics has been known since the mid-19th century. The studies conducted have shown¹ that all fluctuations of the observed time series had periodicity. Examples of such time series are 11-year fluctuations of solar cycles or annual cycles of meteorological series. The development of methods for studying fluctuations of time series made it possible to detect the correct amplitude of the period and the period of the sinusoid, and on this basis to extract random components of time series. Similar to the methods for studying time series developed in astronomy and natural sciences, the Fourier transform has become firmly established in the field of studying economic and financial time series and, on its basis, methods have been created for extracting random components of a cyclical nature². In the 1800s, many analysts believed that the observed time series would have large errors and no significant peaks.

Slutsky, and a little later Daniel, independently discovered that the variance of a period has the same value as the mean of that period. These fluctuations are usually uncorrelated for neighboring frequencies.

Later, thanks to the research of³ the methods of spectral analysis were applied to economic time series.

Based on the work [1], A. Arakelyan, J. Mkhitarian studied the spectral analysis of the time series of inflation in the Republic of Armenia. The research was carried out according to the following logic: first, a description of the time series of inflation in the Republic of Armenia was given, then the periodicity was studied and the periods of the studied series were determined using the Schuster periodic method.

S. Tsarukyan and A. Arakelyan [2] determined the phases of the time series of fluctuations in international gas prices using Schuster's periodic analysis [3].

Karapetyan, Shakhparyan and Arakelyan [4] conducted advertising modeling and spectral analysis of market time series.

Data. The data studied are the time series of loans provided by a commercial bank and the time series of interest repayments on the loan. The application of time series approaches allowed us to fit a model to the data studied, which consists of the following components: "trend" and "cycles". The selection of "slow", "fast" and the addition of the "medium duration" component allowed us to interpret them as an assessment of the role of the fact that the time series of loans provided by a commercial bank and the time series of interest repayments on the loan consist of individual components. The main model. Changes in the form of fluctuations, which are measured by monthly data, are presented in the form of the model given below.

Basic model. Changes in the form of fluctuations, which are measured by monthly data, are presented in the form of the following model:

$$x_t = \sum_{j=1}^k a_j \sin\left(\frac{2\pi t}{\theta_j} + b_j\right) + \varepsilon_t. \quad (1)$$

The studied model allows to estimate the frequency power by the degree of influence on the output variable. The consideration of the model shows that the data of the time series of loans provided by a commercial bank and the time series of interest repayment on the loan consist of separate components that have a spectrum. The representation of the model (1) using the autoregressive model allows to single out the "slow", "fast" components and the "medium duration" component corresponding to a certain frequency.

Models of loans and loan repayment rates. The use of the autoregressive method allowed us to present monthly fluctuations in the time series of commercial bank loans as follows (table 1):

$$C_t = a_0 + a_1 \cos(2\pi / 0.5) + a_2 \cos(2\pi / 25) + a_3 \cos(2\pi / 7) + \varepsilon_t, \quad (2)$$

where C_t - the volume of loans provided by the bank in t -th month.

Table 1

Bank's loans model*

Coefficients	values	t-student
a_0	26985.6542	26985.6542
a_1	-26977.67228	-46.92341556
a_2	-54.59236516	-2.474907951
a_3	-15.73024	-2.723317
R^2	0.9736012	
F-stat	774.49047	

*)The model developed by authors

The use of the frequency component allows us to identify the "slow", "fast" and "medium" components, which represent the splitting of the bank's credit time series into three components. According to Grender's frequency concept, we will consider the following frequency distribution for the case of monthly data: Low frequencies- from 0 to $2\pi / 30$, fast frequencies from $\pi / 2$ to π . All other frequencies are in the remaining parts of the selected areas. Hence, the low frequency for model (2) is absent. Frequencies $2\pi / 7$ and $2\pi / 25$ are in the mid-frequency range, and the frequency $2\pi / 0.5$ is in the high frequency region.

Estimation of the magnitude of responsibility of frequency components. Let us consider the contribution of individual components to the output variable. Estimates of the responsibility of individual frequencies are given in Table 2.

Table 2

Estimates of the responsibility of individual frequencies

t	$\cos(2\pi / 0.5)$	$\cos(2\pi / 25)$	$\cos(2\pi / 7)$	
0	-26977.672	-54.5923652	-15.73024278	
3	-26972.745	-39.8104032	14.16312868	
	4.92681666	14.78196198	29.89337146	49.6021501
Degree of responsibility	0.09932668	0.298010509	0.602662816	

Simple arithmetic showed that the highest frequency $2\pi / 0.5$ has lowest degree of responsibility, while middle frequency $2\pi / 7$ has highest degree of responsibility. The amplitude of the coefficient of $\cos(2\pi / 7)$ equal to 15.73024 is less than the amplitude of the coefficient of $\cos(2\pi / 0.5)$ which is equal to 26977.67228. Consequently, the middle frequency has coefficient less than highest frequency and simultaneously has highest degree of responsibility.

Schuster periodogram of the credit time series. According to the results of studying the time series and then extracting them from our data, the rest would be a random set of data. Schuster periodogram is:

$$I_n(\omega) = \frac{1}{n} \left[\left(\sum_{j=1}^n x_j \cos \frac{2\pi j}{\omega} \right)^2 + \left(\sum_{j=1}^n x_j \sin \frac{2\pi j}{\omega} \right)^2 \right], \quad (3)$$

where x_j , $j = \overline{1, n}$ data of time series: If the data has a member with a period ω_0 , then $I_n(\omega)$ - has a pick in this point, and additional pick in $\omega = \omega_0 + \frac{2\omega_0}{n}$ (Grender.)

To determine the duration of the period, we apply the following Grender relationship.

$$\frac{j\pi}{m} = \frac{2\pi}{r}, \quad (4)$$

where j - is a point of pick; m - number of equally spaced points or number of shifts; r - duration of the period.

Schuster's periodogram. The application of formula (3) and the estimates of the period duration are shown in the graphical representation of the periodogram of the bank's credit time series Fig.

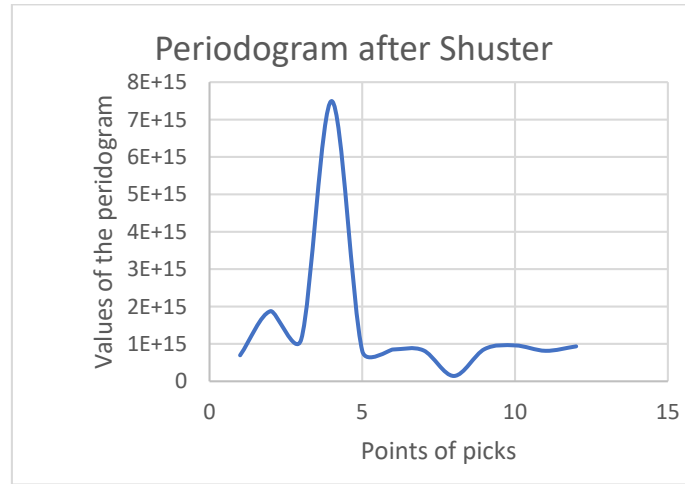


Fig. Schuster periodogram of the time series of loans

The number of equally spaced points or the number of shifts $m = 12$, the peak point $j = 4$. Hence, the duration of the period is 6 months.

Stability of the time series of loans To assess the stability of the time series, we consider the regression model of the time series of loans in the form:

$$C_t = a_0 + a_1 C_{t-1} + a_2 C_{t-2} + \varepsilon_t. \quad (5)$$

Model of autoregression is:

a2	a1	a0
0.980884	0.02764406	937501.2965
0.126484	0.127925131	2115312.829
0.995059	3535482.947	#N/A
6242.642	62	#N/A
1.56E+17	7.74978E+14	#N/A

Therefore, the characteristic function will have the form:

$$\lambda^2 - 0.98\lambda + 0.028 = 0.$$

The solution of the equation gives the following values for the eigenvalues λ_1, λ_2 , $\lambda_1 = 0.95$, $\lambda_2 = 0.029$.

Since the eigenvalues are real, less than one in modulus, the time series of bank loans is stable and has no fluctuations.

Conclusion

The study of time bank loans time series has been implemented in current paper. The periodogram of loans bank time series allowed to analyze the cyclicity and to assess duration of periods. We argue that fluctuations of the observed time series had periodicity. The development models of studied fluctuations of time series allowed to detect the correct amplitude of the period and the period of the sinusoid, and on this basis to extract random components of time series.

We argue that given current models allow an extracting random components of a cyclical nature.

We discovered case where middle frequency has coefficient less than highest frequency and simultaneously has highest degree of responsibility.

References

1. **Arakelyan A.H., Mkhitarian J.** Spectral Analysis of Inflation Time Series in the Republic of Armenia (in Armenian) // ԵՊՀ Տարեգիրք 2013 Տնտեսագիտության ֆակուլտետ. - Եր.: ԵՊՀ հրատ., 2014 - էջ 437-442:
2. **Tsarukyan S.S., Arakelyan A.H.** (in Armenian) // «Բաների Երևանի համալսարանի. Մոնիթորինգ, Տնտեսագիտություն». - 2018.-№ 1 (25).- էջ 66-75:
3. **Granger K., Hatanaka M.** Spectral Analysis of Time Series in Economics "Statistics". - M., 1972. - 312 p.
4. **Karapetyan J., Shakhparyan G., Arakelyan A.H.** Proceedings of the 2012 Networking and Electronic Commerce Research Conference (NAEC 2012). - Riva del Garda, Italy, 2012. – P. 10-16.

20.12.2024.

**Գ.Ա. Ավագյան, Մ.Կ. Ավանեսյան, Ա.Գ. Ավետիսյան,
Հ.Հ. Թադևոսյան, Ա.Հ. Առաքելյան**

ԲԱՆԿԱՅԻՆ ՎԱՐԿԱՅԻՆ ԺԱՄԱՆԱԿԱԿԱՆ ՇԱՐՔԻ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ

Սույն հոդվածը նվիրված է առևտրային բանկի գործունեության կատարողականը գնահատող ցուցիչների միջև կապի ուսումնասիրությանը: Առևտրային բանկի վարկերի և ավանդների ժամանակային շարքերը թույլ են տվել գնահատել հաճախորդներին վարկեր տրամադրելու բանկի կարողությունը: Հաշվի առնելով ժամանակային շարքերի տատանումները, հեղինակները ներկայացնում են ժամանակային շարքերի սպեկտրալ վերլուծության արդյունքները: Ժամանակային շարքերի հաճախականության գնահատման հետ կապված փաստարկը թույլ տվեց գնահատել հաճախականության բաշխումը ամսական տվյալների դեպքում: Ժամանակային շարքերի կայունությունը գնահատելու համար տրված է վարկերի ժամանակային շարքի ռեգրեսիոն մոդելը և վերլուծվել է վարկերի տրամադրման գործընթացի կայունությունը:

***Ստանգրաին բառեր.** վարկային ավանդներ, հաճախականություն, ռեգրեսիոն վերլուծություն, պարոդոգրամ:*

**Г.А. Авагян, М.К. Аванесян, А.Г. Аветисян,
Г.А. Тадевосян, А.А. Аракелян**

АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ БАНКОВСКИХ КРЕДИТОВ

Данная работа посвящена изучению связи между показателями, оценивающими эффективность деятельности коммерческого банка. Временные ряды кредитов и депозитов коммерческого банка позволили оценить способность банка предоставлять кредиты клиентам. Принимая во внимание колебания временных рядов, в работе представлены результаты спектрального анализа временных рядов. Аргументация, связанная с оценкой частоты временных рядов, позволила оценить распределение частот для случая ежемесячных данных. Для оценки устойчивости временного ряда приведена регрессионная модель временного ряда кредитов и проанализирована устойчивость процесса предложения кредитов.

***Ключевые слова:** ссудные депозиты, частота, регрессионный анализ, периодограмма.*

Avagyan Gohar Andranik - researcher YSU email: gohar.avagyan.04@gmail.com
Avanesyan Meri Karen - YSU student email: meri.avanesyan04@gmail.com
Avetisyan Adrine Grigor - YSU student email: adrine.avetisyan@edu.y-su.am
Tadevosyan Henrik Hmayak - PhD, Manager of the Myasnikyan branch of Armenian Economic Bank email: henriktadevosyan@gmail.com
Arakelyan Aram Hmayak - Prof. Dr. YSU email: aram.arakelyan@ysu.am

A.G. Vardanyan, M.A. Kharatyan, H.H. Tadevosyan, A.H. Arakelyan

VAR ANALYSIS OF CREDIT-DEPOSIT TIME SERIES INTERACTIONS IN ARMENIAN COMMERCIAL BANKS

DOI: <https://doi.org/10.64201/18290043-1eaa24-25>

The research analyzes the deposit and credit policies of Armenian banks using a vector autoregressive (VAR) approach, focusing on the interaction between deposits and loans. It identifies the importance of understanding these mechanisms for enhancing banking efficiency and economic performance. The study reviews existing literature, noting that previous works primarily utilized the VAR approach to explore monetary policy effects in various contexts.

Ultimately, the findings aim to provide insights into the dynamics of deposits and loans, enabling banks to better formulate their credit and deposit strategies.

Keywords: deposit mass, loans, vector autoregressive, policy, interaction.

1. Introduction

The deposit and credit policy of the banking system has a powerful impact on the efficiency of both banks and the economy. Studying the interaction between deposits and loans provided by commercial banks is important for a good understanding of the channels through which the deposit and credit policy of the banking system develops.

It is known that an increase in the deposit size determines the level of loans provided by the bank and can potentially affect the creditworthiness of banks.

Until now, the mechanism of deposit and credit activity in the banking system of Armenia as a whole has not been studied quantitatively. According to Bernanke and Gertler (1995) [1], the mechanism of deposit and credit activity remains a "black box" in the field of coordination of deposit and credit policy of the banking system. Therefore, the use of empirical data corresponding to the relationship between deposits and loans allows us to reveal the possible consequences and evaluate the efficiency of banking activities.

In this paper, we consider the interaction between deposits and loans of commercial banks in Armenia using the vector autoregressive (VAR) approach.

The VAR model allows us to determine the years during which the relationship between the deposit mass and the mass of loans provided by the bank is positive.

2. Literature Review

A study of the literature devoted to the study of the efficiency of the banking system leads us to the fact that it is necessary to consider many different channels and relationships between the deposit and credit policies of banks. According to Mishkin [2], expansionary monetary policy (i.e. an increase in the money supply) leads to a fall in the real interest rate due to the liquidity effect. It is shown that an increase in spending causes a larger aggregate demand and an increase in economic output.

For example, according to the study by Mishkin [2], an increase in the money supply is the reason for the fall in the domestic real interest rate. To obtain the possibility of quantitatively assessing the effectiveness of a bank's activities, an analysis is based on empirical data corresponding to the interaction between the deposit and credit policies of the banking system.

The work of Bernanke and Gertler [1] is devoted to studying the issue related to the transmission mechanism in the United States. A particularly general approach to the study is carried out in the work of Hsing [3], devoted to studying the monetary policy of Argentina. The work of Goh, Chong and Yong [4] is devoted to studying the channels of bank lending in Malaysia. The features of the money transmission mechanism in Jordan are devoted to the work of Sab and Khachatryan [5]. Note that the studies cited mainly use the VAR approach.

3. Main model

As a result of bank lending, the money supply that can be used to continue providing loans decreases. This necessitates assessing the relationship between variables corresponding to both loans and both deposits. The proposed model allows assessing the relationship between the factors under study - the volume of loans and the volume of deposits.

Denote

C_t - size of credits providing by the bank at time t ,

D_t - size of deposits of the bank at time t .

Deposit- credit Vector autoregression model (VAR) model:

$$C_t = a_0 + a_1 D_{t-1} + a_2 D_{t-2} + a_3 C_{t-1} + a_4 C_{t-2} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

$$D_t = b_0 + b_1 D_{t-1} + b_2 D_{t-2} + b_3 C_{t-1} + b_4 C_{t-2} + \gamma_t. \quad (2)$$

Data set

As the organizations we considered Armenian commercial banks as follows:

Table 1

List of Armenian commercial banks

AEB	AMIO	ARARAT	CONVERS	EVOCA	INECOBANK	UNIBANK
1	2	3	4	5	6	7

Continuation of the Table 1

ACBA	BYBLOS	ARMSWISS	ARDSHIN	AMERIA
8	9	10	11	12

As the data we considered data of credit's size and deposit's size of banks given in Table 1. Models (1) and (2) are given in the Table 2 per bank.

Table 2

VAR models of commercial banks deposits-credits

Coef./t-student	AEB	AMIO	Ararat	Converse	Evoca	INECO	UNIBANK
a_0	-1.42E+11/7 .11	2.49618E+1 1/3.9	81568399 776/ 3.62	1.30653E+1 1/4.23	760933870 50 /32.81	4.32E+11/ 38.4	8.3148E+11/ 15.2
a_1	2.20/2.39	-1.2/-3.76	0.338/ 2.31	0.225/3.71	0.035/3.32	0.47/4.78	3.38/2.63
a_2	1.973.46	0.0089/4.31	-0.10/-4.2 0	0.26/4.73	0.486/21.9	3.21/3.6	3.87/5.04
a_3	-0.599/-4.99	1.95/3.78	-0.12/-4.4 7	0.076/2.07	-0.004/-11. 38	-1.84/4.3	-6.17/-3.58
a_4	0.067/9.52	0.102/4.04	0.48/3.62	-0.11/-3.15	-0.004/-9.3 04	-2.42/3.6	-5.99/ -2.303
R^2	0.862	0.828	0.971513 494	0.91316975 3	0.99976113 1	0.794	0.854
F	21.45	4.41	17.05216 99	5.25836205 7	1046.34774 5	4.59	5.28
b_0	-104909700 08/- 23.6	2.58056E+1 1/5.87	1.05834E +11/ 4.27	1.20512E+1 1/ 13.5	1.15004E+1 1/4.5	5.83E+11/ 34.2	1.56014E+1 2/26.8
b_1	1.12973644 5/3.97	-1.86/-3.53	1.87/3.47	0.61/5.94	-0.107/-3.1 21	0.09/4.3	4.19/4.69
b_2	0.9/3.8	0.408/-3.06 7	-2.76/-2.4 7	-0.02/-2.02	0.68/4.94	7.75/3.7	6.949/3.84
b_3	-1.15/-5.3	2.712/7.39	-1.83/-3.9 7	-1.199/-4.56	-0.005/-4.4 3	-4.07/2.8	-10.14/2.8
b_4	0.83/4.2	0.99/4.26	2.64/2.42	1.339/3.88	-0.015/-3.0 7	-4.43/-4.3	-10.73/3.5
R^2	0.882	0.98985	0.951283	0.922620943	0.910775	0.862	0.885
F	27.1	48.7829689 6	9.763748 13	5.961696759	4.551907	4.58	7.279

Continuation of the Table 2

Coef./t-student	ACBA	BYBLOS	ARMSWIS	ARDSHIN	AMERIA
a_0	-1326121215/4.83	23157896/5.83	1391296/6.31	-105917445/91	-45238136/9.5
a_1	-56.02/8.78	0.877/3.87	-0.96/3.28	-0.27/2.5	-0.99/7.43
a_2	121.3498065	1.387084184	0.14789433	0.148466622	0.1049/7.68
a_3	-5.99/3.88	-1.30/4.76	1.47/2.52	0.394/4.04	1.109/2.63
a_4	-61.35/2.07	-1.408/4.13	0.249/4.64	0.716/3.87	0.58/3.93
R^2	0.859	0.853	0.855	0.973	0.868
F	7.398	5.583	43.02	18.37	4.3043
b_0	-2887442012/2.37	-1667570/2.073	-1616289/3.54	-236301057/3.12	-217545911/2.31
b_1	-129/2.404	1,57/4.056	-0,735/3.22	-0,203/2.92	-1,36/3.77
b_2	280.21/2.49	1.908/3.03	0.338/3.41	-0.0602/3.14	-0.524/3.41
b_3	-14.12/2.77	-2.029/3.13	1.509/3.137	0.748/3.02	2.09/3.473
b_4	-142.8/2.19	-1.48/4.604	0.0063/3.703	0.908/2.64	0.776/3.71
R^2	0.875	0.973	0.984	0.998	0.876
F	7.349	9.173	128.90	305.49	5.53

The VAR models given in Table 2 determine the current and lagged values of loans and deposits. The models allow us to study the dynamics of changes in time series of deposits and loans. Consequently, the developed models make it possible to study the responses of one time series to shocks of another time series.

4. Conclusion

The analysis performed in this work allowed to obtain an assessment of the relationship between the volume of deposits and the volume of loans provided by the bank. The application of given VAR models in banking activities will allow to obtain an estimate for the interest rate of both deposits and loans provided by banks. The peculiarity of VAR models obtained in this work is that the models of banks differ from each other and each bank must decide on a credit and deposit policy in accordance with the volume of funds used by banks to provide loans.

References

1. **Bernanke B., and Gertler M.** Inside the Black Box: The Credit Channel of Monetary Policy Transmission // The Journal of Economic Perspectives.-1995.-Vol. 9(4).- P. 27–48.
2. **Mishkin F.** The Economics of Money, Banking and Financial Markets (8th ed.). - Addison Wesley, Boston, 2006.
3. **Hsing Y.** Responses of Argentine Output to Shocks to Monetary Policy, Fiscal Policy and Exchange Rates: A VAR Model// Applied Econometrics and International Development.-2004.- Vol. 4(1).- P. 21-36.
4. **Goh K.L., Chong C.S., and Yong S.L.** Bank Lending Channel for Monetary Policy Transmission in Malaysia: An Ardl Approach// Applied Econometrics and International Development.-2007.-Vol. 7(2).
5. **Poddar T., Sab R., and Khachatryan H.** The Monetary Transmission Mechanism in Jordan.- IMF Working Papers.-2006.- No. 06/48.

13.12.2024.

Ա.Գ. Վարդանյան, Մ.Ա. Խառատյան, Հ.Հ. Թադևոսյան, Ա.Ա. Արակելյան

**ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱՌԵՎՏՐԱՅԻՆ ԲԱՆԿԵՐԻ ՎԱՐԿԱՅԻՆ-ԱՎԱՆԴԱՅԻՆ
ԺԱՄԱՆԱԿԱՅԻՆ ՇԱՐՔԵՐԻ ՓՈԽԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆԸ
ՎԵԿՏՈՐԱԿԱՆ ԱՎՏՈՐԵՐԵՍԻԱՅԻ ՄՈՏԵՑՄԱՄԲ**

Առևտրային բանկի համար կարևոր նշանակություն ունի ավանդային և վարկային քաղաքականության մեխանիզմի իմացությունը: Ուսումնասիրված է վարկերի և ավանդների փոխհարաբերությունների գնահատման խնդիրը, որը դրամավարկային քաղաքականության փոխանցման ոլորտում ֆինանսական հոսքերի «վարկային ալիքի» տեսության կարևոր բաղադրիչներից է: Հեղինակները հիմք են ընդունել ներքին և արտաքին ֆոնդերի միջև ծախսերի տարբերության ուսումնասիրությունը, որը բացատրում է դրամավարկային քաղաքականության ազդեցությունը իրական տնտեսության վրա:

Առանցքային բառեր. ավանդների զանգված, վարկեր, վեկտորական ավտոռեգրեսիա, քաղաքականություն, փոխազդեցություն:

Ա.Գ. Варданян, М.А. Харатян, Г.А. Тадевосян, А.А. Аракелян

**VAR-АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА ДЕНЕЖНОЙ ТРАНСМИССИИ В
АРМЯНСКИХ КОММЕРЧЕСКИХ БАНКАХ**

Понимание механизма депозитной и кредитной политики имеет решающее значение для коммерческого банка. Изучается проблема оценки взаимосвязи между кредитами и депозитами, что является одним из важнейших компонентов в теории «кредитного канала» финансовых потоков в области трансмиссии денежно-кредитной политики. Авторы взяли за основу изучение разницы в стоимости между внутренними и внешними средствами, что объясняет влияние денежно-кредитной политики на реальную экономику.

Ключевые слова: депозитная масса, кредиты, векторная авторегрессия, политика, взаимодействие.

Vardanyan Ani Gagik – Resaercher, YSU, Department of Mathematical Modeling in Economy,
email: ani.vardanyan26@edu.ysu.am

Kharatyan Milena Artur - Resaercher, YSU, Department of Mathematical Modeling in Economy,
email: milena.kharatyan1@edu.ydu.am

Tadevosyan Henrik Hmayak - PhD, Head of the Myasnikyan branch of Armenian Economic Bank,
email: henriktadevosyan@gmail.com

Arakelyan Aram Hmayak - Scientific advisor Prof., Dr., YSU, email: aram.arakelyan@ysu.am

Z.M. Ghazaryan, N.P. Ordyan, A.H. Arakelyan

CROSS COUNTRY ANALYSIS ON CARBON DIOXIDE EMISSIONS

(South Caucasus)

DOI: <https://doi.org/10.64201/18290043-1eaa24-31>

Present paper is devoted to studying the association between the results of industrial, agricultural output, energy consumption, transport infrastructure development and carbon dioxide emissions for the countries Armenia, Azerbaijan, Georgia, Iran and Turkey. It uses regional data covering a time period of 10 years, from 2014 to 2023. The results of regression and panel analyzes allowed us to assess the dependence of carbon dioxide emissions on the results of transport, energy, industry and agriculture activities. The paper substantiates a cause-and-effect relationship between carbon emissions and economic growth. Increased electricity production, transport activities, industry and agriculture growth leads to increased carbon dioxide emissions in both the short and long term. Based on the findings, this study allows us to take actions aimed at adjustment of carbon emissions depending on transport, agriculture, energy and industry activities growth.

Keywords: *energy consumption, agriculture, transport, industry, CO₂ emission.*

1. Introduction. This study is the beginning of the research in the direction of investigating the dependence of carbon emissions from industrial, agricultural output, energy consumption and transport infrastructure development. Researchers devoted to the study of carbon emissions show that reducing carbon dioxide (CO₂) emissions is mandatory, since a low-carbon economy contributes to sustainable economic growth around the world according to the work [1]. Therefore, government regulation of carbon emissions is a prerequisite for ensuring a low-carbon economy [2]. After the approval of countries' carbon quotas, some countries initiated trading carbon quotas, as well as introducing carbon taxes [3] and CO₂ emissions trading [4].

Present study comprehensively analyzes CO₂ emissions in relation to industrial, agricultural output, energy consumption and transport infrastructure development. The study also provides answers to the causes of carbon emissions and estimates of each economic sector for increasing carbon emissions. The results obtained make it possible to apply models for the studied region and, on the basis of this, recommend them for studying other regions of the world.

2. Literature review. The problem of studying the relationship between industrial, agricultural output, energy consumption, export, and CO₂ has become one of the most widely studied problems over the last decade, as the work [5] states. A significant number of studies allowed us to evaluate the impact of indicators on carbon emissions and assess their negative impact on the ecosystem according to the works [6], [7].

Current research is based on the following four approaches. The first direction studies the relationship between energy consumption (EC) and economic growth (EG), is enormous and has been extensively studied under a testable hypothesis (known as the conservation hypothesis) in the work [8]. The second direction of approaches studies the relationship between economic growth and CO₂ emissions [9]. The third direction combines the previous two directions, analyzing the dynamic relationship between CO₂ and Economic growth in a three-dimensional framework in the work [10], leading to mixed results. The third direction, integrating additional variables into one model, is a growing area of research. The research conducted in this article can be attributed to the third direction. This is justified by the fact that the authors are studying the impact on carbon emissions due to the growth of transport, industry, agriculture, and energy output. Industry, transport and agriculture output are as additional variables, especially for countries

Armenia, Azerbaijan, Georgia, Iran and Turkey and demonstrate a significant relationship with CO₂ emissions, and complements the study conducted in the works [7, 11].

In particular, the work [12] studied 18 Asian countries and found that CO₂ emissions increased due to transport, economic growth. However, the work [13] analyzed similar findings that economic growth and exports increased CO₂ emissions in the case of 11 Asian countries. Akalpler and Hove in the work [14] studied the problems of economic growth, imports, exports and their impact on the environment in India. The purpose of this work was to establish a cause-and-effect relationship between the variables studied. Therefore, the research conducted in this article makes a certain contribution to the field of studying the cause-and-effect relationships between economic indicators and CO₂ emissions.

3. Data. To conduct the research, we used data on all variables obtained from the World Bank Development Indicators. Data for all variables range from 2014 to 2023. Emissions are measured in Metric Tons of Carbon Dioxide Emissions per capita and represent CO₂ emissions resulting from industrial, agricultural output, energy consumption, transport infrastructure development.

4. Methodology. To explore the relationship between economic factors and CO₂ emission in Armenia, Azerbaijan, Georgia, Iran and Turkey an approach based on the regression analysis and panel analysis for countries has been implemented. In the first step the assessment of the impact of economic variables on carbon dioxide emission has been implemented. As the second step the panel analysis of the relationship between carbon emission and energy, transport, industry and agriculture output has been assessed.

Present paper examines the impact of industrial, agricultural output, energy consumption, transport infrastructure development on carbon dioxide emissions. The purpose of studying the given problem is to fill the gap in ecosystem research in the context of economic and agricultural growth. The conducted studies showed the presence of features of the influence of the noted factors for different countries and economies, which became the reason for formulating the research problem of this work. We focus this gap through the development of multivariate regression models by examining the impact of industrial, agricultural output, energy consumption, transport infrastructure development on carbon dioxide emissions: As the group of countries we studied countries as follows: Armenia, Azerbaijan, Georgia, Iran and Turkey. The developed models allowed us to obtain point estimates of the increase in CO₂ emissions depending on the increase in the values of factors used as independent variables.

5. Data used in the work. As the data we considered data as follows: industrial output, agricultural output, energy consumption, transport infrastructure development and carbon dioxide emissions during the period 2007-2014. Data for the research are given in World Development Indicators.

6. Basic notations. Denote variables as follows:

GDP - Gross domestic product

AGRI - agricultural output

Transp- transport output

Energy - energy consumption

CO₂ - carbon dioxide emissions

7. Basic model. As the multiple regression model has been considered the model allowing to assessing the impact of independent variables on the level of carbon dioxide emissions as follows:

$$CO_{2t} = \alpha_0 + \alpha_1 GDP_t + \alpha_2 AGRI_t + \alpha_3 Transp_t + \alpha_4 Energy_t. \quad (1)$$

8. Analysis of CO₂ emissions depending on factors. The model is given in Table 1.

Table 1

CO₂ emissions model (model features)

Country	U^T	U^M	U^S	U^C
Armenia	0.0147	8.4960E-29	0.0085	0.9915
Azerbaijan	0.0094	4.6993E-28	0.0126	0.9874
Georgia	0.0157	2.0877E-29	0.0028	0.9972
Iran, Islamic Rep.	0.0072	0	0.0086	0.9914
Turkiye	0.0074	5.7257E-29	0.0057	0.9943
Total	0.1571	5.2822E-31	0.1088	0.8750

The results of modeling CO₂ emissions depending on changes in factors showed that the coefficients of the regression equation (1) are positive and therefore the influence of increasing values of independent variables has a positive effect on CO₂ growth.

9. Sensitivity analysis of CO₂ emissions depending on changing factors. The sensitivity analysis of CO₂ emissions showed the following.

1. Changes in CO₂ emissions depending on the growth of input factors are different for different countries.
2. Regression coefficients ranked according to the degree of the impact on the carbon dioxide emissions CO₂.
3. The ranking vectors of countries differ from each other, which makes it possible to explain the noted differences based on a macroeconomic analysis.

10. Panel analysis. Panel data analysis in Table 2 produced estimates indicating a time-varying relationship between input factors and CO₂ emissions for a group of counties: Armenia, Azerbaijan, Georgia, Iran and Turkey. Panel analysis made it possible to rank factors depending on the degree of influence on CO₂ emissions.

Table 2

CO₂ emissions model (coefficients)

Country	Energy	Industry	Services	Agriculture	R ²	FSTAT
Armenia	428.8641	0.0005	-0.0003	0.0002	0.9665	50.5558
Azerbaijan	1739.9677	-8.9409E-05	0.0007	-0.0031	0.9509	33.9093
Georgia	503.0760	0.0009	0.0002	-0.0004	0.9890	157.2913
Iran, Islamic Rep.	7178.1809	-0.0005	0.0018	-0.0005	0.9662	50.1006
Turkiye	17482.6557	-0.0016	0.0016	-0.0018	0.9773	75.5110
Total	-1132.8586	0.0007	-0.0008	0.0036	0.6414	24.5930

Conclusion. This study attempts to empirically assess the relationship between carbon dioxide emissions and the performance of transport, agriculture, industry and energy production and consumption in countries such as Armenia, Azerbaijan, Georgia, Iran and Turkey. For this purpose, data from the countries of the studied region, taken from World Bank Open Data were used. To conduct the research, regression models and a panel analysis model were developed. Thus, a comparative analysis of the influence of the studied variables on carbon dioxide emissions was carried out. Based on the proposed regression analysis models, the cause-and-effect relationship between carbon dioxide emissions and economic variables was determined.

Cross-country analysis implemented through the development of multiple regression models assessing carbon dioxide emission CO₂ across the countries. There are large differences in how much the impact of input factors changes on the level of carbon dioxide emission. Values of regression coefficients based on the degree of CO₂ emissions ranked according to each country. We did coefficients ranking for each country. Ranking vectors allow us to compare countries according to ranking vectors and assess the difference between countries.

We argue that the approach implemented in this paper could be used for different groups of countries all over the world. As a result we could compare countries according to the impact on carbon dioxide emission.

We argue also that expanding the number of factors causing the increase of carbon dioxide emission allows us to fill in the existing gap in the research of ecosystem sustainability and green house expansion.

References

1. **Chen X., Hao G.** Sustainable pricing and production policies for two competing firms with carbon emissions tax . - 2014. - 53(21). - P. 6408–6420. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.932928>
2. **McNicholas P., Windsor C.** Can the financialised atmosphere be effectively regulated and accounted for? // Account. Audit. Account. - 2011. - 24(8). - P. 1071–1096. <http://dx.doi.org/10.1108/09613671111184760>
3. **Andrew J., Kaidonis M.A., Andrew B.** Carbon tax: challenging neoliberal solutions to climate change // Crit. Perspective. Account. - 2010. - 21(7). - P. 611–618. <https://doi.org/10.1016/j.cpa.2010.03.009>
4. **Braun M.** The evolution of emissions trading in the European Union – the role of policy networks, knowledge and policy entrepreneur // Account. Organ. Soc. - 2009. - 34(3–4). - P. 469–487. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2008.06.002>
5. **Achour H., Belloumi M.** Decomposing the influencing factors of energy consumption in the Tunisian transportation sector using the LMDI method // Transp. Policy. - 2016. - 52. - P. 64–71. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.07.008>
6. **Cai Y., Sam C.Y., Chang T.** Nexus between clean energy consumption, economic growth and CO₂ emissions // J.Clean. Prod. - 2018. - 182. - P. 1001–1011. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.035>
7. **Gergel D.R., Nijssen B., Abatzoglou J.T., Lettenmaier D.P., Stumbaugh M.R.** Effects of climate change on snowpack and fire potential in the western USA // Clim. Change. - 2017. - 141(2). - P. 287–299. <https://doi.org/10.1007/s10584-017-1899-y>
8. **Kraft J., Kraft A.** On the relationship between energy and GNP on JSTOR // J. Energy Dev. - 1978. - 3. - P. 401–403. <http://www.jstor.org/stable/24806805>.
9. **Grossman G.M., Krueger A.B.** Economic growth and the environment // Q. J. Econ. - 1995. - 110(2). - P. 353–377. <https://doi.org/10.2307/2118443>
10. **Apergis N., Payne J.E.** Coal consumption and economic growth: evidence from a panel of OECD countries // Energy Policy. - 2010. - 38(3). - P. 1353–1359. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2009.11.016>
11. **Dou Y., Zhao J., Malik M.N., Dong K.** Assessing the impact of trade openness on CO₂ emissions: evidence from China-Japan-ROK FTA countries // J. Environ. Manag. - 2021. - 296. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113241>

12. **Nasreen S., Mbarek M. Ben, Atiq-ur-12. Rehman M.** Long-run causal relationship between economic growth, transport energy consumption and environmental quality in Asian countries: evidence from heterogeneous panel methods // Energy. - 2020. - 192. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.116628>
13. **Rahman M.M.** Do population density, economic growth, energy use and exports adversely affect environmental quality in Asian populous countries? Renew // Sustain. Energy Rev. - 2017. - 77. - P. 506–514. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.041>
14. **Akalpler and Hove in Akalpler E., Hove S.** Carbon emissions, energy use, real GDP per capita and trade matrix in the Indian economy-an ARDL approach // Energy. - 2019. - 168. - P. 1081–1093. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.12.012>
15. [World Development Indicators | DataBank](#)

06.12.2024.

Զ.Մ. Ղազարյան, Ն.Պ. Օրդյան, Ա.Ա. Արակելյան
ԱԾԽԱԾՆԻ ԵՐԿՕՔՍԻԴԻ ԱՐՏԱՆԵՏՈՒՄՆԵՐԻ ՏԱՐԱԾԱՇՐՋԱՆԱՅԻՆ
ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ
(Հարավային Կովկաս)

Սույն հոդվածը նվիրված է Հայաստանում, Ադրբեջանում, Վրաստանում, Իրանում և Թուրքիայում համախառն ներքին արդյունքի, գյուղատնտեսական արտադրանքի արտադրության, էներգիայի սպառման, տրանսպորտային ենթակառուցվածքների զարգացման և ածխաթթու գազի արտանետումների ցուցանիշների միջև կապի ուսումնասիրությանը: Այն օգտագործում է տարածաշրջանային տվյալներ 10 տարի տևողությամբ՝ 2014-2023 թվականներին: Ռեգրեսիայի և պանելային վերլուծությունների արդյունքները մեզ թույլ կտան գնահատել ածխածնի երկօքսիդի արտանետումների կախվածությունը տրանսպորտի, էներգետիկ, արդյունաբերության և գյուղատնտեսության գործունեության արդյունքներից: Հոդվածում հիմնավորվում է ածխաթթու գազի արտանետումների և տնտեսական աճի պատճառահետևանքային կապը: Էլեկտրաէներգիայի արտադրության, տրանսպորտային գործունեության, արդյունաբերության և գյուղատնտեսության աճը հանգեցնում է ածխաթթու գազի արտանետումների ավելացմանը ինչպես կարճաժամկետ, այնպես էլ երկարաժամկետ հեռանկարում: Մտացված արդյունքների հիման վրա այս ուսումնասիրությունը թույլ կտա մեզ միջոցներ ձեռնարկել, որոնք ուղղված են ածխածնի երկօքսիդի արտանետումների ճշգրտմանը՝ կախված տրանսպորտի, գյուղատնտեսության, էներգետիկայի և արդյունաբերության գործունեության աճից:

Առանցքային բառեր. էներգիայի սպառում, գյուղատնտեսություն, տրանսպորտ, արդյունաբերություն, CO₂ արտանետումներ:

З.М. Казарян, Н.П. Ордян, А.А. Аракелян
МЕЖСТРАНОВОЙ АНАЛИЗ ВЫБРОСОВ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА
(Южный Кавказ)

Настоящая статья посвящена изучению взаимосвязи между результатами валового внутреннего продукта, производством в сельском хозяйстве, потреблением энергии, развитием транспортной инфраструктуры и выбросами углекислого газа для стран Армении, Азербайджан, Грузия, Иран и Турция. Используются региональные данные, охватывающие период в 10 лет: с 2014 по 2023 год. Результаты регрессионного и панельного анализов позволили нам оценить зависимость выбросов углекислого газа от результатов деятельности транспорта, энергетики, промышленности и сельского хозяйства. В документе излагается причинно-следственная связь между выбросами углекислого газа и экономическим ростом. Рост производства электроэнергии, транспортной деятельности, промышленности и сельского хозяйства приводит к увеличению выбросов углекислого газа как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе. На основе результатов исследования предприняты действия, направленные на корректировку выбросов углекислого газа в зависимости от транспорта, сельского хозяйства, энергетики и роста промышленной деятельности.

Ключевые слова: энергопотребление, сельское хозяйство, транспорт, промышленность, выбросы CO₂.

Ghazaryan Zina Meliq - Yerevan State University, The Faculty of Economics and Management, researcher, Email: zina.ghazaryan@edu.y-su.am

Ordyan Nane Pavel - Yerevan State University, The Faculty of Economics and Management, researcher Email: nane.ordyan@edu.y-su.am

Arakelyan Aram Hmayak - Doctor of technical sciences, Professor, Department of Mathematical Modeling in Economics, Email: aram.arakelyan@edu.y-su.am

ՀՏԴ 330.4

ԷԿՈՆՈՄԻԿԱ ԵՎ ԿԱՌԱՎԱՐՈՒՄ

Ն.Մ. Զորբաշյան

ԸՆՏԱՆԻՔԻ ԿԵՆՍԱՄԱԿԱՐԴԱԿԻ ԲԱՐՁՐԱՑՄԱՆ ՈՒՂՂՎԱԾ ՆՊԱՍՏՆԵՐԻ ԾՐԱԳՐԻ ԾԱՀԱՌՈՒՆԵՐԻ ՍԵԳՄԵՆՏԱՎՈՐՈՒՄՆ ՈՒ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԲՆՈՒԹԱԳՐԻՉՆԵՐԻ ԷԿՈՆՈՄԵՏՐԻԿ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՈՒՄԸ

DOI: <https://doi.org/10.64201/18290043-1eaa24-36>

Սույն հետազոտության նպատակը «Ընտանիքի կենսամակարդակի բարձրացմանն ուղղված նպաստների» (ԸԿԲՈՒՆ) ծրագրի շահառու ընտանիքների հիմնական բնութագրիչների ուսումնասիրությունն է, նպատի իրավունք ստանալու վրա ազդող գործոնների բացահայտումն ու դրանց ազդեցության գնահատումը: Աշխատանքում իրականացված է ԸԿԲՈՒՆ ծրագրի շահառու ընտանիքների սեգմենտավորում՝ երկրաչափ կլաստերացման մեթոդով և բացահայտված են Հայաստանում ընտանեկան նպաստ ստանալու հավանականությունը պայմանավորող գործոնները՝ լոգիստիկ մոդելավորման միջոցով: Ուսումնասիրությունը բացահայտել է, որ ԸԿԲՈՒՆ համակարգի հասցեականությունը թիրախային բնակչության ներկայացվածության առումով խնդրահարույց է: ԸԿԲՈՒՆ շահառուների ընտրության համար կիրառվող միջոցների մոտարկված ստուգման ներկայիս մեխանիզմը, կարևորելով գերակշռորեն ընտանիքի սոցիալ-ժողովրդագրական կազմը, չի ապահովում նպաստառուների շրջանում աղքատ ընտանիքների բարձր ներկայացվածություն: Մոդելավորման արդյունքները բացահայտել են, որ նշված մեխանիզմը վերանայման կարիք ունի՝ կենսամակարդակի ուղղակի ցուցիչների ներառման և կամ դրանց կշիռների ճշգրտման համար: Դա հնարավորություն կտա բարձրացնել ԸԿԲՈՒՆ ծրագրի հասցեականությունը և որպես արդյունք, նաև՝ արդյունավետությունը:

Առանցքային բառեր. սոցիալական աջակցություն, ընտանեկան նպաստներ, միջոցների մոտարկված ստուգում, աղքատություն, սեգմենտավորում, երկրաչափ կլաստերացում, լոգիստիկ մոդել, էկոնոմետրիկ մոդելավորում:

Խնդրի դրվածքը և արդիականությունը: Սոցիալական աջակցության համակարգը ՀՀ սոցիալական պաշտպանության համակարգի կարևորագույն բաղկացուցիչներից է: Պետական ֆինանսավորման տեսանկյունից այն սոցիալական պաշտպանության ոլորտի երկրորդ ամենակարևոր ծախսային ուղղությունն է՝ կենսաթոշակային ապահովմանն ուղղվող ծախսերից հետո: Սոցիալական աջակցության ոլորտի ամենամեծ ծրագիրը «Ընտանիքի կենսամակարդակի բարձրացմանն ուղղված նպաստների ծրագիրն» է (այսուհետ՝ ԸԿԲՈՒՆ), որն ուղղված է երկրում աղքատության նվազեցմանը: Կենսաթոշակային համակարգի հետ մեկտեղ, ԸԿԲՈՒՆ-ն ապահովում է պետական սոցիալական տրանսֆերտների գերակշիռ մասը, 2023թ. -ին կազմելով ՀՆԱ-ի 0.3, պետական բյուջեի ծախսերի՝ 1.3 և սոցիալական պաշտպանության ոլորտի ծախսերի 5 տոկոսը (աղ. 1):

Աղյուսակ 1

ԸԿԲՈՒՆ-ին ուղղված պետական ծախսերը 2018-2023թթ. ընթացքում [1, 2]

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ԸԿԲՈՒՆ-ին ուղղված պետական ծախսեր, մլն. դրամ	39,498	37,698	37,227	36,680	30,474	32,974
<i>Ինդեքս, 2018=100</i>	<i>100.0</i>	<i>95.4</i>	<i>94.3</i>	<i>92.9</i>	<i>77.2</i>	<i>83.5</i>
ՀՆԱ-ի նկատմամբ, %	0.7	0.6	0.6	0.5	0.3	0.3
Պետական բյուջեի ծախսերի նկատմամբ, %	2.7	2.3	2.0	2.0	1.4	1.3
Պետական բյուջեի՝ սոցիալական պաշտպանությանն ուղղված ծախսերի նկատմամբ, %	9.7	8.5	7.6	7.3	5.2	5.0

ԸԿԲՈՒՆ ծրագիրը հիմնված է նախկին «Փարոս» համակարգի վրա, որը ստեղծվել էր 1994թ. -ին: Հետագայում, 1998թ. -ին կառավարությունը որոշում է ընդունել ընտանեկան նպաստների համակարգ ներդնելու մասին՝ «Հանրապետությունում գործող տարաբնույթ նպաստների և փոխհատուցումների համակարգից մեկ միասնական նպաստի համակարգի անցնելու և առավել անապահով ընտանիքների նկատմամբ հասցեագրված սոցիալական աջակցության քաղաքականություն իրականացնելու

նպատակով» [3]: 1999թ. -ից հետո համակարգը մի քանի անգամ փոխակերպվել է, պահպանելով իր հիմնական սկզբունքները: Ներկայիս ԸԿԲՈՒՆ ծրագիրը կարգավորվում է «Պետական նպաստների մասին» ՀՀ օրենքով [4] և նպաստի տեսքով պետական դրամական աջակցություն է տրամադրում առավել աղքատ ընտանիքներին և խոցելի ու տնտեսապես ոչ ակտիվ բնակչությանը: ԸԿԲՈՒՆ-ը նպաստի իրավունք է տրամադրում «Ընտանիքների անապահովության գնահատման համակարգի» [5] միջոցով, որն անուղղակի մեթոդով գնահատում է ծրագրին դիմած ընտանիքների կենսամակարդակը և համեմատելով այդ գնահատականը որոշակի բացարձակ շեմի հետ (որն ամեն տարի հաստատվում է կառավարության որոշմամբ և ներկայումս հավասար է 28-ի), կայացնում է ընտանիքին նպաստի իրավունքի տրամադրման կամ դրա մերժման մասին որոշում:

Չնայած նրան, որ 2018-2023թթ. ընթացքում աղքատ ընտանիքների քանակն աճել, այնուհետև նվազել է՝ 2023թ. -ին կազմելով 2018թ. -ի 92.5 տոկոսը, ԸԿԲՈՒՆ նպաստառու ընտանիքների քանակը, ինչպես նաև վերջիններիս հարաբերակցությունը՝ աղքատ ընտանիքների քանակի նկատմամբ նույն ընթացքում անընդմեջ և շատ ավելի արագ տեմպերով են նվազել: 2023թ. -ի դրությամբ՝ նպաստառու ընտանիքներ/ աղքատ ընտանիքներ հարաբերակցությունը կազմել է ընդամենը 51.4 տոկոս, իսկ մեկ շահառու ընտանիքի ստացած ամսական նպաստը ծածկել է մեկ անձի հաշվով աղքատության միջին գծի ընդամենը 58.5 տոկոսը (աղ. 2):

Աղյուսակ 2

ԸԿԲՈՒՆ-ի նպաստառու ընտանիքների թվաքանակի և աղքատության մակարդակի շարժը 2018-2023թթ.
ընթացքում [6-8]

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Աղքատության մակարդակ՝ ըստ աղքատության միջին գծի, % բնակչության թվում	23.5	26.4	27.0	26.5	24.8	23.7
Աղքատ ընտանիքների քանակ՝ ըստ աղքատության միջին գծի, գնահատական*	150,222	167,895	165,485	160,665	143,796	138,976
<i>Ինդեքս, 2018=100</i>	<i>100.0</i>	<i>111.8</i>	<i>110.2</i>	<i>107.0</i>	<i>95.7</i>	<i>92.5</i>
ԸԿԲՈՒՆ նպաստառու ընտանիքների թվաքանակ (տարեվերջի դրությամբ)**	97,601	91,302	92,012	87,267	76,874	71,468
<i>Ինդեքս, 2018=100</i>	<i>100.0</i>	<i>93.5</i>	<i>94.3</i>	<i>89.4</i>	<i>78.8</i>	<i>73.2</i>
Նպաստառու ընտանիքներ/ աղքատ ընտանիքներ հարաբերակցություն, %	65.0	54.4	55.6	54.3	53.5	51.4
Մեկ նպաստառու ընտանիքի հաշվով միջին ամսական նպաստ/ մեկ չափահաս անձի հաշվով աղքատության միջին գիծ հարաբերակցություն, %	73.6	71.2	70.5	65.1	59.3	58.5

* Գնահատականները ստացված են ՀՀ Վիճակագրական կոմիտեի կողմից իրականացվող «Տնային տնտեսությունների կենսամակարդակի ամբողջացված հետազոտությունների» տվյալների շտեմարանների վերլուծության հիման վրա [7]:

** Ներառված են ԸԿԲՈՒՆ շահառու հանդիսացող՝ ընտանեկան և սոցիալական նպաստ և հրատապ օգնություն ստացող ընտանիքները:

ԸԿԲՈՒՆ-ի շահառու ընտանիքների ընտրությունը՝ դիմած ընտանիքների կենսամակարդակի գնահատումն իրականացվում է միջազգային պրակտիկայում լայն օգտագործում ունեցող՝ միջոցների մոտարկված ստուգման (Proxy Means Testing) մեթոդով [9, 10]: Այս մեթոդը հիմնվում է ընտանիքների կենսամակարդակը մոտարկող ցուցանիշների որոշման, ընտանիքի անապահովության վրա դրանց ունեցած ազդեցության գործակիցների (կշիռների) որոշման և ընտանիքի անապահովության մակարդակը մոտարկող գնահատականի (միավորի) ստացման վրա: Այսպիսի մոտեցումը հիմնականում հենվում է տվյալ երկրում գոյություն ունեցող տվյալների հավաքագրման մեխանիզմների վրա: Որպես այդպիսին Հայաստանում ծառայում են ՀՀ Վիճակագրական կոմիտեի կողմից իրականացվող «Տնային տնտեսությունների կենսամակարդակի ամբողջացված հետազոտությունները» (այսուհետ՝ ՏՏԿԱՀ), որոնց միջոցով համակարգի հիմնադրման ժամանակ որոշվել են ընտանիքների անապահովության հիմնական գործոնները, դրանց ազդեցության գործակիցները և որպես արդյունք՝ ընտանիքի անապահովության մակարդակը գնահատող միավորի հաշվարկի բանաձևը:

ԸԿԲՈՒՆ-ին ուղղվող միջոցների ծախսային արդյունավետության տեսանկյունից կարևորվում են ԸԿԲՈՒՆ հասցեականությունն ու արդյունավետությունը, որոնք պայմանավորված են ծրագրի շահառուների ընտրության համար կիրառվող միջոցների մոտարկված ստուգման մեթոդով:

ՏՏԿԱՀ տվյալների շտեմարանների վերլուծությունը վկայում է, որ համակարգի ընդգրկման սխալը ԸԿԲՈՒՆ-ի նպաստառու ընտանիքների թվում ոչ աղքատ ընտանիքների ներկայացվածությունը մոտ 41 տոկոս է (աղ. 3): Մինևս ժամանակ, բնակչության ամենաաղքատ քվինտիլի ներկայացվածությունը նպաստառու բնակչության թվում կազմում է 59 տոկոս, մինչդեռ նպաստառուների 9 տոկոսը բնակչության ամենաբարեկեցիկ չորրորդ և հինգերորդ քվինտիլներից են:

Աղյուսակ 3

Աղքատությունը ԸԿԲՈՒՆ շահառու ընտանիքների թվում, 2023թ.-ին [7]

	Տոկոսը՝ ԸԿԲՈՒՆ-ի շահառու ընտանիքների թվում
Ոչ աղքատներ	40.8
Աղքատներ՝ ըստ աղքատության միջին գծի (52,590 ՀՀ դրամ)	59.2
<i>Այդ թվում՝</i>	
Ծայրահեղ աղքատներ՝ ըստ աղքատության պարենային գծի (29,786 ՀՀ դրամ)	15.1

* Հաշվարկված է [7]-ի հիման վրա: Աղքատությունը հաշվարկված է սպառողական ագրեգատից ընտանեկան նպաստի մեծությունը հանելուց հետո, սա աղքատությունն է՝ նախքան ընտանեկան նպաստ ստանալը:

Այսպիսով, ԸԿԲՈՒՆ-ի թիրախը հանդիսացող աղքատ բնակչության նկատմամբ ծրագրի հասցեականությունը բարձր չէ: Միջոցների մոտարկված ստուգման կիրառվող մեթոդը չի ապահովում շահառուների ընդգրկման բարձր ճշգրտություն և որպես արդյունք՝ աղքատության կրճատման տեսանկյունից բարձր արդյունավետություն:

Այս պարագայում ԸԿԲՈՒՆ-ին դիմող ընտանիքների տիպաբանությունը և ընտանիքների աղքատության վրա ազդող գործոնների վերլուծությունը էկոնոմետրիկ մոդելավորման գործիքներով, խիստ արդիական են:

Այս հետազոտության նպատակն է՝ ա) պարզել, թե ԸԿԲՈՒՆ-ին դիմած ընտանիքների կենսամակարդակի գնահատման ներկայումս կիրառվող միջոցների մոտարկված ստուգման մեթոդը որքանով ճշգրիտ է մոտարկում ընտանիքի կենսամակարդակի ուղիղ չափորոշիչը՝ եկամուտները, բ) ինչպիսի ազդեցություն են ունենում ընտանիքի տարբեր բնութագրիչները, ներառյալ՝ եկամուտները, ԸԿԲՈՒՆ նպաստառու լինելու հավանականության վրա:

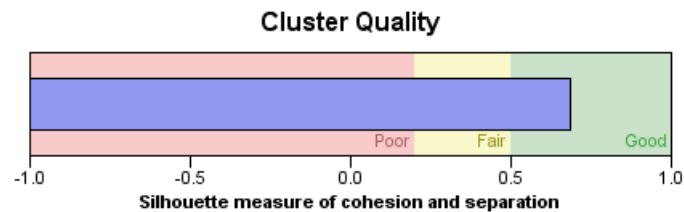
Կիրառված մեթոդը: Ներկայացվող աշխատանքում իրականացված է ԸԿԲՈՒՆ-ին դիմած և փաստագրված ընտանիքների սեգմենտավորում՝ երկքայլ կլաստերացման մեթոդով և բացահայտված են Հայաստանում ընտանեկան նպաստ ստանալու հավանականությունը պայմանավորող գործոնները՝ լոգիստիկ մոդելավորման միջոցով: Մոդելավորումն իրականացված է SPSS վիճակագրական վերլուծությունների փաթեթի միջոցով:

Մոդելավորման համար օգտագործված տվյալները: ԸԿԲՈՒՆ-ին դիմած և փաստագրված ընտանիքների սեգմենտավորումն իրականացված է «Նորք» սոցիալական ծառայությունների տեխնոլոգիական և իրազեկման կենտրոնի՝ ԸԿԲՈՒՆ-ում 2022թ.-ի տարեսկզբի դրությամբ փաստագրված և նպաստառու 102,672 ընտանիքների տվյալների շտեմարանի հիման վրա: Լոգիստիկ մոդելը գնահատված է ՀՀ Վիճակագրական կոմիտեի կողմից 2023թ.-ին ՏՏԿԱՀ-ի միջոցով հետազոտված 5,184 ընտանիքների տվյալների շտեմարանի հիման վրա:

Սեգմենտավորման արդյունքները: Նկատի ունենալով օբյեկտների մեծ բազմությունը, ԸԿԲՈՒՆ-ին դիմած և փաստագրված ընտանիքների սեգմենտավորման համար ընտրվել է երկքայլ կլաստերացման մեթոդը [11]: Որպես օբյեկտների ընտանիքների կլաստերացման չափանիշներ վերցվել են ընտանիքների անապահովության գնահատման համակարգում նրանց ունեցած անապահովության միավորը՝ R ($R \in [0, 61.8]$, միջինը՝ 31.5, ստանդարտ շեղումը՝ 7.05), ինչպես նաև ընտանիքի սոցիալ-ժողովրդագրական թվով վեց ցուցանիշներ, որոնցից երկուսը՝ կատեգորիական: Կլաստերացման համար որպես հետավորության չափ ընտրվել է լոգ-հավանականական (Log-likelihood)

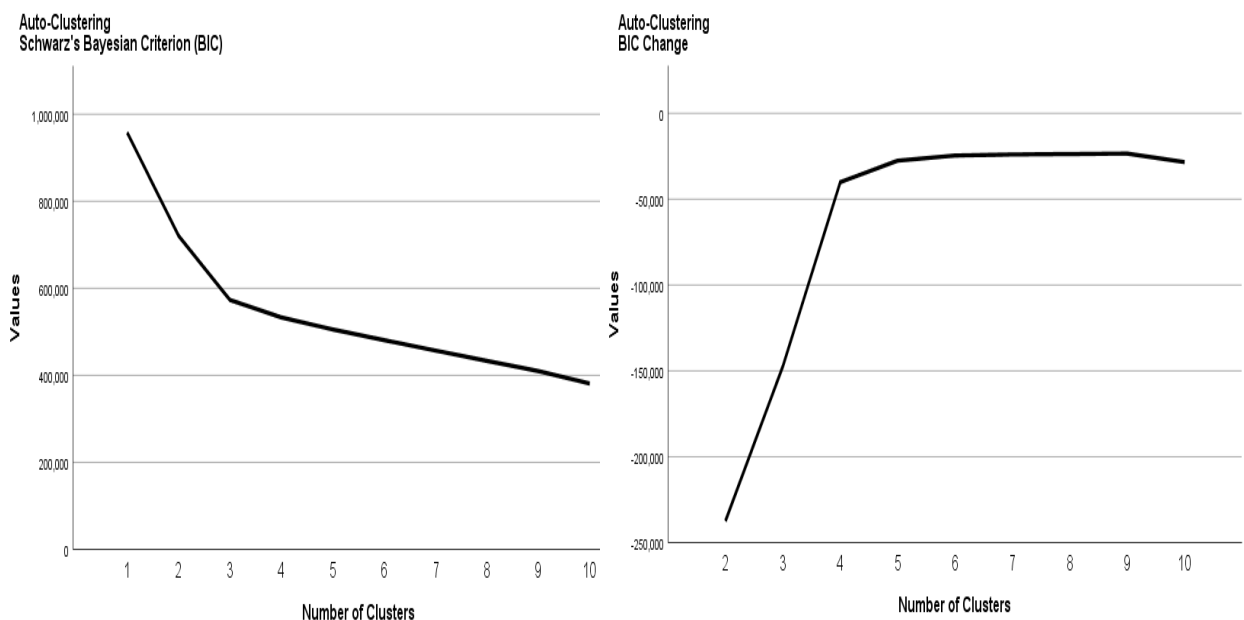
հեռավորությունը, իսկ կլաստերների թվի ավտոմատ որոշման ալգորիթմն օգտագործել է Շվարցի բայեսյան տեղեկատվական չափանիշը (BIC): Կլաստերացման ալգորիթմին թույլատրվել է դիտարկել թվով մինչև տասը վերջնական կլաստերների ձևավորում՝ կլաստերների օպտիմալ քանակի սեփական ընտրությամբ: Արդյունքում ԸԿԲՈՒՆ-ին դիմած ընտանիքները միավորվել են երեք կլաստերների մեջ:

Մոդելի գնահատման որակի ամփոփ բնութագրիչը սիլուետային չափի ցուցանիշը (0.7՝ հնարավոր ամենաբարձր 1.0 միավորից), որն արտահայտում է միաժամանակ կլաստերների ներքին հոմոգենությունն ու արտաքին հետեորգենությունը, վկայում է, որ գնահատված կլաստերացման մոդելի որակը բարձր է (նկ. 1):



Նկ. 1. Երկքայլ կլաստերացման գնահատված մոդելի ընդհանուր որակի ներկայացումը սիլուետային չափի ցուցանիշի միջոցով

Ավտո-կլաստերացման Շվարցի բայեսյան չափանիշի արժեքներն ու փոփոխությունը բնութագրում են տասը հնարավորից երեք կլաստերի ընտրման տրամաբանությունը: Չափանիշի արժեքը նվազում է կլաստերների քանակի աճի հետ, կտրուկ անկում ունենալով երեքից ավելի կլաստերների քանակի դեպքում: Չափանիշի արժեքների փոփոխության արագությունը կտրուկ անկում է ունենում երրորդ կլաստերից ավելի կլաստերների դեպքում (նկ. 2):



Նկ. 2. Ավտո-կլաստերացման Շվարցի բայեսյան չափանիշի արժեքների բաշխումը՝ երկքայլ կլաստերացման գնահատված մոդելում

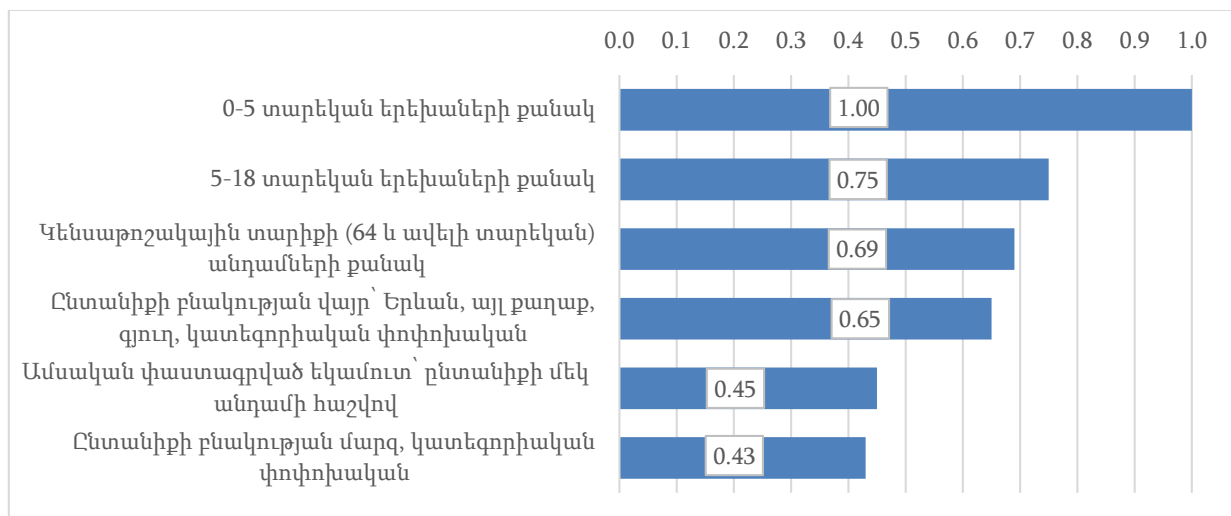
Կլաստերների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ առաջին, ամենափոքր կլաստերում համախմբված են անապահովության գնահատման համակարգում համեմատաբար ապահով համարված ընտանիքները, դրանց անապահովության միջին միավորը՝ $\bar{R} = 12.53$, երկրորդ, ամենամեծ կլաստերն ընդգրկում է միջին ապահովության ընտանիքներին, որոնց համար $\bar{R} = 29.8$, իսկ երրորդ կլաստերը՝ ամենաանապահով ընտանիքներին՝ $\bar{R} = 38.2$: ԸԿԲՈՒՆ-ում նպաստի իրավունք ձեռք բերելու համար անապահովության միավորի սահմանային շեմը հաստատված է 28 միավորը և նպաստառու դառնում են այն ընտանիքները, որոնց համար $R \geq 28$: Այս տեսանկյունից, կլաստերներում

նպաստառու ընտանիքների ներկայացվածությունը ընդհանուր առմամբ համապատասխանում է դրանցում անապահովության միջին միավորների մեծությանը (աղ. 4):

Աղյուսակ 4

<i>Ձևավորված կլաստերներում ընդգրկված ընտանիքների անապահովության միավորի բնութագրիչները</i>				
	Ընտանիքների քանակը	Տոկոսն ընտանիքների ընդհանուր թվում	Անապահովության միջին միավորը՝ $\bar{R}$	Նպաստի իրավունք ստացած ընտանիքների տոկոսը
Կլաստեր 1	5,940	5.8	12.5	0.0
Կլաստեր 2	64,168	62.4	29.8	80.0
Կլաստեր 3	32,564	31.7	38.2	98.5
Ընդամենը	102,672	100.0	31.5	81.3

Մոդելի ուսումնասիրությունը վկայում է, որ կլաստերների ձևավորման վրա ամենամեծ ազդեցությունն են ունեցել ընտանիքի անապահովության միավորը, ընտանիքում երեխաների քանակը, ընտանիքում կենսաթոշակային տարիքի (64 և ավելի տարեկան) անդամների քանակը և ընտանիքի բնակավայրի տիպը (այս ցուցանիշների կարևորության չափը մեծ է 0.5-ից՝ 1.0 հնարավորից): Ինչպես երևում է նկ.3-ից, ընտանիքի եկամուտները ԸԿԲՈԻՆ-ին դիմած ընտանիքների սեզմանատավորման մեջ մեծ նշանակություն չեն ունեցել: Ավելի կարևորվել են ընտանիքի անդամների սոցիալ-ժողովրդագրական կարգավիճակի ցուցանիշները:



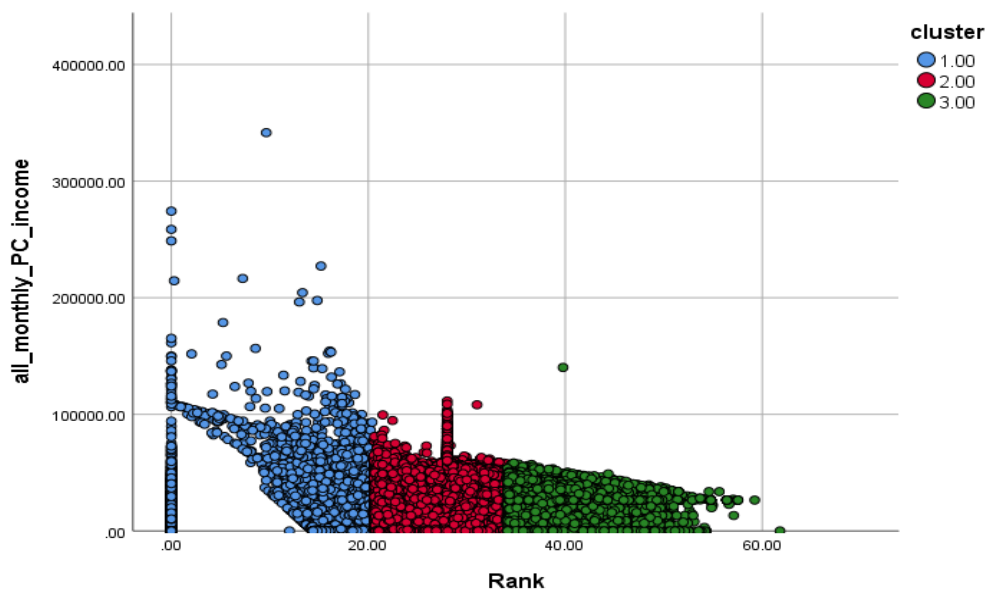
Նկ.3. Կլաստերների ձևավորման համար օգտագործված ցուցանիշների կարևորության չափը

Կլաստերների բնութագրիչների առավել մանրակրկիտ վերլուծությունը հիմնավորում է այս հանգամանքը: Ամենաանապահով ընտանիքների կլաստերում ընտանիքի ամսական միջին եկամուտը դրա մեկ անդամի հաշվով ամենացածրն է՝ ամսական 15,536 դրամ: Անապահովության միավորի նվազման հետ կլաստերներում միջին եկամուտներն աճում են, ամենաանապահով առաջին կլաստերում հասնելով միջինում ամսական 23,346 դրամի (աղ.5): Այնուամենայնիվ, աղքատության գծերի հետ համեմատությունը վկայում է, որ բոլոր երեք կլաստերներում էլ միջին եկամուտը ցածր է աղքատության նույնիսկ պարենային գծից:

Ձևավորված կլաստերներում ընդգրկված ընտանիքների հիմնական բնութագրիչները

	Ընտանիքի բնութագրիչ	Միջին	Ստանդարտ շեղում
Կլաստեր 1	Ընտանիքի անապահովության միավոր	12.5	7.26
	Ընտանիքում 0-5 տարեկան երեխաների քանակ	0.09	0.35
	Ընտանիքում 5-18 տարեկան երեխաների քանակ	0.32	0.74
	Ընտանիքում կենսաթոշակային տարիքի անդամների քանակ	0.27	0.51
	Ամսական փաստագրված եկամուտ՝ ընտանիքի մեկ անդամի հաշվով, դրամ	23,346	29,699
Կլաստեր 2	Ընտանիքի անապահովության միավոր	29.8	3.00
	Ընտանիքում 0-5 տարեկան երեխաների քանակ	0.26	0.56
	Ընտանիքում 5-18 տարեկան երեխաների քանակ	1.14	1.08
	Ընտանիքում կենսաթոշակային տարիքի անդամների քանակ	0.47	0.62
	Ամսական փաստագրված եկամուտ՝ ընտանիքի մեկ անդամի հաշվով, դրամ	19,097	18,172
Կլաստեր 3	Ընտանիքի անապահովության միավոր	38.2	3.41
	Ընտանիքում 0-5 տարեկան երեխաների քանակ	0.39	0.69
	Ընտանիքում 5-18 տարեկան երեխաների քանակ	1.47	1.32
	Ընտանիքում կենսաթոշակային տարիքի անդամների քանակ	0.36	0.55
	Ամսական փաստագրված եկամուտ՝ ընտանիքի մեկ անդամի հաշվով, դրամ	15,587	15,452

Սակայն, կլաստերների կետային պատկերի վերլուծությունը (նկ. 4) վկայում է, որ առաջին, ամենաապահով կլաստերում, որտեղ նպաստի իրավունք ստացած ընտանիքներ չկան, միջին եկամուտները բավական ցրված են և պարունակում են ոչ տիպիկ արժեքներ: Այս կլաստերում հստակ կապ՝ ընտանիքի անապահովության միավորի և եկամուտների միջև չի նկատվում և մեծ ներկայացվածություն ունեն ամենաանապահով կլաստերի եկամուտների հետ համադրելի եկամուտներ ունեցող ընտանիքները:



Նկ.4. Կլաստերներում անապահովության միավորների և ընտանիքի մեկ անդամի հաշվով ամսական եկամուտների փոխադարձ կապը

Ուստի, անհրաժեշտություն է առաջանում ավելի խորը վերլուծել անապահովության գնահատման ներկայիս համակարգի, գործող բանաձևի կապը բնակչության կենսամակարդակի բնութագրիչների հետ: Սա իրականացվել է ՏՏԿԱՀ տվյալների շտեմարանի հիման վրա, որը հնարավորություն է տալիս փոխկապակցել ընտանիքի նպաստառու լինելու հանգամանքը՝ դրա սոցիալ-ժողովրդագրական և կենսամակարդակի ուղղակի ցուցանիշների հետ:

Լոգիստիկ մոդելավորման արդյունքները: ԸԿԲՈՒՆ համակարգով նպաստ ստանալու հավանականության վրա ընտանիքների սոցիալ-ժողովրդագրական և կենսամակարդակը բնութագրող գործոնների ազդեցությունը պարզելու համար գնահատվել է երկարժեք լոգիստիկ ռեգրեսիայի էկոնոմետրիկ մոդել (Binary Logit model) [12], որն ունի հետևյալ ընդհանուր տեսքը՝

$$P(Y = 1|X_1, X_2 \dots X_k) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k)}} ,$$

որտեղ կախյալ փոփոխականը՝ Y-ն ընդունում է երկու արժեք՝ զրո և մեկ: Մոդելը գնահատում է կախյալ փոփոխականի մեկ արժեքն ընդունելու պայմանական հավանականությունը՝ կախված անկախ փոփոխականների արժեքներից:

Այս հետազոտության համատեքստում կախյալ փոփոխականը բնութագրում է ընտանիքի ԸԿԲՈՒՆ նպաստառու լինելու հանգամանքը, իսկ մոդելը գնահատում է դրա հավանականությունը՝

$$Y_i = \begin{cases} 0, & \text{եթե } i\text{-րդ ընտանիքը նպաստառու չէ,} \\ 1, & \text{եթե } i\text{-րդ ընտանիքը նպաստառու է:} \end{cases}$$

ՏՏԿԱՀ տվյալների շտեմարանի բազմաթիվ սոցիալ-ժողովրդագրական և կենսամակարդակը բնութագրող գործոնների դիտարկումը հանգեցրել է աղյուսակ 6-ում բերված թույլատրելի և որակյալ մոդելի ընտրությանը:

Այն վկայում է, որ բոլոր գնահատված գործակիցները վիճակագրորեն նշանակալի են: Մոդելի որակի բնութագրիչը՝ Նազելկերկեի դետերմինացիայի գործակիցը 0.581 է, ինչը վկայում է մոդելի բարձր որակի մասին: Հոսմեր-Լեմեշեվի թեստի արդյունքները ևս վկայում են կախյալ փոփոխականի կանխատեսված արժեքների բարձր որակի մասին: Ուստի մոդելի գնահատման արդյունքների վերլուծությունն արժանահավատ պատկեր է տալիս:

Աղյուսակ 6

Մոդելում ընդգրկված անկախ փոփոխականները, գնահատված գործակիցները և դրանց վիճակագրական բնութագրիչները

	Գնահատված գործակից, β	Ստանդարտ շեղում	Վալդի վիճակա- կանի	Գործակցի նշանակալի- ություն (Sig.)	e^β
Մինչև 5 տարեկան երեխաների քանակ (x_1)	0.855	0.012	5470.2	0.000	2.352
5-18 տարեկան երեխաների քանակ (x_2)	1.173	0.009	16051.7	0.000	3.233
Կենսաթոշակային տարիքի անդամների քանակ (x_3)	-0.206	0.010	408.7	0.000	0.814
Մեկ անդամի հաշվով ամսական եկամուտ**, 1000 դրամ (x_4)	-0.014	0.0001	10001.4	0.000	0.986
Ընտանիքի խնամառության գործակիցը* (x_5)	0.298	0.004	6861.8	0.000	1.348
Մեկ անդամի հաշվով ամսական սպառողական ծախսեր**, 1000 դրամ (x_6)	-0.031	0.0002	22883.9	0.000	0.970
Մոդելի ազատ անդամ	0.482	0.022	4350.8	0.000	4.404

* Խնամառության գործակիցը հաշվարկված է որպես մեկ աշխատանքային տարիքի անձի հաշվով մինչև 18 տարեկան երեխաների և կենսաթոշակային տարիքի անձանց քանակ: ** Ընտանիքի եկամուտները և սպառողական ծախսերը վերցվել են նպաստի մեծությունը հեռացնելուց հետո, եթե ընտանիքը նպաստառու է:

Այսպիսով, գնահատված մոդելն ունի հետևյալ տեսքը՝

$$P(Y = 1|x_1, x_2 \dots x_6) = \frac{1}{1 + e^{-(0,482+0,855x_1+1,173x_2-0,206x_3-0,014x_4+0,298x_5-0,031x_6)}} :$$

Գնահատված գործակիցների վերլուծությունը վկայում է, որ մնացած բացատրող փոփոխականների ազդեցությունը հաստատուն լինելու պարագայում՝

- ընտանիքում մինչև 5 տարեկան երեխաների քանակի ավելացումը մեկով մեծացնում է նպաստառու լինելու հավանականությունը 135 տոկոսով,
- ընտանիքում 5-18 տարեկան երեխաների քանակի ավելացումը մեկով մեծացնում է նպաստառու լինելու հավանականությունը 223 տոկոսով,
- կենսաթոշակային տարիքի անդամների քանակի ավելացումը մեկով փոքրացնում է նպաստառու լինելու հավանականությունը 18.6 տոկոսով,
- ընտանիքի խնամառության գործակցի ավելացումը մեկ միավորով մեծացնում է նպաստառու լինելու հավանականությունը 34.8 տոկոսով,
- ընտանիքի մեկ անդամի հաշվով ամսական եկամուտների աճը 1,000 դրամով փոքրացնում է նպաստառու լինելու հավանականությունը 1.4 տոկոսով
- ընտանիքի մեկ անդամի հաշվով ամսական սպառողական ծախսերի աճը 1,000 դրամով փոքրացնում է նպաստառու լինելու հավանականությունը 3.1 տոկոսով :

Այսպիսով, ընտանիքի սոցիալ-ժողովրդագրական բնութագրիչներն էապես ավելի մեծ ազդեցություն ունեն նպաստառու լինելու հավանականության վրա, քան ընտանիքի եկամուտները և սպառողական ծախսերը, որոնք ընտանիքի կենսամակարդակի ուղղակի բնութագրիչներն են :

Եզրակացություններ

Այսպիսով, վերլուծությունների և մոդելավորման արդյունքների ամփոփումը հանգեցնում է հետևյալ եզրակացությունների՝

- ԸԿԲՈՒՆ համակարգի հասցեականությունը թիրախային բնակչության ընդգրկվածության առումով ցածր է՝ ըստ աղքատության ազգային միջին գծի աղքատ է նպաստառու ընտանիքների 59. 2 տոկոսը,
- ԸԿԲՈՒՆ շահառուների ընտրության հիմքում ընկած ընտանիքի անապահովության միավորը ձևավորվում է գերակշռորեն ընտանիքի սոցիալ-ժողովրդագրական բնութագրիչների հիման վրա, միջոցների մոտարկված ստուգման ներկայիս մեխանիզմը ընտանիքի կենսամակարդակի ուղղակի բնութագրիչը՝ եկամուտը թերի է մոտարկում,
- ընտանիքի անապահովության միավորի հաշվարկի բանաձևը նպաստ ստանալու հավանականությունը կախման մեջ է դնում հիմնականում ընտանիքում երեխաների քանակից, ըստ որում, մինչև 5 տարեկանների քանակն 1.6 անգամ ավելի փոքր ազդեցություն ունի նպաստ ստանալու հավանականության վրա՝ 5-18 տարեկանների համեմատ,
- ԸԿԲՈՒՆ շահառու լինելու հավանականության վրա ամենափոքր ազդեցությունն ունեն ընտանիքի կենսամակարդակի ուղղակի ցուցիչները՝ եկամուտներն ու սպառումը:

Այս եզրակացությունները վկայում են, որ ընտանիքների անապահովության գնահատման ներկայիս մեխանիզմները վերանայման կարիք ունեն՝ թիրախ բնակչության նկատմամբ ԸԿԲՈՒՆ համակարգի հասցեականությունն ու ծրագրի ծախսարդյունավետությունը բարձրացնելու նկատառումով:

Գրականություն

1. ՀՀ պետական բյուջեի փաստացի ծախսերը 2018-2023 թվականներին: https://minfin.am/hy/page/petakan_byuji/
 2. ՀՀ վիճակագրական կոմիտե, ՀՀ սոցիալ-տնտեսական վիճակը հունվարին, 2019-2024թթ. հրապարակումներ: <https://armstat.am/am/?nid=82>
 3. ՀՀ Կառավարության 1998 թվականի նոյեմբերի 19-ի N 727 որոշումը Հայաստանի Հանրապետությունում ընտանեկան նպաստի համակարգը ներդնելու մասին: <https://www.arlis.am/DocumentView.aspx?docID=6945>
 4. Հայաստանի Հանրապետության օրենքը պետական նպաստների մասին, ընդունված 2013 թվականի դեկտեմբերի 12-ին: <https://www.arlis.am/documentview.aspx?docid=94822>
 5. ՀՀ կառավարության 2014 թվականի հունվարի 30-ի N 145-Ն որոշման հավելված 2՝ «Ընտանիքների անապահովության գնահատման կարգ»: <https://www.arlis.am/DocumentView.aspx?docid=102924>
 6. ՀՀ վիճակագրական կոմիտե, Հայաստանի սոցիալական պատկերը և աղքատությունը: <https://armstat.am/am/?nid=82&id=2617>
 7. ՀՀ վիճակագրական կոմիտե, Տնային տնտեսությունների կենսամակարդակի (կենսապայմանների) ամբողջացված հետազոտության անվանագրքով միկրոտվյալների բազա 2023 (ըստ տնային տնտեսությունների): <https://armstat.am/en/?nid=205>
 8. ՀՀ վիճակագրական կոմիտե, Հայաստանի սոցիալական վիճակը: (2018-2024թթ. հրապարակումներ) <https://armstat.am/am/?nid=81&id=2681>
 9. Grosh M.E., Baker J.L. Proxy Means Tests for Targeting Social Programs. Simulations and Speculation. - The World Bank. LSMS Working Paper Number 118. - 1995.
 10. Ptanawanit S. Proxy Means Testing: An Alternative Method for Poverty Assessment // International Journal of Management and Applied Science (IJMAS). - December 2016. - Volume-2, issue-12. Special Issue-1.- P. 144-149.
 11. Clustering Methods for Big Data Analytics: Techniques, Toolboxes and Applications. - Germany, Springer International Publishing. - 2018.
 12. Hosmer D.W., Lemeshow S. Applied Logistic Regression. - Wiley-Interscience Publication; 2nd edition. - 2000.-373 p.
- 13.12.2024.

Н.М. Джрбашян

СЕГМЕНТАЦИЯ БЕНЕФИЦИАРОВ ПРОГРАММЫ СЕМЕЙНЫХ ПОСОБИЙ И ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИХ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Целью данного исследования является изучение основных характеристик семей-бенефициаров программы семейных пособий, выявление факторов, влияющих на право получения пособия, и оценка их воздействия. В представленной работе сегментация семей, зарегистрированных в системе программы, осуществлена с использованием метода двухэтапной кластеризации, а факторы, определяющие вероятность получения семейных пособий в Армении, и их влияние выявлены посредством логистического моделирования. В результате исследования выяснилось, что адресность системы пособий с точки зрения представленности в ней целевой группы населения проблематична. Действующий механизм ориентировочной проверки средств, используемых для отбора бенефициаров, с акцентом преимущественно на социально-демографический состав семьи, не обеспечивает высокой представленности бедных семей среди бенефициаров. Результаты моделирования показали, что указанный механизм нуждается в пересмотре для включения прямых показателей уровня жизни и/или корректировки их весов. Это даст возможность повысить адресность и, как следствие, эффективность программы.

Ключевые слова: социальная помощь, семейные пособия, ориентировочная проверка средств, бедность, сегментация, двухэтапная кластеризация, логистическая модель, эконометрическое моделирование.

SEGMENTATION OF BENEFICIARIES OF THE FAMILY BENEFIT PROGRAM AND THE ECONOMETRIC MODELING OF THEIR MAIN CHARACTERISTICS

The purpose of this research is to examine the main characteristics of families receiving family benefits, identify factors influencing eligibility for receiving benefits, and assess their impact. The presented study segments families registered in the family benefit program using a two-stage clustering method and identifies factors determining the likelihood of receiving family benefits in Armenia through logistic regression model estimation. As a result of the study, it became clear that the targeting of the family benefit system in terms of the representation of the target population is challenging. The current method of proxy means testing used to select beneficiaries with an emphasis primarily on the socio-demographic composition of the family, does not ensure high representation of poor families among beneficiaries. The modeling results revealed that the current methodology for determining the family's right to receive family benefit needs to be revised to include direct indicators of living standards and/or adjust their weights. This revision would enhance the targeting and, as a result, effectiveness of the program.

Keywords: social assistance, family benefits, proxy means test, poverty, segmentation, two-step clustering, logistic model, econometric modeling.

Ջրբաշյան Նահրուհի Մխիթարի - Երևանի պետական համալսարանի տնտեսագիտության և կառավարման ֆակուլտետի տնտեսագիտության մեջ մաթեմատիկական մոդելավորման ամբիոնի դոցենտ, տնտեսագիտության թեկնածու

T.A. Karapetyan

THE PECULIARITIES OF MODELING the SECURITY PROBLEMS OF WATER RESOURCES IN REPUBLIC OF ARMENIA AND POSSIBLE SOLUTIONS

DOI: <https://doi.org/10.64201/18290043-1eaa24-46>

In the Republic of Armenia (RoA), the water resources management system is considered to be one of the most important sectors of the country's economy. The solution to problems related to the population's water supply and irrigation of irrigable lands are due to its flexible management. Water is one of the most valuable resources in our country, and it should be treated with the utmost care and precise targeting. In recent years, many projects have been carried out on the development of the irrigation system, the most important of which are the projects on the construction of reservoirs and the waste (used but not paid) water management. Despite all these, there are many other challenges in the field. This article is dedicated to the problems of reducing the losses of water resources (drinking and irrigation).

Keywords: water resources management, non-revenue water, water losses, cost-benefit analysis.

Introduction

The object of the research is *the water resources system* in RA and its components. The subject of the study are the principles of water resources supply/management, economic-mathematical methods, and models, which will be used to evaluate the advancement of the efficiency of water resources supply and consumption with the help of system improvement. In the Republic of Armenia, the water resources management system is considered one of the most important sectors of the country's economy. The solution to problems related to the population's water supply and irrigation of irrigable lands are due to their flexible management. Water is one of the most valuable resources in our country, and it should be treated with the utmost care and precise targeting. "The main problem set by us in the field of water resources is to strongly increase the efficiency of water resources management, by which a proper response to the development in the agricultural sector, in particular, to the gradual increase of agricultural irrigated lands, as well as to the increase in temperature and the recorded decrease in precipitation caused by climate change, will be ensured". Annex No. 1 of the RoA Government's Decision No. 1902-L of 18.11.2021 on approving the program of activities on the design and construction of 15 intended reservoirs by the RoA Government for the years 2021-2026.

The strategy for improving the financial sustainability of the irrigation sector states:

- increase in the efficiency of irrigation services, assurance in the continuity of service provision, and the maintenance of accessibility;
- improvement of the financial viability and sustainability of irrigation water system companies (water user companies and water receiving companies) by strengthening the prerequisites for a transition to current cost recovery;
- maintaining and upgrading irrigation systems and infrastructure;
- increase in the effectiveness of the investment of state financial support provided to the irrigation system.

Research Goals

Non-revenue water (NRW) is the amount of water supplied by the water and sewerage utility that does not generate revenue. This includes natural losses, such as leaks and physical damage to the distribution system, as well as losses, such as stealing, illegal connections, or meter device inaccuracies. The goal of water supply companies is to minimize the amount of NRW and to increase the percentage of water that reaches the paying subscribers. [1-3].

This research aims to:

- Analyze the current state of available water resources in Armenia and estimate future risks based on the reduction of available transboundary water resources in Armenia by listing necessary measurements (investments and legal).
- Estimate necessary measurements (investments and legal) on reducing drinking and irrigation water losses.
- Cost-benefit analysis of measurements mentioned above.
- All these aim to secure necessary water resources and reduce water losses to improve drinking and irrigation water supply systems and service quality.

Suggested solutions for securing necessary water resources and reducing water losses to improve the quality of drinking and irrigation water supply systems and services.

Materials and Methods

The research theory and methodology are based on the principles of water resources supply, as well as on the results of economic studies, publications, and monographs related to the commercial, investment, and financial optimal management and modeling, as well as RA laws, Government decisions and trends and processes of RA economic development.

How to decrease the NRW in multi-apartment buildings/Armenia Case





Calculation of Reduction of Non-revenue Water in Water and Wastewater Supplies on the example of one multiapartment building.

The average cost of internal network reconstruction of drinking water in one apartment is 30,000 AMD.

For 12 apartments in one entrance of a multiapartment building, the cost is 360,000 AMD /12*30,000 AMD/.

For one entrance, the average cost of installation of the inter-floor water pipe and insulation and the connection to the main water pipe in front of the entrance is 300,000 AMD.

The total is 660,000 AMD or 55,000 AMD per customer.

Yearly Average Non-Collected Revenue Calculation from the population from all multiapartment buildings

Actual yearly figures for 2023 (www.psrc.am)

- Water input to the centralized water supply system of Veolia (utility) - 528.7 *mln m³*.
- Sold water - 161.9 *mln m³*.
- Water losses - 366.8 *mln m³* / 69.4%.
- Revenue & Collected amount - 31,334.1/29,907.1 *mln.AMD*.
- R&C amount (population)-20,924.9/20,114.5 *mln. AMD*.
- Actual Technical losses - 12.4 %.

- Non-Revenue water from population (multi app bld) - $57 \times 0.67 \times 20,924.9 \times 0.6 / (100 - 69.4) = 15,670 \text{ mln. AMD}$.
- Average yearly non-collected revenue is $15,670 \times 0.96 = 15,043 \text{ mln. AMD}$.

Cost-Benefit analysis

- $350,000 (\text{\#domestic customers}) \times 55,000 \text{ AMD} = 19,250 \text{ mln. AMD}$;
- $19,250 \text{ mln AMD} / 15,043 \text{ mln. AMD} = 1.3 \text{ years}$;
- Within 10 years, by investing yearly 1,925 mln. AMD, the utility can receive yearly 1,504 mln AMD plus the accumulated benefit.

Name	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Total Benefits	0	3,008,600	4,512,900	6,017,200	7,521,500	9,025,800	10,530,100	12,034,400	13,538,700	15,043,000
Total Costs	19,250	19,250	19,250	19,250	19,250	19,250	19,250	19,250	19,250	19,250
Net Cash Flow	-19,250	2,989,350	4,493,650	5,997,950	7,502,250	9,006,550	10,510,850	12,015,150	13,519,450	15,023,750
R = 12%	1.0000	0.8929	0.7972	0.7118	0.6355	0.5674	0.5066	0.4523	0.4039	0.3606
NPV	-19,250	2,669,063	3,582,310	4,269,222	4,767,816	5,110,558	5,325,124	5,435,044	5,460,279	5,417,715

How to Decrease the NRW in Irrigation Sector

- Implementation of contemporary technologies to decrease the amount of non-revenue water in community distribution networks.
- Implementation of legal, financial, and commercial reforms to decrease NRW.
- Evaluation of necessary financial investments and redemption calculation.
- Financial calculations and comparisons between different service companies.
- Other steps.

Installation of a new internal network from PVC for an irrigation system for 1 ha:

- Pipes (with installation) for 1 ha – $500 \text{ meter} \times \$10 = \$5,000$ or 2 mln. AMD. Plus the cost of pumping is 10% and the water meter installation. In total 2.2 mln. AMD.
- Water supplied for 1 ha is $10,000 \text{ m}^3/\text{y}$, out of which only $4,000 \text{ m}^3/\text{y}$ reaches. The cost is 110,000-130,000 AMD. Water losses are 60%. There is no bookkeeping system. The collection rate is below 40%.
- After upgrading the new internal network water losses will be a maximum of 15%, which means $4,706 \text{ m}^3/\text{y}$ will be supplied, and $4,000 \text{ m}^3/\text{y}$ will reach the customers. Around $5,300 \text{ m}^3/\text{y}$ of water will be saved.
- The benefits are the introduction of a reliable bookkeeping system and a high collection rate. Water supply will be scheduled which will ensure a high yield and extension of irrigable land areas.

Other Solutions

The merging of a water supply and wastewater company with an irrigation water supply company can create a more efficient and integrated water management system. Such a merger offers several potential benefits and challenges, which are important to consider in planning and execution. Here's an overview:

Benefits of Merging

Integrated Water Management:

A unified company can manage all aspects of water supply, including drinking water, wastewater treatment, and irrigation water. This can lead to better coordination, reduced wastage, and optimized water use across sectors.

Cost Savings:

By consolidating administrative and operational functions, the merged company can reduce overhead costs and increase operational efficiencies. Shared resources, such as infrastructure and personnel, can also lower costs.

Improved Infrastructure:

Combining water and wastewater systems with irrigation infrastructure allows for better use of existing resources. The new company could potentially repurpose wastewater (through recycling) for irrigation, reducing the need for fresh water in agriculture.

Sustainability and Environmental Benefits:

Integrated management can lead to more sustainable water practices, such as reusing treated wastewater for irrigation or creating better water conservation strategies for both urban and rural areas. This approach can reduce pressure on natural water resources.

Improved Service Delivery:

The merger can provide a more seamless and equitable service to urban and rural areas, improving the overall reliability of water and wastewater services. It can also allow the company to offer bundled services (e.g. irrigation and drinking water) to farmers and households.

Regulatory Compliance and Strategic Planning:

A single organization might have an easier time coordinating efforts to meet regulatory standards and long-term water conservation goals, as there will be a clearer overview of all water needs and supply chains.

Depending on the existing infrastructure, the merged company might need to make significant investments to ensure that the water distribution and wastewater systems work efficiently across both urban and rural areas.

With the merging of the companies, there may be increased pressure to manage scarce water resources efficiently. Climate change impacts, such as droughts or flooding, could complicate this further, especially when balancing the needs of urban populations and agriculture.

Water Conservation Programs: Initiate programs that promote efficient water usage, such as incentivizing low-water agricultural practices and urban water-saving strategies.

Resilience and Sustainability: Focus on long-term water sustainability, especially in the context of changing climate patterns and growing populations. Water reuse technologies, such as wastewater treatment for agricultural use, could be an important part of this strategy.

There have been instances globally where water companies that manage different water types (municipal and agricultural) have merged. For example: Singapore: The Public Utilities Board (PUB) manages water supply, wastewater treatment, and stormwater, integrating urban water and irrigation management.

California, USA: Some regions have explored merging urban and agricultural water management entities to improve water use efficiency amid growing water scarcity.

In conclusion, merging a water supply and wastewater company with an irrigation water supply company could result in significant benefits in terms of operational efficiency, sustainability, and service delivery. However, careful planning, stakeholder engagement, and policy alignment are crucial for overcoming the challenges associated with such a merger.

Conclusion

Merging a water supply and wastewater company with an irrigation water supply company could result in significant operational efficiency, sustainability, and service delivery benefits. However, careful planning, stakeholder engagement, and policy alignment are crucial for overcoming the challenges associated with such a merger.

The fields of application are: agriculture/land use, irrigation, provision of Water and Wastewater services, and flood, landslide, and drought management, aimed at increasing the efficiency of processes and reducing losses and risks.

Theoretical and applied significance of the research

- Creation of a complete RoA water resources management system, which will be proposed to be implemented in the Water Committee of the Ministry of the Territorial Administration and Infrastructure of the Republic of Armenia (WC of MTAI of the RoA).
- Ensuring the full use of reliable data in the water supply system based on the use of modern information processing methods for operational, diagnostic, repair, and construction works.
- Representation of spatial data of main pipelines of the Water and Wastewater (W&W) and Irrigation system using maps and technological schemes.
- Visualization of the interrelationship of W&W and Irrigation system objects through maps and schemes.
- Obtaining information on the problem areas of the water supply system and irrigation system.
- Consumption distribution study and forecasting.
- Water system asset management.

References

1. **Rudolf Frauendorfer, Roland Liemberger.** The Issue and Challenges of Reducing Non-Revenue Water. - Asian Development Bank, 2010.- 51 p.
2. **Bill Kingdom, Roland Liemberger, Philippe Marin.** The Challenge of Reducing Non-Revenue Water (NRW) in Developing Countries How the Private Sector Can Help: A Look at Performance-Based Service Contracting. - The World Bank, Washington, DC, 2006. - 52 p.
3. Using Performance-Based Contracts to Reduce Non-Revenue Water. -The World Bank, 2016. - 28 p.

20.12.2024.

Տ.Ա. Կարապետյան

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԶՐԱՅԻՆ ՌԵՍՈՒՐՍՆԵՐԻ ԱՆՎՏԱՆԳՈՒԹՅԱՆ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՄԱՆ ԱՌԱՋՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԵՎ ՀՆԱՐԱՎՈՐ ԼՈՒԾՈՒՄՆԵՐԸ

Հայաստանի Հանրապետությունում ջրային ռեսուրսների կառավարման համակարգը համարվում է երկրի տնտեսության կարևորագույն ոլորտներից մեկը: Բնակչության ջրամատակարարման և ոռոգելի հողերի ոռոգման հետ կապված խնդիրների լուծումը պայմանավորված է դրա ձևերի կառավարմամբ: Ջուրը մեր երկրի ամենաթանկ ռեսուրսներից է, և դրա հետ պետք է վերաբերվել առավելագույն խնամքով և ճշգրիտ թիրախավորմամբ: Վերջին տարիներին բազմաթիվ ծրագրեր են իրականացվել ոռոգման համակարգի զարգացման ուղղությամբ, որոնցից ամենազիջավորը ջրամբարների կառուցման և թափոնների (օգտագործված, բայց չվճարվող) ջրերի կառավարման ծրագրերն են: Չնայած այս ամենին, ոլորտում կան բազմաթիվ այլ մարտահրավերներ: Հոդվածը նվիրված է ջրային ռեսուրսների (խմելու և ոռոգման) կորուստների նվազման խնդիրներին:

Առանցքային բառեր. Ջրային ռեսուրսների կառավարում, ոչ եկամտային ջուր, ջրի կորուստներ, ծախսագույն վերլուծություն:

Т.А. Карапетян

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОБЛЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В РЕСПУБЛИКЕ АРМЕНИЯ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ

В Республике Армения система управления водными ресурсами считается одной из важнейших отраслей экономики страны. Решение проблем, связанных с водоснабжением населения и орошением орошаемых земель, обусловлено ее гибким управлением. Вода является одним из самых ценных ресурсов в нашей стране, и к ней следует относиться с максимальной заботой и точным целевым использованием. За последние годы было реализовано множество проектов по развитию системы орошения, наиболее важными из которых являются проекты по строительству водохранилищ и управлению сбросными (использованными, но не оплаченными) водами. Несмотря на это, в этой области существует множество других проблем. Статья посвящена проблемам сокращения потерь водных ресурсов (питьевых и оросительных).

Ключевые слова: управление водными ресурсами, нерентабельная вода, потери воды, анализ затрат и выгод.

Karapetyan Tigran Aram - PhD Student, YSU, Faculty of Economics and Management

ՀՏԴ 338.911

ԷԿՈՆՈՄԻԿԱ ԵՎ ԿԱՌԱՎԱՐՈՒՄ

Ռ.Գ. Մաշուրյան, Ա.Հ. Առաքելյան

ԷԼԵԿՏՐԱԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՎԱՃԱՌՔԻ ԾԱՎԱԼՆԵՐԻ ԺԱՄԱՆԱԿԱՅԻՆ ՇԱՐՔԻ ՄՈՂԵԼԱՎՈՐՈՒՄԸ

DOI: <https://doi.org/10.64201/18290043-1eaa24-53>

Ուսումնասիրված են էլեկտրաէներգիայի շուկայում գործող ընկերության վաճառքի ծավալների տատանումները և ժամանակային շարքի դինամիկ բնույթը՝ կիրառելով էկոնոմետրի մոդելավորման մեթոդները: Օգտագործվել են Շուստերի պարբերագրերը, որոնց արդյունքում ցույց է տրվել, որ շարքը պարբերական է և առանձնացվել են չորս պիկերի կետերը: Կատարվել է հաճախականության վերլուծություն: Թեյլի անհավասարության գործակիցները օգտագործվել են մոդելի արժանահավատությունը գնահատելու համար: Առաջարկվել է վաճառքի ծավալների ժամանակային շարքի ֆուրյեի մոդելը:

Առանցքային բառեր. էլեկտրաէներգիա, շուկա, ժամանակային շարք, պարբերագիր, ֆուրյեի մոդել:

Ներածություն: Էլեկտրաէներգիայի վաճառքի ծավալների տատանումները պայմանավորում են միջնորդ կազմակերպության եկամտի աճը կամ նվազեցումը և հնարավորություն են տալիս գնահատել գնորդ կազմակերպության հետ համագործակցության արդյունավետությունը: Օգտագործում ենք այս ուղղությամբ կատարված հետազոտությունների մոտեցումները, որոնք ուսումնասիրվել են [1-4] հետազոտություններում: Էլեկտրաէներգիայի վաճառքի ժամանակային շարքի վարքը նկարագրելու համար կիրառում ենք էկոնոմետրիկ մոդելավորման մեթոդները, ինչպես նաև հետազոտվում է ժամանակային շարքի դինամիկ բնույթը: Հաշվի առնելով ժամանակային շարքերի պարբերական մոդելի կառուցման Պարբերագրերի և Ֆուրյեի վերլուծության մեթոդների արդյունավետությունը, առաջարկում ենք էլեկտրաէներգիայի վաճառքի ժամանակային շարքի տատանումներն ուսումնասիրել՝ կիրառելով սպեկտրալ վերլուծության մեթոդը:

Վերլուծության մեթոդ: Էլեկտրաէներգիայի վաճառքի միջնորդական գործունեության արդյունքում մենք բացահայտեցինք, որ ժամանակային շարքի վրա ազդում են պարբերական բնույթ ունեցող գործոնները, կախված գնորդների վարքից, նրանց համագործակցությունը միմյանց հետ: Այսպիսով, էլեկտրաէներգիայի վաճառքի ժամանակային շարքն ունի տատանողական բնույթ: Ժամանակային շարքերի տատանումներն ուսումնասիրելու համար պարբերագրերի մեթոդը դրսևորվեց որպես տատանումների գնահատման արդյունավետ եղանակ: Պարբերագրերի մեթոդի կիրառման համար էլեկտրաէներգիայի վաճառքի ժամանակային շարքը դիտարկում ենք հաճախականության տիրույթում: Այդ նպատակով ժամանակային շարքը ներկայացնելու համար օգտագործում ենք պարբերական ֆունկցիաները (կոսինուսը և սինուսը): Այսպես, նշանակենք

$$X_t = q_t + a_1 \sin((2\pi kt)/T) + a_2 \cos((2\pi lt)/T) + a_3 \sin((2\pi mt)/T) + \varepsilon_t, \quad (1)$$

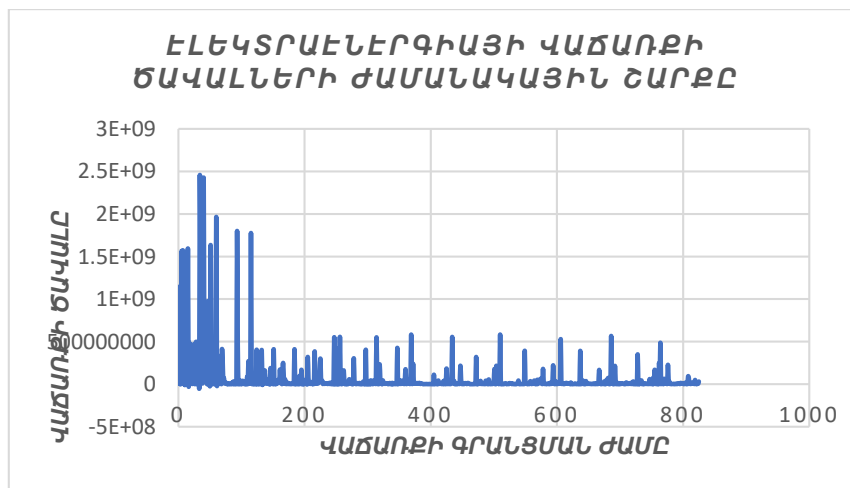
որտեղ X_t - ժամանակային շարքն է, q_t - տրենդի հավասարումն է, $a_i, i = 1, 2, 3$ - Ֆուրյեի գործակիցներն են, ε_t - պատահական սխալն է:

$$X_t = a_1 \sin((2\pi kt)/T) + a_2 \cos((2\pi lt)/T) + a_3 \sin((2\pi mt)/T) + \varepsilon_t, \quad (2)$$

որը կոչվում է բազմաչափ գծային ռեգրեսիա և գնահատում է $a_i, i = 1, 2, 3$ Ֆուրյեի գործակիցները:

Տվյալների վերլուծություն: Էլեկտրաէներգիայի վաճառքի ժամանակային շարքի տատանումների ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ դրանք առաջանում են գնորդների միմյանց հետ համագործակցության, ինչպես նաև պահանջարկի ծավալների ժամանակային շարքի տատանումների պատճառով: Ուսումնասիրվել է միջնորդ կազմակերպության կողմից գրանցված 825 ժամվա ընթացքում էլեկտրաէներգիայի վաճառքի ծավալների ժամանակային շարքը: Տվյալների

Ժամանակային շարքը ներկայացված է նկ. 1-ում:



Նկ. 1. Էլեկտրաէներգիայի վաճառքի ժամանակային շարքը

Պարբերագրի վերլուծություն: Հաճախականությունների տարբեր արժեքներին համապատասխանող $I(f_i)$ ինտենսիվությունների (Շուստերի պարբերագրի) [4] արժեքները տրված են նկ. 2-ում:



Նկ. 2. Էլեկտրաէներգիայի վաճառքի ժամանակային շարքի Շուստերի պարբերագիրը

Էլեկտրաէներգիայի վաճառքի ժամանակային շարքի Շուստերի պարբերագրի բնութագրիչները տրված են աղյուսակ 1-ում:

Էլեկտրաէներգիայի վաճառքի ժամանակային շարքի Շուստերի պարբերագրի բնութագրիչները

Պիկերի կետերը	10	19	31	36
Պարբերաշրջանի պարբերության տևողությունը ժամերով	12	6.32	5.71	3.33

Համաձայն նկ. 2-ում տրված Շուստերի պարբերագրի բնութագրիչների առկա են չորս պիկեր, որոնց համապատասխան գնահատվել են Պարբերաշրջանի պարբերության տևողություններն՝ արտահայտված ժամերով:

Էլեկտրաէներգիայի վաճառքի ժամանակային շարքի Ֆուրյեի մոտարկումը [4,5]

$$X_t = 1507388 \sin(\pi t/5) + 96179 \cos(\pi t/35) + 13 \sin(\pi t/50) + \varepsilon_t: \quad (3)$$

Աղյուսակ 2-ում ներկայացված են մոդելի վիճակագրական բնութագրերը:

Աղյուսակ 2

Մոդելի վիճակագրական բնութագրերը

R^2	0.7854
F	14.59
n	825
k	3
n-k+1	823

Հաճախականության վերլուծություն: Այժմ փորձենք գնահատել հաճախականության տոկոսային ազդեցությունը: Առանձնացնենք ցածր, միջին և բարձր հաճախականություն: Այս դեպքում a_1, a_2, a_3 համար կունենանք այսպիսի աղյուսակ.

Աղյուսակ 3

Հաճախականության տոկոսային ազդեցությունները

$a_1 \frac{2\pi}{5} t$	$a_2 \frac{2\pi}{35} t$	$a_3 \frac{2\pi}{50} t$
d_1	d_2	d_3
D_1	D_2	D_3

Դիտարկենք այնպիսի e_1, e_2, e_3 , որոնք սահմանվում են հետևյալ բանաձևով.

$$e_1 = \max(d_1, D_1) - \min(d_1, D_1),$$

$$e_2 = \max(d_2, D_2) - \min(d_2, D_2),$$

$$e_3 = \max(d_3, D_3) - \min(d_3, D_3) :$$

Տոկոսային արտացոլում ստանալու համար e_1, e_2, e_3 առանձին - առանձին բաժանենք նրանց բոլորի գումարի վրա և կունենանք տոկոսային հաճախականության հետևյալ պատկերը.

$$\frac{e_1}{e_1 + e_2 + e_3} 100\%, \frac{e_2}{e_1 + e_2 + e_3} 100\%, \frac{e_3}{e_1 + e_2 + e_3} 100\%:$$

Հաճախականային վերլուծության գնահատականները տրված են հետևյալ աղյուսակում.

Աղյուսակ 4

Հաճախականային վերլուծության գնահատականները

t	1507388sin(pt/5)	9617909s(pt.35)	13sin(pt/50)
1	135052.9018	95792.20384	0.815863481
4	887573.5123	90052.28339	3.231364185
	752520.6105	5739.920443	2.415500704
	0.992426986	0.007569828	3.18557E-06
	e1	e2	e3

Այսպիսով, հաճախականությունները կկարգավորվեն հետևյալ կերպ՝ ըստ արդյունքի վրա ազդեցությանը: Հաճախականություն 5-ի ազդեցությունը մեծ է հաճախականություն 35-ի ազդեցությունից: Հաճաճականություն 35-ի ազդեցությունը մեծ է հաճախականություն 50-ի ազդեցությունից:

Թեյլի [4] անհավասարությունների գնահատականները:

Հավասարում (3)-ի Թեյլի գործակիցների բանաձևերը տրված են (4)-(8) բանաձևերում, իսկ գործակիցների արժեքները՝ աղյուսակ 2-ում:

Մեկ հավասարում ունեցող ռեգրեսիոն մոդելի գնահատման համար օգտագործվում են հետևյալ վիճակագրական գործակիցները՝ R^2 -ին, F թեստը, t թեստը և այլն: Այսպիսով, հարկ է լինում որոշել մոդելի կառուցվածքի ճշգրտման նպատակահարմարությունը, ինչպես նաև գնահատված գործակիցների իմաստավորվածությունը: Մոդելի գնահատումը նաև կախված է այն նպատակից, որի համար այն կառուցված է: Կանխատեսման նպատակով կառուցված մոդելը պետք է հնարավորինս ունենա կանխատեսման համար փոքր ստանդարտ սխալ այն ժամանակ, երբ Ստյուդենտի t թեստն ունի ավելի կարևոր նշանակություն: Նշենք նաև, որ ռեգրեսիոն հավասարումը կարող է լինել վիճակագրորեն նշանակալի, սակայն իմիտացիայի արդյունքում պարզվում է, որ այն չի մոտենում իրական տվյալներին: Մոդելավորման ընթացքում պահանջվում է գնահատել իմիտացիայի միջոցով մոտարկող կորի և ժամանակային շարքի միջև հեռավորությունը:

Հայտնի է իմիտացիայի վիճակագիր՝ Թեյլի անհավասարության գործակիցը.

$$U = \frac{\sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (Y_t^s - Y_t^a)^2}}{\sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (Y_t^s)^2} + \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (Y_t^a)^2}} : \quad (4)$$

Ինչպես տեսնում ենք, համարիչը համընկնում է rms-ի հետ, սակայն U-ի նորմավորումը գտնվում է 0-ի և 1-ի միջև:

Թեյլի (9) անհավասարության գործակիցը կարելի է [5] ձևափոխել հետևյալ կերպ.

$$\frac{1}{T} \sum (Y_t^s - Y_t^a)^2 = (\bar{Y}^s - \bar{Y}^a)^2 + (\sigma_s - \sigma_a)^2 + 2(1 - \rho)^2 \sigma_s \sigma_a, \quad (5)$$

որտեղ $\bar{Y}^s, \bar{Y}^a$ ժամանակային շարքերի միջիններն են, իսկ σ_s և σ_a ստանդարտ դեվիացիաներն են համապատասխանաբար, և ρ -ն կորելացիայի գործակիցն է: Թեյլի (4) անհավասարության գործակիցը կարելի է ներկայացնել հետևյալ համամասնությունների միջոցով.

$$U^M = \frac{(\bar{Y}^s - \bar{Y}^a)^2}{(1/T) \sum (Y_t^s - Y_t^a)^2}, \quad (6)$$

$$U^S = \frac{(\sigma_s - \sigma_a)^2}{(1/T) \sum (Y_t^s - Y_t^a)^2}, \quad (7)$$

$$U^C = \frac{2(1-\rho)^2 \sigma_s \sigma_a}{(1/T) \sum (Y_t^s - Y_t^a)^2}: \quad (8)$$

U^M, U^S, U^C կոչվում են շեղումների, վարիացիայի և կովարիացիայի գնահատականներ:

Թեյլի գործակիցները տրված են աղյուսակ 5-ում:

Աղյուսակ 5

Թեյլի՝ իմիտացիոն մոդելների անհավասարության գործակիցների գնահատականները

Um	6.83423E-32
Us	0.03
Uc	0.97
Um+Us+Uc	1

Այսպիսով, քանի որ

ա) U^M -ի արժեքը փոքր է 0.1-ից, ապա դա կնշանակի, որ առկա է պարբերական միջինների տարբերություն: Հետևաբար մոդելը չպետք է ճշգրտվի:

բ) Վարիացիայի U^S -ի արժեքը փոքր է, հետևաբար մոդելը չպետք է ճշգրտվի:

գ) U^C կովարիացիայի համամասնությունը չափում է տրված ժամանակային շարքի և իմիտացված ժամանակային շարքի կորելացվածությունը, ապա դա նշանակում է, որ իրական և իմիտացված կորերի տատանումները համընկնում են և մոդելը ճշգրտման կարիք չունի: Այսպիսով, ստանում ենք աղյուսակ 5-ում տրված իմիտացիոն մոդելների գնահատականներն ըստ Թեյլի:

Արդյունքների քննարկում: Համաձայն պարբերագրի վերլուծության արդյունքի՝ էլեկտրաէներգիայի վաճառքի ծավալների շարքը պարբերական է և պարբերաշրջաններն /ցիկլերն/ ունեն 12, 6.32, 5.71, 3.33 ժամ տևողություններ, ինչը բացահայտել ենք Շուստերի պարբերագրի հիման վրա: Հիմնվելով պարբերական բնույթի վրա՝ առաջարկվել է էլեկտրաէներգիայի վաճառքի ծավալների ժամանակային շարքի Ֆուրյեի մոդելը, որը, համաձայն նշանակալիության գնահատականների մոտ է իրական ժամանակային շարքին:

Եզրակացություն: Պարբերագրային վերլուծությամբ բացահայտվել է, որ էլեկտրաէներգիայի վաճառքի ծավալների շարքը պարբերական է և պարբերաշրջաններն /ցիկլերն/ ունեն 12, 6.32, 5.71, 3.33 ժամ տևողություններ:

Գրականություն

1. **Choi S., Loungani P., Mishra S., Furceri D., Poplawski-Ribeiro M.** Oil Prices and Inflation Dynamics: Evidence from Advanced and Developing Economies // Journal of International Money and Finance.- Jan 2018.
2. **Ekpenyong E.J., Omekara C.O.** Application of Fourier Series Analysis to Modeling Temperature Data of Uyo Metropolis // Global Journal of Mathematical Sciences.- 2008.-7(1).-P.5-13.
3. **Priestly M.B.** Spectral Analysis of Time Series.-Academic Press, London, 1981.- 491 p.
4. **Гренджер К., Хатанака М.** Спектральный анализ временных рядов в экономике/ Перевод с английского В.С. Дуженко, Е.Г. Угер.-М.: Статистика, 1972.-С.12-15; Priestly M.B. Spectral Analysis of Time Series.-Academic Press, London, 1981.- 491 p.
5. **Pyndyck R.S., Rubinfeld D.L.** Econometric Models and Economic Forecasts.- Irwin McGraw-Hill, 1998.- 634 p.
6. **Thingan M.L.** Macroeconomic Theory:10th Edition.- Vrinda Publication Ltd, New Dalhi, 2002.- 514 p.

18.12.2024.

Р.Г. Машурян, А.А. Аракелян

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРЕМЕННОГО РЯДА ОБЪЕМОВ ПРОДАЖ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Исследованы колебания объемов продаж компании, работающей на рынке электроэнергии, а также динамическая природа временного ряда с использованием методов эконометрического моделирования. Применены спектры Шустера, в результате чего показано, что ряд является периодическим, и выделены четыре пиковые точки. Проведен частотный анализ. Коэффициенты неравенства Тейла использовались для оценки надежности модели. Предложена модель временного ряда объемов продаж на основе преобразования Фурье.

Ключевые слова: электроэнергия, рынок, временной ряд, спектры, модель Фурье.

R.G. Mashuryan, A.H. Arakelyan

MODELING THE TIME SERIES OF ELECTRICITY SALES VOLUMES

The fluctuations in sales volumes of a company operating in the electricity market and the dynamic nature of the time series were studied using econometric modeling methods. Schuster spectra were applied, demonstrating that the series is periodic, with four peak points identified. A frequency analysis was conducted. Theil's inequality coefficients were used to assess the reliability of the model. A Fourier-based model for the time series of sales volumes was proposed.

Keywords: electricity, market, time series, spectra, Fourier model.

Մաշուրյան Ռաֆիկ Գագիկի – հայցորդ, Երևանի պետական համալսարան
rafik.mashuryan@ysu.am

Առաքելյան Արամ Հմայակի – դոկտոր, պրոֆեսոր, Երևանի պետական համալսարան
aram.arakelyan@ysu.am

ՀՏԴ 662.997, 621.472

ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆ, ՔԱՂԱՔԱՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆ
ԵՎ ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

Կ.Ա. Մովսիսյան

ՋԵՐՄԱՅԻՆ ՊՈՄՊԵՐԻ ՇԱՀԱԳՈՐԾՄԱՆ ՀԱՐՄԱՐԵՑՈՒՄԸ ՑՈՒՐՏ
ԿԼԻՄԱՅԱԿԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻՆDOI: <https://doi.org/10.64201/18290043-1eaa24-59>

Ամբողջ աշխարհում լայն կիրառություն ունեն ֆրեոնային օդորակման համակարգերը, որոնք կիրառվում են շուրջտարյա ջերմա-ցրտապահանջի ապահովման համար: Քանի որ ՀՀ-ում տարածաշրջանները բաժանվում են տաք, չափավոր և ցուրտ կլիմայական գոտիների, իսկ նույնիսկ տաք գոտիներում ձմռանը օդի հաշվարկային ջերմաստիճանը ցածր է -10°C -ից, ուստի անհրաժեշտ է կիրառել այնպիսի համակարգեր, որոնք աշխատունակ են ցածր ջերմաստիճանների պայմաններում: Հոդվածում դիտարկվել են տարբերակներ, թե ինչպես արդյունավետ դարձնել ջերմային պոմպերի աշխատանքը ցուրտ կլիմայական պայմաններում:

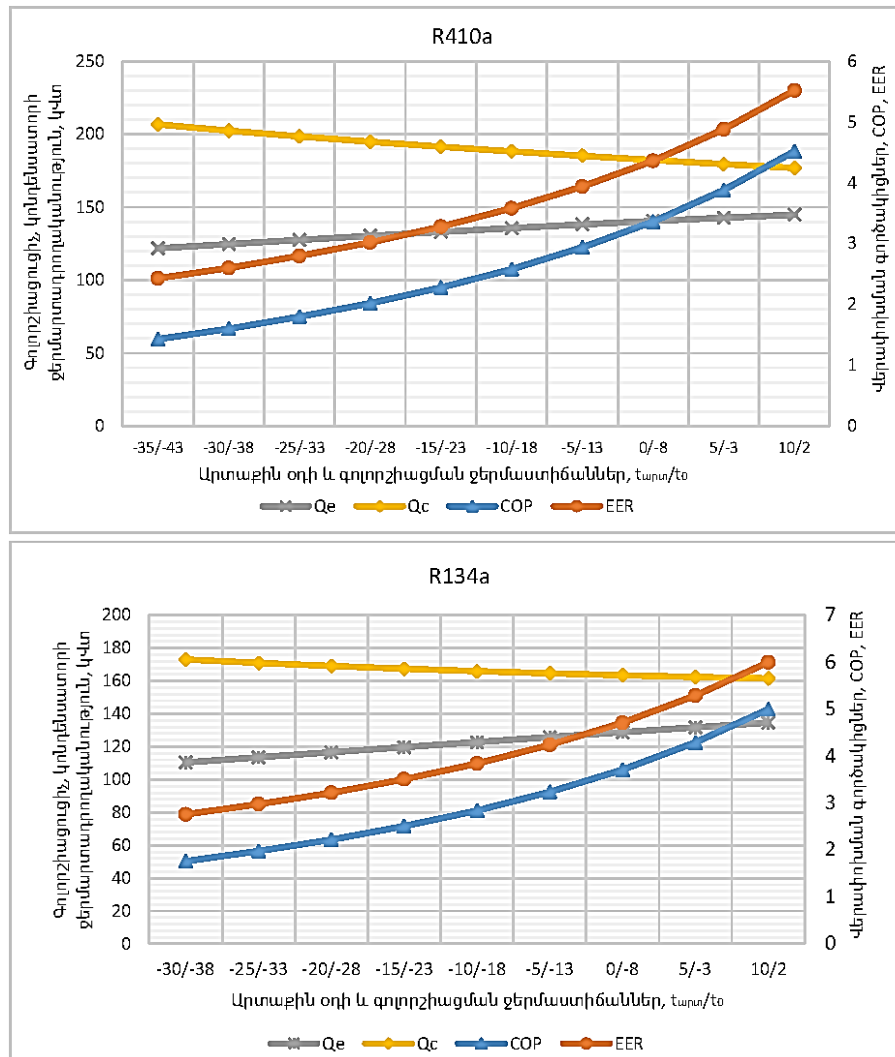
Առանցքային բառեր. ջերմային պոմպ, կոնդենսատոր, վերափոխման գործակից, գոլորշիացուցիչ, դրոսել փական:

ՀՀ-ում շինարարության զարգացմանը զուգահեռ զարգանում են նաև շուկայական հարաբերությունները, ինչի հետևանքով Հայաստան են ներմուծվում հովացման համակարգերի լայն տեսակներ՝ ամենաէժեք և ամենաթանկ ժամանակակից օդի կոնդիցիոնացման համակարգեր: Փաստ է, որ տեղակայանքների մեծ մասը հարմարեցված չէ ՀՀ կլիմայական պայմաններին: Հյուսիսային շրջաններում՝ լոկալ օդորակիչների (սպլիտ համակարգեր) պահանջարկը նվազել է պայմանավորված ոչ բարենպաստ բնակլիմայական պայմաններով: Ամռանը օդի միջին ջերմաստիճանը մոտավորապես $+28^{\circ}\text{C}$ է [1], ինչը մոտ է օպտիմալ կոմֆորտ պայմաններին: Բնակելի սենքերում կոմֆորտ պայմաններ ապահովելու նպատակով լոկալ օդորակիչների օգտագործումը տնտեսապես ավելի շահավետ է, համեմատած այլ տեսակի օդորակման տեղակայանքների:

ՀՀ նորակառույց շենքերում հիմնականում ջեռուցման համակարգը կազմակերպվում է կենտրոնացված ձևով, բայց անցումային շրջաններում, երբ հյուսիսային կողմնորոշում ունեցող սենքերն ունեն ջեռուցման կարիք և կենտրոնական ջեռուցման համակարգը դեռ միացված չէ, անհարմարություն է առաջանում բնակիչների շրջանում: Հետևաբար, օդորակիչների ամենալայն կիրառվող տեսակներն այն մոդելներն են, որոնք կարող են աշխատել նաև ջերմային պոմպի ռեժիմով: Այսպիսով, նման համակարգեր տեղադրելով կարելի է լուծել միանգամից երկու խնդիր՝ շոգ օրերին սենքը հովացնել և անցումային շրջաններում՝ տաքացնել: Ավելին, անցումային շրջանում ջերմային պոմպով ջեռուցելը էներգաարդյունավետ է:

Հասարակական տարածքներում, որտեղ ձմռանը նույնպես ունենք ահռելի ջերմային անջատումներ, լոկալ օդորակման համակարգերի կիրառությունն այնքան էլ նպատակահարմար չէ: Նման տարածքներում հիմնականում կիրառվում են կենտրոնացված օդորակիչներ՝ VRF, VRV համակարգեր: Այս համակարգերն ունեն այնպիսի տարատեսակներ, որոնք կարողանում են միաժամանակ տարբեր սենքերում ապահովել և՛ ջեռուցում, և՛ հովացում [2-4]:

Երևանում ձմռանը օդի հաշվարկային ջերմաստիճանը -19°C է, որը ցածր է շատ օդորակիչների աշխատանքային ջերմաստիճանի ստորին սահմանից: Ձմռանը լոկալ օդորակիչների օգտագործումն այնքան էլ նպատակահարմար չէ: Այս համակարգերի օգտագործումը հանգեցնում է մաշվածության ավելացման և ծառայության ժամկետի նվազման, բացի այդ՝ հետադարձ փականը (4-քայլ փական) սկսում է աշխատել ոչ լիարժեք: Ջերմային պոմպերի արդյունավետությունը զգալիորեն նվազում է արտաքին օդի ջերմաստիճանի նվազման հետ: Նկար 1-ում տրված է R134a, R410a ֆրեոնների համար վերափոխման գործակիցի կախումը միջավայրի ջերմաստիճանից, միացավոր կոմպրեսորի համար, երբ կոնդենսացման ջերմաստիճանը $+45^{\circ}\text{C}$ է:



Նկ.1. Վերափոխման գործակիցների կախումը արտաքին օդի և գոլորշիացման ջերմաստիճաններից

Ջերմային պոմպի և սառնարանային մեքենաների աշխատանքային սկզբունքները նույնն են, այսինքն ջերմային պոմպի տեխնոլոգիաներին կարելի է ծանոթանալ՝ վերլուծելով սառնարանային մեքենայի աշխատանքը:

Ջերմային պոմպերի ջերմաարտադրողականության փոփոխություններն իրականանում են նույն ձևով, անկախ ջերմության աղբյուրի տեսակից, սակայն հարկ է նշել, որ օդային ջերմաղբյուրով ջերմային պոմպերն ունեն աշխատանքային ջերմաստիճանների ավելի մեծ միջակայք: Հայաստանի տարբեր շրջաններում օդի ջերմաստիճանի բացարձակ առավելագույն և նվազագույն արժեքները տատանվում են -36°C -ից $+43^{\circ}\text{C}$: Կոմպրեսորի ներծծման ճնշումը փոփոխվում է լայն միջակայքերով, իսկ մղման ճնշումը մնում է գրեթե անփոփոխ:

Հարկ է նշել, որ ջերմային պոմպի արտադրողականությունը նվազում է՝ կախված գոլորշիացման ջերմաստիճանի (ճնշման) նվազման, քանի որ գոլորշի սառնագենտի խտությունը, կոմպրեսորի մղման գործակիցը և տեսակարար ցրտարտադրողականությունը նվազում են այդ դեպքում:

Ջերմային պոմպի վերափոխման գործակիցը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝ $\mu = (1 + \varepsilon)$ (1)

Ջերմային պոմպի աշխատանքը համարվում է արդյունավետ, եթե ջերմային գործակիցը $\mu \geq 3$ [5-7]: Նկ. 1-ից երևում է, որ շրջակա միջավայրի ջերմաստիճանի -12°C -ից ցածր արժեքների դեպքում, ջերմային պոմպի շահագործումը դառնում է խնդրահարույց: Արտաքին օդի ջերմաստիճանի նվազմանը զուգընթաց նվազում է նաև կոմպրեսորի կողմից օգտագործվող հզորությունը: Սակայն դա փաստ չէ, որ ջերմային պոմպերի միջոցով ջեռուցման իրականացումը համեմատաբար էժան է ստացվում: Շրջակա միջավայրի կամ դրսի օդի համեմատաբար ավելի ցածր ջերմաստիճաններում ջերմային պոմպը զարգացնում է համեմատաբար ցածր արտադրողականություն: Բացի այդ, ցուրտ ժամանակահատվածում ավելի մեծ է կոմպրեսորի մաշվածությունը:

Վերլուծելով օդորակիչների աշխատանքը, երբ հովացվող սենքի ջերմաստիճանը բարձր է շրջապատող միջավայրի ջերմաստիճանից, տեսնում ենք, որ դա այդքան էլ նպատակահարմար չէ: Սպլիտ օդորակիչների օգտագործումը սենքերի շուրջտարյա հովացման նպատակով, պայմանավորված է բացառապես շուկայում համապատասխան սարքավորումների ոչ բավարար առկայությամբ և մասամբ ոչ ճիշտ մասնագիտական լուծումների միջոցով:

Արտաքին օդի $+10^{\circ}\text{C}$ և ցածր ջերմաստիճանների ժամանակ կարելի է հրաժարվել ցրտի ստացման այսպես կոչված արհեստական մեթոդներից՝ օգտագործելով ջերմության բնական անցումը բարձր պոտենցիալից, ավելի ցածր պոտենցիալի:

Գործնականում այն կարող է իրականացվել տարբեր եղանակներով, օրինակ՝ օգտագործելով օդափոխության ներածման համակարգ (սենյակում օդի ջերմաստիճանը կարգավորվում է ներածվող օդի քանակով): Վերջերս լայն տարածում են գտել սառնարանային համակարգերը, որոնք ձմռանը օգտագործում են միջանկյալ ցրտակիրով (էթիլեն գլիկոլ) շղթա: Երբ, ջերմության փոխանցումն իրականացվում է հեղուկով, դրսում գտնվող ջերմափոխանակիչում: Էլ. Էներգիան ծախսվում է միայն պոմպերի և օդամղիչների հանգույցներում, միաժամանակ երկարում է ամբողջ համակարգի կյանքի տևողությունը և հուսալիությունը:

Խնդիրն ավելի տեսանելի դարձնելու համար դիտարկենք օդորակիչի աշխատանքը վերը դիտարկված պայմաններում, երբ սառեցվող միջավայրի ջերմաստիճանն ավելի բարձր է դրսի օդի ջերմաստիճանից [8,9]:

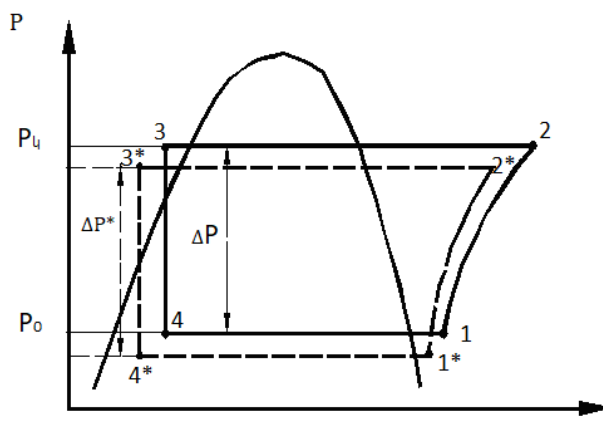
Սառնագենտի հոսքը դրոսել փականի միջով արտահայտվում է հետևյալ հայտնի կախվածությամբ՝

$$G_{XA} = X \cdot F \sqrt{2 * (P_u - P_o) * \rho},$$

որտեղ՝ F - բացվածքի կենդանի կտրվածքի մակերեսը, X - հոսքի գործակիցը, ρ – ցրտատարի խտությունն է:

Այսպիսով, ծախսը դրոսելային սարքով (կապիլյար խողովակի) կախված է երկու փոփոխական մեծություններից՝ ճնշման անկումից և սառնագենտի խտությունից:

Ձմռանը շրջակա միջավայրի ջերմաստիճանի նվազմանը զուգընթաց նվազում է կոնդենսացման ճնշումը (աշխատանքը հովացման ռեժիմում): Սա հանգեցնում է ճնշման անկման մեծացմանը ընդարձակման սարքավորման վրա, այսինքն՝ դեպի գոլորշիացուցիչ ավելի քիչ սառնագենտ է տրվում:

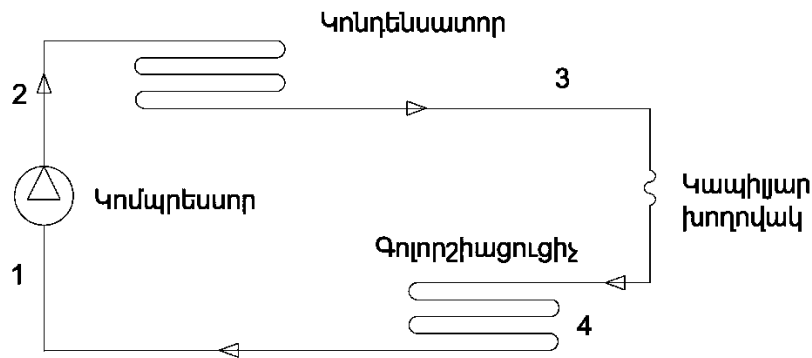


Նկ. 2. Ջերմային պոմպի աշխատանքը շրջակա միջավայրի ցածր ջերմաստիճանների դեպքում (ինքնակարգավորված ռեժիմ)

Գոլորշիացուցիչում սառնագենտի քանակի հետագա նվազումը հանգեցնում է կոնդենսատորում դրա ավելացմանը, ներքին ջերմափոխանցման արդյունավետ մակերեսի նվազմանը և կոնդենսացման ճնշման փոքր աճին: Միաժամանակ նվազում է նաև ճնշումը ներծծման գծի վրա (նկ. 2): Այսպիսով, կապիլյար խողովակի վրա ճնշման անկումը մեծանում է: Բացի այդ, դրոսելացվող հեղուկ սառնագենտի գերսառեցումը հանգեցնում է կապիլյար խողովակի միջոցով հոսքի ավելացմանը՝ խտության աճի հետևանքով, տեղի է ունենում այսպես կոչված <<համակարգի ինքնակարգավորում>>: Բայց տեղակայանքը դառնում է քիչ արդյունավետ, քանի որ արտաքին օդի ջերմաստիճանի նվազման հետևանքով, գոլորշիացուցիչն ամբողջությամբ չի լցվում, ինչը հանգեցնում է ցրտարտադրողականության նվազման: Ոչ պակաս կարևոր է նաև, որ սաստիկ ցրտի ժամանակ ներծծման ճնշումը կարող է ավելի ցածր լինել, քան հաշվարկայինը, և ինչպես հայտնի է, նման աշխատանքային ռեժիմները սառնարանային մեքենաների համար ցանկալի չեն, քանի որ յուղի վերադարձը կոմպրեսոր դժվարանում է:

Այս ռեժիմում օդորակիչի աշխատանքի ժամանակ, պետք է խոսել ոչ թե կոնդենսացման ջերմաստիճանի, այլ՝ կոնդենսացման Քլ ճնշման մասին, քանի որ այն որոշվում է դրոսել փականում և խողովակաշարերում հիդրավլիկ դիմադրությամբ, այլ ոչ թե շրջակա միջավայրի ջերմաստիճանով:

Համակարգի անջատման դեպքում սառնագենտը գոլորշիացուցիչից կապիլյար խողովակի միջով վերադառնում է կոնդենսատոր, որտեղ այն սառչում է:



Նկ.3. Կապիլյար խողովակով աշխատող ջերմային պոմպի սխեմա

Վերը շարադրվածից հետևում է, որ կապիլյար խողովակով համալրված համակարգը (նկ. 3) ցածր արդյունավետություն է ցուցաբերում շրջակա միջավայրի ցածր ջերմաստիճանների պայմաններում:

Կարևոր հանգամանք է նաև գոլորշիացուցիչի ոչ բավարար աշխատունակությունը: Երբ սպասարկման նկատառումներով ցուրտ ժամանակահատվածում օդորակիչը հավելյալ լիցքավորվում է, ինչը կարող է հանգեցնել հիդրավլիկական հարվածի և սարքավորման խափանման, երբ եղանակը տաքանում է:

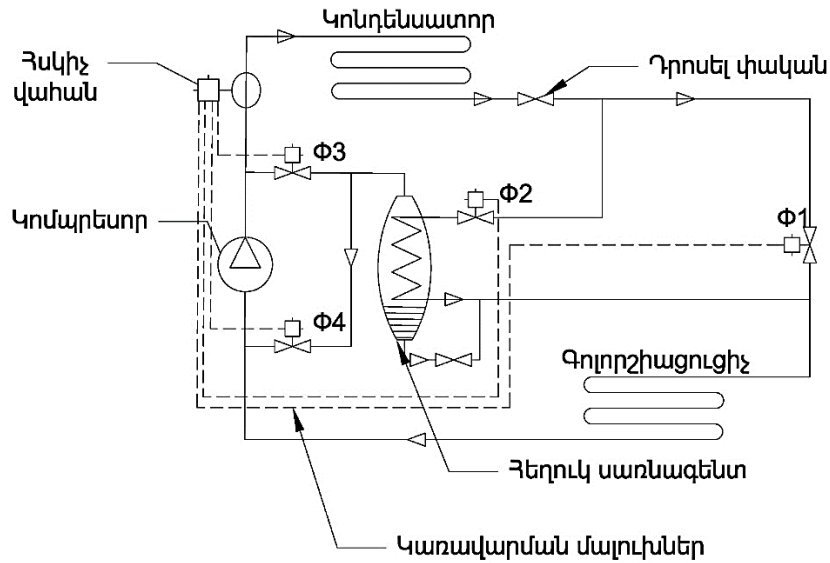
Խնդիրն ավելի սահուն է լուծվում, երբ համակարգերը համալրված են ջերմակարգավորիչ փականով, երբ շրջակա միջավայրի ջերմաստիճանի աննշան անկման դեպքում, գոլորշիացման ճնշումը կարգավորվում է՝ ջերմակարգավորիչ փականի կենդանի կտրվածքի մակերեսի մեծացմամբ:

Շրջակա միջավայրի ջերմաստիճանի որոշակի արժեքներից սկսած (սառնարանային մեքենաների համար 0°C), ջերմակարգավորիչ փականը բացվում է ամբողջությամբ և շրջակա միջավայրի ջերմաստիճանի հետագա նվազումը, հետևաբար նաև կոնդենսացման ճնշումը, հանգեցնում են եռման ճնշման անկմանը, այնպես, ինչպես կապիլյար խողովակով համալրված սառնարանային մեքենայի դեպքում:

Եթե համակարգում առկա է հեղուկ սառնագենտի գծային ընդունիչ, ապա կոնդենսատորի «հեղեղում» տեղի չի ունենում, և համակարգն անջատվում է ցածր ճնշման տվիչի ռելեով:

Գործնականում օգտագործվում են օդի հովացմամբ կոնդենսատորով շոգեկոմպրեսորային սառնարանային մեքենաներում կոնդենսացման ճնշման պահպանման մի քանի եղանակներ, երբ շրջապատող միջավայրի օդի ջերմաստիճանը ցածր է (սա կարևոր է սառնարանային մեքենաների շահագործման համար): Օրինակ՝ կոնդենսատորի ջերմափոխանցման մակերեսի մի մասը հեղուկ սառնագենտի միջոցով ողողելով: Այս դեպքում ջերմափոխանցման արդյունավետ մակերեսը սառնագենտի կողմում նվազում է, և կոնդենսացման ճնշումը մեծանում է [10, 11]:

Ներկայումս լայն տարածում են ստացել ինվերտորային կառավարմամբ շարժիչները, որոնք թույլ են տալիս սահուն կերպով փոփոխել կոնդենսատորի օդանդիչի արագությունը՝ դրանով իսկ կարգավորելով հովացնող օդի հոսքը և կոնդենսացման ճնշումը:



Նկ.4. Կոնդենսացման ճնշման կարգավորմամբ ջերմային պոմպ (չկոնդենսացող գազի տրման մեթոդով)

Մենք առաջարկել ենք կոնդենսացման ճնշման պահպանման հետևյալ մեթոդը (նկ. 4), ըստ որի կոնդենսատորում ճնշման նվազման ժամանակ, որոշակի քանակությամբ չկոնդենսացող գազ տրվում է գոլորշիացուցիչ: Կուտակվելով կոնդենսատորում, այն մեծացնում է ճնշումը սեփական պարզիալ ճնշման համապատասխան, որի պատճառ է նաև ջերմափոխանցման արդյունավետ մակերեսի նվազումը: Միննույն ժամանակ մեծանում է ճնշման անկումը դրոսել փականի վրա, որը բավարար է գոլորշիացուցիչ սառնագենտի նորմալ տրման համար:

Մեր առաջարկած լուծման ժամանակ համակարգը լրակազմված է՝ կոմպրեսորից, կոնդենսատորից, դրոսել փականից, գոլորշիացուցիչից, չկոնդենսացող սառնագենտի բաքից, Φ1 փականից (սղենոիդ փական), չկոնդենսացող գազի հեռացման գծից, իր Φ3 փականով, չկոնդենսացող գազի տրման գծից, իր Φ4 փականով, հեռացվող խառնուրդի հովացման գծից Φ2 փականով, կուտակիչ բաքից սառնագենտի դատարկման գծից, կոնդենսատորում ճնշման փոփոխությունների արձագանքման ղեկավարման սարքից:

Ջերմային պոմպն աշխատում է դասական ցիկլով: Ինքնակարգավորված ռեժիմում ճնշումը կոնդենսատորում, որը չափվում է ղեկավարման համակարգի ճնշման տվիչով, համապատասխանում է սահմանվածին: Կոնդենսատորը հովացնող օդի ջերմաստիճանի զգալի նվազման դեպքում, ընկնում են կոնդենսացման ճնշումը և ճնշման անկումը ընդարձակող սարքի վրա, ինչի արդյունքում սառնագենտի սպառումը և մեքենայի սառեցման հզորությունը նույնպես նվազում են: Այս դեպքում, ղեկավարման սարքի ճնշման տվիչից ստացված ազդանշանի հիման վրա, բաքից չկոնդենսացող գազի որոշակի չափաբաժին Φ4-ի միջոցով տրվում է սառնագենտի շրջանառության ցածր ճնշման կողմ:

Չկոնդենսացող գազը սառնագենտի հետ սեղմվում է կոմպրեսորում և մղվում է դեպի կոնդենսատոր և կուտակվում: Կոնդենսատորում ճնշումը մեծանում է: Մեծանում է ճնշման տարբերությունը ներծծման և մղման կողմերի միջև: Արդյունքում, սառնագենտի հոսքը ընդարձակող սարքի միջոցով մեծանում է՝ ապահովելով անհրաժեշտ ցրտարտադրողականություն:

Կոնդենսատորը հովացնող օդի ջերմաստիճանի հետագա նվազման ժամանակ, չկոնդենսացող գազի հաջորդ մասնաբաժինն է տրվում սառնագենտի շրջանառություն:

Կոնդենսատորը հովացնող օդի ջերմաստիճանի բարձրացման ժամանակ չկոնդենսացող սառնագենտը վերադարձվում է բաք:

Ղեկավարման սարքի ճնշման տվիչից ստացված ազդանշանի հիման վրա Φ1-ը փակվում է, բացվում է Φ2-ը, և սառնագենտը, դրոսել փականից հետո, անցնում է չկոնդենսացող գազի բաքով՝ սառեցնելով այն: Φ3 փականը կարճ ժամանակով բացվում է և չկոնդենսացող գազի և գոլորշի

սառնագենտի խառնուրդի որոշակի քանակ տեղափոխում է բաքի մեջ: Այս դեպքում կոնդենսատորից բաք մղված սառնագենտի գոլորշիները, չկոնդենսացող գազի հետ միասին, հեղուկացվում են: Փականով չկոնդենսացող գազի բաքից սառնագենտը վերադարձվում է սառնարանային մեքենայի շրթա: Փական Փ2-ը փակվում է և բացվում է Փ1-ը, տեղակայանքն աշխատում է նորմալ ռեժիմով: Օդի ջերմաստիճանի հետագա բարձրացմամբ ընթացակարգը կրկնվում է:

Տարվա տաք ժամանակահատվածում, երբ օդի հովացման ջերմաստիճանը բավականաչափ բարձր է, ջերմային պոմպի բնականոն աշխատանքի համար, ամբողջ չկոնդենսացող գազը վերադարձվում է կուտակիչ բաք, և ղեկավարման սարքն անջատվում է:

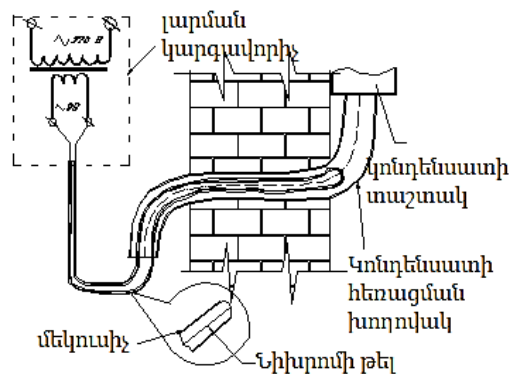
Առաջարկվող ղեկավարման սարքը կարող է օգտագործվել սարքի հետ միասին, որը մասնակի կամ ամբողջությամբ անջատում է կոնդենսատորը սառեցնող օդով հարկադիր ողողումը:

Ցածր ջերմաստիճաններում դժվարանում է կոմպրեսորի թողարկման պրոցեսը: Յուրը դառնում է չափազանց մածուցիկ, և կոմպրեսորը թողարկվում է «չոր»: Բացի այդ, ցածր ջերմաստիճանի դեպքում յուղի մեջ ֆրեոնի լուծելիությունը մեծանում է, ուստի հազեցած յուղ-ֆրեոն խառնուրդը կուտակվում է յուղի թասակի մեջ: Ջերմային պոմպի թողարկման ժամանակ սառնագենտը եռում է թասակում, յուղը դառնում է ավելի քիչ մածուցիկ՝ կոմպրեսորը կարող է խափանվել [12]:



Նկ.5. Ցուղի թասակի էլեկտրական տաքացումը

Հայաստանում օգտագործման համար նախատեսված բոլոր օդորակիչները պետք է հազեցած լինեն յուղի թասակի տաքացումով, որոնք ավտոմատ կերպով կաշխատեն կոմպրեսորը միացնելուց առաջ և բացասական ջերմաստիճաններում աշխատելիս: Նոր արտադրվող օդորակիչների համար սա կարող է լինել կարտերի մեջ ներկառուցված ջեռուցման տարր (նկ. 5): Գոյություն ունեցող օդորակիչների համար կարելի է ստանալ վերը ասվածը՝ ինքնաշեն եղանակով:



Նկ.6. Կոնդենսատի հեռացման խողովակի տաքացում

Օդորակման համակարգերի շահագործման խնդիրներից է նաև կոնդենսատի սառեցումը, որը 0°C-ից ցածր ջերմաստիճանի դեպքում, նույնիսկ կարճ տարածություն անցնելուց կարող է սառչել, և եթե համակարգն աշխատում է հովացման ռեժիմով, ապա կոնդենսատը կթափվի ներքին միջավայր:

Այս խնդիրը կարող է լուծվել կոնդենսատը տաքացնելով նիխրոմի թելով (նկ. 6), որը պետք է լինի ցածր լարման տակ՝ 9-12 Վ: 0.1...0.15 մ/տրամագծով նիխրոմի թելն անցնում է պլաստմասե խողովակի միջով, որը ծառայում է որպես մեկուսիչ և տեղադրվում է կոնդենսատի հեռացման խողովակի մեջ: Օդորակիչի արտաքին սարքի մեջ տեղադրվում է աստիճանական կարգավորման փոխարկիչ և սնվում է կոմպրեսորի սնուցման աղբյուրից, որպեսզի խողովակի տաքացումը միանա սարքին զուգահեռ: Թելի ջերմաստիճանը չպետք է գերազանցի +80°C, դրա համար դրվում է նաև ջերմաստիճանի տվիչ:

Ավտոմատացման ժամանակակից մակարդակը, թիթեղային ջերմափոխանակիչների համատարած օգտագործումը, որը հնարավորություն է տալիս նվազեցնել սառնագենտի և միջանկյալ հովացուցիչ նյութի ջերմաստիճանի տարբերությունը մինչև 3...4 °C, ցուրտ եղանակին տնտեսապես ձեռնտու հովացման օգտագործումը, թույլ են տալիս լիակատար վստահությամբ խոսել աղոժ հովացման համակարգերի վերածնունդի մասին: Միջանկյալ հովացուցիչ նյութով (էթիլեն գլիկոլ և այլն) «էժան» հովացման համակարգերը հատկապես խոստումնալից են Հայաստանում գրոյից բարձր ջերմաստիճանը պահպանելու համար (օդափոխություն, մրգերի սառեցում), պահեստավորում, գարեջրի տեխնոլոգիաներ), քանի որ ջերմաստիճանի ռեժիմը կարող է պահպանվել կես տարի՝ առանց սառնարանային մեքենայի շահագործման:

Եզրակացություն

1. Տարածված կապիլյար խողովակի կիրառման մեթոդը ջերմային պոմպերում դրսի օդի ցածր ջերմաստիճանների դեպքում բերում է անխուսափելի խոտանների(ներքին ջերմափոխանցման արդյունավետ մակերեսի նվազմանը և կոնդենսացման ճնշման փոքր աճին, գոլորշիացուցիչի ոչ բավարար աշխատունակությանը):
2. Ջերմային պոմպերի կիրառումը արտաքին օդի ցածր ջերմաստիճանների դեպքում նպատակահարմար է դառնում չկոնդենսացող սառնագենտի մասնակի կիրառման դեպքում:
3. Ցածր ջերմաստիճանների դեպքում ջերմային պոմպի անխափան աշխատանքի նպատակով, անխուսափելի է յուղի թասակի և կոնդենսատի հեռացման խողովակի տաքացումը:

Գրականություն

1. ՀՀՇՆ 22-01-2024 «Շինարարական կլիմայաբանություն» Հայաստանի Հանրապետության շինարարական նորմեր. - 2024. - 259 էջ:
2. ГОСТ Р 58536.2- 2022. Кондиционеры, агрегатированные охладители жидкости, тепловые насосы, технологические чиллеры и осушители с компрессорами с электроприводом. - М.: Российский институт стандартизации, 2022. – 27 с.
3. Пекер Я.Д., Меликян З.А. Кондиционирование воздуха в гражданских зданиях. –Ер.: Айастан, 1975. – 167 с.
4. Гершкович В.Ф. Обзор научно-техн. издания. Воздушные тепловые насосы в системе теплоснабжения теплицы по матер. статьи: Энергосбережение в зданиях. - Киев, 2010 - 4; - М., 2010. - 11. - С.10.
5. Носиков А.А., Носикова В.В. Холодильная техника. Эксплуатация холодильного оборудования 978-985-7253-05-. 2021. - 204 с.
6. Богданов С.Н., Иванов О.П., Куприянова О.П. Холодильная техника. Свойства веществ: Справочник. – М.: Агропромиздат, 1985. – 208 с.
7. Морозюк Т.В. Теория холодильных машин и тепловых насосов - Одесса, 2006.-764с.
8. Василев Г.П. Теплохладоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоев Земли: Монография - М.: Издательский дом “Граница”, 2006. -176с.
9. Суслов А.В. Тепловые насосы для индивидуального загородного строительства. “Тепловые насосы”-2011- № 1: <http://www.pump.esco.co.ua/>
10. Interstate regulatory documents in the construction of EurAsEC. Internal heating, ventilation and air conditioning systems, MSN 40-01-2011: Moscow, 2011.
11. Новое поколение винтовых компрессоров с частотным инверторным регулированием для жидкостных чиллеров и тепловых насосов // ХТ. 8.- 2008. - С. 14-21.
12. Быкова А.В., Легкая М. Холодильная техника. Холодильные компрессоры: Справочник. - М., 1981. – 279 с.

13.12.2024.

К.А. Мовсисян

АДАПТАЦИЯ РАБОТЫ ТЕПЛОВОГО НАСОСА К УСЛОВИЯМ ХОЛОДНОГО КЛИМАТА

Во всем мире широко используются фреоновые системы кондиционирования воздуха для круглогодичного обеспечения отопления и охлаждения. Поскольку регионы РА разделены на теплую, умеренную и холодную климатические зоны и даже в теплых зонах расчетная температура воздуха зимой ниже -10°C , поэтому необходимо использовать такие системы, которые были бы способны работать в условиях низкой температуры. В статье рассмотрены варианты, как заставить тепловые насосы работать эффективно в условиях холодного климата.

Ключевые слова: тепловой насос, конденсатор, коэффициент преобразования, испаритель, дроссельный клапан.

K.A. Movsisyan

ADAPTATION OF HEAT PUMP OPERATION TO COLD CLIMATE CONDITIONS

Freon-based air conditioning systems are widely used throughout the world and are used to provide heating and cooling year-round. Since the RA regions are divided into warm, temperate and cold climate zones and even into warm zones, the design air temperature in winter is below -10°C , so it is necessary to use such systems that can operate at low temperatures. conditions. The article discusses options for making heat pumps work efficiently in cold climates.

Keywords: heat pump, condenser, conversion factor, evaporator, back-pressure valve.

Մովսիսյան Կարեն Աշոտի (ՀՀ, ք.Երևան) – ՃՀՀԱՀ, ԶԳՄՕ ամբիոն, ասպիրանտ
karen.movsisyan1999@gmail.com

ՀՏԴ 662.997, 621.472

ՃԱՐՏԱՐԱՐԳԵՏՈՒԹՅՈՒՆ, ՔԱՂԱՔԱՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆ
ԵՎ ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

Տ.Դ. Մանուկյան

**ՋԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԱՅԻՆ ԳՐԱԴԻԵՆՏԸ ՆԵՐԱՌՈՂ ՋԵՐՄԱՅԻՆ
ՀԱՐՄԱՐԱՎԵՏՈՒԹՅԱՆ ՄՈԴԵԼԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ՀՀ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ**DOI: <https://doi.org/10.64201/18290043-1ea424-67>

Հոդվածում ուսումնասիրվել է ՀՀ-ում գտնվող բնակելի տան ջերմային հարմարավետության վերաբերյալ անցկացված հարցման արդյունքների, չափումների հիման վրա ջերմային հարմարավետության նոր մոդելի կառուցումը: Հետազոտության նպատակն է ներառել ուղղահայաց ջերմաստիճանային գրադիենտը՝ որպես կարևոր գործոն բնակելի միջավայրում և մշակել նոր ջերմային հարմարավետության մոդել: Վերջինս մշակվել է Լոֆթորոյի կանխատեսվող արժեքի պոլինոմիական կորերի համադրության մեթոդով, որը հնարավորություն է տալիս կապ ստեղծել ներքին միջավայրի պարամետրերի իրական արժեքի հետ և ներառել դրանք մաթեմատիկական մոդելում: Այս մոդելը ջերմաստիճանային գրադիենտի և ստանդարտ արդյունավետ ջերմաստիճանի հիման վրա կանխատեսում է չեզոք ջերմաստիճանը՝ դառնալով իր տեսակի մեջ առաջինը:

Առանցքային բառեր. ջերմաստիճանային գրադիենտ, ջերմային հարմարավետություն, իրական արժեք, կանխատեսվող արժեք, շինարարական ջերմաֆիզիկա, մաթեմատիկական մոդելավորում:

Ներածություն

Ներքին միջավայրում բնակիչների ջերմային հարմարավետության զգացողությունը կախված է միջավայրի պայմաններից (օդի ջերմաստիճան, միջին ճառագայթային ջերմաստիճան, օդի շարժման արագություն, խոնավություն) և նրանց նյութափոխանակության մակարդակից: Ֆանգերի կանխատեսվող արժեքի մոդելը լայնորեն կիրառվում է բնակիչների ջերմային հարմարավետությունը կանխատեսելու համար: Ֆանգերի մոդելը ենթադրում է, որ ջերմային զգացողությունը կախված է մարմնի ջերմային բեռնվածությունից, և դա ներկայացնում է մաթեմատիկական մոդելով [1, 2]: Այս մոդելը ստեղծվել է ջերմային հարմարավետության վերաբերյալ հետազոտությունների հիման վրա, որոնք իրականացվել են մասնակիցների հետ փակ ջերմային լաբորատոր պայմաններում:

Այնուամենայնիվ, տարբեր երկրներում անցկացված փորձարկումները ցույց են տվել, որ կանխատեսվող արժեքի մոդելը հաճախ ոչ այնքան ճշգրիտ է բնակիչների ջերմային հարմարավետությունը կանխատեսելու համար՝ ինչպես լաբորատոր, այնպես էլ բնական միջավայրի պայմաններում: Հետազոտողները խորհուրդ են տալիս մշակել մոդելներ, որոնք հատուկ հարմարեցված են որոշակի տարածաշրջանի և կլիմայական պայմանների: Սա խթանում է Հայաստանի ձմեռային կլիմայում բնակիչների համար ավելի ճշգրիտ ջերմային հարմարավետության մոդելի մշակման անհրաժեշտությունը: Ելնելով այդ անհրաժեշտությունից այս հետազոտության շրջանակներում ուսումնասիրվել և գնահատվել է կանխատեսվող արժեքի վրա հիմնված մոդելների համապատասխանությունը դիտարկվող տարածքների համար:

Փոքր ծավալով բնակելի տները, որտեղ որպես ջեռուցիչ սարք նախատեսված են ջեռուցման մարտկոցներ, ավելի հակված են ուղղահայաց ջերմաստիճանային գրադիենտի կտրուկ փոփոխությունների, որը կարող է ձմռան ամիսներին հանգեցնել օդի շերտերի անհավասար ջերմաստիճանի, քանի որ ոչ լիարժեք օդափոխությունը նվազեցնում է ուղղահայաց շերտավորման հավասարաչափությունը [3]:

Հոդվածում մշակվել է նոր հարմարավետության մոդել, որը ջերմաստիճանային գրադիենտի միջոցով կանխատեսում է բնակիչների համար հարմարավետ ջերմաստիճանը: Այս մոդելը ստեղծվել է պոլինոմիական գրաֆիկների մեթոդի միջոցով: Մեթոդի հիմքում ընկած է եռաչափ կորերի կառուցումը՝ երեք հիմնական գործոնների միջև, որոնք օգտագործվում են մասնակիցների համար չեզոք ջերմաստիճանի սահմանման համար: Սա տարբերվում է երկու գործոնների միջև գծային կապի կառուցման ավանդական մոտեցումից: Այս մեթոդն ընտրվել է, քանի որ հնարավորություն է տալիս ներքին միջավայրի երկրորդ գործոնը կապել իրական արժեքի (Իրական միջին գնահատականի) հետ՝ ապահովելով ավելի ճշգրիտ կանխատեսումներ:

Նյութեր և մեթոդներ

Ջերմային հարմարավետության փորձարկումները կատարվել են 2023-2024թթ. հոկտեմբեր, նոյեմբեր ամիսներին՝ Երևան քաղաքում գտնվող բնակելի տանը: Վերջինս մեկ հարկանի է, բաղկացած 3 սենյակից՝ հյուրասենյակ, խոհանոց, ննջարան, սանհանգույց: Շինությունն ունի միջին մակարդակի ջերմամեկուսացում, բոլոր փորձնական հարցումները, չափումները իրականացվել են հյուրասենյակում, որի չափերը ներկայացված են աղյուսակ 1-ում:

Աղյուսակ 1
Հյուրասենյակի չափեր

Առաստաղի բարձրություն՝ մ	2,45
Սենյակի մակերես՝ մ ²	17,67
Դռան բացվածքի մակերես՝ մ ²	1,89
Պատուհանի մակերես՝ մ ²	4,56

Փորձարկման մասնակիցները 30ր գտնվեցին խոհանոցի տարածքում, որպեսզի դառնան ջերմաստիճանապես չեզոք, այդ ընթացքում բոլորին մանրակրկիտ բացատրվեց փորձարկման ընթացակարգը, որից հետո նրանք տեղափոխվեցին հյուրասենյակ և սկսեցին զբաղվել առօրյա պասիվ զբաղմունքներով՝ ընթերցանություն, ֆիլմերի դիտում և այլն: Մասնակիցներին տրված էր հնարավորություն պատուհան բացելու, ջեռուցիչ սարքավորումների ջերմատվությունը կարգաբերելու փորձարկման ողջ ընթացքում: Փորձարկման ընթացքում մասնակիցները պատասխանեցին նաև իրենց տրված հարցաշարերին և 15 րոպե ընդմիջումներով գրանցում էին չափիչ սարքերի ցուցմունքները, որոնք տեղադրված էին մասնակիցներից 30...40 սմ հեռավորության և հատակից 60 սմ բարձրության վրա: Հետազոտման համար պարբերաբար չափվել են սենքում օդի արագությունը, հարաբերական խոնավությունը, օդի ջերմաստիճանը, միջին ճառագայթային ջերմաստիճանը, չափիչ սարքերի ցուցմունքները ներկայացված են աղյուսակ 2-ում: Չափիչ սարքերի ցուցմունքների հիման վրա հաշվարկվել են օդի ջերմաստիճանները 0,1 մ, 0,6 մ, 1,1 մ, 1,7 մ բարձրության վրա: Հարմարավետության սանդղակը և ASHRAE 55 ստանդարտի հարցաթերթիկը ջերմային զգացողության վերաբերյալ օգտագործվել են այս ուսումնասիրությունում [4,5]: Մասնակիցները նշել են իրենց ջերմային զգացողությունը -3-ից 3-ի միջև՝ յուրաքանչյուր 15 րոպե ընդմիջումով (-3 շատ սառը, 0-չեզոք, +3-շատ տաք):

Աղյուսակ 2
Չափիչ սարքերի նկարագիր

Բնութագիր	Չափիչ սարքի տեսակ	Չափման տիրույթ	Չափման սխալ
Ջերմաստիճանի կարգավորիչ	Lumisense INNOVA 1221	N/A	$\pm 0.2^{\circ}\text{C}$
Ջերմաչափ	MM0060	5 – 40 $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.4^{\circ}\text{C}$
Ջերմաչափ	MM0034	5 – 40 $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.3^{\circ}\text{C}$
Խոնավաչափ	MM0037	-20 – 50 $^{\circ}\text{C}$	ta-td < 10 $^{\circ}\text{C}$: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ կամ ± 0.05 կ η ա 10 $^{\circ}\text{C}$ ta-td < 25 $^{\circ}\text{C}$: ± 1.0 K or ± 0.1 կ η ա
Օդի հոսքի արագաչափ	MM0038	0-10 մ/վ	± 0.06 մ/վ
Օդի ջերմ. սենսոր ջերմ. գրադիենտի համար	NTC U	-50 – 70 $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.2^{\circ}\text{C}$
Ջերմաչափ	HOB0 U8-001-08	-20 – 70 $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.49^{\circ}\text{C}$

Արդյունքներ և քննարկում

Մասնակիցների հարցման հիման վրա չեզոք ջերմաստիճանը որոշվել է գծային ռեգրեսիայի միջոցով և հաշվարկների արդյունքում ստացվել է 23,4 $^{\circ}\text{C}$: Ստացված ջերմաստիճանը ավելի բարձր է, քան նորմատիվատեխնիկական փաստաթղթերում տրված մինիմալ ներսի օդի ջերմաստիճանը բնակելի տան համար՝ 20...22 $^{\circ}\text{C}$: Քննարկվել է նաև, թե ինչ արդյունքներ են ստացվում այլ ջերմային հարմարավետության մոդելների հաշվարկման արդյունքում՝ Ֆինգերի կանխատեսվող արժեքի մոդել չեզոք ջերմաստիճանը՝ 24,2 $^{\circ}\text{C}$: Մյուս մոդելների համեմատական գրաֆիկը պատկերված է նկ. 1-ում [6,7]:

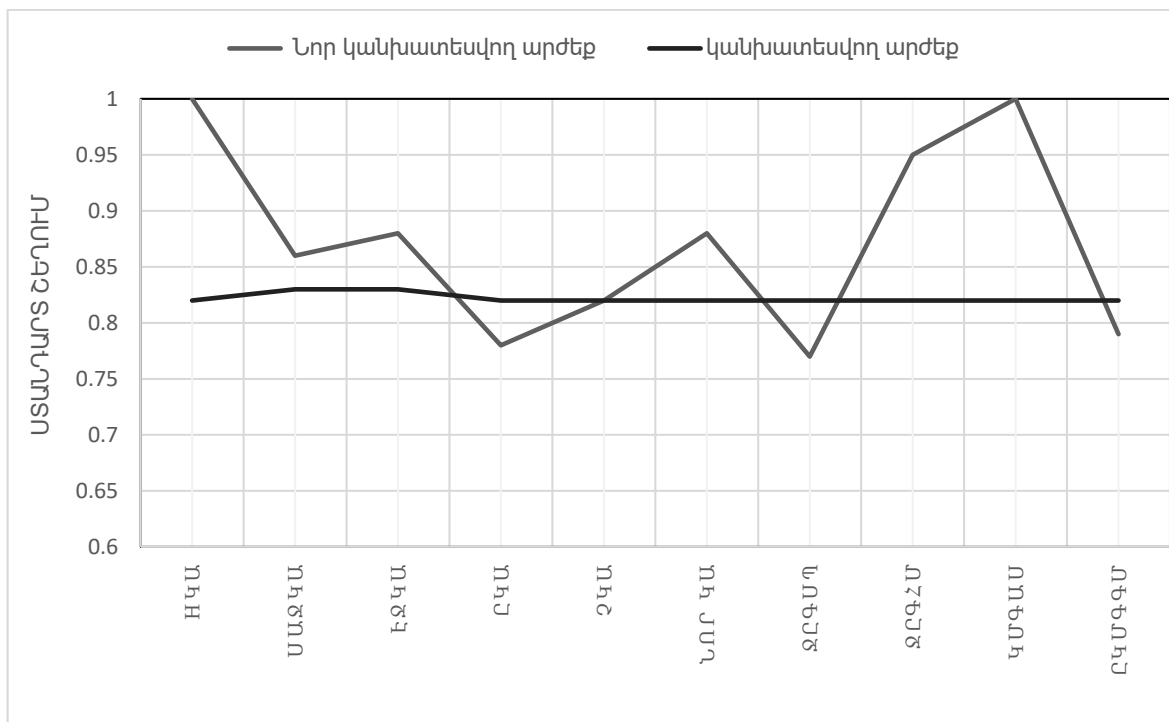
Փորձերում ջերմաստիճանային գրադիենտը հաշվարկվել է հատակից 0,1 մ/և 1,1 մ բարձրությունների համար, արդյունքում ստացվել է 7,3 °C:

Հստ Պիրտնի վիճակագրական կապի և կարևորության վերլուծության՝ արդյունքում պարզվել է, որ ջերմաստիճանային գրադիենտն ազդում է միջին իրական արժեքի փոփոխության վրա, ուստի այս պարամետրը ներառվել է հարմարավետության մոդելի կառուցման մեջ՝ օգտագործելով Օրոսայի և Օլիվերայի կոդմից կիրառված գծային կորի մեթոդը: Վերջինս ներառում է երեք հարաչափերի միջոցով եռաչափ գրաֆիկի կազմում ջերմային հարմարավետությունն ավելի լավ կանխատեսելու համար նկ.2-5:

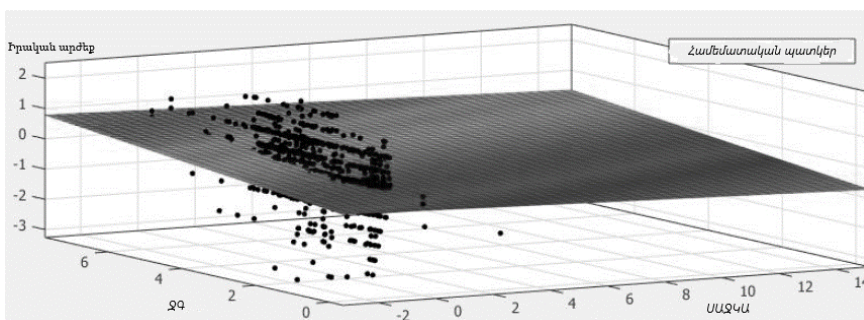
Համեմատվել են կանխատեսման հինգ լավագույն մոդելներ, որոնք հիմնված են երեք կարևոր հարաչափերի վրա: Համեմատվող մոդելների ստանդարտ շեղումները ներկայացված են նկ.6-ում: Համեմատվող մոդելներն ունեն զգալիորեն փոքր ստանդարտ շեղում, երբ կանխատեսվում է միջավայրի չեզոք ջերմաստիճանը [8]:

Ստացված արդյունքներից կարող ենք ենթադրել, որ կախված փորձերի կատարման տարածաշրջանից ջերմային հարմարավետության մոդելների արդյունավետությունը կարող է փոփոխվել, տվյալ դեպքում 3-րդ մոդելի արդյունավետությունն ավելի բարձր է. այն կանխատեսել է միջավայրի չեզոք ջերմաստիճանը երկու տվյալների հիման վրա:

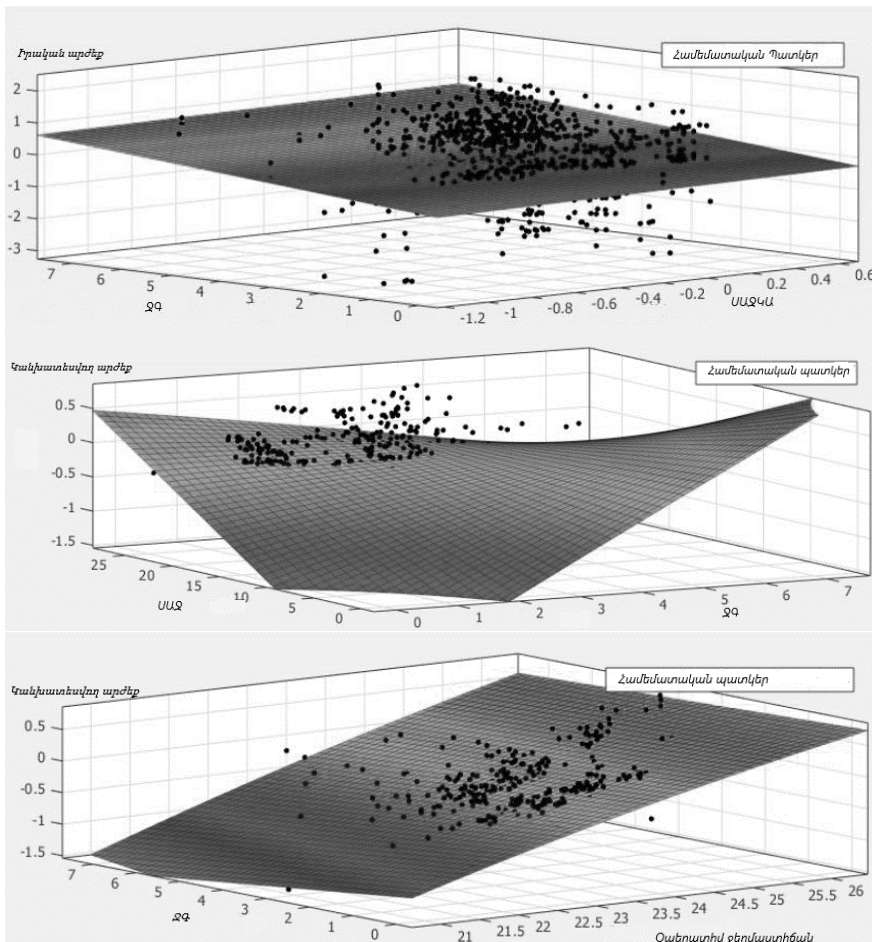
Այս բարելավումը կարևոր է, քանի որ չեզոք ջերմաստիճանի ավելի ճշգրիտ կանխատեսումը կարող է էական ազդեցություն ունենալ ջեռուցման ժամանակահատվածում էներգիայի ավելի արդյունավետ օգտագործման համար՝ ավելի հարմարավետ ջերմաստիճան որոշելու համար:



Նկ.1. Կանխատեսվող արժեքի և ստանդարտ շեղման կապը ներկայացնող գրաֆիկ



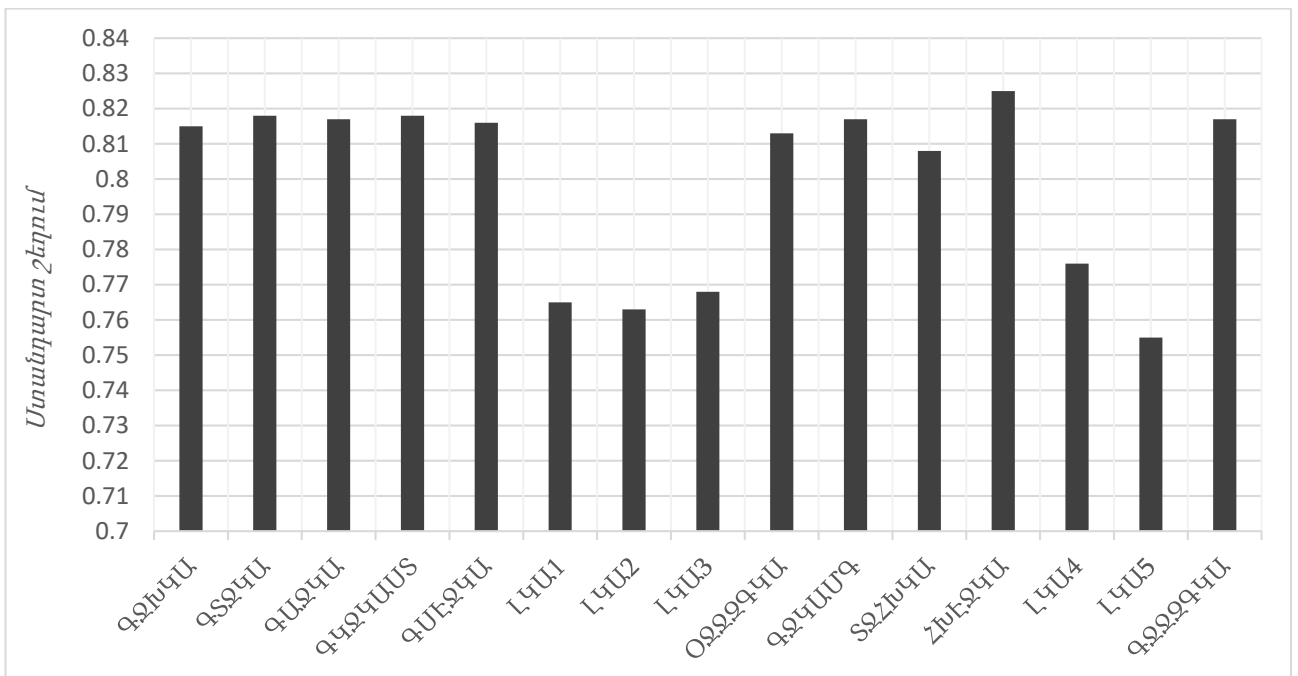
Նկ.2. ԼԿԱ1 եռարափ կորի համապատասխանեցում իրական արժեքի ջերմաստիճանային գրադիենտի և սուբյեկտիվ ջերմային գնահատականի միջև



Նկ.3. ԼԿԱ2 եռաչափ կորի համապատասխանեցում իրական արժեքի ջերմաստիճանային գրադիենտի և սուբյեկտիվ ջերմային գնահատականի միջև

Նկ.4. ԼԿԱ3 եռաչափ կորի համապատասխանեցում իրական արժեքի ջերմաստիճանային գրադիենտի և սուբյեկտիվ ջերմային գնահատականի միջև

Նկ.5. ԼԿԱ4 եռաչափ կորի համապատասխանեցում իրական արժեքի ջերմաստիճանային գրադիենտի և սուբյեկտիվ ջերմային գնահատականի միջև



Նկ.6. ԿԱ մոդելների ստանդարտ շեղման եռաչափ կորը՝ հիմնված կանխատեսվող չեզոք ջերմաստիճանի և Ֆանգերի ԿԱ-ի համեմատությամբ

Հապավումների նշանակություններ

ԳՁԽԿԱ	Գլոբալ Ջերմաստիճանի և խոնավության կանխատեսվող արժեք
ԳՏՋԿԱ	Գլոբալ և Տոպոգրաֆիկ ջերմաստիճանների կանխատեսվող արժեք
ԳԱՋԿԱ	Գլոբալ ջերմաստիճանի և արտաքին ջերմաստիճանի ջերմաստիճանների կանխատեսվող արժեք
ԳԿՋԿԱՍՏ	Գլոբալ ջերմաստիճանի և կոնստրուկցիայի ջերմաստիճանի կանխատեսվող արժեքը ստանդարտ պայմաններում
ԳՍԷՋԿԱ	Գլոբալ ջերմաստիճանի և Ստանդարտ Էֆեկտիվ ջերմաստիճանի կանխատեսվող արժեքը
ԼԿԱ1- ԼԿԱ3	Լաֆրորոյի կանխատեսվող արժեք 1-5
ՕՋՋԳԿԱ	Օդի ջերմաստիճանի և ջերմային զգացողության գործակցի Կանխատեսվող արժեք
ԳՋԿԱՍԳ	Գլոբալ ջերմաստիճանի և Կանխատեսվող արժեքի մոդելի գնահատական
ՏՋՀԽԿԱ	Տոպոգրաֆիկ ջերմաստիճանի և հարաբերական խոնավության կանխատեսվող արժեք
ՀԽԷՋԿԱ	Հարաբերական խոնավության և Էֆեկտիվ Ջերմաստիճանի կանխատեսվող արժեք
ԳՋՋԳԿԱ	Գլոբալ ջերմաստիճանի և ջերմային զգացողության գնահատականի կանխատեսվող արժեք
ԿԿԱ	Հարմարեցվող կանխատեսվող արժեք
ՄԱՋԿԱ	Ստանդարտ արդյունավետ ջերմային կանխատեսվող արդյունք
ԷՋԿԱ	Էֆեկտիվ ջերմաստիճանի կանխատեսվող արդյունք
ՐԿԱ	Ընդլայնված կանխատեսվող արժեք
ՆԿԱ	Չեզոք կանխատեսվող արժեք
Նոր ԿԱ	Նոր կանխատեսվող արժեք
ՋԸԳՄՊ	Ջերմային ընդլայնված գնահատական ստանդարտ պայմաններում
ՋԸԳՀՄ	Ջերմային ընդլայնված գնահատական հարմարեցված միջավայրում
ԿՄԳԱՍ	Կանխատեսվող արժեքի գնահատական Աշրրաի ստանդարտներով
ՐԿՄԳԿՄ	Ընդլայնված կանխատեսվող միջին գնահատական Գառի մոդելով
ՋԳ	Ջերմաստիճանային Գրադիենտ
ԼԿԱ	Լոֆրորոյի կանխատեսվող արժեք

Եզրակացություն

Հոդվածում ներկայացվում է բարելավված մաթեմատիկական մոդելի մշակում, որը կարող է կանխատեսել մարդկանց ջերմային հարմարավետությունը բնակելի տներում: Օգտագործվել է բազմապատիկ կորի տեղադրման մեթոդը՝ հաշվի առնելով կանխատեսվող իրական արժեքի վրա ազդող կարևոր պարամետրերը: Նպատակն էր մոդելի մեջ ներառել ջերմաստիճանի գրադիենտը, որը սովորաբար անտեսվում է հարմարավետության մոդելներ ստեղծելիս:

- Բարելավված արդյունք ցույց տված մաթեմատիկական մոդելում օգտագործվում են և ուղղահայաց ջերմաստիճանային գրադիենտը և ստանդարտ արդյունավետ ջերմաստիճանը որպես փոփոխական պարամետր ջերմային հարմարավետությունը կանխատեսելու համար:
- Հետազոտության տվյալներով Լաֆրորոյի կանխատեսվող արժեքի մոդելի ստանդարտ շեղումը կազմում է 0,76, ինչը չնչին չափով փոքր է այլ մոդելների հետ համեմատած, սակայն կարող է կանխատեսել 0,2 °C-ով ավելի սառը չեզոք ջերմաստիճան:
- Ստացված մոդելն ավելի նպատակահարմար է օգտագործել բարձր ջերմաստիճանային գրադիենտ ունեցող տարածքներում, ինչը թույլ կտա ընտրել չեզոք ջերմաստիճանի ավելի ճշգրիտ արժեք:
- Ստացված մոդելն ավելի նպատակահարմար է օգտագործել ջեռուցման մարտկոցներով ջեռուցվող սենյակներում, որտեղ ջերմաստիճանային գրադիենտի արժեքը զգալիորեն բարձր է:

Գրականություն

1. **ՀՀՇՆ 22-01-2024** «Շինարարական կլիմայաբանություն» Հայաստանի Հանրապետության շինարարական նորմեր. -259 էջ:
2. **Ken Parsons Human.** Thermal Comfort, Boca Raton. - Florida, CRC Press, 2001.- 528 p.

3. **Humphreys M., Nicol F., Roaf S., and Sykes O.** Standards for Thermal Comfort. - London, Routledge, 2003. – 261 p.
4. **De Dear M., Kim J., Choi K.** Thermal Comfort and Energy-Efficient Buildings. - Singapore, Springer, 2021. - 348p.
5. **Humphreys Michael, Fergus Nicol, Susan Roaf.** Adaptive Thermal Comfort. - London, Routledge, 2015.- 282 p.
6. **Cena F. and Nicolini D.** Environmental Ergonomics and Human Comfort. - London, Taylor & Francis, 1994. – 290 p.
7. **John Palmer.** Designing for Thermal Comfort. - Oxford, Wiley-Blackwell, 1997. – 192 p.
8. **Chris Underwood.** Thermal Comfort in the Workplace. - London, Routledge, 2009. – 240 p.

13.12.2024.

Т.Д. Манукян

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ ТЕПЛОВОГО КОМФОРТА С УЧЕТОМ ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАДИЕНТА В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

Рассматривается разработка новой модели теплового комфорта на основе результатов опроса и измерений, проведенных в жилом доме в Армении. Цель исследования - включить вертикальный температурный градиент как важный фактор в жилой среде и разработать новую модель теплового комфорта. Последняя была разработана методом сочетания полиномиальных кривых прогнозируемых значений Лафборо, что позволяет установить связь между реальными значениями параметров внутренней среды и включить их в математическую модель. Эта модель на основе температурного градиента и стандартной эффективной температуры прогнозирует нейтральную температуру, становясь первой в своем роде.

Ключевые слова: температурный градиент, тепловой комфорт, фактическое значение, прогнозируемое значение, строительная термодинамика, математическое моделирование.

T.D. Manukyan

IMPLEMENTATION OF A THERMAL COMFORT MODEL WITH TEMPERATURE GRADIENT ADAPTATION IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF ARMENIA

The development of a new thermal comfort model based on the results of a survey and measurements conducted in a residential building in Armenia is examined. The aim of the study is to include the vertical temperature gradient as an important factor in the residential environment and to develop a new thermal comfort model. This model was developed using the Loughborough predicted value polynomial curve fitting method, which enables a connection between the actual values of indoor environment parameters and incorporates them into a mathematical model. This model predicts neutral temperature based on the temperature gradient and standard effective temperature, becoming the first of its kind.

Keywords: temperature gradient, thermal comfort, actual value, predicted value, building thermal physics, mathematical modeling.

Մանուկյան Տիգրան Դավիթի – ՋԳՄՕ ամբիոն, հայցորդ, ՃՇՀԱՀ

ՀՏԴ 662.997, 621.472

ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆ, ՔԱՂԱՔԱՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆ
ԵՎ ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

Կ.Ա. Մովսիսյան

ՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԶԵՌՈՒՑՄԱՆ ԵՎ ՀՈՎԱՑՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐՈՒՄ ԳԵՌԹԵՐՄԱԼ ԶԵՐՄԱՊՈՄՊԱՅԻՆ ԿԱՅԱՆՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆ

DOI: <https://doi.org/10.64201/18290043-1ea4-73>

Գեոթերմալ ջերմային պոմպերը (ԳՋՊ) լայնորեն կիրառություն են ստացել բնակելի և հասարակական շինություններում՝ շնորհիվ իրենց բարձր էներգաարդյունավետության և բնապահպանական բարձր ցուցանիշների: Հոդվածում ներկայացված է ԳՋՊ-ների զարգացումների գրականության ուսումնասիրությունը: Տրված է ԳՋՊ-ների աշխատանքի սկզբունքը, ինչպես նաև մակերևութային ջրերով (ՄՋՋՊ), ստորերկրյա ջրերով (ՍՋՋՊ) և գեոթերմալ (ԳՋՊ) ջերմային պոմպերի մանրամասն նկարագրությունը: Ընդգրկված են ուղղահայաց գրունտային ջերմափոխանակիչների համար ներկայումս հասանելի ամենատարածված մոդելավորումները և գրունտի ջերմային արձագանքման թեստերի մոդելները՝ ներառյալ ջերմափոխանակության գործընթացները հորատանցքերի ներսում և դրսում: Ուսումնասիրվել է նաև նոր ստորերկրյա ջրերով ջերմային պոմպի (ՍՋՋՊ) մասին տեղեկատվություն, որն օգտագործում է հատուկ կառուցվածքով ջերմափոխանակիչ, և ներկայացվում է ԳՋՊ-ի միջոցով ջեռուցման և հովացման համակցված ձևով ավելի բարձր էներգաարդյունավետություն ստանալու հնարավորությունը: Նաև համառոտ անդրադարձ է կատարվում փակ ցիկլով ԳՋՊ-ի էներգետիկ, տնտեսական և բնապահպանական ցուցանիշներին: Պարզվել է, որ ԳՋՊ-ի տեխնոլոգիան կարող է օգտագործվել թե՛ սառը, թե՛ տաք եղանակային գոտիներում, և էներգախնայողության ներուժը նշանակալի է:

Առանցքային բառեր. երկրաջերմային էներգիա, ջերմային պոմպ, գեոթերմալ ջերմափոխանակիչ, էներգաարդյունավետություն, բնապահպանություն:

Կայուն զարգացման տնտեսական ռազմավարությունը պարտադրում է խթանել արդյունավետությունը և ռացիոնալ էներգիայի օգտագործումը շինություններում, որոնք Եվրոպական Միության (ԵՄ) անդամ պետություններում հանդիսանում են էներգիայի հիմնական սպառող: Շինություններն ունեն էներգախնայողության ամենամեծ և ծախսարդյունավետ ներուժը: Բացի այդ, ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ էներգիայի խնայումը ջերմոցային գազերի արտանետումների նվազեցման ամենաարդյունավետ մեթոդն է:

Ներկայումս ջերմային էներգիայի օգտագործումը կազմում է տների և կոմունալ շինությունների էներգիայի պահանջարկի գրեթե 70%-ը՝ տարածքների ջեռուցման և տաք ջրամատակարարման համար, մինչդեռ հովացման էներգիայի պահանջարկը տարեցտարի աճում է: Հիմնական էներգիայի սպառման և հետագոյում CO₂ արտանետումների կրճատման համար Կիոտոյի համաձայնագրին հասնելու նպատակով, պետք է առաջ մղվի վերականգնվող էներգիայի օգտագործումը գոյություն ունեցող շինությունների ֆոնդում:

Հանաձու վառելիքի պահպանման և բնապահպանական նկատառումներով մեծ հնարավորություն է ջերմային պոմպերի հետագա օգտագործման համար նոր և գոյություն ունեցող շինությունների ջեռուցման և հովացման նպատակներին ծառայելը: Ջերմային պոմպերը հնարավորություն են տալիս օգտագործել շրջակա միջավայրի ջերմությունը օգտակար ջերմաստիճանի մակարդակում, սակայն դրանց աշխատանքը պահանջում է էլեկտրաէներգիա [1-4]: Շրջակա միջավայրի էներգիայի քանակը՝ Eres, որը վերցվում է ջերմային պոմպերի կողմից որպես վերականգնվող էներգիա, պետք է հաշվարկվի (1) բանաձևով

$$E_{res} = E_u \left(1 - \frac{1}{SPF} \right), \quad (1)$$

որտեղ E_u-ն գնահատված ընդհանուր օգտակար ջերմային էներգիան է, որը մատակարարվում է ջերմային պոմպերի կողմից; SPF-ը գնահատված սեզոնային կատարողական գործոնն է այդ ջերմային պոմպերի համար:

Գրունտային ջերմային պոմպերն օգտագործում են գրունտը որպես ջերմության աղբյուր տարածքների ջեռուցման և հովացման, ինչպես նաև կենցաղային տաք ջրամատակարարման համար: ԳՋՊ տեխնոլոգիան կարող է առաջարկել ավելի բարձր էներգաարդյունավետություն օդային հովացման համեմատաբար ավանդական օդային հովացման համակարգերի հետ, քանի որ ստորգետնյա միջավայրն ապահովում է ավելի բարձր ջերմաստիճան ջեռուցման համար և ավելի ցածր ջերմաստիճան հովացման համար, ինչպես նաև քիչ ջերմաստիճանային տատանումներ են լինում, քան շրջակա օդի ջերմաստիճանը: Գրունտը որպես ջերմության աղբյուր օգտագործելու գաղափարի առաջին հայտնի գրառումը հայտնաբերվել է 1912 թվականին Շվեյցարիայում տրված պատենտում: Այսպիսով, ԳՋՊ համակարգերի հետ կապված հետազոտություններն իրականացվում են գրեթե մեկ դար: Ի սկզբանե, ԳՋՊ տեխնոլոգիային հետաքրքրությունը սկսել է աճել Հյուսիսային Ամերիկայում և Եվրոպայում Երկրորդ համաշխարհային պատերազմից հետո և շարունակվել է մինչև 1950-ականների սկիզբը, երբ գազն ու նավթի օգտագործումը լայնորեն տարածվել են որպես ջեռուցման վառելիքներ: Այդ ժամանակ հետազոտողներն առաջարկել են ԳՋՊ համակարգի ջերմահաղորդման հիմնական անալիտիկ տեսությունը, որը դարձել է հետագա դիզայնային ծրագրերի զարգացման հիմք: ԳՋՊ համակարգերի հաջորդ ակտիվության շրջանը սկսվեց Հյուսիսային Ամերիկայում և Եվրոպայում 1970-ականների սկզբին՝ առաջին նավթային ճգնաժամից հետո, հիմնականում փորձարարական հետազոտությունների վրա կենտրոնանալով: Հաջորդ երկու տասնամյակների ընթացքում մեծ ջանքեր են գործադրվել ուղղահայաց խոռոչային համակարգերի տեղադրման ստանդարտի հաստատման և դիզայնի մեթոդների մշակման համար: Մինչ օրս ԳՋՊ համակարգերը լայնորեն օգտագործվում են բնակելի և հասարակական շինություններում: Արձանագրվել է, որ վերջին տարիներին ԳՋՊ համակարգերի տեղադրման աճը շարունակաբար բարձրացել է ամբողջ աշխարհում, և տարեկան աճը տատանվում է 10%-ից մինչև 30%-ը: Այս հոդվածը հիմնականում ներկայացնում է ԳՋՊ տեխնոլոգիայի մանրամասն գրական վերանայում, որը կենտրոնանում է գրունտային ջերմային պոմպերի համակարգերի վրա: Նախ սահմանվում են ջերմային պոմպի աշխատանքի սկզբունքը և էներգաարդյունավետությունը [5]:

Ջերմային պոմպը ջերմատեխնիկական սարքավորում է, որը հիմնված է հակադարձ Կառնոյի թերմոդինամիկական ցիկլի վրա: Ջերմային պոմպը ջերմությունը տեղափոխում է ցածր ջերմաստիճան ունեցող աղբյուրից դեպի բարձր ջերմաստիճան ունեցող աղբյուր՝ սպառելով էլ. էներգիա:

Ջերմաաղբյուրը կարող է լինել՝ օդը, հեղուկը, ստորերկրյա ջուրը, արտանետվող տաք ջուրը, հողը: Ջերմային պոմպի արտադրած էներգիան կարող է սպառվել՝ շինությունների ջեռուցման-հովացման, տաք ջրամատակարարման համար:

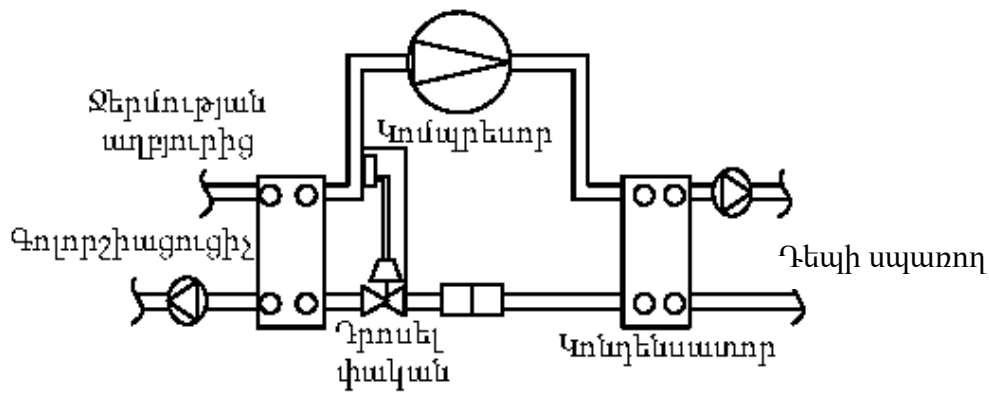
Ջերմային պոմպերը կարող են արտադրել տարբեր էներգիայի տեսակներ՝ էլ. էներգիա, մեխանիկական էներգիա, ջերմամեխանիկական էներգիա, ջերմային էներգիա, ջերմաէլեկտրական էներգիա: Գեոթերմալ ջերմային պոմպերն ունեն էլեկտրական կոմպրեսոր: Ցածր ջերմաստիճանից բարձր ջերմաստիճանի անցումը ջերմային պոմպում ուղեկցվում է հետևյալ պրոցեսներով՝ գոլորշիացման, սեղմման, կոնդենսացման և ընդարձակման: Որպես ջերմակիր ծառայում է ֆրեոնը (նկ.1) :

Ջերմային պոմպի աշխատանքը բնութագրվում է արդյունավետության գործակցով (COP), որը սահմանվում է որպես ստացված օգտակար ազդեցության և դրա համար ծախսված էներգիայի հարաբերակցություն.

Հովացման ռեժիմում ջերմային պոմպը գործում է ճիշտ այնպես, ինչպես կենտրոնական օդորակիչը: Էներգիայի արդյունավետության գործակիցը (EER) նման է COP-ին, բայց ցույց է տալիս հովացման արդյունավետությունը: EER-ը, որը չափվում է Btu/(Wh)-ով, սահմանվում է հետևյալ բանաձևով.

$$EER = \frac{Q_o}{P_e}, \quad (2)$$

որտեղ՝ Q_o -ն ջերմային պոմպի հովացման հզորությունն է՝ չափված բրիտանական ջերմային միավորներով մեկ ժամում (Btu/h), իսկ P_e -ն ջերմային պոմպի վարող հզորությունն է՝ չափված Վատտերով (W):



Ջերմային պոմպի սկզբունքային սխեմա

Նկ. 1. Ջերմային պոմպի աշխատանքի սկզբունքային սխեման

Ջերմային պոմպի արդյունավետության գործակիցը հովացման ռեժիմում սահմանվում է հետևյալ բանաձևով.

$$COP = \frac{Q_o}{3.413} , \quad (3)$$

որտեղ 3.413 գործակից է, որը փոխարկում է Վատտը փոխակերպում է բրիտանական ջերմային միավորների (Btu/h):

Ջերմային պոմպի ցիկլի արդյունավետությանը կարող են ազդել հետևյալ գործոնները.

1. Էլեկտրաէներգիայի տեղական արտադրության մեթոդը:
2. Կլիման:
3. Ջերմային պոմպի տեսակը (գրունտի կամ օդի աղբյուր):
4. Սառնագեներ:
5. Ջերմային պոմպի չափը:
6. Մոնտաժման ընթացքում աշխատանքների որակը:

Ջերմային պոմպերը լինում են՝

- օդ-օդ տիպի,
- ջուր-օդ տիպի,
- գրունտ-ջուր տիպի,
- ստորգետնյա ջրային տիպի,
- արևային էներգիայով համակցված տիպի:

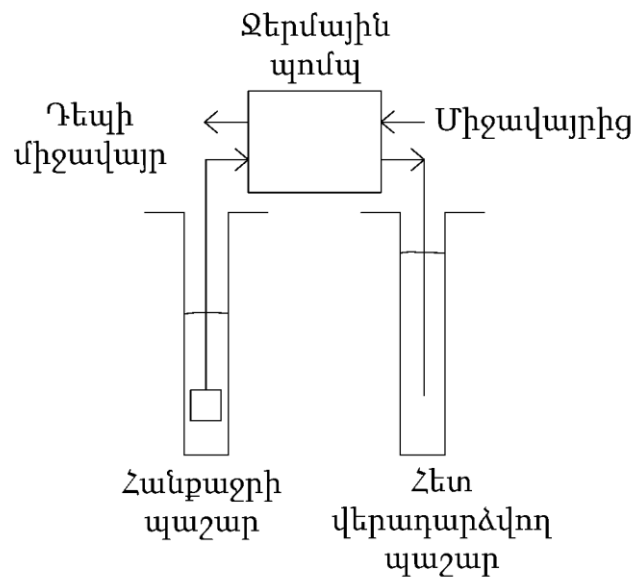
Վերջերս գերթերմալ ջերմային պոմպակայանները (ԳՋՊԿ) ավելի ու ավելի մեծ ուշադրություն են գրավում՝ իրենց բարձր էներգաարդյունավետության և շրջակա միջավայրի համար բարենպաստ լինելու շնորհիվ: Վերականգնվող էներգիայի աղբյուրները, ինչպիսիք են արևը, քամին, բիոմասսան, հիդրոէներգիան և գրունտի էներգիան, արտադրում են ցածր ջերմոցային գազերի արտանետումներ: Սառցաշերտից ներքև գրունտի ջերմաստիճանը համեմատաբար կայուն է: Հողն ավելի տաք է ձմռան կեսին և ավելի սառը՝ ամռան կեսին, քան բացօթյա օդը: Ուստի հողն արդյունավետ ջերմության աղբյուր է: ԳՋՊԿ համակարգը ներառում է երեք հիմնական բաղադրիչ.

1. Գրունտի հետ կապ ունեցող ենթահամակարգ:
2. Ջերմային պոմպի ենթահամակարգ:
3. Ջերմության բաշխման ենթահամակարգ:

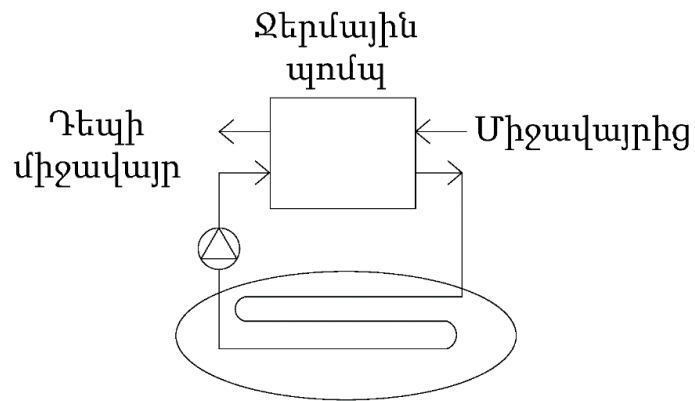
ԳՋՊԿ -ները ներառում են տարբեր համակարգերի լայն տեսականի, որոնք կարող են օգտագործել ստորերկրյա ջուրը, հողը կամ մակերևութային ջուրը՝ որպես ջերմության աղբյուր կամ ընդունիչ: Այս համակարգերը հիմնականում բաժանվում են երեք կատեգորիայի.

1. Ստորգետնյա ջրի ջերմային պոմպի համակարգեր (ՄՋՋՊ):
2. Մակերևութային ջրի ջերմային պոմպի համակարգեր (ՄՋՋՊ):
3. Գրունտի հետ միացված ջերմային պոմպի համակարգեր (ԳՋՊ):

Այս տարբեր համակարգերի սխեմատիկ պատկերները ցուցադրված են նկ. 2-ում [6, 7]:

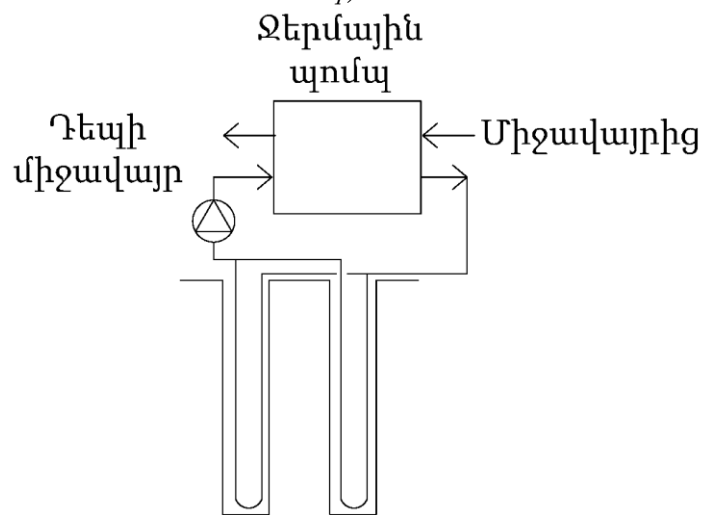


ա)



Ջրային պաշար

բ)



Հորատանցք

գ)

Նկ. 2. Գեոթերմալ ջերմային պոմպերի սխեմաներ ա) գրունտ-ջուր տիպի, բ) ստորգետնյա ջրերի ՋՊ, գ) գրունտային ՋՊ

Արդյունքներ և քննարկում: ԳՋԲԿ-ները աշխատում են շրջակա միջավայրի հետ՝ ապահովելու մաքուր, արդյունավետ և էներգախնայող ջեռուցման ու հովացման համակարգեր ամբողջ տարվա համար: ԳՋԲԿ -ները օգտագործում են ավելի քիչ էներգիա, քան այլընտրանքային ջեռուցման և հովացման համակարգերը՝ նպաստելով պահպանելու բնական ռեսուրսները: Դրանք կարևոր տեխնոլոգիա են՝ շրջակա միջավայրին վնասակար գազերի արտանետումները՝ ինչպես կարբոնային դիօքսիդ (CO₂), ծծմբային դիօքսիդ (SO₂) և ազոտի օքսիդներ (NO_x), նվազեցնելու համար:

Ջերմային պոմպերը, որոնք աշխատում են էլեկտրաէներգիայով, օրինակ՝ հիդրոէներգիայի կամ վերականգնվող էներգիայի աղբյուրներից, նշանակալիորեն ավելի են նվազեցնում արտանետումները, քան եթե էլեկտրաէներգիան ստացվում է ածխից, նավթից կամ բնական գազի էլեկտրակայաններից: CO₂ արտանետումները տարբեր առաջնային էներգիայի աղբյուրների համար ամփոփված են աղյուսակում:

Աղյուսակ

CO₂ արտանետումները տարբեր առաջնային էներգիայի աղբյուրների համար

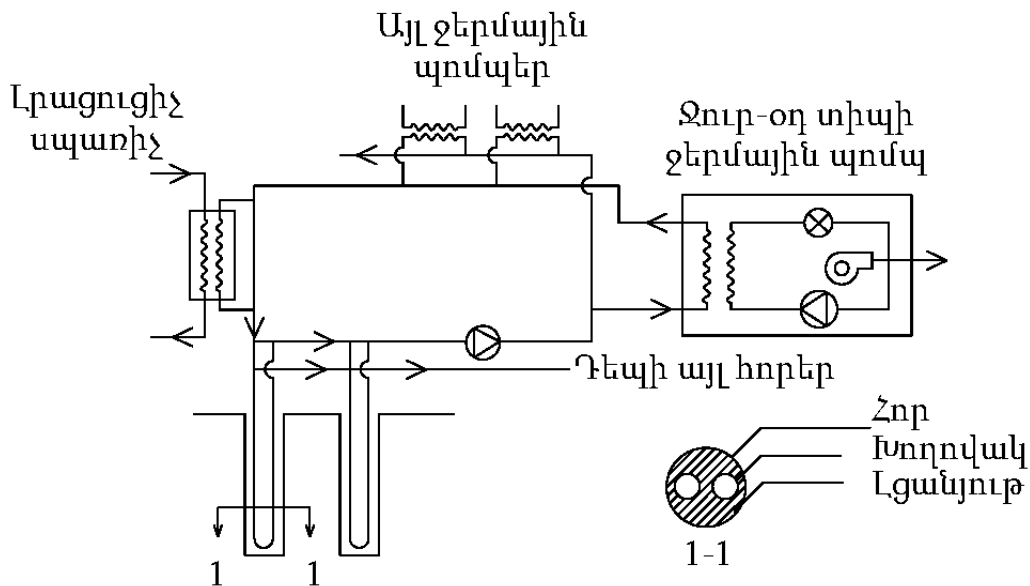
	Համակարգ	Էֆեկտիվություն	CO ₂ արտանետում յուրաքանչյուր կՎտժ վառելիքի համար [կգ CO ₂ /կՎտժ]	CO ₂ արտանետում յուրաքանչյուր կՎտժ օգտակար ջերմությունից [կգ CO ₂ / կՎտժ]
1	Ածուխի կաթսա	0.7	0.34	0.49
2	Բենզինով կաթսա	0.8	0.28	0.35
3	Հեղուկ գազի կաթսա	0.8	0.25	0.31
4	Բնական գազի կաթսա	0.8	0.19	0.24
5	Օդ-օդ տիպի ՋՊ	2.5	0.47	0.19
6	Հող-ջուր ՋՊ	3.2	0.47	0.15

ԳՋՊԿ-ները օգտագործում են վերականգնվող կամ արևային էներգիա: Վերականգնվող բաղադրիչը փոխարինում է հիմնական վառելիքների կարիքները, որոնք այրվելու ժամանակ արտադրում են ջերմոցային գազերի արտանետումներ և նպաստում գլոբալ տաքացմանը: Վերլուծություն է կատարվել, որպեսզի գնահատվի ԳՋՊԿ համակարգերի ընդհանուր համարժեք տաքացման ազդեցությունը այլ ջեռուցման և հովացման համակարգերի համեմատ՝ բնակելի, հասարակական և ինստիտուցիոնալ շենքերում: Մոդելավորման արդյունքները ցույց են տալիս, որ ԳՋԲԿ-ների կիրառմամբ CO₂ արտանետումների նվազեցում կազմում է 15...70% ինչպես բնակելի, այնպես էլ հասարակական շենքերում: ԳՋՊԿ-ների ճկունությունը թույլ է տալիս օգտագործել դրանք բնակելի և հասարակական շենքերում: CO₂ արտանետումների տեսանկյունից կարելի է նկատել, որ ԳՋՊԿ-ները մրցակցում են կոնդենսացիոն կաթսաների հետ այնպիսի երկրներում, ինչպիսիք են Գերմանիան, Միացյալ Թագավորությունը և ԱՄՆ-ը: Էլեկտրաէներգիայի աճող մասի հետ միասին, որը ստացվում է վերականգնվող աղբյուրներից, ջերմային պոմպերի տեղադրումն արդեն գոյություն ունեցող շենքերում դառնում է ավելի ու ավելի գրավիչ տարբերակ՝ ինչպես հիմնական էներգիայի պահանջի, այնպես էլ CO₂ արտանետումների համեմատ:

Գիտենք, որ ԳՋՊԿ համակարգերը կարող են ավելի լավ էներգետիկ ցուցանիշներ ցույց տալ այն վայրերում, որտեղ շենքերի ջեռուցման և հովացման բեռներն ամբողջ տարվա ընթացքում լավ հավասարակշռված են՝ գեոթերմալ ջերմափոխանակիչներում երկարաժամկետ ջերմափոխանակության պատճառով: Սակայն, տաք կլիմայով կամ սառը կլիմայով տարածքներում ավելի շատ շենքեր ունեն անհավասարակշռված բեռներ, որոնք գերակշռում են կամ հովացման բեռը, կամ ջեռուցման բեռը:

ԳՋՊԿ համակարգի սկզբնական արժեքը նվազեցնելու և միաժամանակ համակարգի ՕԳԳ-ն բարելավելու այլընտրանք է լրացուցիչ ջերմություն տվող կամ կլանող սարքի օգտագործումը, որը կոչվում է հիբրիդ ԳՋՊԿ (ՀԳՋՊԿ) համակարգ [8]։

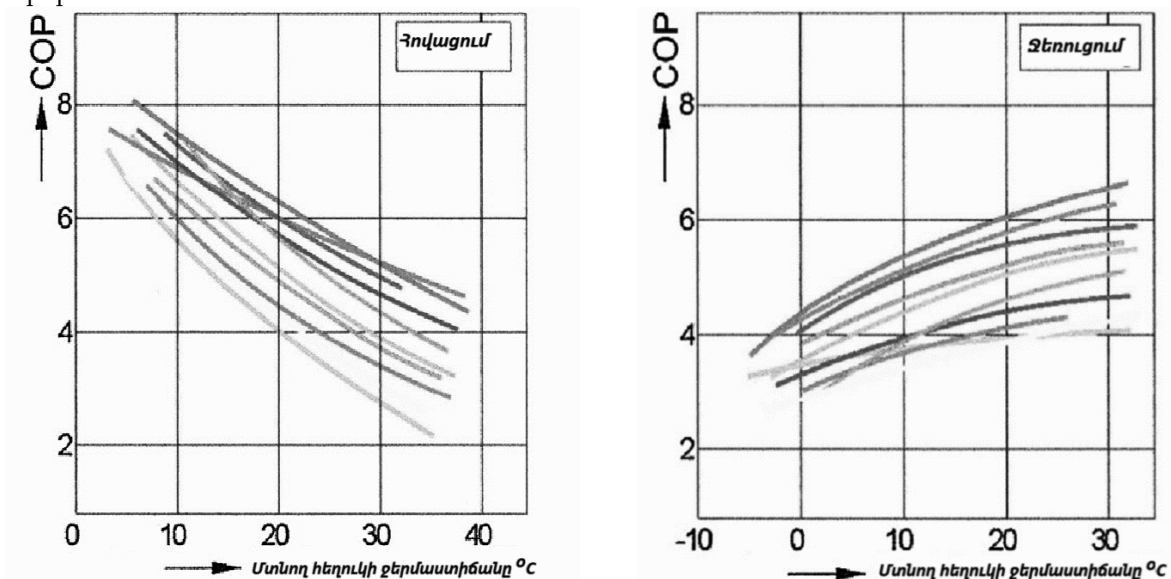
Փակ ցիկլով ԳՋՊԿ համակարգը (նկ. 3) ներկայացնում է ամենահայտնի համակցումներից մեկը: Հեղուկը մղվում է մի շարք ուղղահայաց հորանցքներով, որտեղ ջերմությունը կլանվում է (հեռացվում)՝ համապատասխանաբար հեղուկի ջերմաստիճանի բարձրացմամբ (իջեցմամբ): Հորանցքի խորությունը կախված է նախագծից, սակայն սովորաբար գտնվում է 50...150 մ/միջակայքում, իսկ հորանցքների միջև հեռավորությունը կազմում է 6...8 մ:



Նկ. 3. Փակ ցիկլով ԳԶՊԿ համակարգ

Ինչպես ցույց է տրված սխեմայում, հորանցքները սովորաբար լցվում են հատուկ նյութով՝ ջերմափոխանակումը հեղուկից դեպի հողը հեշտացնելու և ստորգետնյա ջրատար շերտերը պաշտպանելու համար: Հեղուկը հետո վերադառնում է շենք, որտեղ ջերմային պոմպերը կամ կլանում են (հեռացնում) ջերմությունը հեղուկային ցիկլից՝ համապատասխանաբար նվազեցնելով (բարձրացնելով) հեղուկի ջերմաստիճանը: Ցանկացած պահի որոշ ջերմային պոմպեր կարող են աշխատել ջեռուցման ռեժիմով: Այսպիսով, հնարավոր է էներգիա տեղափոխել շենքի մեկ հատվածից մյուսը հեղուկային ցիկլի միջոցով: Վերջապես, որոշ դեպքերում նպատակահարմար է նախագծել հիբրիդային համակարգեր (ՀԳՋՊԿ), որտեղ լրացուցիչ ջերմահեռացող կամ ջերմակլանիչ է ավելացվում՝ գերազանց ջերմափոխանակիչի երկարությունը կրճատելու համար:

Նկ. 4-ում տրված են 10 հասարակական տարածքների 10.5 կՎտ հզորությամբ ջուր-օդ տիպի ջերմային պոմպերի ջեռուցման և հովացման COP արժեքները: Հովացման ռեժիմում մուտքային հեղուկի ջերմաստիճանը պետք է լինի հնարավորինս ցածր՝ ջերմային պոմպի էներգասպառումը նվազեցնելու համար: Մինչդեռ ջեռուցման ռեժիմում մուտքային հեղուկի ջերմաստիճանը պետք է լինի հնարավորինս բարձր:



Նկ. 4. 10 հասարակական տարածքների 10.5 կՎտ հզորությամբ ջուր-օդ տիպի ջերմային պոմպերի ջեռուցման և հովացման COP արժեքները

Հաշվի առնելով, որ հովացման բեռնվածքները շատ ավելի մեծ են, քան ջեռուցմանը՝ գեոթերմալ ջերմափոխանակիչի երկարությունն որոշվում է հովացման բեռնվածքների հիման վրա: Ենթադրվում է, որ ջերմային պոմպի համար մուտքային հեղուկի առավելագույն թույլատրելի ջերմաստիճանը կազմում է 38 °C: Միմուլյացիաները օգտագործվել են ջերմային պոմպի էներգասպառումը յուրաքանչյուր ժամի համար գնահատելու նպատակով՝ 20 տարվա շահագործման ընթացքում, և այս արդյունքների հիման վրա հաշվարկվել է միջին տարեկան էներգասպառումը: Երկարության որոշման թվային արդյունքները, որոնք ամփոփված են աղյուսակում, ուսումնասիրել են էներգասպառման, կյանքի ցիկլի ծախսերի և CO₂ արտանետումների վերլուծության միջոցով: Այս վերլուծության հիմնական եզրակացությունները ներկայացված են հետևյալ կերպ՝ տարեկան էներգասպառում, կյանքի ցիկլի արժեք, CO₂- ի արտանետումները [9]:

Եզրակացություն

Հողվածում ներկայացված է ԳՋՊԿ տեխնոլոգիայի գրականության մանրամասն ուսումնասիրումը՝ կենտրոնանալով ԳՋՊԿ համակարգերի և դրանց կիրառությունների վրա: ԳՋՊԿ -ները հարմար են շենքերի ջեռուցման և հովացման համար և կարող են կարևոր դեր ունենալ CO₂ արտանետումների նվազեցման մեջ: Վերջին մի քանի տասնամյակների ընթացքում ԳՋՊԿ համակարգերի մեծ թիվն արդեն լայնորեն կիրառվել է աշխարհում՝ շնորհիվ բարձր արդյունավետության և շրջակա միջավայրի համար բարենպաստ հատկանիշների:

ԳՋՊԿ -ներն ունեն ցածր ծախսեր, բայց որոշ սահմանափակումներ՝ կապված ջրի մեծ հոսքի պահանջի և հորերի խցանման հետ, որոնք առաջանում են նստվածքի զգալի քանակությունների պատճառով: Նոր ԳՋՊԿ համակարգերն ունեն COP = 4 ցուցանիշ:

Այսօր առկա ուղղահայաց գեոթերմալ ջերմափոխանակիչների ջերմափոխանակության մոդելներն ու հողի ջերմային արձագանքի փորձարկման մոդելները համապարփակ կերպով վերանայվել են: Հողի ջերմային արձագանքի փորձարկման միջոցով ուղղահայաց գեոթերմալ ջերմափոխանակիչների երկարությունը ճիշտ է որոշվում, և խուսափում են լրացուցիչ ծախսերից (ավելորդ օղակներ, հորեր, գլիկոլ և այլն): Բացի այդ, քննարկվել են հիբրիդային ԳՋՊԿ համակարգերը, որոնք նախատեսված են հովացման կամ ջեռուցման գերակշռող պահանջներ ունեցող շենքերի համար:

Ջերմային պոմպով համակցված հովացման և ջեռուցման համակարգն ավելի արդյունավետ է, քան ավանդական համակարգը, եթե դրա պահանջները հաշվի են առնվում նախագծման ընթացքում:

Գրականություն

1. **Ամիրխանյան Ա., Սեկոյան Տ., Համբարձումյան Ռ.** Կանաչ ճարտարապետություն. էներգարդյունավետություն և վերականգնող էներգիա. - Երևան, 2015. - էջ. 16:
2. **Մարգարյան Ա.** Վերականգնվող էներգիայի օգտագործումը աշխարհում – Հայաստանում: Նորարարությամբ դեպի մաքուր տեխնոլոգիաներ.-Երևան: Լուսաբաց, 2009.- 82 էջ:
3. **Խաթաթյան Ռ.** Վերականգնվող էներգիայի աղբյուրներ – տեխնոլոգիաներ. - Երևան: Աստղիկ, 2012. - 279 էջ:
4. **Seppänen O.** European parliament adopted the directive on the use of renewable energy sources // Rehva Journal. – 2009. - 46(1).
5. **Timmerhaus Klaus D., Reed Richard P.** - Cryogenic Engineering Fifty Years. – 2007. – 379 p.
6. **Jha A.R.** Cryogenic Technology and Applications. - USA-Oxford, 2006. – 288 p.
7. **Karl Ochsner.** Geothermal Heat Pumps, London-Sterling. – VA, 2007. - 167 p.
8. **Yang H., Cui P., Fang Z.** Vertical-borehole ground-couplet heat pumps: a review of models and systems // Applied Energy. – 2010. - 87.
9. **Bernier M.** Closed-loop ground-coupled heat pump systems // ASHRAE Journal. - 2006. - 48(9).

13.12.2024.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ

Геотермальные тепловые насосы (ГТН) широко используются в жилых и общественных зданиях благодаря высокой энергоэффективности и экологическим характеристикам. В статье представлен обзор литературы по развитию ГТН. Описаны принципы работы ГТН, а также даны подробные описания тепловых насосов на основе поверхностных вод (СВГТН), подземных вод (ПВГТН) и геотермальных (ГТН) насосов. Представлены наиболее распространенные текущие модели вертикальных грунтовых теплообменников и модели для тестов теплового отклика грунта, включая процессы теплообмена внутри и снаружи буровых скважин. Также рассматривается информация о новом тепловом насосе на основе подземных вод (ПВГТН), который использует специально спроектированный теплообменник, и представлена возможность достижения более высокой энергоэффективности с помощью комбинированного отопления и охлаждения с ГТН. Кроме того, кратко рассматриваются энергетические, экономические и экологические показатели ГТН с замкнутым циклом. Установлено, что технологии ГТН могут использоваться как в холодных, так и в горячих климатических зонах со значительным потенциалом для экономии энергии.

Ключевые слова: геотермальная энергия, тепловой насос, грунтовой теплообменник, энергоэффективность, защита окружающей среды.

STUDY OF THE APPLICATION OF GEOTHERMAL HEAT PUMP STATIONS IN BUILDING HEATING AND COOLING SYSTEMS

Geothermal heat pumps (GHP) have been widely used in residential and public buildings due to their high energy efficiency and environmental performance. This article presents a literature review on the developments of GHPs. It provides the operating principle of GHPs, as well as detailed descriptions of surface water-based (SWGHP), groundwater-based (GWGHP), and geothermal (GHP) heat pumps. The most common current models for vertical ground heat exchangers and models for ground thermal response tests are presented, including heat exchange processes inside and outside boreholes. Information on a new groundwater-based heat pump (GWGHP) is also examined, which uses a specially designed heat exchanger, and the possibility of achieving higher energy efficiency through combined heating and cooling with GHP is presented. Additionally, a brief overview is given of the energy, economic, and environmental performance of closed-loop GHPs. It has been found that GHP technology can be used in both cold and hot climate zones, with significant energy-saving potential.

Keywords: geothermal energy, heat pump, ground heat exchanger, energy efficiency, environmental protection.

Մովսիսյան Կարեն Աշոտի (ՀՀ, ք.Երևան) – ՃՀՀԱՀ, ԶԳՄՕ ամբիոն, ասպիրանտ

Г.Г. Шемян, А.В. Геворкян, И.Р. Багдасарян

**К РАСЧЕТУ ПРОЧНОСТИ И НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ И АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**DOI: <https://doi.org/10.64201/18290043-1eaa24-81>

В настоящей работе рассматриваются выносливость, прочность и жесткость при переменных циклических нагружениях конструктивных элементов из композиционных материалов машин и летательных аппаратов.

Ключевые слова: композитные материалы, прочность, силовое поле, усталостная прочность, волокнистые характеристики.

Введение. Задачами совершенствования машиностроительных и авиационных конструктивных элементов являются повышение безопасности эксплуатационной прочности и снижение массы конструкций, повышение ресурса, снижение стоимости производства, технического обслуживания и ремонта, а также сокращение срока разработки и производства. Одним из путей решения указанных проблем является широкое внедрение новых видов композитных материалов (КМ) в ответственные силовые конструкции [1-5].

Поскольку успешное внедрение КМ в силовые конструкции непосредственно связано с созданием расчетных методов оценки их прочности и жесткости, то их анализ требует особых подходов, отличающихся от традиционных методов исследования прочности изотропных конструкций. Основы теории расчета анизотропных тел были заложены еще в работах Сен-Венана, П.В. Бехтерева, С.А. Амбарцумяна, С.Г. Лехнешского и др. Прикладные методы расчета авиаконструкций из КМ описаны в работах В.В. Васильева, Г.Н. Замулы, В.М. Андреевко и многих других авторов [4, 6, 7]. В расчетах большое внимание уделено вопросам механики разрушения КМ, тем не менее вопрос их однозначного выбора до сих пор остается открытым.

В этой ситуации для обоснованного выбора того или иного критерия необходимы дополнительные расчетно-экспериментальные исследования применительно к конкретной конструкции.

Постановка задачи и методы исследования. В настоящей работе рассматриваются выносливость, прочность и жесткость конструктивных элементов машин и летательных аппаратов из КМ при переменных циклических нагружениях.

Традиционный критерий PSC, предложенный в [2, 5, 8], применяют в основном для предсказания прочности композитных пластин (КП) с круглым цилиндрическим отверстием. В [9, 10] предложена новая (модель) методология - критерий разрушения для предсказания прочности композитных пластин КП с эллиптическими отверстиями, обеспечивающий очень точные результаты.

Однако эти критерии нельзя напрямую использовать для предсказания прочности пластин из слоистых композитов с центральным наклонным эллиптическим отверстием, так как отсутствуют надлежащие условия разрушения [11]. Для преодоления этой проблемы выполнена серия испытаний растяжений КП с центральным эллиптическим отверстием с углом наклона 45° . Разрушение образцов при растяжении началось в верхней или нижней точках наклонного эллиптического отверстия с координатами x_1, y_1 и x_2, y_2 . От этих точек прошло развитие разрушений.

Рассмотрен образец, который имеет центральное наклонное эллиптическое отверстие с радиусом большой толщины R и шириной W и подвержен равномерной деформации σ_y . Выяснилось, что разрушение КП с центральным эллиптическим отверстием с углом наклона 45° наступит, когда напряжение σ_y на растянутом диаметре d_0 достигнет предела прочности. Это условие имеет вид

$$\sigma_y(x_1, y) \Big|_{\alpha=x_1+d_0} = \sigma_0 \text{ или } \sigma_y(x_1 y_2) \Big|_{\alpha=x_2-d_0} = \sigma_0. \quad (1)$$

Характеристическая длина по диаметру эллипса d_0 согласно [10] определяется эмпирическим соотношением

$$d_0 = K^{-1} \left(\frac{2R_1}{W} \right)^m. \quad (2)$$

Критерий критического раскрытия берегов зоны предразрушения будет

$$\left| (\nu^+ - \bar{\nu}) - i(u^+ - \bar{u}) \right| = \delta_{cm}, \quad (3)$$

где δ_{cm} - характеристика сопротивления материала, вызывающего трещинообразование, определяется опытным путем [9-20]; $(\nu^+ - \bar{\nu})$ - номинальная составляющая раскрытия (сдвига) берегов зоны предразрушения.

Если имеется одна прямолинейная зона ослабленных межчастичных связей в состоянии пластического течения при постоянном напряжении, тогда компоненты тензора напряжений $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_{xy}$ и вектора перемещений u, v в плоской задаче теории упругости можно представить с помощью аналитических функций $\varphi(z)$ и формулами Колосова – Мусхелишвили [4]:

$$\varphi(z) + Z\bar{\varphi}'(z) + \bar{\psi}(z) = \varphi_0(z) + Z\varphi_0'(z) + \bar{\psi}_0(z) (Z \in L), \quad (4)$$

$$K\varphi(z) - Z\bar{\varphi}'(z) - \bar{\psi}(z) = \frac{\mu}{\mu_0} [K_0\varphi_0(z) - Z\bar{\varphi}_0'(z) - \bar{\psi}_0(z)],$$

где K, μ и K_0, μ_0 - упругие постоянные связывающего материала и волокна соответственно; $\varphi(z), \psi(z)$ и $\varphi_0(z), \psi_0(z)$ - аналитические функции для связывающего и волокна соответственно. Тогда на берегах прямолинейной зоны предразрушения будем иметь условие

$$\phi(x_1) + \bar{\phi}(x_1) + X_1\phi'(x_1) + \psi'(x_1) = \sigma_s - i\tau_s,$$

где x_1 - аффикс точек прямоугольной зоны предразрушения; $\phi(z) = \varphi'(z); \psi(z) = \psi'(z)$.

Аналитические функции $\varphi_0(z)$, описывающие напряженно-деформированное состояние волокна, ищем в виде

$$\varphi_0(z) = \sum_{k=1}^{\infty} a_k Z^k, \psi_0(z) = \sum_{k=1}^{\infty} b_k Z^k. \quad (5)$$

Обозначив левую часть (1) через $f_1 + if_2$ и принимая, что на контуре L функция разлагается в ряд Фурье, будем иметь

$$f_1 + if_2 = \sum_{n=-\infty}^{\infty} A_n e^{in\theta}. \quad (6)$$

Используя метод степенных рядов с помощью граничных условий (1), соотношения (2) и (3) приведем к виду

$$a_n = \frac{A_n}{R^n} (n \geq 1), R_{ea_1} = \frac{A_1}{2R},$$

$$b_n = \frac{A_1 n}{R^n} - (n+2) \frac{A_n + 2}{R^n} \quad (n \geq 0).$$

Для нахождения коэффициентов a_n и b_n необходимо рассмотреть решения задачи теории упругости для связывающего.

С помощью функций $\varphi_0(z)$ и $\psi_0(z)$ после некоторых элементарных преобразований граничные условия на контуре L позволят отыскать функции $\varphi(z)$ и $\psi(z)$.

Такой подход позволяет прогнозировать вопрос появления трещин в материале связующего.

Для этого нужно задачу дополнить критерием зарождения трещин. В качестве такого условия примем аналог критерия (2):

$$\left| (v_k^+ - \bar{v}_k) - i(u_k^+ - \bar{u}_k) \right| = \delta_{cm} \quad (k = 2, 3, \dots, N).$$

Используя полученное решение, предельные условия можно записать в виде

$$V_{0k}(X_k^*) = \delta_{cm}, \quad (k = 2, 3, \dots, N),$$

где X_k^* - координата точки предразрушения, в которой происходит разрыв межчастичных связей материала. Эти условия позволяют найти параметры связующего, при которых в композитах появляются трещины.

Результаты опытов показывают, что на стадии проектирования необходимо учитывать случай, когда в связующем могут возникнуть повреждения и трещины. Существующие методы прочностного расчета композита игнорируют это обстоятельство. Такое положение делает невозможным проектирование КМ с минимальной материалоемкостью при гарантированной надежности и долговечности. В связи с этим необходимо проводить предельный анализ критериев КМ, чтобы установить предельные нагрузки, при которых происходит трещинообразование и рост трещин в связующем.

Заключение. Реализация полученных результатов позволит решать практически важные задачи при проектировании и расчете КМ: установить допустимый уровень дефектности и максимальное значение рабочей нагрузки; оценить гарантированный ресурс; проводить выбор материала с необходимой трещиностойкостью.

Литература

1. Lu N, LIX., Cheng Y. and Cheng J. An asymmetrical dynamic crack model of bridging fiber pull-out of composite materials // *Fibers and Polymers*. -2011.-Vol.12. – P. 79-88.
2. Панасюк В.В. Механика квазихрупкого разрушения материалов. – Киев: Наукова думка, 1991. -416с.
3. Мирсалимов В.М. Зарождение дефекта типа трещин во втулке контактной пары // Математическое моделирование. - 2005. - Т. 17, №2. – С.35-45.
4. Мухелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. - М.: Наука, 1966. – 707 с.
5. Панасюк В.В., Саврук М.П., Дацышин А.П. Распределение напряжений около трещин в пластинах и оболочках. - Киев: Наукова думка, 1976. - 442 с.
6. Черемский П.Г. Методы исследования пористости твердых тел. – М.: Энергоатомиздат, 1985. - 112 с.
7. Красовский А.Я. Некоторые закономерности деформирования и разрушения пористых металлокерамических материалов на основе железа // Порошковая металлургия. - 1964. - № 5. - С. 9-15.
8. Чернявский К.С. Стереология в металловедении. - М.: Металлургия, 1977. – 280 с.
9. Беффорд Р., Дофина Т.М., Престон Томас Х. Приборы и методы физического металловедения. – М.: Мир, 1973. -786с.
10. Кирпичев В.Л. О подобии при упругих явлениях // Журн. Рус. физ-хим. о-ва. -1874. - Т.Б., вып.9. - С.90-120.
11. Демидович Б.Т., Марон И.А. Основы вычислительной математики. - М.: Наука, 1966. - 664 с.
12. Чебоков М.И., Колосова Е.М. Контактное взаимодействие осесимметричного штампа и упругого слоя, закрепленного на пороупругом основании / Институт математики, механики и компьютерных наук им. И.И. Воровича, Южный федеральный университет (Министерство науки и высшего образования РФ). Проект № Вн Гр/2020-04-ИМ.
13. Бутарович Д.О., Смирнов А.А. Моделирование механических свойств пеноалюминия // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия: Машиностроение. -2009. -№3 (76). -С.123-131.
14. Бондарь В.С., Темис Ю.М., Бирюков М.В. Определение механических свойств пеноалюминия при ударном нагружении // Известия МГТУ «МАМИ». - 2014. - Т. 4, № 4 (22). - С. 11–14.

15. Белоцерковский С.М., Лифанов И.К. Численные методы в сингулярных интегральных уравнениях и их применение в аэродинамике, теории упругости, электродинамике. - М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1985. - 256 с.
16. Ковтунец В.А. Экспериментальные методы исследования физико-механических свойств полимерных материалов // Межвуз. сб. "Наука и техника Казахстана". - 2002. - № 4. - С.71-78.
17. Куготова А.М. Высокоскоростное нагружение и разрушение полиметилметакрилата: Дис... канд. физ.- мат. наук. - Таганрог, 2009. - 134 с.
18. Папов Т.В., Майер А.Е., Хищенко К.В. Затухание импульсов ударного сжатия в полиметилметакрилате // Челяб. Физ.-мат журн. -2017. -Т.2, вып.4. - С.456-468.
19. Семенов Н.А., Михайлов А.И. Электрореологический эластомерный материал // Механика композитных материалов и конструкций. -2018. - Vol. 24(4). - С. 660-670. DOI. 10/33113/mkmt /ras 2018/24/04/600_670/10/
20. Баженов В.Г., Ломунов В.К., Осетров С.Л., Павленкова Е.В. Экспериментально-расчетный метод исследования больших упругопластических деформаций цилиндрических оболочек при растяжении до разрыва и построение диаграмм деформирования при неоднородном напряженно-деформированном состоянии // ПМТФ. - 2013. - Т. 54, № 1. - С. 116–124.

12.12.2024.

Հ.Գ. Շեկյան, Ա.Վ. Գևորգյան, Ի.Ր. Բաղդասարյան

ԿՈՄՊՈԶԻՏԱՅԻՆ ՆՅՈՒԹԵՐԻՑ (ԿՆ) ՄԵՔԵՆԱՇԻՆԱԿԱՆ ԵՎ ԱՎԻԱՑԻՈՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԱՅԻՆ ՏԱՐԻԵՐԻ ԱՄՐՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԿՐՈՂՈՒՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՀԱՇՎԱՐԿԻ ՄԱՍԻՆ

Տվյալ աշխատանքում ուսումնասիրվում է մեքենաների և թռչող սարքերի փոփոխական ցիկլային բեռնման տակ աշխատող կոմպոզիցիոն նյութերից պատրաստված կառուցվածքային տարրերի դինամիկ ամրությունը, ամրությունը և կոշտությունը:

Առանցքային բառեր. կոմպոզիտային նյութեր, ամրություն, ուժային դաշտ, հոգնածային ամրություն, մանրաթելերի բնութագրիչներ:

H.G. Shekyan, A.V. Gevorgyan, I.R. Baghdasaryan

THE CALCULATION OF STRENGTH AND LOAD-BEARING CAPACITY OF MECHANICAL ENGINEERING AND AVIATION STRUCTURAL ELEMENTS MADE OF COMPOSITE MATERIALS

This paper examines the endurance, strength and rigidity under variable cyclic loading of structural elements made from composite materials of machines and aircraft.

Keywords: composite materials, strength, force field, fatigue strength, fiber characteristics.

Шекян Гамлет Гургенович - Институт механики НАН РА, ведущий научный сотрудник,
hamlet@mechins.sci.am

Геворкян Арамаис Викторович - ЗАО «Электромаш ГАМ» НП ТЦ, директор,
elektramash@mail.ru

Багдасарян Ирина Робертовна - Арцахский государственный университет, к.т.н., доцент,
ira.bagdasaryan.71@bk.ru

ՀՏԴ 664.143(088.8)

ՍՆՆԴԻ ԵՎ ԹԵԹԵՎ ԱՐԴՅՈՒՆԱԲԵՐՈՒԹՅԱՆ
ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱ

Ս.Մ. Հովհաննիսյան, Հ.Ս. Չախալյան

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՄՈԴԵԼԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ԻՐԵՐԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՆՅՈՒԹԻ
ՄԱՆՐԱԹԵԼԵՐԻ ՏՈԿՈՍԱՅՆՈՒԹՅՈՒՆԸ ՈՐՈՇԵԼՈՒ ՆՊԱՏԱԿՈՎDOI: <https://doi.org/10.64201/18290043-1eaa24-85>

Գիրառվել է նախկինում մշակված մաթեմատիկական մոդելը [2], որը հնարավորություն է տալիս գնահատել ընտրված հիմնական նյութի՝ բրդի մանրաթելերի տոկոսայնությունը: Ներկայացված է համապատասխան ռապորտ:

Առանցքային բառեր. մաթեմատիկական մոդել, հիմնական նյութ, հատկություն, մշակման եղանակ, մանրաթել:

Ներածություն: Աշխատանքը նվիրված է կարարտադրանքի հագուստներին վերաբերող մշակված մաթեմատիկական մոդելի կիրառմանը, որը թույլ կտա որոշելու հիմնական նյութի (կիսաբրդյա գործվածք) տոկոսայնությունը և ըստ այդ տոկոսայնության մշակման բարդության աստիճանը, նաև արտաքին միջավայրի հետ մարմնի ջերմափոխանակության կարգավորումը հիմնական նյութի հիման վրա, շարժումների ազատությունը, կրման հարմարավետությունը, հագուստի օդաթափանցելիությունը, նորաձևության համապատասխանելիությունը և բարձր սպառողական պահանջարկը [1]:

Աշխատանքի նպատակն է՝ կիրառել մեր մշակված մաթեմատիկական մոդելը, որով կարելի է գնահատել ընտրված հիմնական նյութի՝ կիսաբրդյա գործվածքի, պահանջվող անհրաժեշտ հատկությունները, նաև ըստ որոշված տոկոսայնությանը ստանալ ռապորտ:

Խնդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը: Մաթեմատիկական մոդելը թույլ է տալիս որոշել հագուստի բարդության աստիճանը և ցանկացած քանակի բրդի տոկոսայնությունը (աղյ. 1) [2]:

Աղյուսակ 1-ում բերված են կիսաբրդյա գործվածքի չափանիշները:

Աղյուսակ 1

Կիսաբրդյա գործվածքի չափանիշներ

Անվանումը	Բարդության աստիճանը	Բալերի քանակը	Բրդի բաղադրությունը	
			Մինչև 30 %	30 % ավել
Կիսաբրդյա գործվածք	I	120	47,5	10
	II	130	18	31,5
	III	149,5	36,5	2,5
	IV	169,5	8,5	25,5
	V	189,5	31	50
	VI	209,5	5	28
	VII	229,5	35,5	8,5
	VIII	249,5	16,5	42,5

Նյութերի հիմնական հատկությունների բնութագրերի շարքում առանձին հատկությունների նշանակությունը տարբեր է: Որպեսզի որոշվի, թե որ հատկությունները պետք է հաշվի առնել հագուստի նյութերի ընտրման ժամանակ, անհրաժեշտ է ընտրել կարևորագույն բնութագրերը: Նյութերի հատկությունների բնութագրերի շարքը՝ $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$, որը որոշվում է համաձայն հագուստին ներկայացվող պահանջների, ներկայացվում է մասնագետ-փորձագետներին (1):

Տվյալ դեպքում այդ հատկություններն են՝

X_1 –մաշակայնություն,

X_2 – ջերմատվություն,
 X_3 – օդաթափանցելիություն,
 X_4 – ամրություն,
 X_5 – քորքոտելիություն,
 X_6 – նստելիություն,
 X_7 – ձևագոյացում,
 X_8 – զանգված,
 X_9 – արժեք,
 X_{10} – թրջվելիություն:

Ըստ ներկայացված հատկությունների կատարվել է նաև նյութի հատկությունների բնութագրերի աստիճանային գնահատում, որը ներկայացված է աղյուսակ 2-ում:

Աղյուսակ 2

Նյութի հատկությունների բնութագրերի աստիճանային գնահատում

Փորձա- գետների համար- ները	Աստիճանային գնահատականները										$\sum_{j=1}^n R_{ij}$	U	T _i
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀			
1	4	3	8	1	5	6	10	7	9	2	55		
2	3	1	6	4	2	10	8	9	7	5			
3	2	4	9	5	3	7	6	8	10	1			
4	1	5	10	2	4	8	6	7	9	3			
5	5	2	7	3	1	6	10	9	8	4			
6	6	3	2	5	7	4	9	10	1	8			
7	8	7	2	6	5	10	1	4	3	9			
S_j	29	25	46	26	27	51	50	46	47	32			
γ_j	0.13	0.142	0.076	0.139	0.136	0.06	0.063	0.076	0.073	0.12			
$S_{j \cdot \bar{N}^n}$	29	25	-----	26	27	-----	-----	-----	-----	32			
$\gamma_{j \cdot \bar{N}^n}$	0.194	0.213	-----	0.208	0.203	-----	-----	-----	-----	0.18			
$\delta_{j \cdot \bar{N}^n}$	1.07	1.18	-----	1.15	1.12	-----	-----	-----	-----	1			
$S_j - S$	-9.5	-13.5	7.5	-12.5	-11.5	12.5	11.5	7.5	8.5	-6.5			
$(S_j - S)^2$	90.25	182.25	56.25	156.25	132.25	156.25	132.25	56.25	72.2	42.25			

o	1	2	3	4	5	6	
c							6
h							5
o							4
b							3
a							2
Ry							1
	Ro						

Նկ. Գործվածքի ռապորտ

$$\sum (S_j - S)^2 = 1076.5: \quad (1)$$

Համաձայնության գործակից՝ $W = 0.26$, $S = 38.5$:

Պիրսոնի չափանիշը՝ $\Pi^2 = 16.38$:

Կատարվել է հիմնական նյութի հատկությունների բնութագրերի աստիճանային գնահատում և այդ հատկությունների և մանրաթելերի տոկոսայնության հիման վրա ստացվել է գործվածքի հետևյալ ռապորտի պատկերը նկ.-ում:

Ըստ գործվածքի ստացված ռապորտի ներկայացվել են հատկությունների ցուցանիշները՝

1. Կազմը – 62 % բուրդ, 38 % նիտրոն:

2. Գործվածքի լայնությունը – 150 ± 2 սմ:
3. Թելերի քանակը 10 սմ – 120 հենքիթել, 123 միջնաթել:
4. Գծային խտությունը – 510 g/m^2 :
5. Մաշակայունություն – 5000 պտույտ:
6. Ջերմատվություն – 0.03 $^{\circ}C/(m^2 \cdot s)$:
7. Ամրություն – 745 Ն:
8. Թրջվելիություն – 24...30 %:
9. Քորքոսելիություն – 2500 պտույտ:

Եզրակացություններ

1. Կատարվել է հիմնական նյութի հատկությունների բնութագրերի աստիճանային գնահատում:

2. Այդ հատկությունների հիման վրա ստացվել է գործվածքը պահանջվող տոկոսայնության կազմով և ցուցանիշներով՝ (62% բուրդ, 38% նիտրոն)՝ 5000 պտույտ, ջերմատվություն՝ 0,003 $^{\circ}C/(m^2 \cdot s)$, ամրություն՝ 745 Ն, քորքոսելիություն՝ 2500 պտույտ և թրջվելիություն՝ 24...30%, ներկայացված է գործվածքի համապատասխան ռապորտի պատկերը:

Գրականություն

1. Дзахмишева И.Ш., Балаева С.И., Блиева М.В. Товароведение и экспертиза швейных, трикотажных и текстильных товаров. – М., 2007. – 346 с.
2. Հովհաննիսյան Ս.Մ., Աթոյան Ա.Գ. Կանացի միջսեգոնային վերարկուի բարդության աստիճանի որոշման մաթեմատիկական մոդել // Հայաստանի ճարտարագիտական ակադեմիայի Լրաբեր. Գիտատեխնիկական հոդվածների ժողովածու. - 2018. - Հատոր 15, N4. - էջ 592-594:

19.04.2024.

С.М. Оганнисян, А.С. Чахалян

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЦЕНТНОСТИ ВОЛОКОН ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА ИЗДЕЛИЙ

Реализована ранее разработанная математическая модель, позволяющая оценить процентность выбранного основного материала - волокон шерсти. Представлен соответствующий раппорт ткани.

Ключевые слова: математическая модель, основной материал, свойство, способ обработки, волокно.

S.M. Hovhannisyan, H.S. Chakhalyan

APPLICATION OF A MATHEMATICAL MODEL TO DETERMINE THE PERCENTAGE OF FIBERS OF THE MAIN MATERIAL OF PRODUCTS

A previously developed mathematical model has been implemented, which allows to estimate the percentage of the selected basic material-wool fibers in the corresponding tissue rapport is presented.

Keywords: mathematical model, basic material, properties, processing method, fiber.

Հովհաննիսյան Սուսաննա Մեջլումի - ՀԱՊՀ Գյումրու մասնաճյուղ «Ինժեներական մասնագիտություններ» ամբիոնի տ.գ.թ., դոցենտ

Չախալյան Հայաստան Սեյրանի - ՀԱՊՀ Գյումրու մասնաճյուղ «Ինժեներական մասնագիտություններ» ամբիոնի տ.գ.թ., դոցենտ

УДК 621.382.061

ИНФОРМАТИКА, ЭЛЕКТРОНИКА И
НАУЧНОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

М.О. Овакимян, О.А. Овакимян

К ВОПРОСУ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ КЛИНИЧЕСКОГО
СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗАDOI: <https://doi.org/10.64201/18290043-1eaa24-88>

Обсуждаются особенности процесса формирования статистических данных при исследовании эффективности нового лекарственного препарата, на основе чего предлагается многошаговый метод обработки этих данных. Вначале при малой выборке данных предлагается приближенная оценка параметров непараметрическими методами. Параллельно со сбором новых клинических данных проводится процесс уточнения этих оценок. Параллельно с формированием удовлетворительного количества проводится переход к методам параметрической статистики, в частности к методу Стьюдента. Устройство приближения обусловлено извлечением максимальной информации из собранных данных.

Ключевые слова: обработка статистических данных, набор основных или главных данных, выборка, многошаговый метод обработки статистических данных, параметрическая и непараметрическая статистика.

В настоящее время во многих отраслях медицины успешно используются математические методы и модели. Среди них особо выделяются методы математической статистики (МС) [1]. Известно, что МС широко применяется во всех исследованиях клинической и исследовательской медицины, относящихся к широкому кругу вопросов принятия решений в отрасли здравоохранения, т.е. везде, где имеем дело со сбором данных и их обработкой. В клинической медицине на всех основных этапах, начиная от профилактики, диагностики и ведения лечебной деятельности, все основные задачи решаются с помощью и на основе МС. Без преувеличения можно утверждать, что медицина во всех своих мероприятиях основывается на МС. В последнее время роль МС в медицине еще больше возросла в связи с переходом к концепции "доказательной медицины" (ДМ) - (evidence based medicine-EBM). ДМ, как известно, предполагает широкое применение в практической медицине высококачественных, строго доказанных лечебных методов, всесторонне проверенных эффективных лекарств, препаратов и средств. При этом предполагается, что эффект использования предложенных средств подтвержден на основе единых методологических принципов. Как известно, объект изучения медицины — человеческий организм, развитие и существование которого определяется многими разнообразными, часто случайными, тесно переплетающимися между собой внешними и внутренними факторами. Соответственно, явления и события в организмах содержат объективно существующие случайности, а занимающаяся ими медицинская деятельность должна каким-то образом учитывать элементы неопределенности, сложности, многопричинности, присущие случайностям. Все это обуславливает необходимость создания специальных вероятностно-статистических методов для их учета и изучения. Отметим, что закономерности в таких средах обнаруживаются при большой массе наблюдений подобных явлений, где индивидуальные особенности отдельных случаев как бы взаимно компенсируют, а усредненный результат для всей массы проявляется как обнаруживаемая закономерность. Данное обстоятельство в значительной мере является причиной доминирования вероятностного характера в методах медицины. Здесь, в частности в лечебной практике, высказывания, всякого типа "предположения и/или утверждения" по своей природе имеют вероятностный характер. Их правдивость подвергается количественному измерению в виде статистической значимости. При этом нужно иметь в виду, что даже самые надежные предположения высокой значимости хотя бы с очень малой вероятностью могут оказаться ошибочными. И наоборот, статистически малозначимые предположения могут оказаться верными вопреки ожиданиям. На практике считается, что статистически значимое высказывание достаточно надежно, воспроизводимо, и представленная для нас информация вполне ожидаема, "закономерна" и не является результатом случайности. Статистическая значимость обычно выражается с помощью так называемого **Р-значения**. Это показывает вероятность того, что

обсуждаемое **предположение** незакономерно и обусловлено случайностью. Следовательно, чем меньше **Р-значение**, тем меньше шансов, что полезные результаты есть простые следствия случайности. Эти вопросы являются предметом изучения теории статистического вывода или индуктивной статистики. В последней, в отличие от "описательной статистики", в которой ограничиваются предварительной обработкой собранных данных, предлагаются методы, позволяющие обоснованно обобщить и распространить выводы, сделанные на ограниченных фактах, на более полных, масштабных совокупностях данных. Заметим, что "именно с такой задачей" повседневно сталкиваются во врачебной деятельности врачи-исследователи и практики, реализующие важнейшие принципы ДМ. И поэтому МС, в частности ИС, становится одним из главных инструментов ДМ. Параллельно с отмеченной растущей ролью МС для медицины, в частности ДМ, в российской и зарубежной литературе часто, и не без основания, встречаются материалы, в которых звучат тревожные сигналы о некачественном, а то и ошибочном применении МС в разных отраслях медицины, в частности в кардиологии. В этой связи заслуживают внимания статьи [2-4], в которых оценивается уровень эффективности применения МС в кардиологии. В приведенном в [2] анализе, сделанном на основе 460 опубликованных работ, констатируется низкий уровень использования и описания статистики. В [3] представлены результаты анализа 150 статей, опубликованных в 1997–2013 гг. в журнале "Патология кровообращения и кардиохирургия". Представляя данные анализа, авторами приводятся отдельные образцы хороших описаний и использования статистики, однако отмечается, что в большей части статей наблюдались весьма некорректные описания статистики (не лучше ситуация в западных странах [2]). Нам неизвестны мотивы авторов этих публикаций, но, учитывая объём этих работ (у авторов такие статьи исчисляются десятками), их целенаправленную продолжительность слежения за подобными публикациями (15-летний интервал, указанный в заглавии [3]), строго критический характер, с подробной сортировкой методических ошибок, можно предположить, что они были нацелены на реформирование процессов подготовки и переподготовки кадров, учебных процессов и/или программ. Не вникая глубоко в подобные глобальные проблемы, нами сделана попытка изложить некоторые наши соображения, позволяющие избежать многих методических ошибок, указанных в [2-4], и проконтролировать весь логический ход статистического анализа в клинической кардиологии. Отметим, что эти соображения основаны на учете клинической специфики сбора и обработки данных. Сначала рассмотрим важные для статистики базовые понятия - совокупность данных (СД), генеральная совокупность (ГС) и выбираемая совокупность (выборка ВС). СД – множественная база исследуемых больных. В идеале предполагается, что этот набор совпадает с гипотетическим полным набором всех больных, которые нам бы хотелось исследовать. В МС эта совокупность именуется как ГС. В большинстве отраслевых задач статистического анализа ГС реально существует в громадных размерах, из-за чего ее числовая обработка становится нецелесообразной. В связи этим в методы МС вносится понятие выборки - ВС, являющейся небольшой, сформированной из ГС и удобной для обработки набора данных. При этом ВС образуется так, чтобы ее числовые характеристики с приемлемой точностью совпали с аналогичными характеристиками ГС (в статистике это свойство называется репрезентативностью). В литературе широко описаны методы и способы организации выборки (ВС) из первоначальной ГС, определения его характеристик и на их основе соответствующих оценок ГС.

В случае клинических и лабораторных исследований (например, изучение эффективности нового фармакологического препарата или новой процедуры лечения заболевания) данные образуются и регистрируются в малых количествах. Такие объемы данных в статистике именуются специальным термином "малая выборка". В конкретном случае сначала формируются отдельные малые выборки, и только после длительного времени скапливаются большие объемы данных, которые могут быть представлены как ГС. Эта специфическая особенность формирования фактов в клинических исследованиях диктует необходимость отказаться от используемой в классической МС схемы обработки данных, где из имеющейся "ГС выделяется ВС". В обсуждаемом случае, где вначале образуются ВС как "малые выборки" и только потом со временем из таких "малых выборок" скапливается основная совокупность данных, целесообразно применять поэтапную схему обработки данных. При этом на первом этапе, ввиду чрезмерной малости данных и отсутствия какой-либо априорной информации об измеряемых показателях и их распределениях, удобно использование методов и критериев непараметрической статистики. Ниже перечислены некоторые из них с указанием задач для их целесообразного использования:

- критерий знаков (G) - позволяет установить, происходит ли изменение интересующего исследователя показателя в выборке после того или иного воздействия;
- критерий Вилкоксона - выявляет, насколько полученный в выборке сдвиг показателя значим;
- многофункциональный критерий Фишера - применяется для оценки различий в любых двух выборках (группах испытуемых);
- критерий Розенбаума - применяется для оценки различий между двумя выборками по уровню изучаемого признака;
- критерий Манна-Уитни (U) - предназначен для оценки различий по уровню какого-либо признака (показателя), полученного в двух разных выборках.

Анализ изменения изучаемого признака под влиянием контролируемых условий удобно исследовать критерием Пирсона.

Если на первом этапе обработки данных понадобится изучение связи между двумя и более переменными, то лучшим инструментом для этого в условиях малого количества данных является коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

По мере накопления новых данных, на втором этапе обработки (при численности данных 50 и более, когда медленно вырисовывается симметричное распределение данных, это минимальное число данных для использования t-распределения Стьюдента) могут быть использованы статистические расчеты, основанные на методах и критериях Стьюдента. И только после того, как общее количество данных будет исчисляться сотнями, когда устойчиво будут наблюдаться стандартные функции распределения для изучаемых признаков, наступит начало третьего этапа, и можно будет перейти к параметрическим методам и “извлечь максимальную информацию”, скрывающуюся в собранных данных.

Литература

1. **Сергиенко В.И., Бондарева И.Б.** Математическая статистика в клинических исследованиях. - М., 2006. – 314 с.
2. **Леонов В.П.** Применение методов статистики в кардиологии по материалам журнала «Кардиология» за 1993–1995 гг // Кардиология. - 1998. - №1. С. 55–58. URL: http://biometrica.tomsk.ru/Cardiology_1998
3. **Леонов В.П.** Статистика в кардиологии. 15 лет спустя. Сайт «Биометрика» <http://www.biometrica.tomsk.ru/> (<http://www.biometrica.tomsk.ru/>)
4. **Леонов В.П.** Классификация ошибок применения статистики в отечественной медицине. URL:// biometrica.tomsk.ru

05.06.2024.

ԿԼԻՆԻԿԱԿԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅԱՆ ՎԻՃԱԿԱԳՐԱԿԱՆ ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ ՄՇԱԿՄԱՆ ՀԱՐՑԻ ՄԱՍԻՆ

Քննարկվում են նոր դեղանյութի արդյունավետության ուսումնասիրման վիճակագրական տվյալների ձևավորման ընթացքի առանձնահատկությունները, ինչի հիման վրա առաջարկվում է, այդ տվյալների մշակման բազմաթիվ մեթոդ: Սկզբում փոքրաթիվ տվյալների պարագայում, առաջարկվում է հիմնական պարամետրերի մոտավոր գնահատում ոչ պարամետրիկ մեթոդներով: Կլինիկական նոր տվյալների հավաքագրմանը զուգահեռ, ընթանում է այդ գնահատականների ճշտման գործընթաց: Տվյալների բավարար քանակների ձևավորմանը զուգընթաց կատարվում է անցում պարամետրիկ վիճակագրության մեթոդների, մասնավորապես՝ Ստյուդենտի մեթոդի: Մոտեցման հարմարությունը պայմանավորված է հավաքված տվյալներից առավելագույն ինֆորմացիայի կորզման նպատակով:

Առանցքային բառեր. վիճակագրական տվյալների մշակում, տվյալների հիմնական կամ գլխավոր հավաքածու, ընտրանք, վիճակագրական տվյալների բազմաթիվ մշակում, պարամետրիկ, ոչ պարամետրիկ վիճակագրություն:

M.H. Hovakimyan, H.H. Hovakimyan

ON THE PROBLEM OF PROCESSING STATISTICAL DATA OF CLINICAL ANALYSIS

The features of the process of generating statistical data for studying the effectiveness of a new drug are discussed, on the basis of which a multi-stage method of processing these data is proposed. As a sufficient amount of data is generated, a transition is made to parametric statistics methods, in particular to the Student's method. The convenience of the approach is due to the purpose of extracting maximum information from the collected data:

Keywords: the process of statistical data, multi-stage method of processing, parametric statistics, non parametric statistics, extracting information from the collected data.

Овакимян Мариам Оганесовна – к.т.н., ЗАО “Медобъединение N 2”, врач-кардиолог

Овакимян Оганес Арутюнович – к.т.н., доцент кафедры “Систем телекоммуникации”
Российско-Армянского университета

Э.С. Бархударов, А.Г. Микоян, А.М. Мовсисян, Г.О. Партизпанян, Э.С. Тагворян

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАЦИОНАЛЬНОГО
ЭТАЛОНА ГЭПИ-0,25, ВХОДЯЩЕГО В СОСТАВ АНТЕННОГО
ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА ЭИС-1**DOI: <https://doi.org/10.64201/18290043-1eaa24-92>

Восстановление национального эталона ГЭПИ-0,25, предназначенного для измерения параметров антенн с рабочими размерами раскрывов от 0,1 до 0,4 м в диапазоне частот 2,5...12 ГГц (ГОСТ 8.191-76), стало завершающим этапом работ по окончательному восстановлению эталонного испытательного стенда ЭИС-1, созданного с целью обеспечения единства, требуемой точности и достоверности измерений характеристик антенных систем, включающего эталоны ГЭПИ-0,25, ГЭПИ-0,5 и ГЭПИ-1. Проведен ряд измерений диаграмм направленности антенн комплекса, подтверждающих хорошее воспроизведение единиц с высокой точностью.

Ключевые слова: эталоны, поворотный стол, усовершенствование, диаграмма направленности, воспроизведение.

Эталонный испытательный стенд ЭИС-1, включающий национальные эталоны ГЭПИ-0,25, ГЭПИ-0,5 и ГЭПИ-1, предназначенный для измерения параметров антенн с рабочими размерами раскрывов от 0,1 до 0,4 м в диапазоне частот 2,5...12 ГГц (ГОСТ 8.191-76 [1]), от 0,4 до 0,75 м в диапазоне частот 8,2... 40 ГГц (ГОСТ 8.413-81 [2]), от 0,75 до 1,5 м в диапазоне частот 2,5... 42 ГГц (ГОСТ 8.193-76 [3]), был сдан в эксплуатацию в 1976 году. За время эксплуатации испытательный стенд не усовершенствовался, а после распада СССР не использовался и был фактически законсервирован. Восстановление и усовершенствование работоспособности эталонного испытательного стенда в 2016 году и предполагало восстановление механизма и электрической схемы подъемника антенн по наклонной эстакаде к поворотному столу, электрической схемы управления поворотным столом в ручном и автоматическом (от компьютера) режимах, техническое усовершенствование аппаратурной части и программного обеспечения эталонного стенда с применением устройств и программ от компании National Instruments (NI).

Для восстановления антенн ГЭПИ-1 и ГЭПИ-0,5 пришлось заменить тяги и механизм крепления облучателя ГЭПИ-0,5 и механическим методом отъюстировать расположение облучателей обеих антенн.

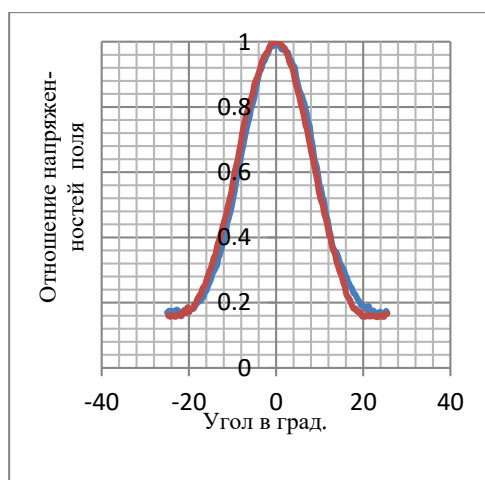


Рис. Сравнительные средние диаграммы направленности антенн ГЭПИ-0,25А и ГЭПИ-0,25Д

Для восстановления эталона ГЭПИ-0,25 была отремонтирована антенна-свидетель ГЭПИ-0,25 Д. Пользуясь тем, что антенна ГЭПИ-0,25 Д для ремонта была снята с вышки-свидетеля и для оценки свойств отремонтированной антенны-свидетеля ГЭПИ-0,25 Д был проведен ряд сравнительных измерений диаграмм направленности антенн ГЭПИ-0,25 А и ГЭПИ-0,25 Д, в качестве антенны-излучателя (свидетеля) применялась антенна-свидетель ГЭПИ-1 Д. Анализ измеренных диаграмм направленности антенн ГЭПИ-0,25 А и ГЭПИ-0,25 Д показал высокую идентичность этих антенн, что особенно важно для измерения коэффициента усиления методом двух идентичных антенн (рис.).

Таким образом, с восстановлением антенного эталона ГЭПИ-0,25 эталонный испытательный стенд ЭИС-1, включающий также эталоны ГЭПИ-0,5 и ГЭПИ-1, к настоящему времени полностью восстановлен.

Литература

1. Государственный специальный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений параметров поля излучения антенных систем с рабочими размерами раскрывов от 0,1 до 0,4 м в диапазоне частот 2,5 ... 12 ГГц. ГОСТ 8.191-76.-М.: Госкомитет СССР по стандартам, 1976.-5с.
2. Государственный специальный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений параметров поля излучения антенных систем с рабочими размерами раскрывов от 0,40 до 0,75м в диапазоне частот 8,2 ... 40ГГц. ГОСТ 8.413-81.-М.: Госкомитет СССР по стандартам, 1981.-5с.
3. Государственный первичный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений параметров поля излучения антенных систем с рабочими размерами раскрывов от 0,75 до 1,5м в диапазоне частот 2,5 ... 42ГГц. ГОСТ 8.193-76.-М.: Госкомитет стандартов Совета министров СССР, 1976.-4с.

29.01.2024.

**Է.Ս. Բարխուդարով, Ա.Գ. Միկոյան, Ա.Մ. Մովսիսյան,
Գ.Հ. Պարտիզպանյան, Է.Ս. Թագվորյան**

ԷԻՍ-1 ԱՆՏԵՆԱՅԻՆ ՓՈՐՁԱՐԿՄԱՆ ՍՏԵՆԴԻ ԿԱԶՄԻ ՄԵՋ ՄՏՆՈՂ ԱԶԳԱՅԻՆ ՉԱՓԱՆՍՈՒՇ ԳԷՊԻ-0,25 ՎԵՐԱԿԱՆԳՆՈՒՄԸ ԵՎ ԿԱՏԱՐԵԼԱԳՈՐԾՈՒՄԸ

Ազգային չափանմուշ ԳԷՊԻ-0,25 վերականգնումը, որը կոչված է 0,1 մինչև 0,4 մ աշխատանքային բազմաժամանակեցող անտենաների 2,5 – 12 ԳՀց (ԳՕՍՏ 8.191-76) հաճախությունների տիրույթում պարամետրերի չափմանը, ԳԷՊԻ-0,25, ԳԷՊԻ-0,5 և ԳԷՊԻ-1 չափանմուշները իր մեջ ներառող ԷԻՍ-1 չափանմուշային փորձարկման ստենդի, որը ստեղծվել է անտենային համակարգերի բնութագրերի չափումների միասնականության, պահանջվող ճշտությունների ու հուսալիության նպատակով, վերջնական վերականգնման աշխատանքների ավարտական փուլն էր:

Առանցքային բառեր. չափանմուշներ, պտտման սեղան, կատարելագործում, ուղղվածության դիագրամա, վերարտադրում:

E.S. Barkhudarov, A.G. Mikoyan, A.M. Movsisyan, G.H. Partizpanyan, E.S. Tagvoryan RESTORATION AND IMPROVEMENT OF THE NATIONAL STANDARD OF THE GEPI-0.25, WHICH IS PART OF THE ANTENNA TEST STAND JF THE EIS-1

Restoration of the national standard of GEPI-0,25, intended for measuring the parameters of antennas with the working dimensions of the disclosure from 0,1 to 0,4m in the frequency range of 2,5...12 GHz (GOST 8.191-76), was the final stage of work to finally restore the EIS-1 reference test stand including the standard GEPI-0,25, GEPI-0,5 and GEPI-1 created to ensure unity, required accuracy and reliability of measurements of the characteristics of the antenna systems. A number of measurements of the directivity diagrams of the antennas of the complex were carried out, confirming good reproduction of units with high accuracy.

Keywords: standards, turning table, improvement, directivity diagram, reproduction.

Бархударов Эрнест Семенович – старший научный работник (НОСМ)
Микоян Армен Георгиевич – к.т.н., ученый-хранитель (НОСМ)
Мовсисян Андраник Мисакович – старший научный работник (НОСМ)
Партизпаян Гегам Оганесович – ученый-хранитель (НОСМ)
Тагворян Элиза Степановна – к.т.н., ученый-хранитель (НОСМ)

АРАМ АМАЯКОВИЧ АРАКЕЛЯН
К 80 - ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ



Доктор технических наук, профессор, действительный член Инженерной академии Армении, действительный член Международной инженерной академии Арам Амаякович Аракелян более 50 лет осуществляет плодотворную деятельность, готовит специалистов в области прикладной математики и ее приложений, а также смежных наук, чем заслуженно завоевал большую известность и авторитет среди отечественных и зарубежных коллег.

А.А. Аракелян родился в 1945 году в городе Тбилиси. В 1963 году поступил на математикомеханический факультет Ереванского государственного университета (ЕрГУ). В 1967 году был командирован в Ленинградский (Санкт-Петербургский) государственный университет для продолжения учебы. По рекомендации Ученого совета ЕрГУ в 1968 году поступил в аспирантуру Вычислительного центра Академии наук Армянской ССР (ВЦ АН АрмССР) и ЕрГУ и вновь был командирован в Ленинградский (Санкт-Петербургский) государственный университет, который окончил в 1971 году. В 1972 году защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а в 1987 году защитил докторскую диссертацию по специальности «Управление в технических системах» и «Вычислительные системы, комплексы и сети».

Свою трудовую деятельность А.А. Аракелян начал в ВЦ АН АрмССР и ЕрГУ, а затем продолжил в Научно-исследовательском технологическом институте микроэлектроники. В 1982 году он перешел на работу в ВЦ АН АрмССР и ЕрГУ, где занимал должности от заведующего сектором и заведующего отделом до заместителя директора. С 1989 по 2003 годы заведовал кафедрой Алгоритмических языков и программирования в Ереванском политехническом институте (ЕрПИ). С 2003 года по 2023 годы занимал должность заведующего кафедрой Математического моделирования в экономике в ЕрГУ.

Профессор А.А. Аракелян отличается не только высоким профессионализмом, но и уникальными способностями руководителя. За время работы в научно-исследовательском технологическом институте микроэлектроники Арам Амаякович вместе с руководимой им группой молодых научных работников создал направление в области математических методов проектирования диалоговых информационных систем контроля технологических процессов микроэлектроники, удостоившейся престижной для того времени премии Ленинского комсомола СССР в области науки и техники. Дальнейшее развитие этого направления легло в основу успешного применения разработанных методов в технологических процессах микроэлектронного производства. Под его руководством были защищены кандидатские диссертации по автоматизации систем и методов тестирования цифровых схем.

Он является автором более 190 научных работ, опубликованных в отечественной и зарубежной печати, и принимал непосредственное участие в научных конференциях США, Канады, Австрии, Германии, Индии, Великобритании, Франции, Венгрии, Латвии, Болгарии, Португалии, Греции, Объединенных Арабских Эмиратов и Бельгии.

Одним из важных направлений его деятельности является руководство научно-исследовательскими международными проектами, в частности:

- «Программа обмена экономистами между Арменией и США» при финансировании USIA;
- «Разработка методов мониторинга загрязнения окружающей среды» при финансировании НАТО;
- «Международная миграция и ее влияние на рынок труда» при финансировании Национального научного фонда SCOPES, Швейцария;
- «Разработка технологии и компьютерной системы для оценки состояния сетчатки глаза» при финансировании Международного научно-технического центра (ISTC);
- «Программа обмена студентами и научными сотрудниками между Арменией и Европейскими университетами» при финансировании Erasmus;
- «Программа СИНЕРГИА-энергопотребление и энергоэффективность» при финансировании Министерства образования и науки Германии;
- «Переход от теоретически ориентированного образования к практике-TOPAS» при финансировании Erasmus.

Арам Амаякович был избран техническим председателем или сопредседателем следующих международных конференций:

- Technical Chair International Conference “Advances in Computing, Control & Telecommunications Technologies” ACT2010, Jakarta, Indonesia Dec.02-03, 2010;
- Technical Chair, International Conference on Recent Trends in Information, Telecommunication and Computing, India, March 12, 2010;
- Technical Co-Chair Committee on Information Assurance & Intelligent Multimedia- Mobile Communications.

Учитывая, что направление в области развития методов создания систем на базе микроэлектронных устройств имеет прикладное значение, НПО «Позистор» на базе ВЦ АН АрмССР и ЕрГУ под руководством профессора А.А. Аракеляна открыло совместную лабораторию по проектированию диалоговых информационных систем контроля, а также осуществило разработку на базе микропроцессоров изделий медицинского назначения. Результаты его научной деятельности и созданные им методы были высоко оценены со стороны таких международных научных фондов, как ISTC и НАТО, и сыграли определяющую роль при присуждении грантов руководимой им группе научных сотрудников за оригинальность и новизну предложенных подходов. Некоторые сотрудники его команды, защитившие кандидатские диссертации, прошли по конкурсу и были приняты на работу в ведущих научных центрах Великобритании, Израиля, Австралии, Канады и США, где продолжили развивать научные исследования, начатые по постановке и обоснованию своего руководителя.

В период руководства с 2003 по 2023 годы и последующего времени, будучи профессором кафедры Математического моделирования в экономике ЕрГУ, А.А. Аракелян успешно сочетал и сочетает академическую деятельность с подготовкой научных кадров в области применения в экономике разработанных им методов Теории исследования операций и Теории обработки временных рядов в экономике.

Арам Амаякович Аракелян придает большое значение подготовке научных кадров и способствует тому, что используемые его учениками методы и развиваемые научные направления получили признание со стороны международной научной общественности. Молодые члены его команды с достоинством принимали и продолжают принимать участие в международных форумах и конференциях. Разработанные профессором А.А. Аракеляном методы Теории исследования операций и Теории обработки временных рядов в экономике внедрены в учебный процесс Факультета экономики и менеджмента ЕрГУ.

Учитывая важность производства и потребления энергии, а также влияние экономического роста на степень выбросов вредных веществ в атмосферу, в рамках программы СИНЕРГИА профессор А.А. Аракелян совместно со своими учениками провел исследования, посвященные

изучению проблем повышения эффективности потребления и сбережения энергетических ресурсов. Проведенные исследования являются значимыми как для Армении, так и для мировой экономики в целом.

В течение последних лет, учитывая необходимость сотрудничества и вовлечения в общеевропейскую систему образования, профессор А.А. Аракелян принимал участие в реализации программы перехода от теоретически ориентированного образования к практическому применению результатов обучения. Он организовал совместную работу по изучению передовых методов, применяемых в развитых европейских университетах, что было сформулировано и изложено в монографии, изданной совместно с европейскими соавторами.

Президиум Инженерной академии, члены ИАА и редакция Вестника ИАА поздравляют юбиляра с днем рождения и желают ему новых творческих успехов.

ARAM HMAYAK ARAKELYAN

THE 80TH ANNIVERSARY OF BIRTHDAY



Doctor of Technical Sciences, Professor, full member of the Engineering Academy of Armenia, full member of the International Engineering Academy Aram Arakelyan has been carrying out fruitful scientific teaching activity for more than 50 years, training specialists in the field of applied mathematics and its applications, as well as related areas, which has deservedly earned him great fame and authority among domestic and foreign colleagues.

A.A. Arakelyan was born in 1945 in Tbilisi. In 1963 he was admitted to the Faculty of Mathematics and Mechanics of the Yerevan State University (YSU). In 1967 he was sent to Leningrad (Saint Petersburg) State University to continue his studies. On the recommendation of the Academic Council of YSU, in 1968 he entered the graduate school of the Computing Center of the Academy of Sciences of the Armenian SSR (CC AS of Arm. SSR) and YSU and was again sent to Leningrad (Saint Petersburg) State University, from which he graduated in 1971. In 1972 he defended his dissertation for the degree of candidate of physical and mathematical sciences, and in 1987 he defended his doctoral dissertation in the specialty "Control in technical systems" and "Computing systems, complexes and networks".

A.A. Arakelyan began his career at the Computing Center of the Academy of Sciences of the Armenian SSR and Yerevan State University, and then continued at the Research Technological Institute of Microelectronics. In 1982, he moved to work at the Computing Center of the Academy of Sciences of the Armenian SSR and Yerevan State University, where he held positions from head of sector and head of department to deputy director. From 1989 to 2003, he headed the Department of Algorithmic Languages and Programming at the Yerevan Polytechnic Institute (YerPI). From 2003 to 2023, he held the position of head of the Department of Mathematical Modeling in Economics at Yerevan State University.

Professor A.A. Arakelyan is distinguished scientist not only by his high professionalism, but also by his unique leadership abilities. During his work at the Research Technological Institute of Microelectronics, Aram Arakelyan, together with a group of young researchers led by him, created a direction in the field of mathematical methods for designing dialog information systems for monitoring technological processes in microelectronics, which was awarded the prestigious Lenin Komsomol Prize of the USSR in Science and Technology at that time. Further development of this direction formed the basis for the successful application of the developed methods in technological processes of microelectronic production. Under his supervision, candidate dissertations on automation of systems and methods for testing digital circuits were defended.

He is the author of more than 190 scientific papers published in domestic and foreign press, and has directly participated in scientific conferences in the USA, Canada, Austria, Germany, India, Great Britain, France, Hungary, Latvia, Bulgaria, Portugal, Greece, the United Arab Emirates and Belgium.

One of the important areas of his activity is the management of international research projects, in particular:

- (i) "Armenia-USA Economist Exchange Program" funded by USIA;
- (ii) Development of Environmental Nuclear Pollution Monitoring Methods" funded by NATO;
- (iii) "International Migration and its Impact on the Labor Market" funded by the National Science Foundation SCOPES, Switzerland;
- (iv) "Development of Technology and Computer System for Assessing the Health of the Retina" funded by the International Science and Technology Center (ISTC);

- (v) "Student and Research Fellowship Exchange Program between Armenia and European Universities" funded by Erasmus;
- (vi) "SYNERGY-Energy Consumption and Energy Efficiency Program" funded by the German Ministry of Education and Science;
- (vii) "Transition from Theory-Oriented Education to Practice-TOPAS" funded by Erasmus

Prof. A.Arakelyan was elected as Technical Chairman or Co-chairman of the following International Conferences:

- (i) "Advances in Computing, Control & Telecommunications Technologies" ACT2010, Jakarta, Indonesia Dec.02-03, 2010;
- (ii) International Conference on Recent Trends in Information, Telecommunication and Computing, India, March 12, 2010;
- (iii) Co-Chair Committee on Information Assurance & Intelligent Multimedia- Mobile Communications.

Taking in the Considering that the direction in the field of development of methods for creating systems based on microelectronic devices has applied significance, Scientific Industrial Company "Pozistor" on the basis of the Computing Center of the Academy of Sciences of the Armenian SSR and Yerevan State University under the leadership of Professor A.A. Arakelyan established a joint laboratory for the design of dialog information control systems, as well development of medical products based on microprocessors. The results of his scientific work and the methods he created were highly appreciated by such international scientific foundations as International Science Technical Centre (ISTC) and NATO, and played a decisive role in awarding grants to the group of researchers led by him for the originality and novelty of the proposed approaches. Some employees of his team, who defended their PhD dissertations, passed the competition and were hired by leading scientific centers in Great Britain, Israel, Australia, Canada and the USA, where they continued to develop scientific research begun according to the statement and justification of their leader.

During his leadership from 2003 to 2023 and subsequent years, as a professor of the Department of Mathematical Modeling in Economics at YSU, professor Arakelyan successfully combined and combines academic activity with the training of scientific personnel in the field of application in economics of the methods of Operations Research Theory and Time Series Processing Theory in Economics developed by him. Aram Arakelyan attaches great importance to the training of scientific personnel and contributes to the fact that the methods used by his students and the scientific directions developed have received recognition from the international scientific community. Young members of his team have accepted and continue to take part in international forums and conferences with dignity. The methods of Operations Research Theory and Time Series Processing Theory in Economics developed by Professor Aram Arakelyan have been introduced into the educational process of the Faculty of Economics and Management at YSU. Research papers of students supervised by Professor Arakelyan are published in present issue of the **PROCEEDINGS OF ENGINEERING ACADEMY OF ARMENIA**.

Considering the importance of energy production and consumption, as well as the impact of economic growth on the level of emissions of harmful substances into the atmosphere, within the framework of the SYNERGY program, Professor Arakelyan, together with his students, conducted research on the study of problems of increasing the efficiency of consumption and saving energy resources. The conducted research is significant both for Armenia and for the world economy as a whole. Over the past years, considering the need for cooperation and involvement in the pan-European education system, Professor Arakelyan took part in the implementation of the program of transition from theoretically oriented education to the practical application of learning outcomes. He organized joint work on the study of advanced methods used in developed European universities, which was formulated and presented in a monograph published jointly with European co-authors.

The Presidium of the Engineering Academy, members of the IAA and the editorial board of the IAA Bulletin congratulate the hero of the day on his birthday and wish him new creative successes.

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Մարգարյան Հ.Ա.	
ԿԱՏԱՐՄԱՆ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԿՐԹԱԿԱՆ ԳՈՐԾԵՆԹԱՑՆԵՐԸ ՄԻՋՆԱԿԱՐԳ ԴՊՐՈՑՈՒՄ	3
Մարտիրոսյան Ա.Ա.	
ԿԱՅՈՒՆ ԶԱՐԳԱՑՄԱՆ ՆՊԱՏԱԿՆԵՐԻ ՀԱՄԱՏԵՔՍՏՈՒՄ ՈՒՍՈՒՄՆԱԿԱՆ ԱՂՔԱՏՈՒԹՅԱՆ ՆՎԱԶԵՑՄԱՆ ԿՐԹԱՄՇԱԿՈՒԹԱՅԻՆ ԳՈՐԾԵՆԹԱՑՆԵՐԻ ԿԱՌԱՎԱՐՈՒՄԸ	10
Ավագյան Գ.Ա., Ավանեսյան Մ.Կ., Ավետիսյան Ա.Գ., Թադևոսյան Հ.Հ., Առաքելյան Ա.Հ.	
ԲԱՆԿԱՅԻՆ ՎԱՐԿԱՅԻՆ ԺԱՄԱՆԱԿԱԿԱՆ ՇԱՐՔԻ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ	20
Վարդանյան Ա.Գ., Խառատյան Մ.Ա., Թադևոսյան Հ.Հ., Առաքելյան Ա.Հ.	
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱՌԵՎՏՐԱՅԻՆ ԲԱՆԿԵՐԻ ՎԱՐԿԱՅԻՆ-ԱՎԱՆԴԱՅԻՆ ԺԱՄԱՆԱԿԱՅԻՆ ՇԱՐՔԵՐԻ ՓՈԽԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆԸ ՎԵԿՏՈՐԱԿԱՆ ԱՎՏՈՌԵԳՐԵՍԻԱՅԻ ՄՈՏԵՑՄԱՄԸ	25
Ղազարյան Զ.Մ., Օրդյան Ն.Պ., Առաքելյան Ա.Հ.	
ԱԾԽԱԾՆԻ ԵՐԿՕՔՍԻԴԻ ԱՐՏԱՆԵՏՈՒՄՆԵՐԻ ՏԱՐԱԾԱՇՐՋԱՆԱՅԻՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ	31
Զրբաշյան Ն.Մ.	
ԸՆՏԱՆԻՔԻ ԿԵՆՍԱՄԱԿԱՐԴԱԿԻ ԲԱՐՁՐԱՑՄԱՆՆ ՈՒՂՂՎԱԾ ՆՊԱՏՆԵՐԻ ԾՐԱԳՐԻ ՇԱՀԱՌՈՒՆԵՐԻ ՍԵԳՄԵՆՏԱՎՈՐՈՒՄՆ ՈՒ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԲՆՈՒԹԱԳՐԻՉՆԵՐԻ ԷԿՈՆՈՄԵՏՐԻԿ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՈՒՄԸ	36
Կարապետյան Տ.Ա.	
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԶՐԱՅԻՆ ՌԵՍՈՒՐՍՆԵՐԻ ԱՆՎՏԱՆԳՈՒԹՅԱՆ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՄԱՆ ԱՌԱՋՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԵՎ ՀՆԱՐԱՎՈՐ ԼՈՒԾՈՒՄՆԵՐԸ	46
Մաշուրյան Ռ.Գ., Առաքելյան Ա.Հ.	
ԷԼԵԿՏՐԱԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՎԱՃԱՌՔԻ ԾԱՎԱԼՆԵՐԻ ԺԱՄԱՆԱԿԱՅԻՆ ՇԱՐՔԻ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՈՒՄԸ	53
Մովսիսյան Կ.Ա.	
ՋԵՐՄԱՅԻՆ ՊՈՍՊԵՐԻ ՇԱՀԱԳՈՐԾՄԱՆ ՀԱՐՄԱՐԵՑՈՒՄԸ ՑՈՒՐՏ ԿԼԻՄԱՅԱԿԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻՆ	59
Մանուկյան Տ.Դ.	
ՋԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԱՅԻՆ ԳՐԱԴԻԵՆՏԸ ՆԵՐԱՌՈՂ ՋԵՐՄԱՅԻՆ ՀԱՐՄԱՐԱՎԵՏՈՒԹՅԱՆ ՄՈԴԵԼԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ՀՀ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ	67
Մովսիսյան Կ.Ա.	
ՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՋԵՌՈՒՑՄԱՆ ԵՎ ՀՈՎԱՑՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐՈՒՄ ԳԵՌԹԵՐՄԱԼ ՋԵՐՄԱՊՈՍՊԱՅԻՆ ԿԱՅԱՆՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆ	73
Շեկյան Հ.Գ., Գևորգյան Ա.Վ., Բաղդասարյան Ի.Ռ.	
ԿՈՄՊՈԶԻՏԱՅԻՆ ՆՅՈՒԹԵՐԻՑ (ԿՆ) ՄԵՔԵՆԱՇԻՆԱԿԱՆ ԵՎ ԱՎԻԱՅԻՈՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԱՅԻՆ ՏԱՐՐԵՐԻ ԱՄՐՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԿՐՈՂՈՒՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՀԱԾՎԱՐԿԻ ՄԱՍԻՆ	81
Հովհաննիսյան Ս.Մ., Չախալյան Հ.Ս.	
ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՄՈԴԵԼԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ԻՐԵՐԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՆՅՈՒԹԻ ՄԱՆՐԱԹԵԼԵՐԻ ՏՈԿՈՍԱՅՆՈՒԹՅՈՒՆԸ ՈՐՈՇԵԼՈՒ ՆՊԱՏԱԿՈՎ	85

Հովակիմյան Մ.Հ., Հովակիմյան Հ.Հ.	
ԿԼԻՆԻԿԱԿԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅԱՆ ՎԻՃԱԿԱԳՐԱԿԱՆ ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ ՄՇԱԿՄԱՆ ՀԱՐՑԻ ՄԱՍԻՆ	88
Բարխուդարով Է.Ս., Միկոյան Ա.Գ., Մովսիսյան Ա.Մ., Պարտիզպանյան Գ.Հ., Թագվորյան Է.Ս.	
ԷԻՍ-1 ԱՆՏԵՆԱՅԻՆ ՓՈՐՁԱՐԿՄԱՆ ՍՏԵՆԴԻ ԿԱԶՄԻ ՄԵՋ ՄՏՆՈՂ ԱԶԳԱՅԻՆ ՉԱՓԱՆՄՈՒՇ ԳԷՊԻ-0,25 ՎԵՐԱԿԱՆԳՆՈՒՄԸ ԵՎ ԿԱՏԱՐԵԼԱԳՈՐԾՈՒՄԸ	92
Առաքելյան Արամ Հմայակի	
ԾՆՆԴՅԱՆ 80-ԱՄՅԱԿԻ ԱՌԹԻՎ	94

СОДЕРЖАНИЕ

Маргарян А.А.	
ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ	3
Мартirosян А.А.	
УПРАВЛЕНИЕ КУЛЬТУРНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ ПРОЦЕССАМИ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ БЕДНОСТИ В КОНТЕКСТЕ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ	10
Авагян Г.А., Аванесян М.К., Аветисян А.Г., Тадевосян Г.А., Аракелян А.А.	
АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ БАНКОВСКИХ КРЕДИТОВ	20
Варданян А.Г., Харатян М.А., Тадевосян Г.А., Аракелян А.А.	
VAR-АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА ДЕНЕЖНОЙ ТРАНСМИССИИ В АРМЯНСКИХ КОММЕРЧЕСКИХ БАНКАХ	25
Казарян З.М., Ордян Н.П., Аракелян А.А.	
МЕЖСТРАНОВОЙ АНАЛИЗ ВЫБРОСОВ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА (Южный Кавказ)	31
Джрбашян Н.М.	
СЕГМЕНТАЦИЯ БЕНЕФИЦИАРОВ ПРОГРАММЫ СЕМЕЙНЫХ ПОСОБИЙ И ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИХ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК	36
Карапетян Т.А.	
ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОБЛЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В РЕСПУБЛИКЕ АРМЕНИЯ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ	46
Машуриян Р.Г., Аракелян А.А.	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРЕМЕННОГО РЯДА ОБЪЕМОВ ПРОДАЖ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ...	53
Мовсисян К.А.	
АДАПТАЦИЯ РАБОТЫ ТЕПЛОВОГО НАСОСА К УСЛОВИЯМ ХОЛОДНОГО КЛИМАТА	59
Манукян Т.Д.	
ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ ТЕПЛОВОГО КОМФОРТА С УЧЕТОМ ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАДИЕНТА В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ	67
Мовсисян К.А.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ	73
Шекян Г.Г., Геворкян А. В., Багдасарян И.Р.	
К РАСЧЕТУ ПРОЧНОСТИ И НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ И АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	81
Оганнисян С.М., Чахалян А.С.	
ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЦЕНТНОСТИ ВОЛОКОН ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА ИЗДЕЛИЙ	85

Овакимян М.О., Овакимян О.А.	
К ВОПРОСУ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ КЛИНИЧЕСКОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА	88
Бархударов Э.С., Микоян А.Г., Мовсисян А.М., Партизпаян Г.О., Тагворян Э.С.	
ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ЭТАЛОНА ГЭПИ-0,25, ВХОДЯЩЕГО В СОСТАВ АНТЕННОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА ЭИС-1	92
АРАКЕЛЯН АРАМ АМАЯКОВИЧ	
К 80 - ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ	94

C O N T E N T S

Margaryan H.A.	
PROBLEMS OF MANAGING THE EFFECTIVENESS OF EDUCATIONAL PROCESS IN SECONDARY SCHOOL	3
Martirosyan A.A.	
MANAGEMENT OF CULTURAL AND EDUCATIONAL PROCESSES TO MINIMIZE LEARNING POVERTY IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS ..	10
Avagyan G.A., Avanesyan M.K., Avetisyan A.G., Tadevosyan H.H., Arakelyan A.H.	
ANALYSIS OF BANK CREDIT TIME SERIES	20
Vardanyan A.G., Kharatyan M.A., Tadevosyan H.H., Arakelyan A.H.	
VAR ANALYSIS OF CREDIT – DEPOSIT TIME SERIES INTERACTIONS IN ARMENIAN COMMERCIAL BANKS	25
Ghazaryan Z.M., Ordyan N.P., Arakelyan A.H.	
CROSS COUNTRY ANALYSIS ON CARBON DIOXIDE EMISSIONS (South Caucasus)	31
Jrbashyan N.M.	
SEGMENTATION OF BENEFICIARIES OF THE FAMILY BENEFIT PROGRAM AND THE ECONOMETRIC MODELING OF THEIR MAIN CHARACTERISTICS	36
Karapetyan T.A.	
THE PECULIARITIES OF MODELING the SECURITY PROBLEMS OF WATER RESOURCES IN REPUBLIC OF ARMENIA AND POSSIBLE SOLUTIONS	46
Mashuryan R.G., Arakelyan A.H.	
MODELING THE TIME SERIES OF ELECTRICITY SALES VOLUMES	53
Movsisyan K.A.	
ADAPTATION OF HEAT PUMP OPERATION TO COLD CLIMATE CONDITIONS	59
Manukyan T.D.	
IMPLEMENTATION OF A THERMAL COMFORT MODEL WITH TEMPERATURE GRADIENT ADAPTATION IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF ARMENIA	67
Movsisyan K.A.	
STUDY OF THE APPLICATION OF GEOTHERMAL HEAT PUMP STATIONS IN BUILDING HEATING AND COOLING SYSTEMS	73
Shekyan H.G., Gevorgyan A.V., Baghdasaryan I.R.	
THE CALCULATION OF STRENGTH AND LOAD-BEARING CAPACITY OF MECHANICAL ENGINEERING AND AVIATION STRUCTURAL ELEMENTS MADE OF COMPOSITE MATERIALS	81
Hovhannisyan S.M., Chakhalyan A.S.	
APPLICATION OF A MATHEMATICAL MODEL TO DETERMINE THE PERCENTAGE OF FIBERS OF THE MAIN MATERIAL OF PRODUCTS	85
Hovakimyan M.H., Hovakimyan H.H.	
ON THE PROBLEM OF PROCESSING STATISTICAL DATA OF CLINICAL ANALYSIS	88

Barkhudarov E.S., Mikoyan A.G., Movsisyan A.M., Partizpanyan G.H., Tagvoryan E.S.	
RESTORATION AND IMPROVEMENT OF THE NATIONAL STANDARD OF HE GEPI- 0.25, WHICH IS PART OF THE ANTENNA TEST STAND JF THE EIS-1	92
ARAKEL YAN ARAM HMAYAK	
THE 80TH ANNIVERSARY OF BIRTHDAY	94

Հոդվածներին ներկայացվող պահանջները

Հոդվածները կարելի է ներկայացնել հայերենով, ռուսերենով և անգլերենով: Տեքստի տառատեսակը. հայերենը՝ **Sylfaen** (տառաչափը 10), ռուսերենը և անգլերենը՝ **Times New Roman** (տառաչափը 11), տողերի հեռավորությունը՝ 1, էջի ֆորմատը՝ **A4 (210x297 մմ)**, աշխատանքային դաշտը՝ **165x252 մմ**, լուսանցքները. ձախից՝ **25 մմ**, վերևից՝ **20 մմ**, աջից՝ **20 մմ**, ներքևից՝ **25 մմ**:

1-ին էջի վերին տողում գլխատառերով և սովորապատված, հոդվածի տեքստի լեզվով նշվում են՝ միջազգային դասիչը, հանդեսի լրիվ անվանումը, հապավումը (փակագծերում), տարեթիվը, հատորը և համարը՝ (ամբողջ տողը՝ հաստ (**bold**) 9 տառաչափով): Մեկ տող ներքև, ձախ անկյունում տրվում է **ՀՏԴ**-ն (**YDK**)՝ ըստ ընդունված ստանդարտի, առնվազն վեցանիշ թվով, իսկ աջ անկյունում՝ հոդվածի բաժինը՝ գլխատառերով (ամբողջ տողը՝ **bold**, 11 տառաչափով):

Մեկ տող ներքև, տողի մեջտեղում տրվում են հեղինակի(ների) **Ա.Հ. Ազգաբնուն(ները)** (փոքրատառ, **bold**, 11 տառաչափով): Երկու տող ներքև, տողի մեջտեղում տրվում է հոդվածի վերնագիրը (գլխատառերով, **bold**, 12 տառաչափով), իսկ 2 տող ներքև, հոդվածի տեքստի լեզվով՝ համառոտագիրը (**аннотация**), 5 հատ **առանցքային բառերով** (բոլորը՝ մինչև 8 տող ծավալով, շեղատառերով (*Italic*), 10 տառաչափով): Համառոտագրից 2 տող ներքև: Պարբերությունները սկսվում են նոր տողից՝ 10 մմ ներսից:

Նկարները և աղյուսակները տեղադրվում են տեքստում այդ մասին նշում կատարելուց հետո, նույն կամ հաջորդ էջում և ունեն միջանցիկ համարակալում: Նկարի գրաֆիկական դաշտը հնարավորին չափ անհրաժեշտ է բեռնաթափել ավելորդ նշանակումներից և բացատրություններից, որոնք տեղափոխվում են նկարատակ արտահայտություն (*Italic*, 9 տառաչափով): Կտորդինատային առանցքների վրա պարտադիր է հԼ համակարգով ընդունված՝ մեծությունների չափողականությունների ներկայացումը (բացի տեսական կորեր կամ հարաբերական մեծություններ պարունակող գրաֆիկական նյութերից):

Աղյուսակները պետք է ունենան վերնագրային բացատրություններ և համարակալում, որոնք տրվում են *Italic*, 9 տառաչափով, իսկ աղյուսակի գլխամասի սյունակները՝ մեծությունների չափողականություններով: **Աղյուսակի թվային տվյալները չպետք է կրկնեն հոդվածի գրաֆիկական նյութերը:** Աղյուսակի մի հատվածը հաջորդ էջ տեղափոխելու դեպքում պարտադիր է սյունակների համարակալումը, որը կրկնվում է տեղափոխված աղյուսակի հատվածի գլխամասում: Հաջորդ էջը կամ ներքև տեղափոխված աղյուսակի հատվածի վրա նշվում է՝ ... *Աղյ. ...-ի շարունակությունը...* (*Italic*, 9 տառաչափով):

Բոլոր տեղերում (համառոտագիր, տեքստ, նկար, աղյուսակ) չափողականությունները տրվում են *Italic*, 10 տառաչափով:

Բանաձևերը և մաթեմատիկական արտահայտությունները տրվում են *Microsoft Equation, Italic, 11 տառաչափով*: Բանաձևերը ներկայացվում են առանձին տողով և մեջտեղում, իսկ հիմնականները նաև համարակալվում են նույն էջի աջ անկյունում՝ փակագծերի մեջ: Ցանկալի է բանաձևերում կոտորակային արտահայտությունները ձևավորել a/b կամ ab^{-1} տիպի սիմվոլներով:

Հոդվածում օգտագործված գրական աղբյուրները, ըստ օգտագործման հերթականության, պետք է ունենան միջանցիկ համարակալում և տեքստում նշվեն՝ [1], [2],... տեսքով:

Հոդվածի վերջնամասից երկու տող ներքև, մեջտեղում նշվում է **Գրականություն** արտահայտությունը (փոքրատառ, **bold**, 11 տառաչափով) և ըստ ընդունված ստանդարտի, 10 տառաչափով տրվում է գրականության ցանկը, որում հեղինակի(ների) **Ազգաբնուն Ա.Հ.-ն** կամ **առաջին բառը** ձևավորվում է **bold**, 10 տառաչափով: Ցանկալի է գրականության ցանկում ընդգրկել 6-8 անվանումից ոչ ավելի արդի հրատարակումներ:

Մեկ տող ներքև տրվում են հոդվածի ներկայացման ամսաթիվը և տարեթիվը:

Տեքստի վերջում, երկու տող ներքև հոդվածի տեքստի հետ չհամընկնող երկու այլ լեզուներով նույն ձևով կրկնվում է հոդվածի գլխամասը՝ հեղինակի(ների) **Ա.Հ. Ազգաբնուն, հոդվածի վերնագիրը** և համառոտագիրը:

Մեկ տող ներքև տրվում են հոդվածի հեղինակի(ների) **Ազգաբնուն(ներ), Անուն, Հայրանուն**, գիտ, աստիճանը, գիտ. կոչումը, կազմակերպության համառոտ անվանումը (փակագծերում) և հեռախոսների համարները:

Հոդվածը պարտադիր գրախոսվում և ներկայացվում է բնագավառի հայտնի մասնագետի կողմից, որը ձևակերպվում է խմբագրության մշակված ձևաթղթի համաձայն:

Հոդվածի ընդհանուր ծավալը չպետք է գերազանցի 8 էջը: Ժողովածուի ձևավորումը և հավաքումը հեշտացնելու նպատակով հեղինակներին առաջարկվում է լրիվ օգտագործել հոդվածի վերջին էջի դաշտը:

Վերոհիշյալ պահանջները բավարարելուց հետո հոդվածը՝ A4 ֆորմատի վրա, տպված 2 օրինակով և գրված 3.5 ֆորմատի սկավառակով ներկայացվում է Ժողովածուի պատասխանատու քարտուղարին: Հոդվածի վերջնական խմբագրումը հեշտացնելու նպատակով առաջարկվում է ներկայացվող օրինակներից մեկի տեքստը տպագրել 12 տառաչափով և տողերի 1.5 հեռավորությամբ:

Խմբագրական խորհուրդն իրավունք ունի պահպանել տեքստի փոփոխության ընդունված նորմերը, կրճատել պարզունակ, կրկնվող և հանրահայտ նյութերը և վերջնական խմբագրել հոդվածները: Խորհրդի կողմից հրատարակման չնրաշխարհելու դեպքում հոդվածի մեկ օրինակը մնում է խմբագրությունում:

Խմբագրական խորհուրդ

Правила представления статей

Статьи представляют на армянском, русском и английском языках. Шрифты: армянский – **Sylfaen** (размер 10), русский и английский – **Times New Roman** (размер 11) межстрочный интервал – 1; формат страницы – А4, рабочее поле - 165×252 мм; поля слева – 25 мм, сверху – 20 мм, справа – 20 мм, снизу – 25 мм.

В верхней строке 1 – го листа в левом углу указывают **УДК** согласно стандарту (минимум 6 цифр), а в правом – раздел сборника заглавными буквами (вся строка – **bold**, размер 11). Строкой ниже, в середине, указывается **И.О. Фамилия** автор(ов) (строчными буквами, **bold**, размер 11). На две строки ниже – в середине, заглавными буквами название статьи (**bold**, размер 12), еще на две строки ниже – **аннотация** на языке статьи с **ключевыми словами** (размер 10, *Italic*). Через две строки дается основной текст статьи. Новая строка дается отступом – 10 мм.

Формулы и математические выражения оформляются в *Microsoft Equation, Italic*, размер 11. Формулы представляют на отдельной строке, в середине, а при необходимости – нумеруют в правом углу той же строки, в скобках. Дробные выражения рекомендуется оформить в виде a/b или ab^{-1} и использовать символ exp.

Литературные источники в тексте указываются после статьи и представляются в сквозной последовательности: [1],[2],

На одну строку ниже дается дата представления статьи.

Далее приводятся аннотации на двух языках, не совпадающих с языком текста.

На одну строку ниже даются: **Фамилия, Имя, Отчество** автора(ов), уч. степень, звание, сокращенное название организации, где работает автор, № телефона.

Статья обязательно рецензируется известным специалистом или научным работником данной области и представляется на рассмотрение редакционного совета сборника. Общий объем статьи не должен превышать 8 стр.

Статью, напечатанную на формате А4, в 2 экземплярах, а также на диске формата 3,5, представляют ответственному секретарю сборника. Для облегчения процесса окончательного редактирования рекомендуется один экземпляр статьи напечатать размером шрифта 12 и межстрочным интервалом 1,5.

Редакционный совет имеет право производить окончательное редактирование.

В случае отказа в опубликовании один экземпляр статьи остается в редакции.

Редакционный совет

Rules for presenting articles

The articles can be presented in Armenian, Russian and English. The fonts are for Armenian – **Sylfaen** (font size 10), Russian and English – **Times New Roman** (font size 11); spacing – 1; page format – A4, working field - 166×252 mm; the margins: left – 25 mm, top 20 mm, right – 2 mm, bottom 25 mm.

In the above line of the first page on the left angle **UDC** must be written, according to the standard (minimum 6 digits), on the right angle – the section of the collection with capital letters (the whole line in **bold typeface** size 11).

With a line below in the middle of the page – **Name, Patronymic, Surname** of the author(s) with small letters in **bold typeface** (size 11).

Two lines below, in the centre of the page with capital letters – the title of the article (**bold typeface**, size 12) and two lines below – the abstract in the language of the article with **keywords** (size 10, *Italic*).

Two lines below the main text of the article is given. The new line is given with indentation – 10 mm..

The formulas and mathematical expressions have the form of *Microsoft Equation, Italic*, size 11.

The formulas are submitted on a separate line, and, if necessary, they must be numbered on the right angle of the same line, in brackets. The fractions are recommended in the form a/b or ab^{-1} and the symbol exp must be used.

The references in the text are written after the article and submitted sequentially [1],[2]...

One line below the date of submitting the article is given.

Afterwards the abstracts in two languages not coinciding with the language of the text.

One line below are written: **Surname, Name, Patronymic** of the author(s), scientific degree, title, the name of the organization in short, the working place of the author, the phone number.

The article should be reviewed by a well known specialist or scientific worker in the given field and submitted for examining to the editorial board of the collection. The total volume of the article must not exceed 8 pages.

The article must be typed by format A4, in two copies, as well as on a disk in format 3,5 and submitted to the executive secretary of the collection. To facilitate the process of final editing, it is recommended to type one copy with typeface 12 and in-between spacing 1,5.

The editorial board has the right to make the final editing.

In case of rejection to publish one copy of the article must be kept in the editorial office.

Editorial board

Համարի թողարկման պատասխանատու տ.գ.թ., դոց. **Ռ.Ն. Բարսեղյան**

Բաժինների պատասխանատուներ՝

Էկոնոմիկա և կառավարում՝ տնտ.դ., պրոֆ. **Ա. Գյուրջյան**, տ.գ.դ., պրոֆ. **Ս. Մինոնյան**, տ.գ.թ. **Է. Առուստամյան**
Էլեկտրատեխնիկա և սարքաշինություն՝ տ.գ.դ., պրոֆ. **Մ. Բաղդասարյան**, տ.գ.թ., դոց. **Գ. Այվազյան**
Էներգետիկա՝ տ.գ.թ., պրոֆ. **Ո. Մարուխյան**, տ.գ.թ., դոց. **Ա. Գևորգյան**
Լեռնահանքային արդյունաբերություն՝ երկ.գ.թ. **Հ. Ալոյան**
Ճարտարապետություն, քաղաքաշինություն և շինարարություն՝ տ.գ.դ., պրոֆ. **Գ. Գալստյան**
Մեքենաշինություն և մետալուրգիա՝ տ.գ.դ., պրոֆ. **Մ. Ստակյան**, տ.գ.դ., պրոֆ. **Ս. Աղբալյան**
Սննդի և թեթև արդյունաբերության տեխնոլոգիա՝ տ.գ.դ. **Վ. Գաբզիմալյան**
Ինֆորմատիկա, էլեկտրոնիկա և գիտական սարքաշինություն՝ տ.գ.դ., պրոֆ. **Ա. Առաքելյան**,
տ.գ.դ., պրոֆ. **Ա. Վարդանյան**
Քիմիական, կենսաբանական և բնապահպանական տեխնոլոգիաներ՝ ք.գ.դ., պրոֆ. **Գ. Թորոսյան**
Ռազմաճարտարագիտական հիմնահարցեր և կոլեկտիվ անվտանգության քաղաքական հայեցակարգեր՝
տ.գ.թ. **Ն. Թորոսյան**

Ответственные по секциям:

Экономика и управление – д.экон.н., проф. **А. Гюрджян**, д.т.н., проф. **С. Симонян**, к.т.н. **Э. Арустамян**
Электротехника и приборостроение – д.т.н., проф. **М. Багдасарян**, к.т.н., доц. **Г. Айвазян**
Энергетика – к.т.н., проф. **В. Марухян**, к.т.н., доц. **А. Геворгян**
Горнорудная промышленность – к.геол.наук **Г. Алоян**
Архитектура, градостроительство и строительство – д.т.н., проф. **Г. Галстян**
Машиностроение и металлургия – д.т.н., проф. **М. Стакян**, д.т.н., проф. **С. Агбалин**
Технология пищевой и легкой промышленности – д.т.н. **В. Габзимальян**
Информатика, электроника и научное приборостроение – д.т.н., проф. **А. Аракелян**,
д.т.н., проф. **А. Варданян**
Химическая, биологическая и природоохранная технологии – д.хим.н., проф. **Г. Торосян**
Военно-инженерные проблемы и политические аспекты коллективной безопасности – к.т.н. **Н. Торосян**

Responsibles for sections:

Economics and Management – doctor of econ. sci., prof. **A. Gyurjyan**, doctor of tech. sci., prof. **S. Simonyan**,
cand. of tech. sci. **E. Arustamyan**
Electrotechnology and Instrumentation – doctor of tech. sci., prof. **M. Baghdasaryan**,
cand. of tech. sci., assoc. prof. **G. Ayvazyan**
Energetics – cand. of tech. sci., prof. **V. Marukhyan**, cand. of tech. sci., assoc. prof. **A. Gevorgyan**
Mining-Ore Industry – cand. of geol. sci. **H. Aloyan**
Architecture, Civil Engineering and Construction – doctor of tech. sci., prof. **G. Galstyan**
Mechanical Engineering and Metallurgy – doctor of tech. sci., prof. **M. Stakyan**,
doctor of tech. sci., prof. **S. Aghbalyan**
Technology of Food and Light Industry – doctor of tech. sci. **V. Gabzimalyan**
Information Systems, Electronics and Scientific Instrumentation – doctor of tech. sci., prof. **A. Arakelyan**,
doctor of tech. sci., prof. **A. Vardanyan**
Chemical, Biological and Nature Protection Technologies – doctor of chem. sci., prof. **G. Torosyan**
Military-Engineering Problems and Political Aspects of Collective Security – cand. of tech. sci. **N. Torosyan**

Հրատարակչական գործունեություն իրականացնող
Հայաստանի Ճարտարագիտական ակադեմիա

Վկայական 03Ա 083738 / 15.12.08 /
Երևան, Տերյան 105
Հեռ. 091 40 86 89

E-mail: peaa2004@gmail.com
Տպաքանակ՝ 110

Ստորագրված է տպագրության 19.02.2025 թ.

Տպագրված է «Նարեկ Սուքիասյան» ԱԶ-ում

Խմբագիրներ՝ **Ժ.Ս. Սեյրանյան**
Ն.Հ. Հաքարյան

Համակարգչային ձևավորումը՝
Լ.Բ. Մարտիրոսյան

Редакторы – **Ж.С. Сейранян**
Н.А. Закарян
Компьютерное оформление – **Л.Б. Мартиросян**

Editors – **Zh.S. Seyranyan**
N.H. Zakaryan
Computer design – **L.B. Martirosyan**