



Slovak international scientific journal

№72, 2023

Slovak international scientific journal

The journal has a certificate of registration at the International Centre in Paris – ISSN 5782-5319.

The frequency of publication – 12 times per year.

Reception of articles in the journal – on the daily basis.

The output of journal is monthly scheduled.

Languages: all articles are published in the language of writing by the author.

The format of the journal is A4, coated paper, matte laminated cover.

Articles published in the journal have the status of international publication.

The Editorial Board of the journal:

Editor in chief – Boleslav Motko (Bratislava) Slovakia

The secretary of the journal – Milica Kovacova (Bratislava) Slovakia

- Lucia Janicka – (Bratislava) Slovakia
- Stanislav Čerňák – (Bratislava) Slovakia
- Miroslav Výtisk – (Nitra) Slovakia
- Dušan Igaz – (Nitra) Slovakia
- Terézia Mészárosová – (Banská Bystrica) Slovakia
- Peter Masaryk – (Rzeszów) Poland
- Filip Kocisov – (Wrocław) Poland
- Andrej Bujalski – (Košice) Slovakia
- Jaroslav Kovac – (Trnava) Slovakia
- Paweł Miklo – (Bratislava) Slovakia
- Jozef Molnár – (Bratislava) Slovakia
- Tomajko Milaslavski – (Nitra) Slovakia
- Natália Jurková – (Bratislava) Slovakia
- Jan Adamczyk – (Prague) Czech Republic
- Boris Belier – (Bratislava) Slovakia
- Stefan Fišan – (Bratislava) Slovakia
- Terézia Majercakova – (Wien) Austria
- Ekaterina Semko (Kyiv) Ukraine

1000 copies

Slovak international scientific journal

Partizanska, 1248/2

Bratislava, Slovakia 811 03

email: info@sis-journal.com

site: <http://sis-journal.com>

CONTENT

CHEMISTRY

**Mosidze V., Bakhtadze V.,
Kharabadze N., Janjgava R.,
Lochoshvili D., Fajishvili M., Mdivani N.**
COBALT-MANGANESE - 4Co - Mn / Al - Ca -
CATALYSTS FOR THE CONVERSION OF METHANE
WITH CARBON DIOXIDE 4

Enukidze L., Loladze T., Gurgenidze I.
DETERMINATION OF THE CONTENT OF SOME HEAVY
METALS IN HAIR SAMPLES OF THE POPULATION
AKHALTSIKHE AND ZESTAFONI BY THE METHOD OF
DIFFERENTIAL-PULSED POLARGRAPHY 8

Bagaturia L., Barnova N.
THERMODYNAMIC EVALUATION OF CO – ACTIVATION
OF COPPER – SULFIDE AND MANGANESE
CONCENTRATES.....13

ECONOMY

Muradova N., Alizada Kh., Mutallimov Kh.
THE FIGHT AGAINST WATER SHORTAGE - A GLOBAL
CHALLENGE 17

Abbasova S., Nadirkhanova D.
ANALYSIS OF THE IMPACT OF SOCIAL FACTORS ON
THE ECONOMIC DEVELOPMENT OF AZERBAIJAN 21

Sushkova O.
POST-WAR TAX POLICY FOR UKRAINE ON THE WAY
TO PRESERVING HUMAN CAPITAL 26

ELECTRICAL ENGINEERING

Semenets D.
STATIC CONVERSION FUNCTIONS OF THREE-
ELECTRODE DIFFERENTIAL CAPACITIVE SENSORS..... 32

GENETICS AND BIOTECHNOLOGY

Goncharenko I.
ANIMAL HUSBANDRY AS A FLOW OF ENERGY IN THE
FUNCTIONING OF AGRICULTURAL SYSTEMS 37

HISTORY

Soltanova N.
FOUNDER OF THE SCHOOL OF SEMICONDUCTOR
PHYSICS IN AZERBAIJAN 41

MEASURING SYSTEMS

Sandler A.
FIBER-OPTIC INCLINOMETER FOR DIAGNOSING
ELEMENTS OF THE PROPULSION COMPLEX OF
AUTONOMOUS VESSELS 46

MOLECULAR BIOLOGY

**Bukach O., Unhurian I.,
Mahdyl O., Kryvtsun H.**
ANALYSIS OF CHANGES IN PROTEOLYTIC AND
FIBRINOLYTIC ACTIVITY OF BLOOD PLASMA IN
PATIENTS WITH RHEUMATOID ARTHRITIS DURING
TREATMENT DEPENDING ON THE ENOS GENE 54

MOLECULAR PHYSIOLOGY AND GENETICS

**Bukach O., Zrybnieva K.,
Kuzemko I., Popovych A.**
DISEASE-MODIFYING THERAPY IN RHEUMATOID
ARTHRITIS AND CHANGES IN CYTOKINE LEVELS
DEPENDING ON GENETIC CHARACTERISTICS 57

NORMAL AND PATHOLOGICAL PHYSIOLOGY

Bukach O., Zhyho O., Strila Z., Strelchuk O.

FEATURES OF PHARMACOTHERAPY AND ITS MAIN

SIDE EFFECTS IN RHEUMATOID ARTHRITIS60

Buzdugan I., Suzanska A., Moskaliuk V.,

Govor V., Kaitaniuk A., Kaitaniuk O.

PREVENTION OF UROLITHIASIS.....65

PEDAGOGY

Kuznetsova O.

METHODOLOGICAL SYSTEM OF MANAGEMENT OF

THE INDEPENDENT WORK OF CORRESPONDENCE

STUDENTS68

Shakhmetova D.

THE MAIN ASPECTS OF THE CONTENT AND

FORMATION OF PEDAGOGICAL COMPETENCE78

Mihalev V.

ON THE LEGAL STATUS OF THE MODERN SCHOOL

PRINCIPAL72

PHILOLOGY

Abdullayeva K.

FACTORS CAUSING CHANGES IN THE LEXICAL SYSTEM

AND THE PHENOMENON OF ARCHAICIZATION81

PHILOSOPHY

Bondar S.

PHILOSOPHICAL ANALYSIS OF THE RESULTS OF THE

APPLICATION OF GENERATIVE ARTIFICIAL

INTELLIGENCE IN PROFESSIONAL ACTIVITY AND

EVERYDAY LIFE84

STATE AND LAW

Kirin R., Korotayev V., Hryshchak S.

THEORETICAL AND APPLIED PROBLEMS OF

IDENTIFICATION OF MISSILE AND ROCKET WEAPONS

OF THE AGGRESSOR-COUNTRY88

CHEMISTRY

КОБАЛЬТ-МАРГАНЦЕВЫЕ - 4Co – Mn / Al - Ca - КАТАЛИЗАТОРЫ КОНВЕРСИИ МЕТАНА С ДИОКСИДОМ УГЛЕРОДА

Мосидзе В.П.

*К. т. н., старший научный сотрудник лаборатории катализа
Агладзе Института неорганической химии и электрохимии
Грузия, Тбилиси*

Бахтадзе В.Ш.

К. т. н., руководитель лаборатории катализа

Харабадзе Н.Д.

К. т. н., Научный сотрудник лаборатории катализа

Джанджгава Р.В.

Инженер лаборатории катализа

Лочошвили Д.М.

К. х. н. Старший научный сотрудник лаборатории катализа

Паджиишвили М.В.

Научный сотрудник лаборатории катализа

Мдивани Н.М.

К. т. н. Научный сотрудник лаборатории катализа

COBALT-MANGANESE - 4Co - Mn / Al - Ca - CATALYSTS FOR THE CONVERSION OF METHANE WITH CARBON DIOXIDE

Mosidze V.,

*Candidate of Technical Sciences, Senior
researcher worker, Laboratory of Catalysis,
R. Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Elektrochemistry
Georgia, Tbilisi*

Bakhtadze V.,

Candidate of Technical Sciences, Chief of Laboratory of Catalysis

Kharabadze N.,

*Candidate of Technical Sciences,
Researcher worker, Laboratory of Catalysis*

Janjgava R.,

Engineer Laboratory of Catalysis

Lochoshvili D.,

*Candidate of Chemical Sciences, Senior
researcher worker Laboratory of Catalysis*

Fajishvili M.,

Researcher worker Laboratory of Catalysis

Mdivani N.

*Candidate of Technical Sciences,
Researcher worker, Laboratory of Catalysis*

DOI: [10.5281/zenodo.8016927](https://doi.org/10.5281/zenodo.8016927)

Аннотация

Проанализированы результаты проведенных исследований по разработке и изучению активности кобальт-марганцевого катализатора нанесенного на алюмокальциевом носителе конверсии метана с диоксидом углерода. Показано, что активность и стабильность 4Co-Mn/Al – Ca - катализатора зависит от содержания и соотношения в нем оксидов кобальта и марганца. Применение оксидов марганца, как активного компонента и промотора придает катализатору стойкость против зауглероживания.

Abstract

The results of the research on the development and study of the activity of a cobalt-manganese catalyst supported on an alumina-calcium carrier for the conversion of methane with carbon dioxide are analyzed. It has been shown that the activity and stability of the 4Co-Mn/Al-Ca-catalyst depend on the content and ratio of cobalt and manganese oxides in it. The use of manganese oxides as an active component and a promoter gives the catalyst resistance to carburization.

Ключевые слова: Co, Mn-катализатор; конверсия метана; алюмокальциевый носитель; диоксид углерода.

Keywords: Co, Mn catalyst; methane conversion; alumina-calcium carrier; carbon dioxide.

В настоящее время разработка новых высокоэффективных процессов получения синтез-газа из углеводородного сырья и катализаторов для них, является одной из важнейших задач как для базовой химической промышленности, водородной энергетики, так и для автотранспорта. Селективное каталитическое окисление и паровой риформинг углеводородного топлива, являются основными промышленными процессами получения водорода и монооксида углерода. Кроме них, внимание исследователей привлекает процесс углекислотной конверсии метана - $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 = 2\text{CO} + 2\text{H}_2$. Утилизация CO_2 и получение смеси H_2 - CO , пригодного для синтеза жидких топлив и других технически ценных продуктов, приобретает все более актуальное значение. Необходимость поиска новых видов сырья стимулирует вовлечение CO_2 в различные каталитические реакции. В отличие от паровой конверсии и парциального окисления метана, промышленному применению углекислотной конверсии метана препятствует высокая эндотермичность и отравляемость катализаторов вследствие зауглероживания. Считают [1], что объединение эндотермических реакции (углекислотной и / или паровой) с экзотермическими реакциями парциального и глубокого окисления метана, позволит оптимизировать тепловой режим суммарного процесса и уменьшить отравляемость катализаторов вследствие зауглероживания.

Для процессов окислительной конверсии метана используется преимущественно никелевые катализаторы нанесение на носителях (MgO , CaO , Al_2O_3 , ZrO_2) и содержащие добавки оксидов металлов переменной валентности (Cr_2O_3 , CeO_2 , MnO_2 , CuO) [2,3]. Никелю отдают предпочтение как активному компоненту для создания эффективного катализатора углекислотной конверсии метана. Основная задача, поиск путей снижения коксообразования на поверхности никеля. По данным [4], к положительному результату могут привести добавки Ca в Ni/MgO катализаторе. Более активны и менее подвержены отложению углерода никелевые катализаторы на носителе из алюмината кальция - CaAl_2O_4 .

В углекислотной конверсии метана активны и Co - содержащие катализаторы нанесенные на различные носители (MgO , ZrO_2 , Al_2O_3). Из них наиболее активными оказались системы $\text{Co} / \alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ с содержанием 6 % CoO и более. Объяснено

это тем, что CoO слабо связан с носителем $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ и легко восстанавливается до металлического Co . В отличие от катализаторов NiO / MgO и $\text{NiO} - \text{Cr}_2\text{O}_3 / \text{MgO}$, углеродные отложения не снижают высокую каталитическую активность Co - содержащих катализаторов [5]. Из оксидных катализаторов в углекислотной конверсии метана лучшими оказались системы, в частности, 5% Ca - 12% Mn - Al_2O_3 . Температура конверсии высокая - 900 -950 °C, но катализатор в этих условиях закоксовыванию не подвергается [2].

Для окислительной конверсии метана водяным паром и кислородом воздуха был разработан $\text{Co} - \text{Mn}$ - катализатор на модифицированном оксидом кальция носителе из $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$. Подбор оксидов кобальта и марганца для указанных процессов были продиктованы:

- высокой активности Co - содержащих катализаторов в окислительных процессах;
- термостабильности низших оксидов (MnO , Mn_3O_4) марганца и их способности уменьшать вероятность протекания реакции пиролиза CH_4 с образованием H_2 и углерода;
- инертностью алюмокальциевого носителя к нанесенному CoO .

Ранее [6,7], способ модифицирования $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ оксидом кальция применялся для разработки катализаторов окисления CO и углеводородов. Модифицированные алюмокальциевые носители для окислительной конверсии метана готовились путем пропитки промышленного носителя $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ (марки А-1) раствором нитрата кальция. После сушки при 120 °C и обжига до 1200 °C в носителе образуются фазы $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, CaO , 2 Al_2O_3 , и 3 CaO . 5 Al_2O_3 . Кобальт-марганцевый катализатор готовили диффузионным насыщением приготовленного модифицированного - $\text{Al} - \text{Ca}$ носителя нитратными растворами кобальта и марганца. После сушки и термообработки при 450-500 °C в катализаторе, кроме фаз носителя, образуются фазы - Co_3O_4 и - $\beta\text{-Mn}_2\text{O}_3$ (табл. 1) Удельная поверхность 4 $\text{Co} - \text{Mn} / \text{Al} - \text{Ca}$ катализатора по БЭТ - 20 м² / г; общий объем пор 0,23 – 0,25 см³ / г.

Активность образцов Co -, Mn - содержащих катализаторов, нанесенных на алюмокальциевом носителе $\text{Al} - \text{Ca}$, изучались в процессах окислительной конверсии метана разными окислителями (водяной пар, кислород воздуха, CO_2).

Табл. 1.

Фазовые составы носителя $\text{Al} - \text{Ca}$ и катализатора 4 $\text{Co} - \text{Mn} / \text{Al} - \text{Ca}$

Наименование образцов	Основные фазы				
$\text{Al} - \text{Ca}$ - носитель			3 $\text{CaO} \cdot 5 \text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$	$\alpha - \text{Al}_2\text{O}_3$
4 $\text{Co} - \text{Mn} / \text{Al} - \text{Ca}$ -	$\beta - \text{Mn}_2\text{O}_3$	Co_3O_4	3 $\text{CaO} \cdot 5 \text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$	$\alpha - \text{Al}_2\text{O}_3$
4 $\text{Co} - \text{Mn} / \text{Al} - \text{Ca}$ - отработанный в углекислотной конверсии метана	$\beta - \text{Mn}_3\text{O}_4$	Co	3 $\text{CaO} \cdot 5 \text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$	$\alpha - \text{Al}_2\text{O}_3$

Наиболее активными оказались системы, содержащие 6-9 % Co , 1,5 – 2,5 % Mn , при соотношении $\text{Co} - \text{Mn}$ равной 4 : 1 [8 -12]. Кобальт-марганцевый катализатор - 4 $\text{Co} - \text{Mn} / \text{Al} - \text{Ca}$ был применён для получения высокотемпературного восстанови-

тельного газа в процессе неполного окисления метана кислородом воздуха на опытной установке Института Механобрчермет (г. Кривой рог, Украина) с производительностью 10 м³ / час по природному газу. Газовая смесь - H_2 - CO использовалась для

восстановления железных окатишей в вихревой камере. На основе полученных данных, планировался пуск установки с производительностью $100 \text{ м}^3 / \text{час}$ по природному газу для получения высокотемпературного восстановления газа [12].

Значительная часть работ посвящен изучению активности и физико-химических свойств кобальт-марганцевого - $4\text{Co} - \text{Mn} / \text{Al} - \text{Ca}$ - катализатора в углекислотной конверсии метана [13 - 16]. Опыты проводились в лабораторной установке реактором проточного типа. Продолжительные опыты (50-60 часов) показали, что при соотношении $\text{CH}_4 : \text{CO}_2$ равной $1 : 1,3$, температуре $700\text{-}800^\circ\text{C}$ и объёмных скоростях газовой смеси по метану - $2000\text{-}4000 \text{ час}^{-1}$, конверсия метана и селективность образования H_2 и CO близки к равновесной.

Проведены термические анализы индивидуальных оксидов кобальта, марганца и их смесей. Показано [17], что в среде метана до температуры 450°C протекает реакция восстановления Co_3O_4 до CoO и CoO до Co - металлического. По характеру кривых ДТГ и ТГ образцов пиролиз метана, скорее всего, катализируется металлическим кобальтом при температурах $520\text{-}540^\circ\text{C}$. На образцах содержащих смеси $\text{Co} - \text{Mn}$ температура сажеобразования несколько выше и составляет $590\text{-}610^\circ\text{C}$. На образцах содержащих только оксиды марганца распад метана в области исследованных температур (до

700°C) не наблюдался. Сделан вывод о том, что в среде воздуха в интервале температур $590\text{-}640^\circ\text{C}$ в смешанных Co-Mn образцах возможно образование шпинели кобальтита марганца - MnCo_2O_4 . В среде же метана присутствие оксидов марганца повышает температуру начала сажеобразования.

Многочисленные экспериментальные данные, доказывают существование основного маршрута углекислотной конверсии метана: диссоциативная адсорбция CH_4 на восстановленных частицах металла (Ni, Co) в нанесенных катализаторах с образованием H_2 и углерода, с последующим окислением углерода углекислым газом с образованием CO . На катализаторе $\text{CoO} / \alpha - \text{Al}_2\text{O}_3$ диссоциация метана с образованием углерода и водорода происходит только на частицы металлического кобальта [18].

Степень восстановления оксидов нанесенных на поверхность носителя, оказывает существенное влияние на достижение максимальной активности и селективности образования целевых продуктов. Изучение процесса восстановления $4\text{Co} - \text{Mn} / \text{Al} - \text{Ca}$ катализатора водородом показало, что в интервале температур $700\text{-}800^\circ\text{C}$ степень восстановления Co_3O_4 и $\beta - \text{Mn}_2\text{O}_3$ до Co - металлического и до $\beta - \text{Mn}_3\text{O}_4$ достигает $97\text{-}98\%$ (рис. 1,2) [12].



Рис. 1. Кинетические кривые восстановления катализатора $4\text{Co} - \text{Mn} / \text{Al} - \text{Ca}$

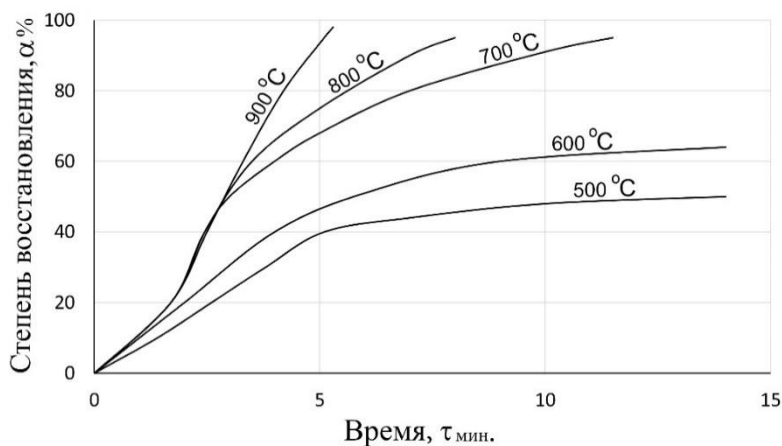


Рис. 2. Зависимость степени восстановления катализатора $4\text{Co} - \text{Mn} / \text{Al} - \text{Ca}$ от времени при разных температурах

В таблице 2 [15] приведены результаты термического анализа образцов катализатора 4Co - Mn/ Al – Ca, восстановленного водородом - при 800 °C (2 ч.) и отработанного в углекислотной конверсии метана при разных соотношениях $\text{CH}_4 : \text{CO}_2$. Эгзопики при 330 °C, 370 °C, 420 °C на кривых ДТА следует отнести к окислению металлического кобальта до CoO. Образование же Co_3O_4 путем окисления металлического кобальта возможно только при температуре выше 700 °C. При соотношениях

$\text{CH}_4 : \text{CO}_2$ равным 1 : 1,3; 1 : 1,2 и 1 : 1,1 . появляются дополнительные эгзопики при 460 °C, 480 °C и 570 °C, которые возможно вызваны окислением отложенных в порах катализатора следов углерода, а также повторным восстановлением оксида CoO до Co - металлического . При соотношении $\text{CH}_4 : \text{CO}_2 = 1 : 1$, 1 зафиксирован третий эгзопик при 835 °C, появление которого следует отнести окислению CoO до Co_3O_4 .

Табл. 2.

Температуры эгзопиков на кривых ДТА катализатора 4Co -Mn / Al – Ca

Условия обработки катализатора 4Co-Mn/Al – Ca	Соотношение $\text{CH}_4 : \text{CO}_2$	Температуры эгзопиков на кривых ДТА		
		I	II	III
Восстановленный водородом при 800 °C, 2ч	--	330 °C $\text{Co} + 1/2\text{O}_2 = \text{CoO}$		--
Отработанный в углекислотной конверсии метана, 50ч.	1: 1,5	370 °C $\text{Co} + 1/2\text{O}_2 = \text{CoO}$		--
	1:1,3	330 °C $\text{Co} + 1/2\text{O}_2 = \text{CoO}$	460 °C $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$	--
	1:1,2	370 °C $\text{Co} + 1/2\text{O}_2 = \text{CoO}$	480 °C $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$	--
	1:1,1	420 °C $\text{Co} + 1/2\text{O}_2 = \text{CoO}$	570 °C $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ $2\text{CoO} + \text{C} = 2\text{Co} + \text{CO}_2$	835 °C $3\text{Co} + 2\text{O}_2 = \text{Co}_3\text{O}_4$

Анализ результатов проведенных исследований показали, что из Co -, Mn -содержащих катализаторов в углекислотной конверсии метана наиболее активным и стабильным является 4 Co - Mn катализатор нанесенный на алюмокальциевом носителе - Al – Ca. Применение оксидов марганца, как активного компонента и промотора придаёт катализатору стойкость против зауглероживания.

Список литературы

1. О. В. Крылов. Российский Химический журнал. Том 44 (2000), №1, с. 19-33.
2. О. В. Крылов, А. Х. Мамедов. Успехи химии, 64 (9), 2000, с. 935-959.
3. С. В. Мирзабекова, А. Х. Мамедов, О. В. Крылов. Кинетика и катализ, 38 (5), 713-719 (1997).
4. В. Питер, В. Бродхёрст, Ф. К. Ингром. Докл. Конф. Азот 2005, Бухарест, Румыния, 27. 02-02.03 2005, с. 1-23.
5. А. А. Фирсова, Ю. П. Тюленин, Т. И. Хоменко, В. Н. Корчак, О. В. Крылов. Кинетика и катализ. 2003, том 44, №6, с. 893-901.
6. В.Ш. Бахтадзе, В.П. Мосидзе, Д.Г. Картвелишвили, Р.В. Джанджгава, Н.Д.Харабдзе, Ж. Катализ в промышленности, 2012, №2, с. 56-63.
7. Vitali Shalva Bakhtadze., (2021); Modern Chemistry, 9 (3); 52-60. Doi: 10. 11648/j.ms.20210903. 12.
8. В.Ш. Бахтадзе, Р.В. Джанджгава, В.П. Мосидзе, В. М. Мдивани. Сб. Каталитическая конверсия углеводородов. Киев Наукова думка, 1981, вып. 6, с. 33-36.
9. В.Ш. Бахтадзе, Р.В. Джанджгава, В.П. Мосидзе. Сб. Каталитическая конверсия углеводородов. Киев. Наукова думка, 1978, вып. 3, с. 17-20.

10. R. Janjgava, V. Bakhtadze, V. Mosidze. Bulletin of the Georgian Academy of Sciences, 159, #1, 1999.

11. В.Ш. Бахтадзе, В.П. Мосидзе, В. М. Мдивани, Р.В. Джанджгава. Сб. Переработка марганцевых и полиметаллических руд Грузии. Изд-во Мецниереба, Тбилиси, вып. II, 1974, с. 206-210.

12. В.П. Мосидзе, В.Ш. Бахтадзе, В. Т. Чагунава. Сб. Переработка марганцевых и полиметаллических руд Грузии. Изд-во Мецниереба, Тбилиси, вып. II, 1974, с. 211-215.

13. В.П. Мосидзе, В.Ш. Бахтадзе, Р.В. Джанджгава, Д.Г. Картвелишвили, М.В. Паджишвили, Н.Д. Харабдзе, Известия национальной академии наук Грузии, серия химическая, т.34, №2, 2008, с. 210-213.

14. В.Ш. Бахтадзе, В.П. Мосидзе, Р.В. Джанджгава, Д.Г. Картвелишвили, Ш.Н. Андгуладзе, Н.Д. Харабдзе, М.В. Паджишвили, Н.М. Чочишвили. Химический журнал Грузии, т.9, №6, 2009г, с. 529-533.

15. В.П. Мосидзе, В.Ш. Бахтадзе, Ш.Н. Андгуладзе, Р.В. Джанджгава, Д.Г. Картвелишвили, Н. Д. Харабдзе, М.В. Паджишвили, Н.М.Чочишвили Химический журнал Грузии, т.11, №4, 2011г, с.363-365.

16. В.П. Мосидзе, В.Ш. Бахтадзе, Д. И. Дзанашвили, Р.В. Джанджгава, Н.Д. Харабдзе, М.В. Паджишвили, Н.М.Чочишвили. Химический журнал Грузии, т.13, №1, 2013 г, с.55-57.

17. Р.В. Джанджгава, Н. М. Чочишвили, В.П. Мосидзе, В.Ш. Бахтадзе. Сообщения АН ГССР, 1984, 116, №3, с. 539-536.

18. В.Ю. Бычков, Ю. П. Тюленин, О. В. Крылов, В. Н. Корчак. Кинетика и катализ. 2002. том 43, №5, с. 775.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НЕКОТОРЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОБРАЗЦАХ ВОЛОС НАСЕЛЕНИЯ ГГ. АХАЛЦИХЕ И ЗЕСТАФОНИ МЕТОДОМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ИМПУЛЬСНОЙ ПОЛЯРОГРАФИИ

Енукидзе Л.Г.

*К.х.н. старший научный сотрудник лаборатории электрохимии неводных растворов
Института неорганической химии и электрохимии
им. Р.И. Агладзе Тбилисского Государственного Университета им. Иване Джавахишвили.
Грузия, Тбилиси*

Лоладзе Т.Ж.

*Научный сотрудник лаборатории электрохимии неводных растворов
Института неорганической химии и электрохимии
им. Р.И. Агладзе Тбилисского Государственного Университета им. Иване Джавахишвили*

Гургенидзе И.А.

*К.х.н. руководитель лаборатории электрохимии неводных растворов
Института неорганической химии и электрохимии
им. Р.И. Агладзе Тбилисского Государственного Университета им. Иване Джавахишвили*

DETERMINATION OF THE CONTENT OF SOME HEAVY METALS IN HAIR SAMPLES OF THE POPULATION AKHALTSIKHE AND ZESTAFONI BY THE METHOD OF DIFFERENTIAL-PULSED POLAROGRAPHY

Enukidze L.,

*Candidate of Chemical Sciences, senior researcher of Laboratory of non-aqueous solutions of electrochemistry
R.I. Agladze Institute of inorganic chemistry and electrochemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University.
Georgia, Tbilisi*

Loladze T.,

Scientific Researcher of Laboratory of non-aqueous solutions of electrochemistry R. I. Agladze Institute of inorganic chemistry and electrochemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University.

Gurgenidze I.

*Candidate of Chemical Sciences, Chief of Laboratory of non-aqueous solutions of electrochemistry R.I. Agladze
Institute of inorganic chemistry and electrochemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University*

DOI: [10.5281/zenodo.8016935](https://doi.org/10.5281/zenodo.8016935)

Аннотация

Методом дифференциально-импульсной полярографии определено содержание некоторых тяжелых металлов в волосах жителей городов Ахалцихе и Зестафони. Установлено, что почти во всех образцах волос содержание меди ниже нормы, установленной Всемирной организацией здравоохранения. Содержание свинца и кадмия во всех образцах не превышает предельно допустимую концентрацию. Что касается цинка, то его содержание в пробах волос как превышает норму, так и в некоторых образцах наблюдается его дефицит, что в условиях пандемии ковида опасно, так как при дефиците цинка слабеет иммунитет и возрастает опасность заражения ковидом.

Abstract

The content of some heavy metals in the hair of residents of the cities of Akhaltsikhe and Zestafoni was determined by the method of differential-pulse polarography. It has been established that in almost all hair samples the copper content is below the norm established by the World Health Organization. The content of lead and cadmium in all samples does not exceed the maximum allowable concentration. As for zinc, its content in some hair samples exceeds the norm. However, in some samples, there is a deficiency, which is dangerous during the Covid-19 pandemic since zinc deficiency weakens immunity and increases the risk of getting sick with Covid-19.

Ключевые слова: тяжелые металлы, волосы, здоровье, дифференциально-импульсная полярография, предельно допустимая концентрация.

Keywords: heavy metals, hair, health, differential pulse polarography, maximum allowable concentration.

Загрязнение тяжелыми металлами является одной из старейших экологических проблем в мире, что, естественно, создает проблемы для здоровья человека. В настоящее время во всем мире наблюдается тенденция к увеличению загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами, что приводит к повышению уровня заболеваемости населения. Особенно опасно попадание этих веществ в про-

дукты питания и предметы быта. Токсическое воздействие тяжелых металлов на организм человека обусловлено в основном загрязнением пищевых продуктов, воздуха, воды и почвы, вызванными антропогенными источниками, такими как выхлопы автомобилей, производственные объекты, фабрики, отработанное топливо и другие.

Многие исследования показали, что токсичные элементы, такие как свинец, кадмий, ртуть и другие, которые попали в организм человека, замещают там такие жизненно важные элементы, как кальций, цинк, железо и вызывают структурные изменения, которые проявляются в виде различных заболеваний.

Для оценки содержания микроэлементов в организме человека волосы несут ту же информацию, что и другие диагностические биосубстраты - кровь, моча, ногти. Волосы характеризуются фиксированной динамикой роста (0,2-0,5мм в сутки), поэтому часть корня волоса является наилучшей для адекватной оценки микроэлементного статуса организма на момент обследования. Микроэлементы концентрируются в волосах, в отличие от крови, которая в основном выполняет транспортную функцию в организме [1,2]. Волосы в полной мере отражают уровень содержания как токсичных (Pb, Cd, As и др.), так и необходимых для жизни элементов (Cu, Zn, Fe и др.). Содержание микроэлементов в крови первым реагирует на повышение уровня тяжелых металлов, но может не отражать реальный уровень их содержания в организме. Поэтому важно исследовать биосубстраты, в полной мере отражающие элементный статус живого организма. В этом отношении наиболее информативны волосы, так как они представляют собой «элементный портрет» человека.

Исследование микроэлементов в волосах позволяет выявить наличие патологических процессов на доклиническом этапе, что дает возможность внести соответствующие коррективы в профилактику заболеваний. Все это имеет большое значение для профилактики многих заболеваний. Анализ волос может быть особенно полезен при изучении действия некоторых микроэлементов и отдельных тяжелых металлов на организм человека [3-5]. Данные анализа волос показывают, что отравление тяжелыми металлами сейчас встречается чаще. Химический анализ волос людей, живущих сегодня, и тех, кто умер несколько веков назад, показывает, что содержание металлов в волосах возросло в тысячи раз. Это, конечно, связано с резким ухудшением экологической обстановки.

Тяжелые металлы вызывают различные заболевания. Например, медь относится к эссенциальным микроэлементам, т. е. к элементам, играющим особую важную роль в процессах жизнедеятельности организма. Однако при хронической интоксикации медь вызывает расстройства нервной системы,

функции печени и почек. Недостаток меди также весьма опасен для организма человека: низкий уровень меди приводит к снижению иммунитета человека, развитию слабости и ломкости костей, снижению памяти. Дефицит меди затрудняет передвижение человека, вызывает быстрое поседение волос и ухудшение работы органов зрения. Цинк также является эссенциальным микроэлементом, но высокое содержание цинка в организме человека, в первую очередь, отражается на снижении активности ряда ферментных систем. Недостаток цинка очень вреден для организма человека, так как он тормозит нормальный рост и развитие, увеличивает вероятность бактериальных и вирусных инфекций, а в крайних случаях может вызвать шизофрению и эпилепсию. Свинец и кадмий – металлы, не выполняющие никакой функции в организме человека, они лишь вызывают его отравление.

Для оценки влияния окружающей среды на здоровье человека и, в частности, некоторых тяжелых металлов, нами были выбраны два города Грузии: один из самых «чистых» городов - Ахалцихе и один из самых экологически загрязненных городов - Зестафони. В Зестафони функционируют такие предприятия, как завод ферросплавов, завод по производству строительных материалов и др., производственные выбросы которых загрязняют окружающую среду и тем самым негативно воздействуют и на здоровье человека. Анализ почвы, проведенный в Зестафони, показал что содержание меди и свинца превышает предельно - допустимую концентрацию [6-7].

Количественное определение тяжелых металлов в волосах человека проводили на полярографе ПУ-1 методом дифференциально-импульсной полярографии в трехэлектродной термостатируемой ячейке. В качестве катода был выбран ртутный капельный электрод ($t=3,5\text{с}$, $m=2,6\text{мг/с}$), анодом служила платиновая проволока, а электродом сравнения-насыщенный каломельный электрод.

Анализ меди (II), свинца (II), кадмия (II) и цинка (II) проводили по ранее нами разработанной методике [8]. Содержание микроэлементов в волосах человека определяли по сухому остатку в пересчете на 1г волос.

В г.Ахалцихе для проведения анализа были взяты пробы волос у 18 женщин, мужчин и детей.

В таблице 1 представлены нормы содержания выше перечисленных микроэлементов в волосах человека, установленные Всемирной организацией здравоохранения.

Таблица 1.

Данные ВОЗ 1996г.

Металл	Волосы, мкг/г
Медь	9-30
Свинец	0-5,0
Кадмий	0-1,0
Цинк	120-200

Таблица 2.

Результаты исследования содержания тяжелых металлов Cu(II), Pb(II), Cd(II), Zn(II) в волосах жителей г. Ахалцихе.

Образец #	Содержание металлов, мкг/г			
	Cu	Pb	Cd	Zn
1	2.73	0.14	0.00	199.66
2	3.52	0.69	0.00	243.33
3	4.91	0.65	0.00	175.64
4	5.45	0.72	0.00	469.02
5	4.82	0.00	0.00	772.11
6	1.42	0.00	0.00	82.86
7	5.35	0.54	0.00	186.97
8	5.84	0.22	0.00	145.96
9	2.38	1.45	0.00	138.72
10	3.66	0.15	0.00	147.42
11	5.17	0.21	0.00	208.22
12	5.17	0.15	0.00	249.88
13	9.93	0.27	0.00	352.11
14	0.70	0.00	0.00	110.72
15	0.92	2.38	1.18	629.42
16	2.71	0.24	0.00	157.38
17	4.42	3.47	0.00	463.42
18	4.84	0.95	0.00	483.17

Ожидалось, что предельно-допустимые концентрации по свинцу и кадмию в г. Ахалцихе не будут повышены, так как этот район является относительно чистым с экологической точки зрения. Действительно, содержание свинца и кадмия в волосах обследованных жителей не превышает допустимого уровня и только в одном образце содержание кадмия превышает предельно-допустимую концентрацию.

Как видно из табл. 2, дефицит меди наблюдается в почти во всех образцах волос и только в одной пробе соответствует норме. Повышенное количество цинка наблюдается у 50% обследованных волос, а дефицит цинка – только в одном образце.

Следует отметить, что пробы волос были взяты во время пандемии Covid -19, что объясняет как повышенные значения цинка, так и дефицит меди в образцах волос [9].

Как нами было уже отмечено выше, одним из самых загрязняющих окружающую среду промышленных регионов Грузии является г.Зестафони. Промышленные выбросы здесь загрязняют объекты окружающей среды, в том числе атмосферный воздух, что оказывает негативное влияние на здоровье человека.

Целью работы был мониторинг содержания некоторых тяжелых металлов (Cu, Pb, Cd, Zn) в волосах жителей Зестафона дифференциально-импульсным полярографическим методом. Результаты проведенного эксперимента представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Результаты исследования содержания тяжелых металлов Cu(II), Pb(II), Cd(II), Zn(II) в волосах жителей г. Зестафони.

Образец #	Содержание металлов, мкг/г			
	Cu	Pb	Cd	Zn
1	5.97	0.00	0.00	167.08
2	5.45	0.00	0.00	190.76
3	6.25	0.00	0.00	91.22
4	18.36	0.00	0.00	160.69
5	14.13	0.00	0.00	123.73
6	4.43	0.00	0.00	124.11
7	9.19	1.45	0.00	321.32
8	2.77	0.16	0.80	94.63
9	9.48	0.55	0.00	388.86
10	4.85	0.95	0.51	500.61

Всего было проанализировано 10 образцов волос женщин и детей. К сожалению, не было возможности набрать большее количество образцов волос, так как пробы волос брали в условиях пандемии и люди плохо шли на контакт.

Как видно из таблицы, содержание свинца и кадмия в образцах волос не превышает предельно-допустимой концентрации, дефицит меди обнаружен в 60% образцов. В 2009 году мы уже проводили анализ волос жителей Зестафони. Уже тогда дефицит меди наблюдался в 31% образцов. Как показал эксперимент, в 30% взятых проб наблюдается избыточное количество цинка. Эксперимент проводился в условиях пандемии, поэтому дефицит меди, также как и повышенное содержание цинка вполне объясним. Обнаруженный в 20% проб волос дефицит цинка настораживает, так как пониженное со-

держание цинка в организме человека свидетельствует об ослабленном иммунитете и поэтому в условиях пандемии возрастает опасность заражения ковидом.

В качестве иллюстраций, полученных нами экспериментальных данных, приведены рисунки 1 и 2. На рис.1 приведены полярографические кривые содержания меди(II), свинца(II), кадмия(II) и цинка(II) в волосах 12-тилетней девочки из г. Ахалцихе. Содержание меди в этом образце составляет 5,17 мкг/г, что ниже указанной ВОЗ-ом нормы, содержание цинка – выше указанной нормы (250 мкг/г). На рис.2 приведены полярографические кривые содержания вышеуказанных тяжелых металлов в волосах 63-летней женщины из г.Зестафони. В этом случае, содержание цинка в образце составляет 392 мкг/г, что гораздо превышает указанную ВОЗ-ом норму.

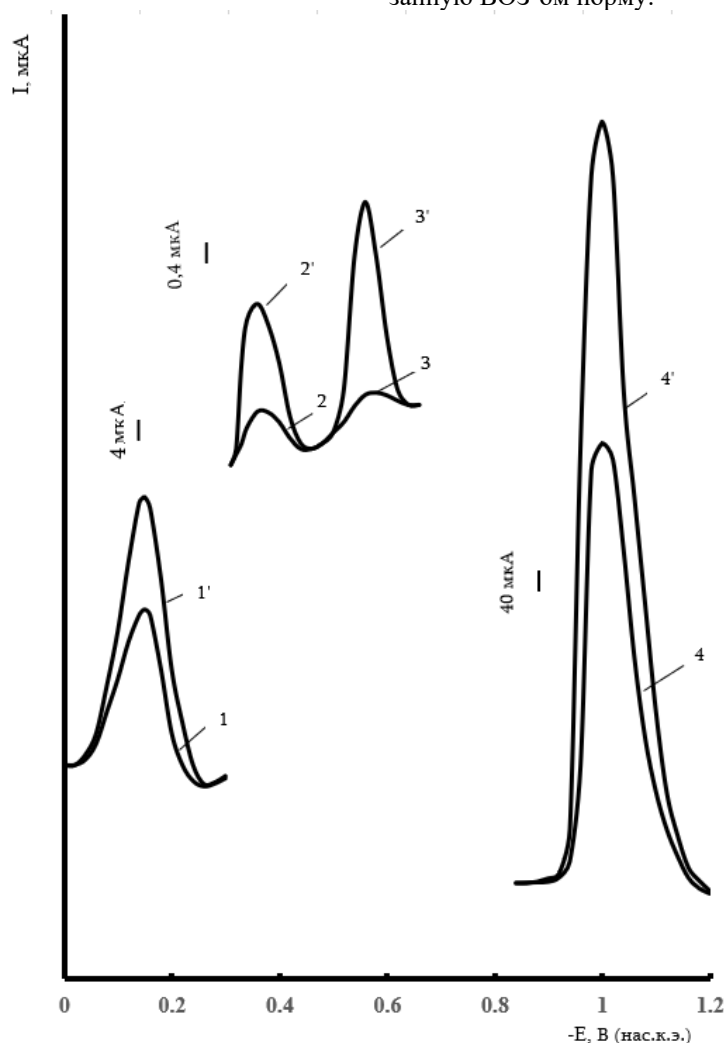


Рис.1: Полярограммы ионов меди, свинца, кадмия и цинка в 1 г волос человека в 0,1М растворе HCl: 1 – Cu(II); 2 – Pb(II); 3 – Cd(II); 4 – Zn(II); 1', 2', 3' и 4' – соответствующие стандарты.

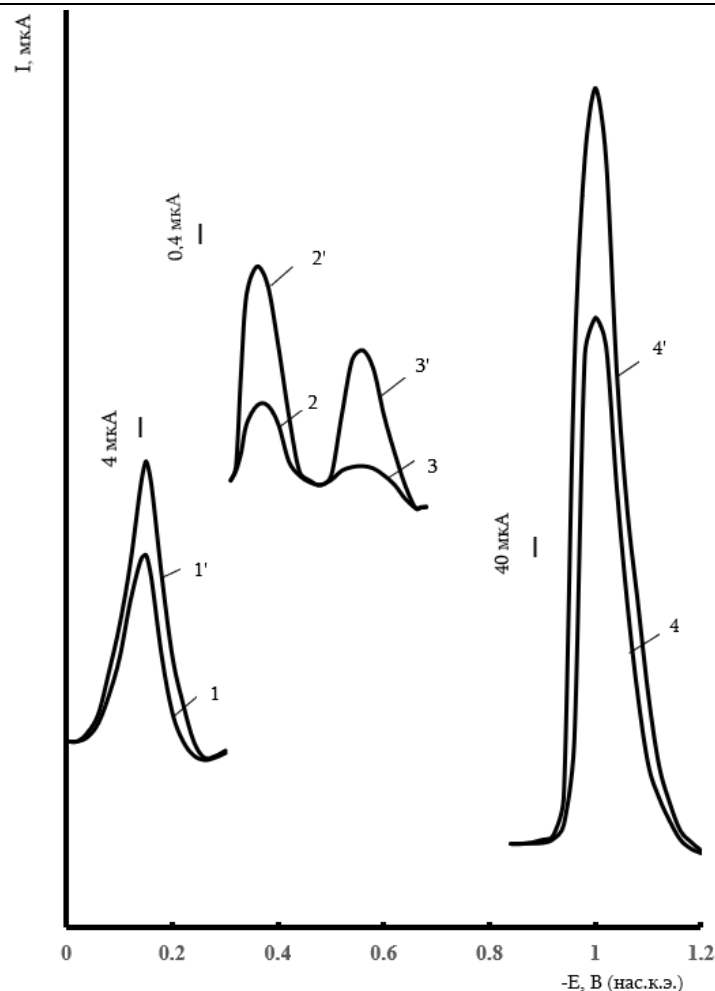


Рис.2: Полярограммы ионов меди, свинца, кадмия и цинка в 1 г волос человека в 0,1М растворе HCl:
1 – Cu(II); 2 – Pb(II); 3 – Cd(II); 4 – Zn(II); 1', 2', 3' и 4' – соответствующие стандарты.

Список литературы

1. Харисчаришвили И.З., Горгошидзе Б.Е. Анализ микроэлементного состава волос рентгенофлуоресцентным методом и его значение в деле диагностики заболеваний человека // Экспериментальная и клиническая медицина. 2006, №7(32) с.65-67.
2. Горгошидзе Б.Е., Харисчаришвили И.З. Вопросы медицинской элементологии и значение определения микроэлементов в биосубстратах для диагностики и профилактики заболеваний репродуктивной системы// Экспериментальная и клиническая медицина. 2006, №6 (31) с.60-63.
3. Салам Мухамед Ратеб, Петров С.И. Определение микропримесей меди (II), свинца (II) и кадмия (II) в пищевых продуктах методом инверсионной волюмпетрии // Ж.анал.химии. 1984, Т.XXXIX, вып.12. с. 2172-2174.
4. Микроэлементы в питании человека. Доклад комитета экспертов ВОЗ. Медицина, 1975, №532. С.73.
5. Трахтенберг И.М., Колесников В.С., Луковенко В.М. Тяжелые металлы в внешней среде. Минск: «Наука и техника», 1994, с.285.
6. Г. Авкопашвили, А. Гонгадзе Содержание тяжелых металлов в почвах некоторых промышленных районах Грузии Монография Тбилиси 2022, с.232.
7. N.G. Gigauri, L.V. Gverdsiteli, A. A. Surmava, L.N. Intskirveli. Numerical modeling of Zestafoni City Dust Distribution in Case of Background Western Wind, Georgian Engineering News, 2018, #2 (vol.86), 58-61.
8. Джапаридзе Дж.И., Шавгулидзе Н.В., Хавтаси Н.С., Енукидзе Л.Г., Харисчаришвили И.З., Кириленко Е.К., Гальченко С.Н. Определение тяжелых металлов в волосах человека методами дифференциальной импульсной полярографии и рентгеновской флуоресцентной спектроскопии. Ukrainian Journal of Occupational Health. 2008, 2(14), 58-63.
9. Status of essential elements in autism spectrum disorder: systematic review and meta-analysis. A. Saghazadeh [et al.]. Rev. Neurosci. 2017, 28 (7), 783-809.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЦЕССА СОВМЕСТНОЙ АКТИВАЦИИ МЕДНОСУЛЬФИДНОГО И МАРГАНЦЕВОГО КОНЦЕНТРАТОВ

Багатурия Л.В.

Доктор технических наук,

*Старший научный сотрудник Института неорганической химии и электрохимии
им. Р.И. Агладзе Тбилисского Государственного Университета*

Барнова Н.В.

*Научный сотрудник Института неорганической химии и электрохимии
им. Р.И. Агладзе Тбилисского Государственного Университета*

THERMODYNAMIC EVALUATION OF CO – ACTIVATION OF COPPER – SULFIDE AND MANGANESE CONCENTRATES

Bagaturia L.,

*Doctor of tech. Sciences, senior researcher of the R.I. Agladze Institute of inorganic chemistry and electro-
chemistry of Javakishvili Tbilisi State University*

Barnova N.

*Researcher of Agladze Institute of inorganic chemistry and electrochemistry Javakishvili
Tbilisi State University*

DOI: [10.5281/zenodo.8016941](https://doi.org/10.5281/zenodo.8016941)

Аннотация

Изучена термодинамика процессов активации в системах: халькопирит - диоксид марганца и халькопиритный концентрат - марганцевый концентрат.

Показано, что полученные результаты указывают на возможность протекания процесса между твердыми телами, но предположительно, имеются некоторые кинематические затруднения, которые препятствуют протеканию термодинамически возможного процесса.

Abstract:

The thermodynamics of activation processes in the systems: chalcopyrite-manganese dioxide and chalcopyrite concentrate-manganese concentrate is studied. It is shown that the obtained results indicate the possibility of a process between solids, but presumably there are some kinematic difficulties that prevent the thermodynamically possible process from occurring.

Ключевые слова: Халькопиритный концентрат, марганцевый концентрат, механохимическое активирование, термодинамический анализ, равновесное состояния системы.

Keywords: Chalcopyrite concentrate, manganese concentrate, mechanical activation, thermodynamic analysis, equilibrium state of the system.

В настоящее время механохимический способ рудоподготовки по своей эффективности и экологичности во многих случаях может оказаться предпочтительным по сравнению с традиционно известными.

Применение механохимических методов позволяет разработать технологии нового экологического уровня. Использование твердофазных превращений вместо реакций в растворах исключает источники образования жидких загрязнений, операции выделения и очистки реагентов и продуктов, сокращает число операций. [1]

В работе [2] показана эффективность совместной переработки халькопиритного и оксидного марганцевого концентратов с точки зрения экологии. Сульфидная сера, присутствующая в шихте, частично переходит в шлак в виде элементарной серы, частично – в раствор в виде серной кислоты и следовательно, исключено загрязнение окружающей среды.

Несмотря на большое число исследований по механохимии самых различных систем все еще не выработалась окончательная точка зрения на природу этих процессов, однако, общепринято мнение,

что возможными являются только такие механохимические превращения, которые возможны термодинамически. В каждом конкретном случае остается открытым вопрос -насколько полно термодинамическом смысле протекает изучаемый механохимический процесс.

Именно с этих позиций мы и подошли к изучению термодинамики процессов активации в системах: халькопирит - диоксид марганца и халькопиритный концентрат - марганцевый концентрат. Иными словами, мы поставили перед собой задачу – определить равновесные составы изучаемых систем для широкого набора условий с учетом всех возможных компонентов систем.

В основу определения равновесного состава для каждой температуры при условии $P=\text{const}$ положен известный эффект минимальности энергии Гиббса системы, находящейся в равновесии

$$G_{\text{сист.}} = \sum_{i=1}^n X_j G_j \quad (1)$$

$gde X_j$ - число молей j -го вещества (минерала);
 G_j - энергия Гиббса j -го вещества (минерала);

n - общее число минералов (веществ), учитываемых в анализе при выполнении ограничений

$$\sum_{i=1}^n \alpha_{ij} X_j = b_i \quad (2)$$

$$X_j \geq 0 \quad (3)$$

Ограничение (3) соответствует физически очевидному требованию неотрицательности количеств минералов (веществ), а условие (2) определяет замкнутость системы по массе. В этих выражениях: α_{ij} - число атомов элемента “ i ” в веществе “ j ”, b_i -

количество молей элемента “ i ” в системе, n - общее число элементов, на которых образована данная система.

Для проведения расчетов были определены молярные количества всех элементов, которые входят в состав систем: халькопирит – диоксид марганца и халькопиритный концентрат - марганцевый концентрат (табл.1,2,3). Расчеты были проведены для молярных соотношений халькопиритный концентрат: марганцевый концентрат от 10:1 до 10:50.

Табл. 1

Начальное молярное соотношение системы халькопирит: диоксид марганца (10:1)

№№	Наименование элементов	Количество молей	Мол. %
1	Cu	100	21,739
2	Fe	100	21,739
3	S	200	43,478
4	Mn	20	4,348
5	O	40	8,696

При термодинамическом анализе в решение могут войти и входят газообразные компоненты. Когда в решение входит более чем один газообразный компонент, получаемое решение является приближенным ввиду того, что газовая фаза представляется раствором, энергия Гиббса которого определяется уравнением

$$G^{г.ф.} = \sum_{k=1}^m X_k (G_k^0 + RT \ln X_k / \sum_{k=1}^m X_k) \quad (4)$$

где m - общее число газообразных компонентов в газообразной фазе;

X_k - число молей газообразного компонента «К» в равновесной смеси;

G_k^0 - стандартное значение энергии Гиббса компонента «К».

При $K=1$ (4) переходит в $G^{г.ф.} = X_k G_k$.

Термодинамика систем была изучена для большой области температур от 300 до 1000 К. Интересующая нас температура (предполагаемая температура вибропомолы) лежит в интервале от 350 до 450 К.

Табл.2

Халькопиритный концентрат: марганцевый концентрат = 10:1

№	Наименование элементов	Количество молей	мол. %
1	Fe	560	19,67
2	Cu	215	7,55
3	S	1048	36,8
4	Si	209,75	7,37
5	O	627,4	22,037
6	Al	13,98	0,48
7	Ca	89,02	3,12
8	P	0,77	0,027
9	Mn	59	2,072
10	C	24	0,84

Табл. 3

Халькопиритный концентрат: марганцевый концентрат = 10:25

№№	Наименование элементов	Количество молей	мол. , %
1	Fe	560	4,678
2	Cu	215	1,796
3	S	1068	8,922
4	Si	1003,5	8,383
5	O	6387,4	53,358
6	Al	93,98	0,785
7	Ca	444,02	3,709
8	P	20,124	0,168
9	Mn	1534,0	12,814
10	C	644,8	5,385

В таблицах 4 и 5 обобщены результаты термодинамического анализа. С увеличением температуры имеет место изменение в фазовом составе. В

системе халькопирит – диоксид марганца при 300 К в равновесной системе появляются: халькозин -

Cu_2S , CuFeO_2 , Fe_2S_3 , Fe_3O_4 – α -магнетит, Fe_2O_3 – гематит; выше 800 K Fe_2S_3 и при 1000 K Fe_3O_4 и Fe_2O_3 «исчезают» и имеет место появление новых фаз FeS и SO_2 .

При 300K в системе халькопиритный концентрат - марганцевый концентрат равновесным является большое число минералов (табл. 5). При 500 K

разлагается MnCO_3 и в системе появляется CO_2 . Выше 600 K весь кварц (SiO_2) расходуется и способствует появлению новых соединений: $\text{CaO} \cdot \text{FeO} \cdot 2\text{SiO}_2$, $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$, $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ и Mn_2SiO_4 .

Табл. 4

Система халькопирит – диоксид марганца

№	T,K наим. вещества	300	400	500	600	700	800	900	1000
1	Fe_3O_4	+	+	+	+	+	+	+	-
2	MnO	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Fe_2O_3	+	+	+	+	+	+	+	-
4	Cu_2S	+	+	+	+	+	+	+	+
5	MnSO_4	+	+	+	+	+	+	+	+
6	Mn_3O_4	+	+	+	+	+	+	+	+
7	FeS_2	+	+	+	+	+	+	+	+
8	CuFeO_2	+	+	+	+	+	+	+	+
9	Fe_2S_3	+	+	+	+	+	-	-	-
10	FeS	-	-	-	-	-	-	+	+
11	SO_2	-	-	-	-	-	-	+	+
12	CuFeS_2	-	-	-	-	-	+	-	-

В процессе часть пирита и весь халькопирит переходят в другие соединения - Fe_2S_3 , Cu_2S , FeS и в небольшом количестве в Fe_3O_4 ; при 800 K Fe_2S_3 , а при 900 K Fe_3O_4 «исчезают» и в системе появляются FeO , FeS и SO_2 . Так как технологический процесс – вибропомол – проводился при молярном соотношении халькопиритный концентрат: марганцевый концентрат = 1:2,5 и в температурном интервале

350 – 450 K, то для этих условий был проведен термодинамический анализ. В табл.3 и 6 даны начальное и равновесное состояния системы. Равновесными являются минералы (табл.6) - CaCO_3 – кальцит, Mn_2SiO_4 – тефроит, Fe_2O_3 – гематит, FeS_2 – пирит, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ – каинит, MnSO_4 , Cu_2S – халькозин, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ – аппатит, SiO_2 - α - кварц, MnCO_3 – родохрозит.

Табл. 5

Система халькопиритный концентрат - марганцевый концентрат

№	T,K наим. веществ	300	400	500	600	700	800	900	1000
1	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	+	+	+	+	+	+	+	+
2	$\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$	+	+	+	+	+	+	+	-
3	CaSiO_3	+	+	+	+	+	+	+	+
4	Fe_2S_3	+	+	+	+	+	-	-	-
5	MnCO_3	+	+	-	-	-	-	-	-
6	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$	+	+	-	-	-	-	-	-
7	Fe_2O_3	+	+	+	+	-	-	-	-
8	Cu_2S	+	+	+	+	+	+	+	+
9	FeS_2	+	+	+	+	+	+	+	+
10	SiO_2	+	+	+	-	-	-	-	+
11	Mn_2SiO_4	+	+	+	+	+	+	-	+
12	MnSO_4	+	+	+	+	+	+	-	-
13	Fe_3O_4	-	+	+	-	+	+	-	-
14	CaCO_3	+	-	+	+	+	-	+	-
15	$\text{CaO} \cdot \text{FeO} \cdot 2\text{SiO}_2$	-	-	-	+	+	+	-	-
16	CO_2	-	-	-	+	+	+	+	+
17	Al_2O_3	-	-	-	-	+	+	+	+
18	$\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	-	-	-	-	+	+	+	+
19	CuFeS_2	-	-	-	-	-	+	+	-
20	SO_2	-	-	-	-	-	+	-	+
21	$2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$	-	-	-	-	-	+	+	+
22	MnO	-	-	-	-	-	-	+	+
23	FeO	-	-	-	-	-	-	-	+
24	FeS	-	-	-	-	-	-	-	+

Равновесное состояние системы халькопиритный концентрат - марганцевый концентрат
(соотношение 10:25)

№	Наименование минералов	Количество молей	Мол. %	Мас. %
1	CaCO ₃	413,8	16,9	12,8
2	Mn ₂ SiO ₄	544,6	22,2	34,1
3	Fe ₂ O ₃	93,3	3,8	4,6
4	FeS ₂	373,3	15,2	13,88
5	Al ₂ O ₃ .SiO ₂	46,99	1,9	2,36
6	MnSO ₄	213,8	8,74	10,01
7	Cu ₂ S	107,5	4,39	5,3
8	Ca ₃ (PO ₄) ₂	10,06	0,41	0,96
9	SiO ₂	411,9	16,83	7,67
10	MnCO ₃	230,9	9,44	8,23

По результатам анализа можно сделать заключение, что в системе должны иметь место заметные превращения с образованием растворимых форм марганца и распадом халькопирита. Для определения глубины этих превращений были проведены рентгенофазовый и рентгеноспектральный анализы [3]. Оказалось, что с точностью, которую обеспечивают эти методы анализа, вышеуказанные изменения фазового состава шихты не подтвердились. Следовательно, можно заключить, что вибропомол приводит, в первую очередь, к разрыхлению кристаллической решетки и, возможно, к неидентифицируемым в рамках примененных методик, топохимическим превращениям, которые, в свою очередь, резко облегчают дальнейшие химические превращения при выщелачивании.

Упомянутые в работе [3] точечные дефекты, дислокации доходят до влияния высоких температур. В классической работе Боудена и Тайбора [4], посвященной трению между твердыми телами было показано, что если две твердые поверхности находятся в контакте, то действительной площадью контакта является не проектируемая геометрическая площадь, а меньшая во много тысяч раз. В случае растирания или помола вся работа трения переходит в тепло на этой очень малой площади и, таким образом, поверхностная температура в локально очень ограниченных точках контакта достигает большой величины. Измеренная температура в точках контакта может превышать 1000⁰С. Эта температура не распространяется на основную массу материала, ибо быстро понижается с удалением от точек контакта в следствие сравнительно высокой теплоемкости основной массы материала.

При воздействии высоких локальных температур кристаллическая решетка теряет свою прежнюю форму (дислокации, точечные дефекты и т.

п.), после снятия температурного воздействия решетка останется разрыхленной.

Проведенные анализы указывают на возможность протекания процесса между твердыми телами. Можно предположить, имеются некоторые кинематические затруднения, наличие которых препятствует протеканию термодинамически возможного процесса.

Анализ результатов выполненных физико-химических исследований дает возможность предполагать, что в процессе измельчения материала в высоконапряженных аппаратах механоактивация вызвана воздействием на кристаллическую решетку вещества. При этом энергия подведения к измельчаемому веществу тратится не только на создание новой поверхности и выделения в виде тепла, но и накапливается в виде дефектов кристаллической решетки, что и делает вещество активным при дальнейшей обработке.

Список литературы

1. О. И. Ломовский, В. В. Болдырев. Механохимия в решении экологических задач. Аналит. обзор. — Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2006, с.221 (Сер. Экология. Вып. 79)
2. Bagaturia L.V., Gaprindashvili V.N., Chkonia T.K., Purtseladze B.H., Lezhava T.T. Ecological aspects of combined recycling of copper-sulfide and oxidized manganese concentrates. Georgia chemical journal. vol.12, #1, 2012, p.57-50
3. Bagaturia L.V., Barnovi N.V., Chikovani K. K. Study joint mechanically activated mixture chalcopirite and manganese oxide concentrates radiographic method. Slovak international scientific journal, #28, 2019, vol.1, p.4-10
4. Труды Европейского совещания по измельчению. Пер. А.А. Ласточкина. — Москва, Стройиздат, 1966.

ECONOMY

THE FIGHT AGAINST WATER SHORTAGE - A GLOBAL CHALLENGE

Muradova N.,

*Baku State University
ph.d*

Alizada Kh.,

*Baku State University
State and public relations/ bachelor*

Mutallimov Kh.

*Baku State University
State and public relations/ bachelor*

DOI: [10.5281/zenodo.8016945](https://doi.org/10.5281/zenodo.8016945)

Abstract

The presented article examines the issue of water scarcity that is affecting our humanity. In the study, the distribution of world water resources, the impact of human activities on water availability, the main sources of pollution of natural waters, the existing water supply were extensively analyzed, forecasts and recommendations were reflected due to the increasing demand for water use in agriculture and industry. It was emphasized that implementing uncompromising measures at the state level is crucial to prevent widespread pollution. The article also demonstrates the situation regarding water resources and their use in the republic of Azerbaijan.

The relevance of researching the problem of water scarcity, providing different approaches and solutions to overcome this problem lies in the fact that about 25 percent of the world's population lives in 36 countries with extremely high water stress, where they suffer from this issue and may potentially lead to a complete depletion of water resources in the future.

To conduct a more detailed investigation of the topic studied in the article, the study analyzed materials, articles, and books related to water scarcity in the world and in Azerbaijan, and utilized the historical-comparative method to investigate the causes of water scarcity and to compare the percentage indicators of water scarcity from several years ago to present day.

Keywords: depletion of water resources, environment, pollution, water conflicts, consumption, water supply, water shortage, infrastructure.

Introduction.

Water is a limited and precious natural resource that is essential for life and cannot be replaced by any other substances. Access to safe water should be recognized as a fundamental human right. In other words, water should be seen as a social value. The solution to the water problem must first be started by questioning people's views on water. Unfortunately, common expressions such as “”, “” create the impression that water is inexhaustible, cheap, and insignificant resource. It is more difficult to accustom a person brought up with these thoughts to save water.

Water scarcity is defined as the lack of access to safe water, and the unconscious consumption of water. Access to fresh water decreases as the world's population grows, and the climate changes become more frequent. Currently, 785 million people around world lack access to clean drinking water, and over 800 children die every day from diarrhea caused by unsafe water, sanitation, and hygiene. Without adequate access to clean water, people can remain trapped in poverty for generations.

According to the World Resources Institute, 36 countries are already experiencing high water stress, including Uzbekistan, Afghanistan, Armenia, and Kyrgyzstan. Azerbaijan is among the countries with moderate water stress, while Tajikistan, North Macedonia, Bulgaria, and Kazakhstan are also on the list [8]. This means that the demand for water resources for settlements, industries, and agriculture is already exceeding

the available supply. The rapid growth of the world's population and climate change exacerbate this problem, causing some regions to receive too much water, while others become more arid and desertified [8].

It is well-known that since the middle of the 20th century, the countries in the Middle East, North Africa, Central Asia, and Southeast Asia have experienced the pressing issues of poverty, food shortages, rising prices, unemployment, corruption, and organized crime, many of which are linked to water scarcity. The availability of fresh water is a critical factor in the region, and its scarcity can have significant impact on domestic politics [2].

Water is used in different ways across the world. In fact, 3,500-3,600 km³ of water is used annually in agriculture in the world, 70% of which is used for irrigation. The amount of water used in agriculture is 3-4 times higher than the amount used in industry. Another area of water use is for domestic and household purposes. Only 4% of the world's population has enough water, which is 300-400 liters per person per day, of which 10% is high-quality drinking water.

According to the international conference in Rio de Janeiro, one in three people in developing countries suffers from a lack of drinking water. 80% of diseases and 1/3 of deaths worldwide are related to inadequate access to clean water and poor sanitation. Therefore, providing high-quality water to the world's population is one of the main issues [2].

In 1977, the global community first expressed concern about the depletion, pollution, and irrational use of water resources by evaluating the global risk probabilities and the predictions. In the same year, the First United Nations Conference on World Water Resources was held in Mar de Plata, Argentina, where delegates agreed to assess the global nature of hydrological problems, promote interstate cooperation in this direction, and launch the "International Fresh Water and Sanitation" decade. In this regard, the Dublin Conference in 1992 was also successful in developing first principles of international cooperation in the direction of solving fresh water problems. In the document, known as the "Dublin Principles", the importance of protecting and managing water resources through joint efforts, recognizing the economic and social value of water, and acknowledging the limited nature of freshwater resources were emphasized [14].

The issue of global freshwater problems was extensively discussed at the UN Millennium Summit. The document titled "Millennium Development Goals," adopted during the summit, set a primary objective for the 193 member states of the international community and 23 international organizations: to reduce by 2015 the number of people lacking access to freshwater resources and basic sanitation. Throughout human history, approximately 3,600 agreements have been concluded on the control and use of water sources. Among these agreements, the first document specifically addressing international rivers was the "Rules for the Use of International Rivers," which originated from the session of the International Law Association held in Helsinki in 1966 and became known as the "Helsinki Rules." The "Helsinki Rules" encompassed a wide range of procedural rules, including the control of transboundary waters, prevention of pollution, regulation of vessel traffic, and the resolution of interstate disputes through peaceful means. Notably, the Helsinki Rules introduced the principle of conscious and equitable utilization of water resources as the foundation for establishing a legal framework governing the exploitation of transboundary waters. According to this principle, each state should utilize transboundary waters within its territory based on its essential needs while considering the rights of other neighboring states [14].

While the situation regarding the water resources of the Republic of Azerbaijan and their management is indeed challenging, it is not without hope. The country faces certain difficulties in controlling and utilizing its freshwater sources. Situated in an arid zone, Azerbaijan significantly lags behind other countries in the South Caucasus region and neighboring Russian Federation when it comes to surface water resources per square kilometer of its territory and per capita. Surprisingly, Georgia holds 62% of the total water resources in the Southern Caucasus, followed by Armenia with 28%, while Azerbaijan only has access to 10%. On average, approximately 10-14 cubic kilometers of water are extracted from natural resources annually, with agriculture accounting for 60-70% of usage, and industry utilizing 20-25% [7].

While the country possesses 4.6 million hectares of agriculturally suitable land, only 1.45 million hectares are currently under irrigation, with 90% of agricultural production taking place in these areas. Unfortunately, until 2012, comprehensive reclamation efforts were able to cover only 610 thousand hectares of those irrigated lands [7].

The ecological situation in the Araz River is alarmingly worse compared to the Kura River. Beginning from Gyumri and extending to the border region with Nakhchivan AR, the Araz River receives untreated domestic and industrial wastewater from over 10 industrial cities in Armenia. Moreover, the Gederchay, Votran, and Akhuryan rivers, which flow into the Araz River from the enemy's territory, have been severely contaminated. These rivers exhibit extremely low oxygen levels, with an acidity indicator dropping to pH 2.4. The microflora in the water decreases by 180-200 times, and the vegetation along the river banks is also devastated. Additionally, one of the most polluted rivers of Araz is Okchuchay [3].

The chemical composition of the Kura and Araz rivers, as well as their tributaries, has undergone significant changes due to the growing impact of human activities. Over the past 40 years, the mineral content of the Kura River near the city of Salyan, Azerbaijan, has more than tripled, reaching 1020 mg/l. Similarly, water mineralization in the Saatli area of the Araz River has increased from 400 mg/l to 1300 mg/l. Previously classified as hydrocarbon and calcium-rich, the rivers' water now falls into the sulfate-sodium category. The primary factor responsible for these shifts in chemical composition and water quality is the discharge of water from irrigated fields and collector drainage into the Kura River and its tributaries. Furthermore, recently, pollution has been observed in rivers that are not directly connected to the Kura-Araz basins but flow directly into the Caspian Sea. These include rivers in the northeastern part of the Greater Caucasus and the Lankaran natural region, such as Gusarchay, Gudyalchay, Valvalechay, Karachay, Atachay, Gilgilchay in the Guba-Khachmaz region, and Lankaranchay, Vilashchay, and others in the Lankaran region. These rivers face continuous pollution from settlements and agro-industrial farms [3].

How does the water crisis affect the economy?

The search for a safe water source consumes a significant amount of time, resulting in billions of dollars in lost economic opportunities. A staggering 785 million people worldwide still lack access to safe water, with women often bearing the burden of water collection. They spend hours each day, repeatedly queuing at crowded water kiosks or embarking on long journeys to distant sources like rivers and ponds. This time is wasted, no income is earned. The economic impact of inadequate access to basic water and sanitation is profound, with an estimated global loss of \$260 billion annually [12].

Water scarcity has significant economic implications, particularly in the agricultural sector. While agriculture itself contributes to water scarcity, it also heavily relies on this precious resource. The consequences of water scarcity on agriculture are evident in various

regions, such as Morocco, where the depletion of water resources has resulted in environmental degradation and a staggering estimated loss of around US\$350 million in agricultural land use. The impact of water scarcity extends beyond Morocco. Countries like India, China, and those in the Middle East are grappling with severe drought conditions, severely affecting farm production and causing a dangerous surge in food prices [13].

Priority should be given to the efficient utilization of local water resources to meet the growing water demand, while also ensuring that the transfer of water from neighboring basins does not exceed a certain threshold of the total demand. Preserving the delicate balance of the existing ecosystem within the water basin is paramount. It is crucial to avoid falling into a vicious cycle where attempts to address one problem inadvertently create multiple other challenges. Moreover, excessive reliance on external water sources carries inherent risks. The availability of water from other basins is not guaranteed, and the water basin itself may face the imminent threat of drought.

Many agricultural fields still rely on simple flood or surface irrigation as their primary method of watering crops. However, this traditional approach often leads to excessive water application, resulting in waterlogging of fields and significant water losses due to evaporation and transport. Promoting farmer education about potential water loss, establishing water-use reduction targets, enhancing irrigation methods, and providing financial support for water-saving technologies are essential steps towards mitigating wasteful water usage in agriculture.

Rising food prices and water shortages are intensifying regional conflicts and prompting people to migrate towards regions with readily available water

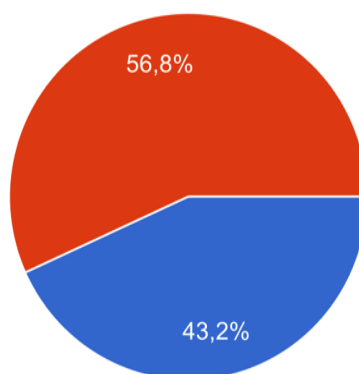
sources. Water scarcity leads to a scarcity of food, causing an increase in commodity prices and impeding trade with developing economies. This situation ultimately leads to social unrest and conflicts over water resources. Water scarcity not only affects rainfed and irrigated agriculture but also has a direct impact on animal husbandry and an indirect impact on the food processing industry [13].

The problem was investigated using a survey method, with the participation of approximately 3,000 individuals. The survey revealed that 6.4% of respondents were unaware of water scarcity, while 93.6% were aware of it. Furthermore, 43.2% of the population reported experiencing water shortages in their region, while 56.8% did not face any issues. The survey also aimed to identify the water conservation goals of the citizens. Additionally, participants were asked to rate the quality of their local freshwater supply on a scale of 1 to 10. Based on the feedback received, many individuals expressed concerns about the cleanliness of the water and its unsuitability for drinking due to the presence of chlorine. Finally, respondents were asked to propose steps to address this problem. Various approaches were suggested, including educational campaigns, the adoption of new technologies, desalination methods, water meter limitations, equitable distribution of water resources and so on.

In summary, it is evident that people are facing a severe water shortage and expressing their dissatisfaction with the current situation. Failure to address this problem could have grave consequences, including potential conflicts, both domestically and globally.

The percentage breakdown of population awareness regarding the issue of water shortage in the world is as follows:

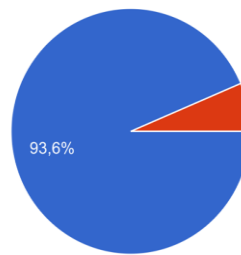
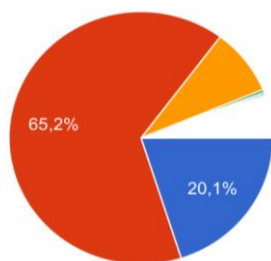
It appears that a majority of people are confronted with this problem and endure its consequences.



The breakdown of water scarcity percentages in the regions is as follows:

When questioned about people's objectives in conserving water in their daily usage, it emerged that 65.2% expressed concerns over the diminishing water

resources, 20.1% were apprehensive about high meter readings, and 8.6% admitted to not making any efforts to save water. Additionally, approximately 6% of individuals stated that they save water due to their belief that wasting it is sinful.



Conclusion and suggestions.

Due to pollution, excessive evaporation, and unsustainable consumption, the world's freshwater resources are depleting at an alarming rate. Addressing water scarcity requires a comprehensive approach that integrates various disciplines. Effective management of water resources is essential to ensure equitable socio-economic development while preserving the integrity of the ecosystems.

The following recommendations have been proposed to enhance water infrastructure and alleviate pressure on freshwater supplies:

1. The highest quality standards must be met for the water used for drinking and daily purposes.
2. New wells should be dug, damaged ones should be repaired, and leaking wells should be closed.
3. The prevention of artificial damming and alteration of river courses should be prioritized.
4. Special reservoirs and water pools should be built.
5. Working groups should be established for comprehensive assessment and analysis of water resources.
6. Information sessions and seminars on water management should be organized to educate people about responsible water consumption.
7. The improvement of irrigation techniques and the application of modern measurement technologies should be pursued.
8. The cleanliness of surface water sources should be ensured, and the number of water treatment facilities should be increased with funds allocated by the government.
9. The constitutional guarantee of the right to access water should be upheld.
10. Natural ecosystems, such as wetlands and forests, which play a vital role in collecting, filtering, storing, and releasing water, should be protected and restored. Drained wetlands should be re-watered.
11. The reuse of wastewater should be promoted in urban areas with growing populations and limited water supplies, while efforts should be made to reduce the discharge of polluted water to improve the quality of rivers and lakes.

It is crucial for governments to invest in infrastructure, while individuals and businesses must collaborate in a sustained and coordinated effort to alleviate long-

term water scarcity. In summary, it should be emphasized that failure to take necessary measures poses a significant threat to national security, as severe droughts loom not only for our country but also for other nations in the future.

References

1. Əliyev F.Ş. Azərbaycan Respublikasının yeraltı suları, ehtiyatlarından istifadə və geoeoloji problemləri. "Çaşıoğlu", Bakı, 2000.326s.
2. Eral Topçu, "Bir İnsan Hakkı Olarak Su Hakkı", İnsan Hakları Yıllığı Dergisi, İl: 2008, Ankara, 22 s.
3. Əliyev F.Ş., Məmmədova M.A. Bakı şəhəri əhalisinin mövcud və gələcək su təchizatı mənbələri, onların ekoloji problemləri. "Çaşıoğlu", Bakı-2003.198 s.
4. Əsgərzadə V.(2016). Azərbaycanda su ehtiyatlarının təsərrüfat və ekoloji əhəmiyyəti. 51-60 s.
5. Igor A. Shiklomanov (1998). World Water Resources: Distributed Variability Of Earth's Water Resources, p.7-15.
6. <https://www.worldwatercouncil.org/en/vision-mission>
7. <https://e-qanun.az/framework/28153>
8. <https://www.bbc.com/azeri/articles/ckv39z2gxn5o>
9. <https://e-qanun.az/framework/74>
10. <http://www.anl.az/down/meqale/adalet/2010/noyabr/140061.htm>
11. <http://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/gelecek-teki-tehlike-su-kitligi>
12. <https://water.org/our-impact/water-crisis/economic-crisis/>
13. <https://globalriskinsights.com/2016/12/economic-cost-global-water-scarcity/>
14. http://elibrary.bsu.edu.az/files/books_460/N_210.pdf
15. <https://www.nationalgeographic.com/environment/freshwater/freshwater-crisis/>
16. <http://www.unwater.org/water-facts/scarcity/5>
17. https://environment.ec.europa.eu/topics/water/water-scarcity-and-droughts_en
18. <https://www.geostrategiya.az/news.php?id=46>

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СОЦИАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ НА ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ
АЗЕРБАЙДЖАНА****Аббасова С.***Ассистент кафедры Агробизнес и менеджмент
Азербайджанского Государственного Аграрного Университета***Надирханова Д.***Ассистент кафедры Агробизнес и менеджмент
Азербайджанского Государственного Аграрного Университета***ANALYSIS OF THE IMPACT OF SOCIAL FACTORS ON THE ECONOMIC DEVELOPMENT OF
AZERBAIJAN****Abbasova S.,***Assistant of the Department of Agribusiness and Management,
Azerbaijan State Agrarian University***Nadirkhanova D.***Assistant of the Department of Agribusiness and Management,
Azerbaijan State Agrarian University*DOI: [10.5281/zenodo.8016951](https://doi.org/10.5281/zenodo.8016951)**Аннотация**

В статье рассматривается ряд социальных факторов, по мнению авторов, наиболее существенно влияющих на экономическое развитие Азербайджана. Среди них выделяются такие индикаторы, как коэффициент рождаемости и смертности, ожидаемая продолжительность жизни, число студентов, численность больных с впервые в жизни установленным диагнозом, среднедушевые доходы.

Abstract

The article examines a number of social factors that, according to the authors, most significantly affect the economic development of Azerbaijan. Among them, there are such indicators as the birth rate and mortality, life expectancy, the number of students, the number of patients with a diagnosis for the first time in their lives, average per capita income.

Ключевые слова: экономический рост, социальные факторы, анализ.

Keywords: economic growth, social factors, analysis.

Введение

Главной целью любой страны с точки зрения экономики является её экономический рост. Именно благодаря ему увеличиваются как доходы всей страны, так и отдельных граждан, что в свою очередь позволяет повысить уровень и качество жизни населения, создать материальную базу для решения социально-экономических проблем и обеспечить безопасность страны. Экономический рост увеличивает производственные возможности страны, создавая необходимые условия для более полной реализации экономических целей и перехода на следующую ступень развития.

Учёные-экономисты выделяют два пути экономического роста: «развитие без роста» и «рост без развития». Первый вариант характеризуется незначительным ростом ВВП при высоком уровне национального дохода на душу населения. В этом случае людям обеспечено высокое качество жизни, в производстве используются новейшие достижения НТП, средства направляются в долгосрочные инвестиционные проекты социальной, экологической, инновационной направленности.

Вторая концепция подразумевает экономический рост, который не сопровождается повышением уровня жизни их населения. Источником роста ВВП экстенсивное использование природных, материальных и трудовых ресурсов. Распределение

доходов государства происходит неравномерно, увеличивается расслоение общества, которое таким образом усугубляет относительную бедность.

Экономическому росту как основному пути к процветанию нации посвящены работы многих экономистов-исследователей, однако в настоящее время такой подход требует пересмотра. На данный момент существует большое количество исследований, посвященных вопросам выявления связи между экономическим ростом и отдельными макроэкономическими индикаторами развития экономических систем. Среди них можно выделить работы S.N. Durlauf, P.A. Johnson, J.R.W. Teple, которые выделили более 100 таких параметров [1].

Однако в последнее время всё чаще в исследованиях такого рода стали прибегать к измерению динамики уровня благополучия каждого человека в отдельности и общества в целом. Таким образом, в этих работах подчеркивается важность социальных индикаторов развития современных социально-экономических систем. Среди них особая роль отводится качественным параметрам человеческого капитала как определяющим факторам современного экономического роста [4; 5].

Среди показателей наиболее значимыми считаются два элемента человеческого капитала: капитал образования и капитал здоровья [6–9]. Благо-

даря капиталу образованию, в результате наукоёмкого обновления и преобразования производственных факторов обеспечивается соответствие человеческого капитала требованиям к его качеству. Здоровье оказывает положительное воздействие на качество человеческого капитала и на производительность труда [10]. Хотелось бы выделить тот факт, что во многих исследованиях капитал здоровья и образования рассматриваются, как два взаимосвязанных показателя. Причиной этого является то, что с точки зрения индивида необходимым условием увеличения инвестиций в образование становится продолжительность использования человеческого капитала, так как только тогда инвестиции в образование будут эффективными [10; 12; 13].

Так же ряд учёных выделяют такой социальный фактор, как уровень неравенства доходов населения, который создаёт условия для реализации человеческого капитала [3; 14; 15].

Сейчас широко распространено использование экономико-математического моделирования, с помощью которого мы можем судить о вкладе социальных индикаторов на экономический рост государства. В данной статье мы попытались определить значимость и важность социальных индикаторов в развитии экономики страны и, следуя этому принципу, мы более подробно попытались проанализировать результаты исследований, посвящённых оценке влияния показателей изменений в воспроизводстве человеческого капитала, в уровне благосостояния и глубине социального неравенства на темпы экономического роста в Азербайджане.

Теоретико-методологические основы исследования

Анализ исследований учёных о связи человеческого капитала и экономического роста наглядно показывает их взаимное влияние. Так, M.S. Delgado, D.J. Henderson, C.F. Parmeter проанализировав 15 моделей, пришли к выводу, что человеческий капитал может как положительно, так и отрицательно влиять на развитие экономики страны [18]. В исследовании E.A. Hanushek, D.D. Kimko, наоборот, выявлено сильное надежное влияние качества человеческого капитала на темпы экономического роста [19].

Существуют так же исследования, которые касаются взаимосвязи между уровнем здоровья населения и ВВП страны. Так, например, D. Acemoglu и S. Johnson исследовав данные нескольких стран за период 1940 по 1980 год, установили, что увеличение продолжительности жизни положительно влияет на увеличение численности населения, но отрицательно – на ВВП на душу населения [20]. Но это оспаривают в своих работах M. Cervellati, U. Sunde [21] и K. Minamimura, D. Yasu [13], ссылаясь на предшествующие теоретические и эмпирические исследования. В них говорится о том, что снижение смертности и улучшение здоровья населения положительно влияют на экономический рост в стране.

M. Cervellati, U. Sunde выявили, что повышение ожидаемой продолжительности жизни негативно воздействует на ВВП на душу населения в странах, еще не переживших переходный период, но позитивно – в тех, где переход произошел [21]. Причина кроется в том, что страны, пережившие демографический переход, развиваются в основном за счёт человеческого капитала. Но инвестировать в него выгодно только при условии при увеличении продолжительности жизни.

Такие учёные, как K. Minamimura, D. Yasu. Так же пришли к выводу о наличии взаимосвязи качества человеческого капитала населения и уровня смертности в стране с динамикой ВВП на душу населения. В странах с высоким уровнем образования снижение уровня смертности приводит к увеличению ВВП на душу населения, тогда как в странах с низким уровнем образования, напротив, верны обратные зависимости [13].

Изучив данные из 28 стран ЕС, S. Barcenilla-Visu, C. Lopez-Pueyo установили, что рост доли высококвалифицированных работников влияет на способность создавать инновации, обеспечивающие технологическое преимущество национальной экономики [23].

Однако эмпирические оценки влияния изменений в технологической структуре экономики и связанных с ними изменений в качестве человеческого капитала на рост национальных экономических систем неоднозначны. К примеру, P.M. Gil, O. Afonso, P. Brito для выявления структурных взаимосвязей между экономическим ростом, структурой технологий и структурой навыков работников использовали модифицированную модель эндогенного роста, учитывающую гибкую структуру технических изменений. На основе выявленных данных по Европе авторы приходят к выводу о статистически незначимой взаимосвязи между исследуемыми параметрами, за исключением существенной положительной связи между структурой навыков работников и структурой технологий. По мнению P.M. Gil, O. Afonso, P. Brito, это обусловлено высокими барьерами для входа в высокотехнологичный сектор, ограничивающими мобильность на междустрановом и национальных рынках труда. Они ослабляют влияние доли высококвалифицированной рабочей силы на темпы экономического роста национальной экономики, поскольку предприятия высокотехнологичного сектора экономики являются единственными работодателями для высококвалифицированных работников. Следовательно, улучшение структуры квалификации работников не приводит к автоматическому росту доли высокотехнологичного сектора вместе с увеличением темпов экономического роста, как указано в европейской стратегии развития «Европа 2020: стратегия разумного, устойчивого и всеобъемлющего роста», без политики, направленной на снижение барьеров для входа в данный сектор экономики [31].

Важное значение, как показали G.A. Cornia и J. Court, имеет глубина дифференциации доходов населения. Ученые, используя данные по 73 стра-

нам за период 1960–1990 гг., опираются на значение коэффициента Джини. Если значение этого показателя меняется в диапазоне от 0,25 до 0,40, то оно оказывает стимулирующее влияние на экономический рост, в то время как при значении, равном 0,45 и выше, увеличение неравенства в доходах сдерживает его. Кроме того, важно учитывать уровень развития страны в данный момент времени и начальный уровень неравенства доходов населения [35]. Заметим, что в продолжительной дискуссии экономистов, посвященной анализу взаимосвязи неравенства доходов населения и экономического роста, ученые все чаще придерживаются мнения о его негативном характере, в особенности для возможности экономического развития [3; 36].

Представленный выше обзор исследований экономистов составляет основу наших исследований, показывающих значимость и величину вклада социальных переменных в экономический рост.

Результаты исследования влияния социальных процессов на экономический рост

Анализ проводился на основе данных, взятых из официального сайта Комитета Статистики Азербайджанской Республики за период с 2012 по 2021 года. Результативным признаком является ВВП на душу населения, т. к. он позволяет не только количественно измерить экономику страны, но и определить качество развития социально-экономической системы в целом. Таким образом, это показатель косвенно характеризует уровень благополучия каждого индивида в отдельности.

Перечень объясняющих переменных и их обозначения представлены в *таблице 1*.

Таблица 1.

Переменные для анализа исследования

Фактор	Обозначение	Характеристика	Единицы измерения
Коэффициент рождаемости	Fertility rate (FR)	Отношение числа родившихся людей к общему числу населения в единицу времени	промилле
Коэффициент смертности	Mortality (MR)	Отношение числа умерших людей к общему числу населения в единицу времени	промилле
Ожидаемая продолжительность жизни	Life expectancy (LE)	Значение средней продолжительности предстоящей жизни, прогнозируемое в предположении, что уровни смертности населения во всех возрастах в будущем останутся такими же, как в рассматриваемом году.	лет
Коэффициент заболеваемости	Incidence rate (IR)	Определение заболеваемости по числу новых случаев возникновения болезни в данной популяции за рассматриваемый период времени. Данный коэффициент может быть выражен через количество заболевших человек или число случаев развития заболевания, приходящихся на 1000 человек.	Промилле
Число студентов	Number of students (St)	Число студентов, обучающихся в ВУЗ, рассчитанная на 10000 человек	на 10000 чел. населения
Денежные доходы на душу населения за месяц	Per capita income of the population (Income)	Исчисляются путём деления общей суммы денежных доходов на численность населения.	Манат

На следующей *таблице 2* рассмотрим эти показатели более подробно.

Таблица 2.

Показатели переменных за период 2012-2021 года

Показатели Год	ВВП страны	Коэффициент рождаемости	Коэффициент смертности	Ожидаемая продолжительность жизни	Численность больных с впервые в жизни установленным диагнозом	Число студентов	Денежные доходы на душу населения за месяц
2012	54743.7	2,16	0,0290	70,4	1686887	152028	190,9
2013	58182,0	2,17	0,0271	70,9	1739584	158144	214,7
2014	59014,1	2,16	0,0252	71,1	1852918	165336	230
2015	54380	2,10	0,0235	71,5	1824086	168041	240,5
2016	60425.2	2,00	0,0220	72	1867071	170740	257,8
2017	70337.8	1,75	0,0205	72,2	1875652	175041	268,4
2018	80092	1,73	0,0194	72,8	1895897	184211	276
2019	81896.2	1,83	0,0183	73,1	1936715	196161	292,6
2020	72578.1	1,68	0,0177	66,9	1800853	207567	291,4
2021	92857.7	1,66	0,0167	69,4	2219145	221871	300,6

Источник: Комитет Статистики Азербайджанской Республики

<https://www.stat.gov.az/>

Проанализировав данные из таблицы, мы наблюдаем рост ВВП с 2012 по 2014 год. Но затем в 2015 году по сравнению с 2014 годом происходит его спад на 7,9%. Он связан со снижением цены на нефть, а следовательно с уменьшением доходов страны, так как Азербайджан является в основном нефтедобывающей страной. Все перечисленные в статье социальные факторы в той или иной форме имеют влияние на ВВП страны. Коэффициент рождаемости уменьшается, несмотря на увеличение численности населения. Если раньше в семьях в среднем бывало 3-5 детей, то сейчас максимум двое, иногда трое. Это в первую очередь связано с нестабильным экономическим положением. Но коэффициент смертности тоже уменьшается. Чем выше же продолжительность жизни населения, тем больше ВВП. Невозможно не отметить фактор образованности в стране, то есть численность студентов. Увеличивая число людей с высшим образованием, государство вкладывается в экономику страны.

Изучив все данные за весь период, мы наблюдаем неоднозначность влияния социальных индикаторов на социально-экономическое развитие страны, выраженное в ВВП. Экономический рост в развитых странах обеспечивается за счет большей отдачи от использования человеческого капитала.

Заключение

Комплексный анализ влияния социальных процессов на динамику ВВП на основе данных, взятых с официального сайта за период с 2012 по 2021 год, позволил установить причины, масштабы и последствия недооценки человеческого капитала в качестве главного фактора развития азербайджанской экономики на современном этапе. Во-первых, значительные потери ВВП, обусловленные преждевременной смертностью населения, особенно в трудоспособном возрасте, нетрудоспособностью в связи с болезнью и (или) снижением производительности

труда частично компенсируются за счет интенсификации использования других факторов производства. Во-вторых, инертность системы образования и несовершенство рынка труда ограничивают своевременное обновление человеческого капитала на предприятиях за счет притока выпускников высших учебных заведений. В результате человеческий капитал выпускников обесценивается, инвестиции в человеческий капитал не окупаются, создается дополнительная нагрузка на трудоспособное население, растет уровень безработицы. В конечном итоге все это будет приводить к сокращению ВВП. Полученные зависимости, согласно результатам зарубежных исследований, не соответствуют тенденциям развития стран, переживших второй демографический переход и имеющих высокий уровень образования населения. Кроме того, в таких условиях, как было показано нами ранее, можно рассчитывать только на повышение производительности через имитацию инноваций, не обеспечивающих технологическое преимущество национальной экономики. Изучив данный вопрос, мы определили перспективы будущей политики руководства страны:

- 1) увеличение доходов на душу населения;
- 2) перестройка экономики в направлении развития наукоемких и высокотехнологичных видов деятельности, обеспечивающая формирование устойчивого спроса на высококвалифицированный человеческий капитал;
- 3) улучшение системы здравоохранения
- 4) совершенствование институциональной структуры региональных рынков труда для снижения уровня безработицы среди выпускников вузов.

Необходимо учесть, что именно эти переменные имеют самые высокие коэффициенты эластичности, т. е. степень их влияния на ВВП более значительна по сравнению с другими социальными индикаторами. Сдерживающие факторы

экономического роста не только составляют скрытый резерв развития экономики Азербайджана, но и являются необходимым условием ее устойчивого развития в будущем.

Список литературы

1. Durlauf S.N., Johnson P.A., Temple J.R.W. Growth econometrics. Handbook of Economic Growth, 2005, vol. 1, pp. 555–677.
3. Deaton A., Case A. Consumption, Health, Gender and Poverty. Research Program in Development Studies. Research Program in Development Studies. Princeton University, 2002. Available at: https://www.princeton.edu/rpds/papers/pdfs/case_deaton_consumption_health_gender.pdf (дата обращения 22.10.2019).
4. Lucas R. On the Mechanics of Economic Development. Journal of Monetary Economics, Elsevier, 1988, no. 22 (1), pp. 3–42.
5. Romer P. Increasing returns to scale and the long-run growth. Journal of Political Econ, 1986, no. 94 (5), pp. 1002–1037.
6. Aghion P., Howitt P. Endogenous Growth Theory. Cambridge M.A.: MIT Press, 1998, 649 p.
7. Arrow K.J. The Economic Implications of Learning by Doing. The Review of Economic Studies, 1962, vol. 29, pp. 155–123. DOI: 10.2307/2295952
8. Barro R.J. Economic growth in a cross-section of countries. The Quarterly Journal of Economics, 1991, vol. 106, no. 2, pp. 407–443.
9. Nelson R., Phelps E. Investment in humans, technological diffusion, and economic growth. American Economic Review: Papers and Proceedings, 1966, vol. 51 (2), pp. 69–75.
10. Базуева Е.В. Экономика здоровья: необходимость внедрения в современной России // Проблемы современной экономики. 2009. № 1 (29). С. 381–386.
12. Базуева Е.В. Человеческий капитал Пермского края: гендерные особенности реализации // Экономика региона. 2010. № 2. С. 46–59.
13. Minamimura K., Yasui D. From Physical to Human Capital Accumulation: Effects of Mortality Changes. Elsevier for the Society for Economic Dynamics, 2019, vol. 34, pp. 103–120. DOI:10.1016/j.red.2019.03.005
14. Hausmann R., Tyson L., Zahidi S. The Global Gender Gap Report. World Economic Forum. Paris: OECD Publishing, 2009. 144 p. Available at: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GenderGap_Report_2011.pdf (дата обращения 25.04.2019).
15. Torben M. Human Capital, Inequality and Growth. FELLOWSHIP INITIATIVE 2014–2015. Growth, integration and structural convergence revisited, 2015. http://ec.europa.eu/economy_finance/publications/eedp/pdf/dp007_en.pdf. (дата обращения 14.11.2019).
16. Базуева Е.В., Буторина О.В., Третьякова Е.А. Методический инструментальный анализ социального цикла на уровне региональных социально-экономических систем // Вестник Ивановского государственного университета. Серия: Экономика. 2018. Вып. 4 (38). С. 59–73.
18. Delgado M.S., Henderson D.J., Parmete C.F. Does Education Matter for Economic Growth? Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 2013, no. 76 (3), pp. 334–359. DOI: 10.1111/obes.12025
19. Hanushek E.A., Kimko D.D. Schooling, labor-force quality, and the growth of nations. American Economic Review, 2000, vol. 90, pp. 1184–1208.
20. Acemoglu D., Johnson S. Disease and Development: The Effect of Life Expectancy on Economic Growth. Journal of Political Economy, University of Chicago Press, 2007, vol. 115 (6), pp. 925–985.
21. Cervellati M., Sunde U. Life expectancy and economic growth: the role of the demographic transition. Journal of Economic Growth, 2011, no. 16 (2), pp. 133. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10887-011-9065-2> (дата обращения 21.11.2019).
23. Barcenilla-Visu S., López-Pueyo C. Inside Europe: human capital and economic growth revisited. Empirica, 2018, vol. 45, pp. 841–847. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10663-017-9394-2> (дата обращения 15.11.2019).
31. Gil P.M., Afonso O., Brito P. Skill structure and technology structure: innovation and growth implications. FEP Working Papers, 2012. 470 p.
35. Cornia G.A. Inequality Growth and Poverty in an Era of Liberalization and Globalization. Published to Oxford Scholarship Online. 2004. Available at: <https://doi.org/10.1093/0199271410.001.0001> (дата обращения 15.11.2019).
36. Предложения «Гражданской двадцатки» по обеспечению уверенного, устойчивого, сбалансированного и инклюзивного роста: доклад / науч. ред. М.В. Ларионова. М.: Логос, 2013. 72 с.

POST-WAR TAX POLICY FOR UKRAINE ON THE WAY TO PRESERVING HUMAN CAPITAL

Sushkova O.

*PhD (Economics), Associate Professor,
Associate Professor for the Department of Customs and Commodity Science,
State Tax University (Irpın, Ukraine);
Guest researcher, the Institute for Austrian and International Tax Law,
Vienna University of Economics and Business (WU)
DOI: [10.5281/zenodo.8016962](https://doi.org/10.5281/zenodo.8016962)*

Abstract

The article justifies the expediency of using tax tools to support young people as the basis of Ukraine's human capital in the post-war period. It was systematized the materials of the scientific studies of approaches to economic recovery in some countries that had a military conflict. Based on that and taking into account the peculiarities of the Ukrainian situation, the author formulated proposals for application of tax incentives to encourage youth employment and entrepreneurship among them.

Keywords: tax policy, tax incentives, post-war economy, human capital, young people, start-up.

1. Introduction.

Russia's military aggression against Ukraine is causing catastrophic consequences for the population and territory of Ukraine, civil and critical infrastructure is being destroyed, certain territories of Ukraine are being occupied, large-scale population migration is taking place, industrial facilities are being stopped or destroyed, and production processes are being disrupted, etc. Unfortunately, the long-term nature of these events leads to a humanitarian crisis and inflicts a greater and greater blow on the country's economy, which will have larger-scale and long-term negative consequences.

The biggest problem of the war in Ukraine is the "outflow" of young people abroad. This age group is the basis of the human capital of any country, the loss of which in the future will lead to quantitative and qualitative changes in the labour force in the future (violation of natural renewal, generational changes, lack of new ideas, new skills, new approaches), will lead to a shortage of personnel and change age structure of the economically active population of Ukraine. All this will negatively affect the economic capacity of the country and the dynamics of its socioeconomic development. Therefore, one of the urgent issues for Ukraine today is the formation of the foundations of the post-war tax policy for the recovery of Ukraine, which will include tools to encourage young Ukrainians to stay or return to Ukraine.

2. Goals, Objectives and Methodology.

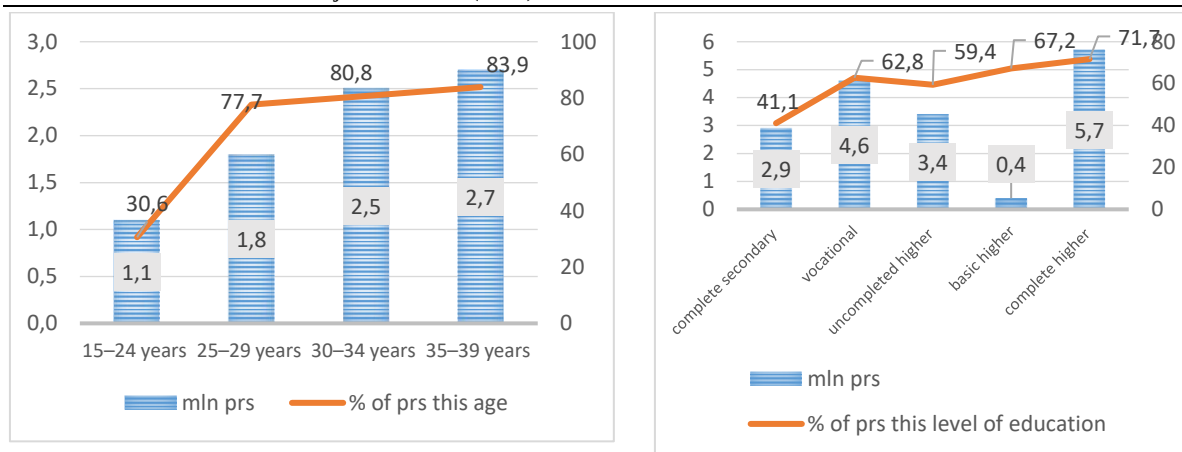
The purpose of the article is to formulate proposals for the post-war tax policy of Ukraine regarding the use of tax incentives, which will be effective in encouraging the young population of Ukraine to find employment or start a new business, as well as which will contribute to the development of the knowledge-based

economy in Ukraine. To achieve this goal, the author of the article analyzed the statistics of the forced migration of the population of Ukraine to European and other countries caused by Russia's military aggression against Ukraine, as well as conducted an analysis of scientific research about the experience of some European countries in stimulating the recovery of their economy after the military conflict and in attracting young or high skilled people. Based on the received conclusions, the author formed the proposals regarding the application of the post-war tax policy incentives to preserve the human capital of Ukraine and stimulate the construction of the knowledge economy.

3. Results.**3.1. General statistics of forced migration of the Ukraine population to European and other countries since February 24, 2022**

According to international observers, one of the largest consequences of Russia's military aggression against Ukraine is a historical mass outflow of people fleeing the conflict. According to OECD data, 7.6 million Ukrainian people crossed the border and more than 5.3 million Ukrainian people had moved to neighbouring countries (The UN Refugee Agency). But every Ukrainian is a part of the human capital of Ukraine, and such an outflow of people may have a strong impact on the dynamics of the socioeconomic development of Ukraine in the future.

Picture 1 shows some statistical information regarding Ukraine's labour force before the war in February 2022. We could see that young people are the basis (this is half of the total labour force – 8.1 million prs up to 40 years old in 17.4 million prs) and driving force for the economic development of the country in the future.



a) participation rate of population in the labour force by age group b) participation rate of population in the labour force by level of education

Figure 1 – Labor force in Ukraine as of the end of 2021

Recourse: formed based on the data of the State Statistics Service of Ukraine
(State Statistics Service of Ukraine, 2021)

But unfortunately, as of 16 November 2022, there were over 5.3 million refugees from Ukraine recorded across Europe (UNCHR Operational Data Portal, 2022), and about half of all refugees are children under 18 and about 70% of adults are highly educated people (OECD, European Commission, 2022). According to statistics, the participation rate of children up to 18 years old in all numbers of refugees is 48% in Poland (the Office of foreigners), 50% in Moldova (UNHCR), 42% in Lithuania, 40% in the Czech Republic and Belgium, 37% in Spain, 35-36% in Italy, Portugal, Estonia and Latvia, 32% in France and Greece (OECD, European Commission, 2022). A higher share of Ukrainian refugees are tertiary educated than among other refugee groups: of all adults from Ukrainian refugees who moved to Germany 73% have tertiary education, 19% have upper secondary education and 7% are low-educated; who moved to Spain – 61% have a tertiary diploma, 11% have upper secondary schooling and 25% have a professional qualification while less than 1% without any education (OECD, European Commission, 2022).

Taking this into account, the article presents the results of a collective study of the situation in Ukraine and an attempt to outline some key areas of application of tax instruments to reduce the negative consequences for Ukraine and its society in the post-war period.

3.2. The tax incentives as the post-war tax policy tool

An analysis of a number of publications (Van den Boogaard, V. 2018; Bank Bank, S. A. & Stark, K. J. 2008; Mendelson-Forman and Marshatt 2007; Gupta et al. 2005; etc.) devoted to the study of the effectiveness of the use of certain state policy tools to stabilize and restore the economic condition of the country after the military conflict demonstrated that even in such crisis situations, the government of a number of countries sometimes went on unpopular or radical measures (reforms) in order to prevent the decline of the country's economy and subsequently (in the post-war period) to create conditions for exiting the crisis, ensuring economic stability and socio-economic growth (Van den Boogaard, V. 2018). Often, the post-conflict moment

has great potential for reforms in the country, such a period is sometimes called the «golden hour» of post-conflict transformation, and is suggested as lasting approximately a year (Mendelson-Forman and Marshatt 2007). That is, such countries used this window of opportunity after the cessation of fighting and carried out reforms that ensured the stabilization of the economy and, in the long term, contributed to the development. One such instrument of influence can be taxes, which have a significant impact on the adoption of the socio-economic behaviour of individuals.

However, certain conclusions in study (Van den Boogaard, V. 2018) devoted to issues of the development of countries in the post-conflict period claim that, for the most part, taxes are not considered a priority lever of state influence in the post-conflict period, which is due to increased attention in such time for humanitarian and social issues, and reluctance to increase the already large financial burden for the country's population. At the same time, the limited resources of tax administrations of countries affected by armed conflicts sound as arguments against the use of tax instruments to regulate socioeconomic processes (Gupta et al. 2005). But at the same time, study (Bank, S. A. & Stark, K. J. 2008) claim that under wartime conditions, it is a good time for sweeping tax reform, but tax levers of influence should be focused on simplifying tax relations or individual mechanisms, achieving clear and highly specialized goals (but not for a separate groups of interests) that correspond to the strategic goals of the country affected by the military conflict. Also, these levers must correspond to socioeconomic realities, be transparent and flexible to ensure the maximum effect of reforms in a short period of time. Another study (Mendelson-Forman and Marshatt 2007) proved that the main priority in government policy regarding the reconstruction economy of the country after military fighting should be for the question of employment generation as a basement of economic development, moreover, priority in stimulating employment should be given to women and young people (children).

According to the author of the article, taxes have a significant potential for regulating socio-economic relations, since they affect a wide range of interests of all economic agents, and therefore, even in crisis situations, such as a military conflict, changes to the tax legislation should be made in the country affected by this conflict to stabilize its economy and create impulses for further socioeconomic development. But it should be noted that under such conditions, these tax impulses must be very carefully weighed, meet the social needs of the country's population and take into account the peculiarities of the national practice of implementing tax policy. Then, against the background of the maximum growth of cohesion and patriotism among the population of Ukraine, which can determine the maximum support for socially oriented tax initiatives, this will ensure the success of such reforms.

3.3. The practice of some European countries in tax incentives for employment (self-employment)

Looking back at the statistical data, the author of the article came to the conclusion of the need to form a

special taxation regime for young people in Ukraine that aimed to the creation of a knowledge-based economy and preserve the human capital of Ukraine as a guarantee of its dynamic economic development after the end of the war. The special taxation regime provides for the establishment of attractive conditions and prospects for the return to Ukraine of young people who were forced to go abroad due to the armed conflict between Ukraine and Russia.

Thus, the study (Ivanov, I. 2019) provides an analysis of various tax incentives that have been used in different countries of the world to retain and attract qualified specialists. The given comparative analysis of the successful practice of countries such as Italy, the Netherlands, Portugal, the Republic of Serbia proves that the most common tax incentives for promoting employment of young or highly qualified people are the reduction of Personal Income Tax (PIT), Social Security Contributions and other taxes or fees from personal income depend on the tax system of the State (Table 1).

Table 1

Comparative analysis of tax incentives that have been applied in several countries for attracting to return or stay young or highly-skilled people

Italy	the Republic of Serbia	the Netherlands	Portugal
<i>Tax incentives</i>			
2016 – 50% reduction of taxable employment and self-employment income 2017 – 70% reduction of the employment income taxable.	70% reduction of the employment income taxable. + 70% reduction of the base for social security contributions	up to 30% reduction of the tax base (salary)	reduce income tax rate to 20%, instead 40%
<i>Requirements:</i>			
- not have resided in Italy for 5 years before moving to the country, and remain in Italy for at least 2 years after becoming Italian tax resident.	- not resident for last 24 months before the day of contract signing, or 12 months before the contract signing mainly resided outside for reasons of further education or advanced training,	- to have been living outside of the Netherlands for no less than 16 months before starting to work in the country,	- not have been a tax resident of Portugal for 5 years before moving to the country
- to hold a degree, high qualification, specialization or to perform managing roles and to be employed or perform activities for an Italian resident company or a company related to it.	- to occupy a position for which a specific professional education is required and for which there is a demand that cannot be easily satisfied in the domestic labour market in Serbia. - a full employment contract for an indeterminate period	- to possess specific expertise that is not available or only scarcely available in the Netherlands.	- performing highly qualified activities in the field of science, technology and arts in Portugal
	- the salary of an individual is higher than the three average monthly salaries per employee in Serbia	- the salary is higher than minimum month salary	
	- to be younger than 40 years old.		
<i>Term of tax incentives</i>			
5 years (from getting residence)	5 years (from contract signing)	5 years (from contract beginning)	

Recurse: compiled by the author based on (Ivanov, I. 2019)

As can be seen from the experience of the above-mentioned countries, tax incentives were in the form of tax deductions, provided for a limited period of time (general practice 5 years) and under clearly established conditions. These conditions mainly related to the nationality of the person and the suitability of his qualifications for the position, and sometimes demands were

made regarding the amount of wages and the age group of the employee.

Also, to stimulate entrepreneurial activity in the knowledge-based areas of the economy, the Republic of Serbia used tax incentives such as expenditures deduction in Corporate Income Tax (CIT) or reductions in PIT (Table 2).

Table 2

Tax incentives applied in Serbia for Start-up Employees

	Tax incentives for start-ups	Deduction of costs	
Tax incentives	<i>exemption from paying the calculated and deducted salary tax (+social security contributions) for salary of founders which are employed in the start-up</i>	<i>CIT: deduction of the amount invested in the work related education or specialisation of its current employees: –the actual course cost (course fee), –the costs of course materials such as specialised literature, –daily allowance, if provided by the legal entity, –travel costs, if provided by the legal entity, –accommodation costs, if provided by the legal entity.</i>	<i>CIT: deduction of the sum invested as expenditure</i>
Requirements	The employee-founder has: - to sign an employment contract. - to be registered for compulsory social security insurance. - to own at least 5% of shares or stocks in the start-up.	- the qualifying training or education courses have to be work related, i.e. in the interest of the business activity performed by the legal entity. - money was paid directly to the institution or organisation providing the course. - contract in which the individual commits to working for the investor after completing the course, for at least 2 years.	- to invest in entities that are registered for providing education services.
Limits	monthly salaries up to 150,000 RSD one individual – one start-up	The maximum amount of the costs that the legal entity can deduct in one fiscal year is not capped	up to 5% of investor's total revenue
Term of tax incentives	for 36 months from the incorporation of the start-up		

Recourse: compiled by the author based on (Ivanov, I. 2019)

As can be seen from the table, the conditions for applying tax incentives for PIT are similar to the conditions for promoted employment (Table 1), but for entrepreneurs separately applied limits regarding the amount of income and terms of applying the deduction (3 years). As for the deductions from the CIT, they are mainly related to the costs of training, internships, other professional development of employees, and other educational measures. It should be noted that there were no cost or time restrictions on the application of such deductions.

3.4. Tax incentives to preserve human capital in Ukraine in the post-war period.

Based on the experience of other countries that have gone through military conflicts and restored their economies in the post-war period, and to promote employment and preserve the human capital of Ukraine, we propose to implement a special tax regime in Ukraine, the action of which is aimed at attracting young people to stay or return to Ukraine after the end of the war. This tax regime provides tax incentives for young people who are either employed or carry out entrepreneurial activities.

In the case of employment, we propose to establish tax incentives for the payment of PIT, Single Social Contribution, and CIT. According to the article's author, tax incentives for employment should be applied precisely in the complex, since tax incentives should affect the interests of employees, but especially the interests of employers, on whose employment decisions depend. Therefore, we should take into account that according to Ukrainian legislation, the tax burden on the labour force is distributed between employees (PIT and military duty are deducted from wages – together 19.5%) and employers (22%; accrued on the employee's salary, paid by the employer). Thus, we proposed to implement a tax holiday regarding the payment of PIT and the Single Social Contribution in this format: the 1st year of the employment contract – payment of 25% of the accrued tax, the 2nd year – 50%, the 3rd year – 75%, the 4th and further years – 100%. Such tax holidays can be obtained by taxpayers under employment contracts who meet the following criteria:

1) *an employee must be 15-35 years old, highly educated, and has Ukrainian citizenship or had it not more than 10 years ago;*

2) *an employment contract for not less than 5 years;*

3) *employee's qualification corresponds to the main type of activity of employer.*

But taking into account that the main object of influence is the interests of employers, as well as the fact that according to the method of calculating CIT by the Tax Code of Ukraine (Verkhovna Rada of Ukraine, 2010), the reduction in the payment of Single Social Contribution will increase the tax base for CIT, therefore additionally for employers the proposed tax incentives provide for the possibility of applying tax deductions without limitation for the additional social benefits provided to employees (food, accommodation, health insurance, transport, etc.).

In the case of self-employment, young people will receive tax benefits either for the payment of PIT and the Single Social Contribution or for the payment of the Single Tax and the Single Social Contribution, depending on the taxation system that the entrepreneur chooses. If an entrepreneur chooses the General tax system he could get a tax holiday regarding payment of the Personal Income Tax (regular tax rate is 18%) and the Single Social Contribution (regular tax rate is 22%) according to the following scheme: the 1st year after registration of an entrepreneur or a new start-up – payment of 25% of the accrued tax, the 2nd year – 50%, the 3rd year – 75%, the 4th and further years – 100%. If an entrepreneur chooses the Simplified tax system, for the first 5 years of his activity he could get tax incentives regarding payment of the Single Tax as payment of only 50% of the tax rate for the relevant group of taxpayers (I, II or III group), and also regarding payment of the Single Social Contribution – 70% of the accrued amount. The main requirements for obtaining these tax benefits are:

1) an entrepreneur must be 18-40 years old and has Ukrainian citizenship, or had it not more than 10 years ago;

2) the first registration as an entrepreneur or founding a new start-up.

It should be noted that establishing a condition regarding citizenship will only be possible during the process of obtaining Ukraine the status of an EU member, after obtaining it this condition will be considered a discriminatory rule.

The above tax incentives apply to young people aged 15 to 40. But in order to achieve the set goal (creating a knowledge-based economy and preserving the human capital of Ukraine), it is necessary to also provide tax incentives for school-aged children. Thus, one of the main factors influencing school-aged children's and their parents' decision-making regarding the centre of their life interests is the opportunity to receive quality and affordable education. Therefore the other tax incentive we proposed focuses on private sector involvement in education. These tax incentives will attract the private sector to participate in dual education programs and guarantee students of these programs employment after graduation.

As a promising direction in developing the educational services market in Ukraine is the dual form of

education, the paper's author consider that it is necessary to provide additional incentives for enterprises to attract them to participate in such educational programs. Thus, Ukrainian enterprises participating in the dual education system could get the tax incentives as two types of the tax deduction for CIT (regular tax rate is 18%):

1) a deduction of all types of expenses associated with the education of a future employee;

2) a double deduction from the company's income of the salary of such an employee during the first years of the employment contract duration.

The main requirements for obtaining these tax benefits are:

1) *a signed trilateral agreement between the enterprise, the university, and the student;*

2) *an employment contract for not less than 3 years after graduation.*

It should be noted that at the time of writing this article, the proposed scheme for providing tax holidays is taken as a basis, it is necessary to clarify the expected share (%) of tax payments based on analytical calculations and forecast data of the economic situation in Ukraine. Due to the lack of access to official statistical information on the public finances of Ukraine today, the execution of these calculations is significantly complicated.

4. Conclusions.

Summarizing the obtained conclusions, the author believes that thanks to the use of the window of opportunity in the post-war period and the application of both types of tax incentives, Ukraine will ensure the creation of the most favorable conditions for young people to develop and realize their potential, thereby forming the foundation for the preservation of Ukrainian human capital and the development of the knowledge-based economy in the future.

References

1. Bank, S. A., & Stark, K. J. (2008). War and Taxes. *Journal of Scholarly Perspectives*, 4(01). Retrieved from <https://escholarship.org/uc/item/0562w1nq>
2. Gupta S., et al. (2005). Rebuilding Fiscal Institutions in Postconflict Countries. *International Monetary Fund: Washington DC* / [Gupta S, Tareq S, Clements B, Segura-Ubiergo A, Bhattacharya R, Mattina T.]. 2005. URL: https://books.google.at/books?id=jrUaEAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
3. Ivanov, Iva (2019). Tax incentives for keeping and attracting highly skilled workers: the case of Serbia. *Annals FLB – Belgrade Law Review*, Year LXVII, 2019 No.4. p. 173-199. URL: <https://doi.org/10.5937/AnaliPFB1904173I>
4. Labour Force of Ukraine: Statistical publication. 2021. State Statistics Service of Ukraine, 2022, p. 216. URL: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/zb/07/zb_RS_2021.pdf

5. Mendelson-Forman J, Mashatt M. 2007. Employment generation and economic development in stabilization and reconstruction operations. Stabilization and Reconstruction Series 6. US Institute of Peace, Washington DC. URL: <https://gsdrc.org/document-library/employment-generation-and-economic-development-in-stabilisation-and-reconstruction-operations/>
6. OECD (2022), International Migration Outlook 2022, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/30fe16d2-en>.
7. The Tax Code of Ukraine. The Law of Ukraine No. 2755-VI dated December 02, 2010 (current version – January 03, 2023). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17>
8. The UN Refugee Agency. URL: <https://www.unhcr.org/>
9. UNCHR Operational Data Portal. Ukraine. URL: <https://data.unhcr.org/en/country/ukr>
10. Van den Boogaard, Vanessa and Prichard, Wilson and Milicic, Nikola and Benson, Matthew, Tax Revenue Mobilization in Conflict-Affected Developing Countries (December 2016). ICTD/UNU-Wider Working Paper 2016/155, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3120500> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3120500>

ELECTRICAL ENGINEERING

СТАТИЧНІ ФУНКЦІЇ ПЕРЕТВОРЕННЯ ТРЬОХЕЛЕКТРОДНИХ ДИФЕРЕНЦІЙНИХ ЄМНІСНИХ ДАТЧИКІВ

Семенець Д.А.

*Навчально-науковий професійно-педагогічний
інститут УІПА (м. Бахмут)
кандидат технічних наук, доцент
м. Харків, Україна*

STATIC CONVERSION FUNCTIONS OF THREE-ELECTRODE DIFFERENTIAL CAPACITIVE SENSORS

Semenets D.

*ESPPI UEPA, (Bahmut)
Ph.D., Associate Professor
Kharkiv, Ukraine
DOI: [10.5281/zenodo.8016968](https://doi.org/10.5281/zenodo.8016968)*

Анотація

В роботі розглянуті конструкції трьохелектродних диференційних ємнісних датчиків для використання у вимірювальних перетворювачах переміщення. Для трьох найбільш поширених та простих конструкцій сенсорів визначені функції перетворення за умов вмикання датчиків в RC-коло максимального типу та вимірювальну мостову схему Віна-Робінсона. Функції перетворення визначені за умов певної частоти живлення вимірювальної схеми та інформаційного вихідного сигналу у вигляді напруги.

Abstract

The paper considers the designs of three-electrode differential capacitive sensors for use in displacement transducers. For the three simplest designs, the transformation functions are determined when sensors are included in the RC circuit of the maximum type and the Wien-Robinson measuring bridge circuit. The conversion functions are defined at a certain power frequency of the measuring circuit and an information output signal in the form of voltage.

Ключові слова: ємнісний вимірювальний перетворювач, диференційний ємнісний датчик, RC-коло максимального типу, вимірювальна мостова схема Віна-Робінсона.

Keywords: capacitive measuring transducer, differential capacitive sensor, maximum type RC circuit, Wien-Robinson measuring bridge circuit.

Одними з найпоширеніших типів вимірювальних перетворювачів є ємнісні, по деяким оцінкам – їх виробництво складає приблизно 10% від загального виробництва сучасних сенсорів. Такі датчики характеризуються високою надійністю, незначною споживаною потужністю, широкою функціональністю вимірювань, доброю відтворюваністю. Чутливий елемент ємнісного сенсора – звичайний електричний конденсатор, ємність якого знаходиться у відомій функціональній залежності від вимірюваної величини (внаслідок зміни головних параметрів конденсатора – геометричних розмірів або діелектричної проникності) [1].

Ємнісні датчики переміщення мають широку сферу застосування. Їх можливо використовувати як окремий автономний вимірювальний перетворювач, так і інтегрувати у склад більш складних датчиків для визначення комплексних показників об'єктів або процесів. Окрім традиційних однополярних ємнісних датчиків, які містять тільки один конденсатор, зараз використовують різні типи диференційних (два конденсатора) або мостових (чотири конденсатори і більше) датчиків. В цьому ви-

падку один або два конденсатора можуть бути постійними, або змінними, ввімкненими назустріч друг другу.

Диференціальні ємнісні датчики переміщень призначені для перетворення однієї фізичної величини, ємності в іншу, наприклад, в напругу. Вони є входною частиною різноманітних вимірювальних та мікромеханічних пристроїв: акселерометрів, датчиків тиску, різних сенсорів, ємнісних мікрофонів, тобто. пристроїв, в яких використовується ємнісний пристрій отримання інформації.

Великою перевагою ємнісних датчиків є широкі можливості комбінування елементів конструкції датчиків і розташування електродів, що надає можливості варіювати діапазоном вимірюваних величин та формувати бажану функцію перетворення.

Ємнісні датчики переміщення виконуються, як правило, у вигляді конденсаторів з плоскими паралельними електродами. Робочим параметром є або площа перекриття електродів (в цьому випадку іноді використовують коаксціальну конструкцію), або повітряний зазор між ними. Оптимальний варіант - використання двохелементних датчиків у ви-

гляді диференціального або напівдиференціального конденсатора, коли обидві порівнювані ємності знаходяться поряд, в однакових умовах зовнішніх дій (окрім дії вимірюваного параметра) [2, 3].

Питанням розробки первинних вимірювальних ємнісних перетворювачів нових типів, їх вдосконаленню, покращенню їх параметрів та метрологічних характеристик в дійсних час приділяється достатньо багато уваги [4, 5, 6, 7]. У випадку використання особливих конструкцій ємнісних датчиків, які поєднують в собі декілька складових різних типів устрою конденсаторів, визначення статичних характеристик перетворення проводиться у відповідності з відомими методиками розрахунку електричної ємності.

В більшості існуючих досліджень ємнісні датчики розглядаються з точки зору використання у вузькому діапазоні вимірювальних величин, для потреб розширення діапазону вимірювання найчастіше пропонуються додаткові перетворювальні елементи – механічного або електричного типу. Для розробки вимірювальних перетворювачів слід враховувати відомі рекомендації до підвищення якості вимірювального перетворення. Конструювання мініатюрних ємнісних датчиків вимагає вирішення цілого комплексу технічних завдань. Тип чутливого елемента повинен оптимально відповідати вимогам та характеристикам датчика, забезпечувати достатньо високе відношення сигнал – шум; характеристики чутливого елемента повинні повністю узгоджуватись з характеристиками пружного елемента з метою раціональної конструктивної схеми за чутливістю. Матеріали основних елементів датчика – пружний елемент, робоча камера, корпус, електроди тощо, повинні бути підібрані так, щоб забезпечувати мінімальний гістерезис, старіння та температурну чутливість. Також необхідно передбачити в конструкції датчика можливість використання сучасних методів створення герметичних та вакуумно-ущільнюючих нероз'ємних з'єднань між металевими та неметалевими деталями. Технологія виготовлення деталей не повинна включати операції, ґрунтовані на обробленні матеріалів методом різання; захисні покриття повинні максимально відповідати умовам довготривалої експлуатації. Після попередньої розробки конструкції слід виконати комп'ютерне моделювання процесів для всіх можливих режимів експлуатації датчика. Все це в свою

чергу вимагає наявності чітко визначених статичних і динамічних характеристик первинних ємнісних датчиків.

В роботі розглянуті основні конструкції трьохелектродних ємнісних диференціальних ємнісних датчиків та визначені їх статичні функції перетворення за умов вмикання датчиків в найпростіші вимірювальні схеми з метою отримання вихідного сигналу – змінної напруги певної частоти.

На рисунках 1а - 1в показані базові конструкції диференціальних трьохелектродних ємнісних датчиків, на яких позначені нерухомі електроди HE1, HE2 та рухомий електрод РЕ. Фізичний вплив на рухомий електрод та пов'язане з цим його переміщення – позначене змінною x .

Перша конструкція (рис. 1а) – традиційна, складена з двох плоских конденсаторів. Ємність кожного визначається співвідношенням:

$$C_1 = \frac{k_s}{(d_{01} + x)}, C_2 = \frac{k_s}{(d_{02} - x)}, \quad (1)$$

де конструктивна константа $k_s = \varepsilon \varepsilon_0 S$ ви-

значається через діелектричну константу ε_0 , відносну діелектричну проникність ε та площу електродів S (вважаємо їх однаковими для обох електродів), d_{01} , d_{02} - початкові зазори у першому та другому конденсаторах.

Друга конструкція (рис. 1б) – диференціальний ємнісний датчик, який складається з двох коаксіальних (циліндричних) конденсаторів. Ємність кожного визначається співвідношенням:

$$C_1 = k_K (l_{01} - x), C_2 = k_K (l_{02} + x), \quad (2)$$

де конструктивна константа

$$k_K = \frac{2\pi\varepsilon\varepsilon_0}{\ln(D_2 / D_1)}, \text{ визначається через діелектричну константу } \varepsilon_0, \text{ відносну діелектричну про-}$$

никність ε та діаметри електродів D_2, D_1 , l_{01} , l_{02} - початкові заглиблення у першому та другому конденсаторах.

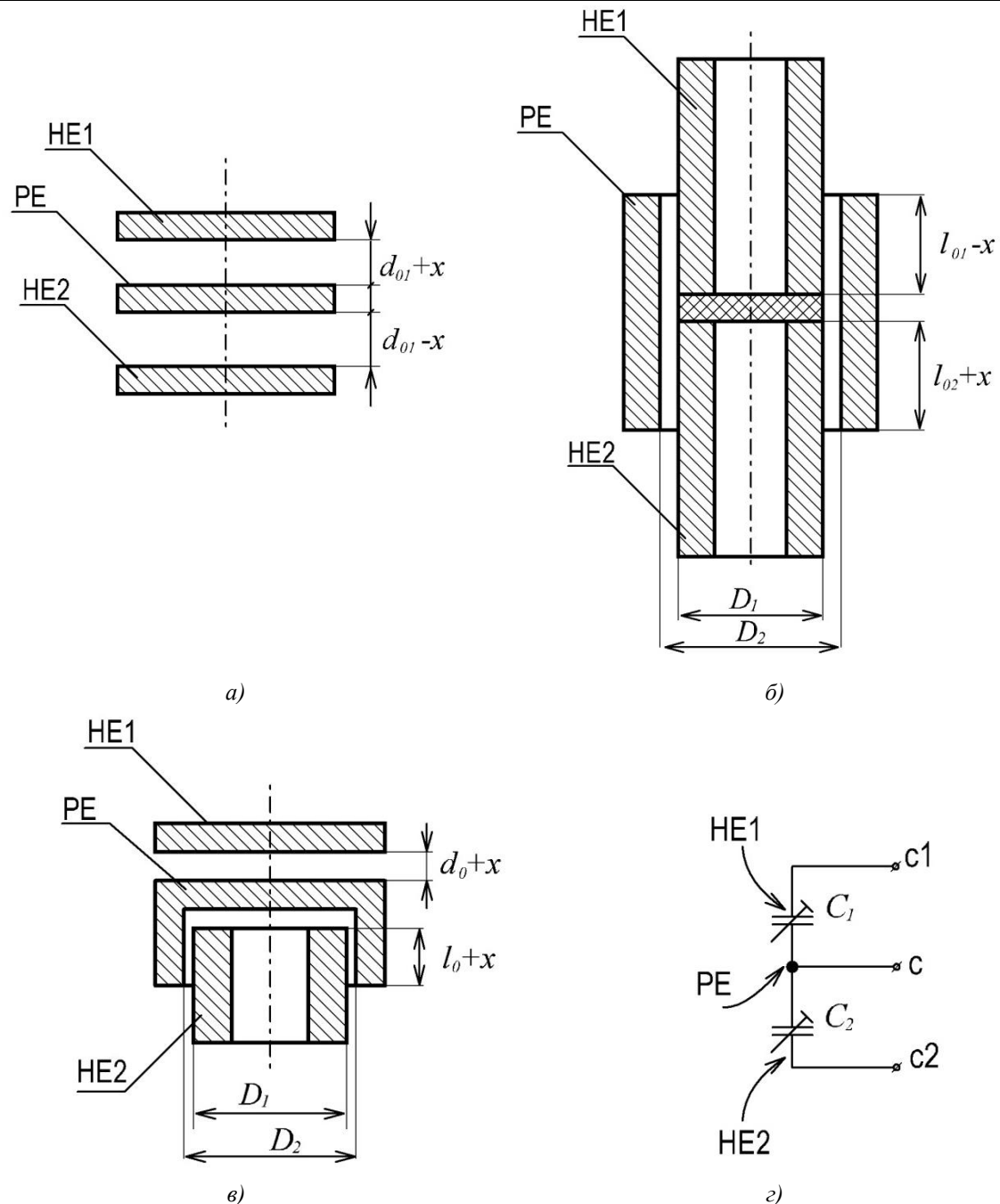


Рис. 1 Устрій трьохелектродних диференційних ємнісних датчиків та їх еквівалентна електрична схема

Третя конструкція (рис. 1в) – диференційний ємнісний датчик, який складається з плоского та коаксіального конденсаторів. Ємність кожного визначається співвідношенням:

$$C_1 = \frac{k_s}{(d_0 + x)}, \quad C_2 = k_K (l_0 + x), \quad (3)$$

де конструктивні константи та геометричні розміри такі ж, як і у попередніх випадках.

Зрозуміло, що трьохелектродний диференційний ємнісний датчик має електричну еквівалентну схему, показану на рис. 1г. Слід зауважити, що у всіх розглянутих конструкціях збільшення контрольованого параметру x призводить до зменшення першої ємності C_1 та збільшення другої C_2 .

Важливим фактором при розробці вимірювального перетворювача на базі ємнісних датчиків є вимірювальна схема, в яку буде ввімкнутий датчик, та яка буде формувати вихідний сигнал з інформативним електричним параметром. У переважній більшості випадків ємнісний перетворювач включається в активне плече чотирьохплічної вимірювальної мостової схеми. Такі варіанти достатньо часто використовуються на практиці і детально розглянуті в літературі. В роботі розглянути варіанти вмикання диференційних ємнісних датчиків у послідовно паралельне RC-коло максимального типу (рис. 2а) та у вимірювальну мостову схему Віна-Робінсона (рис. 2б), з використанням яких можливо отримати достатньо якісні статичні характеристики перетворення.

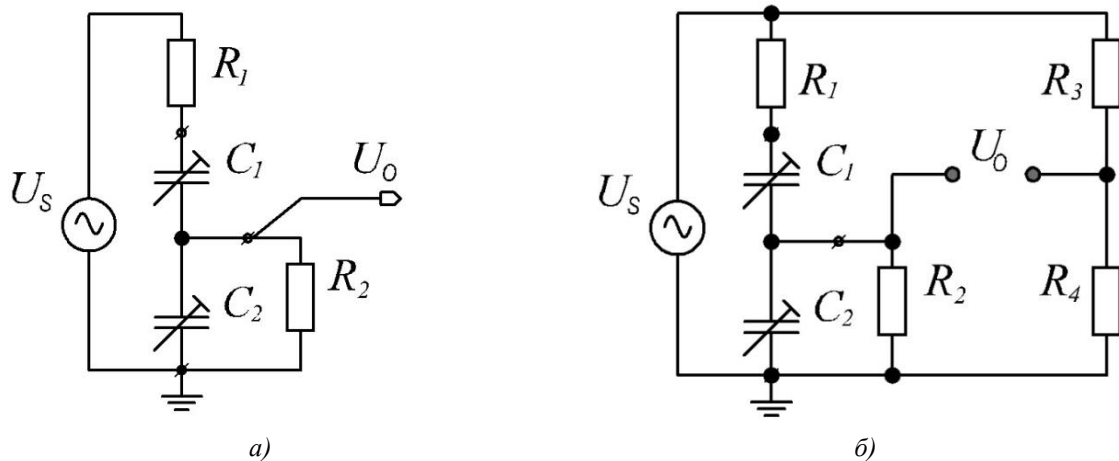


Рис. 2 – Вимірвальні схеми для вмикання трьохелектродних диференційних ємнісних датчиків

Живлення таких схем здійснюється від генераторів змінної синусоїдальної напруги з частотою не нижче 10 кГц. Враховуючи на широку номенклатуру сучасних електронних компонентів генерації електричних сигналів оптимальний вибір частотного діапазону та величини напруги живлення не викликає утруднень.

В загальному вигляді вихідна напруга виміральної схеми U_O визначається рівнянням:

$$U_O(x) = U_S \cdot N(\omega), \quad (4)$$

де $N(\omega)$ - коефіцієнт перетворення, залежний як від частоти так і від вимірюваного параметру x . З іншого боку – це рівняння амплітудно-частотної характеристики виміральної схеми.

Для виміральної схеми рис. 2а для першого типу диференційного ємнісного датчика, складеного з двох плоских конденсаторів коефіцієнт перетворення визначається співвідношенням:

$$N_{SS}(x) = \frac{k_S R \omega}{(d_0 + x) \sqrt{\left(1 - R^2 \omega^2 \frac{k_S^2}{d_0^2 - x^2}\right)^2 + \left(R \omega k_S \frac{3d_0 - x}{d_0^2 - x^2}\right)^2}}, \quad (5)$$

рівняння записане за умов рівності початкових зазорів конденсаторів $d_0 = d_{01} = d_{02}$ та рівності опорів у вимірвальній схемі $R = R_1 = R_2$.

Для виміральної схеми рис. 2а для другого типу диференційного ємнісного датчика, складеного з двох коаксіальних конденсаторів коефіцієнт перетворення визначається співвідношенням:

$$N_{KK}(x) = \frac{R \omega k_K (l_0 - x)}{\sqrt{\left(1 - (R \omega k_K)^2 (l_0^2 - x^2)\right)^2 + (R \omega k_K (3l_0 - x))^2}}, \quad (6)$$

рівняння записане за умов рівності початкових занурень конденсаторів $l_0 = l_{01} = l_{02}$ та рівності опорів у вимірвальній схемі $R = R_1 = R_2$.

Для виміральної схеми рис. 2а для третього типу диференційного ємнісного датчика, складеного з плоского та коаксіального конденсаторів коефіцієнт перетворення визначається співвідношенням:

$$N_{SK}(x) = \frac{R \omega k_S}{(d_0 + x) \sqrt{\left(1 - R^2 \omega^2 \frac{k_S k_K (l_0 + x)}{(d_0 + x)}\right)^2 + \left(R \omega \frac{2k_S + k_K (l_0 + x)(d_0 + x)}{(d_0 + x)}\right)^2}}, \quad (7)$$

рівняння записане за умов рівності опорів у вимірвальній схемі $R = R_1 = R_2$.

За тих же умов отримані рівняння коефіцієнтів перетворення для виміральної мостової схеми Віна-Робінсона (рис. 2б). Схему рекомендується налаштувати згідно умов:

$$R_1 = R_2 = R, R_3 = 2R_4, \omega = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{1}{C_{20} C_{10}}}, \quad (8)$$

де C_{10}, C_{20} - початкові ємності конденсаторів за умови відсутності переміщення $x = 0$.

Для першого типу диференційного ємнісного датчика, складеного з двох плоских конденсаторів коефіцієнт перетворення визначається співвідношенням:

$$N_{MSS}(x) = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{\frac{\left(\frac{R^2 \omega^2 k_s^2}{d_0^2 - x^2} - 1\right)^2 + \left(2R\omega k_s \frac{x}{x^2 - d_0^2}\right)^2}{\left(1 - \frac{R^2 \omega^2 k_s^2}{d_0^2 - x^2}\right)^2 + \left(R\omega k_s \frac{(3d_0 - x)}{d_0^2 - x^2}\right)^2}}. \quad (9)$$

Для другого типу диференційного ємнісного датчика, складеного з двох коаксіальних конденсаторів коефіцієнт перетворення визначається співвідношенням:

$$N_{MKK}(x) = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{\frac{\left((R\omega k_K)^2 (l_0^2 - x^2) - 1\right)^2 + (2R\omega k_K x)^2}{\left(1 - (R\omega k_K)^2 (l_0^2 - x^2)\right)^2 + (R\omega k_K (3l_0 - x))^2}}. \quad (10)$$

Для третього типу диференційного ємнісного датчика, складеного з плоского та коаксіального конденсаторів коефіцієнт перетворення визначається співвідношенням:

$$N_{MSK}(x) = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{\frac{\left(R^2 \omega^2 \frac{k_s k_K (l_0 + x)}{(d_0 + x)} - 1\right)^2 + \left(R\omega \frac{k_s - k_K (l_0 + x)(d_0 + x)}{(d_0 + x)}\right)^2}{\left(1 - R^2 \omega^2 \frac{k_s k_K (l_0 + x)}{(d_0 + x)}\right)^2 + \left(R\omega \frac{2k_s + k_K (l_0 + x)(d_0 + x)}{(d_0 + x)}\right)^2}}. \quad (11)$$

Отримані рівняння коефіцієнтів перетворення дають можливість аналізувати вимірювальні властивості датчиків, визначати функції перетворення ємнісних вимірювальних перетворювачів за заданими параметрами, визначати параметри вимірювальних схем та конструкційні параметри таких перетворювачів.

Список літератури

1. Фрайден Дж. Современные датчики. Справочник / Дж. Фрайден – Москва: Техносфера, 2005. – 592 с.
2. Гриневич Ф.Б. Измерительные компенсационно-мостовые устройства с емкостными датчиками / Ф.Б. Гриневич, А.И. Новик. - Киев: Наукова думка. - 1987. - 112 с.
3. Тарас Б.І. Первинне вимірювальне перетворення параметрів механічних величин / Б.І. Тарас, В.Т. Михалевич // Перспективні технології та прилади. – 2012. – №2(33). - С.255 - 262

4. Михалевич В.Т. Застосування ємнісних чутливих елементів у первинних вимірювальних перетворювачах / В.Т. Михалевич, О.П. Бігун // Перспективні технології та прилади. – 2013. – 2 (33). - С.94 - 98

5. Базіло К.В. Визначення статичної характеристики ємнісних датчиків рівня з перпендикулярними дисковим та циліндричним електродами / К.В. Базіло // Оптична і квантова електроніка в комп'ютерних та інтелектуальних технологіях. – 2019. – №1(26). - С. 141-144

6. Кондратенко Ю.П Математична модель ємнісного датчика з кінчною конфігурацією чутливого елемента / Ю.П. Кондратенко, І.Л. Назарова // Наукові праці Донецького національного технічного університету. – 2011 №11(186). – С. 186-191

7. Гордієнко В.І. Поліелектродні ємнісні датчики рівня / В.І. Гордієнко // Вісник Хмельницького національного університету, №6, 2014 (219). – С. 196-198

GENETICS AND BIOTECHNOLOGY

ANIMAL HUSBANDRY AS A FLOW OF ENERGY IN THE FUNCTIONING OF AGRICULTURAL SYSTEMS (development forecast)

Goncharenko I.

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
Kyiv, Ukraine*

DOI: [10.5281/zenodo.8016972](https://doi.org/10.5281/zenodo.8016972)

Abstract

The increase in the population of the Earth, the impact of adverse environmental factors on agricultural production requires the transfer of animal husbandry from concentrated types of diets to year-round grass fodder, the assessment of genetic resources, and changes in the strategy of animal breeding. In the short term, animal husbandry is proposed to be considered as: 1) a source of formation of food products and raw materials; 2) energy flows in the functioning of agricultural systems.

Keywords: food problems, animal breeds and species, energy, balanced agrarian formations.

Introduction. In all countries of the world, the modern development of animal husbandry is based on the maximum distribution of specialized high-intensity and productive breeds of animals that require special production technologies with significant energy costs and scientific achievements, especially the selection and genetic profile and veterinary safety.

In most developed countries, the livestock development strategy was based on the use of animals with the maximum possible productivity: In dairy cattle breeding, the milk yield level is typically between 7,000 to 10,000 kg per lactation with a somatic cell count of 200,000 cells per milliliter of milk. In beef cattle breeding, the average daily gain in live weight should be at least 1.5-2 kg. In egg poultry farming, the expected yield is between 300-360 eggs per laying hen. The energy feed requirement of the animals was provided by feeding rations saturated with grain high-protein ingredients, vitamins, micro- and macroelements [3].

Will these factors remain the main ones in the near future?

Source Analysis. The efficiency of agricultural production is heavily influenced by a number of key factors. Prior to 1800, the world utilized 7.4 billion hectares of land. By 1960, with a population of 3 billion people, only 1.5 billion hectares of land remained. By the year 2000, there was only 0.27 hectares of arable land available per person. With the degradation of 12 million hectares of land every year, it is estimated that in 30-40 years there will only be enough food to feed 2 billion people [7].

According to the UN Food and Agriculture Organization (FAO), the issue of food scarcity is often hidden behind financial crises. In 2006, food prices increased by 12%, and by 2008 they had risen by 50%. The FAO also reports that food consumption per capita is rising in countries such as China and India. Shockingly, as of 2010, the number of starving people worldwide is approaching 1 billion [6, 12].

Results of research and discussion. The model of the livestock industry in the near future must be built on a systemic basis, taking into account many factors that are interconnected in terms of their impact or end

result. For example, many assess the livestock industry based on consumer psychology, forgetting that animals have existed in nature even before the formation of human communities, i.e. they are part of the bioecosystem [10].

Without a developed "livestock" sector, the planetary ecosystem can cause consequences that are difficult to compensate for. Residents of the Carpathian, Forest-Steppe, and Polissya regions of Ukraine have noted the following facts: a decrease in the number of large cattle, sheep, goats, and horses has led to an increase in forest fires and the overgrowth of land suitable for agricultural production with shrubs. Animals excrete 50% or more of the volume of food they consume, which subsequently forms an irreplaceable organic fertilizer - manure - that provides a lumpy soil structure. This allows air and water to penetrate to the roots of plants.

Despite a number of international agreements, the environmental situation in most developed countries continues to deteriorate, which raises concerns about access to nutritious food, especially for children. An increasing number of scientific publications suggest that animals with a multi-chambered stomach provide "clean" or "pure" foods even from polluted areas of land.

The energy component in the life of the human community will become more complex and more expensive, so technological solutions for keeping and feeding animals should take this perspective into account. It is necessary to gradually, while circumstances still allow, to return the livestock industry to its natural environment: practice grazing cows, place animals in lightweight structures, create windbreaks in walking areas, etc. Therefore, grassland farming, natural and created by man on the basis of fast-growing grasses and resistant to trampling and temporary flooding, is becoming an urgent problem in the near future, taking into account selection in crop production and animal husbandry.

Scientists believe that most of the grain feed - corn, wheat, rye, triticale, barley and others will be fed to poultry and pigs, so dairy cattle, as the basis of ani-

mal husbandry in most countries of the world, will receive less nutritious diets that will not be able to provide long-term stable daily milk yields at the level of 30-40 kg of milk and more. These circumstances call into question the purposeful selection of specialized dairy breeds only for a maximum productivity of 10 thousand kg of milk and more.

Countries such as New Zealand, Australia and others have become world leaders in milk production, using climatic factors and breeds that efficiently use pastures and ensiled forage.

Consequently, in the near future, grain and concentrated protein feed for animals will have to be replaced by vegetable feed - grass, hay, haylage, silage.

Naturally, in this situation, the priorities of animal breeds and species will change. Combined (milk-meat) and specialized meat breeds, which produce products mainly through the processing of vegetable raw materials, will claim the first place. It is known that cows that make good use of natural meadows and pastures graze an average of 8 hours a day and the grass consumed is enough to produce 20 kg of milk, i.e. their productivity per lactation will be 4 - 4.5 thousand kg of milk with a fat content of 4.0 - 4.2% and a protein content of 3.7 - 3.9%. Breeders especially appreciate the stability of lactation (stability of the lactation curve). With a live weight of 600-650 kg, these physiological loads on the body of cows do not cause metabolic disorders, especially fertility and the duration of economic use of cows. Ultimately, such animals produce 4 calves and 16-20 tons of high quality milk in 4-5 lactations, consuming haylage, silage of high energy value. Approximately the same gross lifetime milk yield is given by Holstein cows for 2-2.5 lactations, however, veterinary costs for them amount to up to 10% of the value of the gross product. It is also known that Holstein milk contains proteins of the AA and AB genotypes, which do not ensure the production of high-quality hard cheeses of the "Swiss" type, which is why the United States is forced to import these cheeses [1].

The value of combined breeds of dairy cattle is also in the fact that they produce high quality beef with minimal consumption of concentrated feed and maximum use of plant waste from the processing industry. In this aspect, Simmental, Swiss, Montbéliarde, Salers and other cattle continue to lead.

Bringing animals closer to the conditions of their natural environment, we inevitably face the problem of using native domestic breeds (red steppe, Simmental, white-headed Ukrainian, brown Carpathian, gray Ukrainian, etc.). The most important advantage of native breeds is good health, resistance to specific viral infections, duration of economic use (obtaining 5 or more calves from cows), high quality of milk and meat, and the ability to survive in arid zones.

Gradually, in zootechnics, the position is being established that the main features of the selection of animals are fertility and the duration of economic use. It is they that should, first of all, be taken into account when assessing the gene pool and genetic resources [4].

In dairy cattle breeding, the most time-consuming technological process is milking cows, therefore, along with the requirement of stable average daily milk yields

at the level of 15-20 kg of milk during lactation, their suitability for machine milking is necessary.

It is also necessary to carefully comprehensively study the problem of using sexed sperm (Sexed Semen) of sires to obtain female offspring (heifers) in the offspring of cows. The use of sexed sperm would be biologically justified if the presence of the Y chromosome were the only factor in the formation of female organisms.

Geneticists have challenged the commonly accepted theory of the universal sexual status of newborn offspring. As a result, alternative theories have been formulated, including the existence of four types of chromosome sex determination in animals and the balance theory of sex determination. This theory suggests that initial sex determination using heterochromosomes depends not only on the ratio of the strength of genes located in sex heterochromosomes and autosomes but also on other factors. The phenomenon of parthenogenesis, as observed in rabbits, also highlights the complexity of the sex determination process and indicates that it cannot be reduced solely to the action of X or Y chromosomes. In most European countries, the widespread use of sexed sperm is not recommended. However, it is recognized that the use of sexed sperm once may be expedient for the purpose of rapidly increasing the number of breeding stock, with a transition to the traditional system of herd reproduction technology in the future.

Recognizing the need to develop modern technological solutions for new farms with large animal populations that produce high yields of finished products at industrial volumes and using bioenergy sources is crucial for addressing complex challenges at all levels of society.

Therefore, the selection strategy in dairy cattle breeding needs to be reviewed.

To reduce energy costs, modern animal farming technologies aim to "return" animals to their natural habitats. This underscores the importance of genetic resources from genera such as buffalo, lobed banteng bulls, gaurs, gayals, yaks, and bison, which become important for sustainable breeding practices.

Domestic buffaloes on a balanced diet can reach a live weight of 600-800 kg and produce up to 2000 kg of milk with a fat content of 9.0% and a protein content of 6.0%. This is equivalent to about 4000 kg of standardized cow's milk. Considering that domestic buffaloes can live up to 40-50 years and their females can produce 15-20 calves in their lifetime, as well as their natural resistance to diseases and ability to consume and process a large amount of roughage, including reeds found in lakes and seas, the value of this animal species is undeniable.

The Association of German Breeders is helping Transcarpathian farmers to conserve Ukrainian buffaloes. In Ukraine, near Kiev, a unique herd of buffaloes has been created, and genetic examinations have been conducted using short-chain satellite DNA. In addition, scientific studies have been conducted on their milk and meat productivity, including their amino acid composition[5].

The cost of fossil energy sources is constantly increasing, leading world analysts to note another feature of 21st century agricultural production: crop and livestock production should not only provide food products but also produce bioenergy (biodiesel, biogas, alcohol). Scientific research has shown that it is possible to balance the production of biofuels and food raw materials by creating waste-free production cycles and integrating modern technological solutions such as biogas, biofuel, biohumus, and others, which strengthen a country's energy independence and food security [2].

Scientific calculations show that with a cattle population density of ≈ 1 conditional head per 1 ha of arable land, it is possible to produce 400 kg/ha of food, 200 l/ha of biodiesel with waste disposal to methane and biohumus for subsequent transition to organic agricultural production [8].

Only in this case, agricultural production will be less dependent on artificially high energy prices. There remains, apparently, an eternally fair statement that the finished product of an agricultural enterprise always gives more income than the original raw material. There is an obvious need for a fundamental transfer of agricultural production to bioenergy and a waste-free process of technological cycles, which involves the use of science-based technological solutions to systemic problems.

To overcome the impending "world hunger", humanity will have to formulate a methodology for the use of bioresources of the aquatic environment from other positions, incl. and the creation of underwater settlements and underwater farms. The development of the aquatic environment of oceans, seas, rivers, etc., and their biological resources is carried out in many countries of the world, especially in Japan, the USA, Norway, and Sweden. Figuratively speaking, research is being carried out in two main directions: 1 - on the biology of the reproduction of "wild fauna" (fish, seals, whales and other classes of animals), in order to prevent predatory capture of the biomass of the aquatic environment, and 2 - to promote an increase in the production of the oceans, the creation of underwater farms of marine animal husbandry under human control at a depth of up to 20 m. The amount of protein obtained from animal origin and its quality per unit of water surface is many times greater than the effectiveness of land-based animal husbandry.

Scientific research projects and the life practice of the natives of Oceania, the Caribbean and the Pacific indicate the need to develop international agreements regarding the sustainable management and conservation of the water resources of the planet Earth. The problem of the ratio of animal species in stable ecosystems and agroecosystems deserves attention. Often, the fauna of biosphere reserves is taken as a basis for comparison. However, the system for recording the number of animals and their seasonal migration is still far from perfect. An important aspect is which species of farm animals should be given preferences for reproduction in different ecological and climatic conditions. For example, some experts, considering the possible consequences of climate change on Earth, believe that goats

and sheep will become the real breadwinners of humanity. Goats have been bred on the Korean Peninsula for over 700 years, and their meat is not just used but also considered a healthy medicinal product. Feral Boer and Australian goats are used [6].

In India, the Murrah breed of buffaloes is predominantly bred. 33 breeding farms have been established, including those with the Surti breed. Almost 200,000 llamas are successfully used in Argentina. Scientific support is provided by the National Institute of Agricultural Technology (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria).

The world's largest commercial population of beef cattle is registered in Brazil. However, the rapid transformation of the livestock industry is possible only in pig and poultry farming, due to their high reproductive capacity. In this aspect, industrial rabbit breeding is also of interest.

In terms of the number of local breeds, birds occupy first place with 360, hybrids with 530 crosses. In second place in the world in terms of the number of local breeds are goats with 419 and sheep with 220. These genetic resources will determine the strategy for the development of animal husbandry in various regions of the globe in the near future.

Research on nanotechnologies in plant and animal husbandry deserves attention, i.e. technologies for manipulating substances at the atomic and molecular levels, which ensure their interaction, as well as quantum effects on the structures of the body, including those that affect stress resistance and metabolic processes [9]. Nanotechnologies have already been tested in veterinary medicine. Nanochelates of metals have been used for disinfecting food products of plant origin, sanitizing udder teats to prevent and treat mastitis in cows, silver nanoparticles, etc. Nanostructural aspects of veterinary homeopathy are intensively discussed in the literature.

In scientific grants from the USA, Great Britain, Germany, more and more funds are directed to research on bioreactors for producing liver cells, stem cells, hormones, muscle tissue, etc. Therefore, the genetic resources of farm animals should be under the control and protection of the state. The future of animal husbandry depends on the level of knowledge of the animal genotype and the norm of the genotype-environment interaction.

The noted trends in the development of livestock industries indicate that a purely consumer attitude of a person to animal husbandry will gradually be replaced by the integrated use of genetically determined resources of the animal world in providing humanity on the planet Earth in food, the energy of biosystems and complementary flows of substances and energy in the planetary ecosystem. In practice, in modern conditions, a person works with animal ecotypes, realizing the need for a systematic analysis and prediction of the most likely consequences of disturbances even in small parts of a functioning system in which the Sun and plants are the determining factors in the development of systems of subsequent levels.

Conclusion

1. An increase in the population of the Earth, the impact of adverse environmental factors on agricultural production reduce the energy and feed base of concentrated feed in the diet of animals, which necessitates the transfer of the livestock industry to grass and silage feed (year-round), a change in the breeding strategy, and the assessment of animal genetic resources.

2. It is quite obvious that it is expedient to return to the breeding of native breeds of Ukraine: red steppe, Simmental, Lebedinskaya, gray Ukrainian, white-headed Ukrainian, brown Carpathian and others, improved according to the technological requirements of industrial technology and having high fertility, which will ensure expanded reproduction of the livestock of these breeds, which very problematic to achieve when using "high-blooded" Holstein crosses due to their poor reproductive ability.

3. Those populations that are most amenable to genetic transformation are those that have a high reproduction rate and viability.

References

1. Vinnichuk, D. Preserve native breeds / D. Vinnichuk // New agriculture. - 2004. - No. 2. - S. 68-69.
2. Golub, G.A. Bioenergetic systems in agricultural production / G.A. Golub, S.M. Kukharets, O.A. Marus and in. - K.: NUBiP Ukraine, 2016. - 226 p.
3. Goncharenko I.V. Theoretical aspects of the production of livestock products for the nearest future / I.V. Goncharenko, D.T. Vinnichuk // Proceedings of the XII International scientific-practical conference "Problems of agricultural production at the present stage and ways to solve them" (Belgorod, November 20-21, 2012). - p. Maisky: Publishing House of

Bel.GSHA im. V.Ya. Gorina, 2012. - Part 2. - S. 107-111.

4. Goncharenko I.V. Trends in the development of creatures: opportunities and threats / I.V. Goncharenko // Proceedings of the international scientific and practical conference "The goals of the development of the third millennium: wikis for universities of life sciences" (May 23-25, 2018, Kiev, NUBIP of Ukraine). - Kiev, 2018. - V.3. - S. 96-99.

5. Goncharenko, I.V. Studies of gene modifications of kappa-casein in milk of cattle / I.V. Goncharenko, Yu.V. Guzev // Agrarian Bulletin of the Black Sea. Strong support and biological sciences. - Odessa: TES, 2011. - VIP. 58. - S. 145-151.

6. The role of livestock in sustainable agriculture for food security and nutrition [Electronic resource] <http://www.fao.org/3/a-mq860r.pdf>

7. Tarariko, Yu.O. Systems of bioenergetic agrarian production / Yu.O. Tarariko, D.T. Vinnichuk, V.V. Volkogon, O.M. Berdnikov. - Kiev, 2009. - 16 p.

8. Tarariko, Yu.A. Formation of sustainable agroecosystems / Yu.A. Tarariko. - Kyiv, 2007. - 560p.

9. Fisinin, V.I. World animal husbandry of the future: role, problems and ways of development / V.I. Fisinin, S.V. Cherepanov // Ptitsa and food products. - 2012. - No. 5. - P. 12-15.

10. Goncharenko, I.V. The future of animal breeding: system, structure, bioenergetics / European Applied Sciences. - Stuttgart: ORT Publishing, 2017. - No. 1. - P. 29-30.

11. Green, R.D. ASAS CENTENNIAL PAPER: Future needs in animal breeding and genetics / R.D. Green // J. Anim. sci. TBC. TBC:1-8

12. Shaping the future of livestock: sustainably, responsibly, efficiently [Electronic resource] <http://www.fao.org/3/i8384en/i8384EN.pdf>

HISTORY

ОСНОВАТЕЛЬ ШКОЛЫ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

Солтанова Н.Б.

*кандидат исторических наук, доцент,
Института истории НАНА,
Баку, Азербайджан*

FOUNDER OF THE SCHOOL OF SEMICONDUCTOR PHYSICS IN AZERBAIJAN

Soltanova N.

*Candidate of Historical Sciences, Associate Professor,
Institute of History of ANAS,
Baku, Azerbaijan*

DOI: [10.5281/zenodo.8016982](https://doi.org/10.5281/zenodo.8016982)

Аннотация

В статье рассматривается путь научной деятельности основателя школы физики полупроводников в Азербайджане, академика, доктора физико-математических наук, экс - Президента НАН Азербайджана Гасана Абдуллаева. Отмечаются его заслуги. Школа Абдуллаева дала научному миру достойных ученых.

Abstract

The article discusses the path of scientific activity of academician, doctor of physical and mathematical sciences, ex-president of ANAS, Hasan Abdullayev. His merits are mentioned. Abdullaev's school gave worthy scientists to the scientific world.

Ключевые слова: физика, полупроводники, академик, президент Академии наук.

Keywords: physics, semiconductors, academician, President of the Academy of Sciences.

Наука – это форма общественного сознания. Она функционирует как «социальная память» Человечества, социальное наследие.

Мы живем в цивилизованном обществе, в Азербайджане национальная интеллигенция играет важную роль в общественной жизни страны. Деятельность лучших представителей азербайджанской интеллигенции в различных областях науки служила национальному возрождению, пробуждению, формированию национального духа азербайджанского народа.

Каждая наука имеет свою определенную историю появления, формирования и развития. Научные идеи, методы, представления имеют свои замысловатые траектории развития, не сходные с экспоненциальной кривой. Наука в Азербайджане имеет своеобразное развитие, имеются международные взаимосвязи и работы [3, с.25].

В Азербайджане физика получила свое определенное отражение. Ученые мужи Азербайджана сделали вклад в развитие этой науки. Это Бахманийар ал – Азербайджани, Насираддин ат – Туси, Фахраддин ар – Рази, Гийасаддин ал – Исфакани, Низамаддин Бирджани, среди современных ученых – Али Джаван, Лютфи Заде, Г.Б.Абдуллаев, Л.М.Иманов, Э.Ю.Салаев и другие.

В данной статье рассматривается творческий путь академика Г.Б.Абдуллаева. Это ученый, который выдвинул науку на передовые линии развития культуры Советского Азербайджана и выделил физику в ряд ведущих наук в Азербайджане.

Гасан Мамед-Багир оглу Абдуллаев родился 20 августа 1918 года в селе Яйджи, Джульфинского района Нахчыванской Автономной Республики.

Год рождения Гасана Абдуллаева приходится к периоду нашествий армянских бандитов – дикарей. Семья Абдуллаевых испытала эту боль. Но смелая азербайджанская мать вырастила умного, сильного соотечественника, который всю жизнь старался сделать все хорошее для Родины. В 1937 году он поступает на физико-математический факультет Азербайджанского педагогического института в городе Баку, а в 1941 году с дипломом педагога молодой учитель отправляется в город Ордубад, где в Педагогическом училище преподает физику и математику. В 1944г. Гасан Абдуллаев поступает в аспирантуру Института физики Аз ФАН (1944-1948гг). Академия Наук Азерб. ССР до 1945 года была Филиалом Академии Наук СССР (Аз.ФАН). В 1945 г. Абдуллаев был зачислен младшим научным сотрудником Института физики АН АзССР. В 1948г. он закончил аспирантуру Института физики и математики АН АзССР и успешно защитил кандидатскую диссертацию на тему: «Исследование температурных зависимостей анодной поляризации в электронных полупроводниках» под руководством проф. Х.И.Амирханова [2, с.7-8; 1, с.562-563]

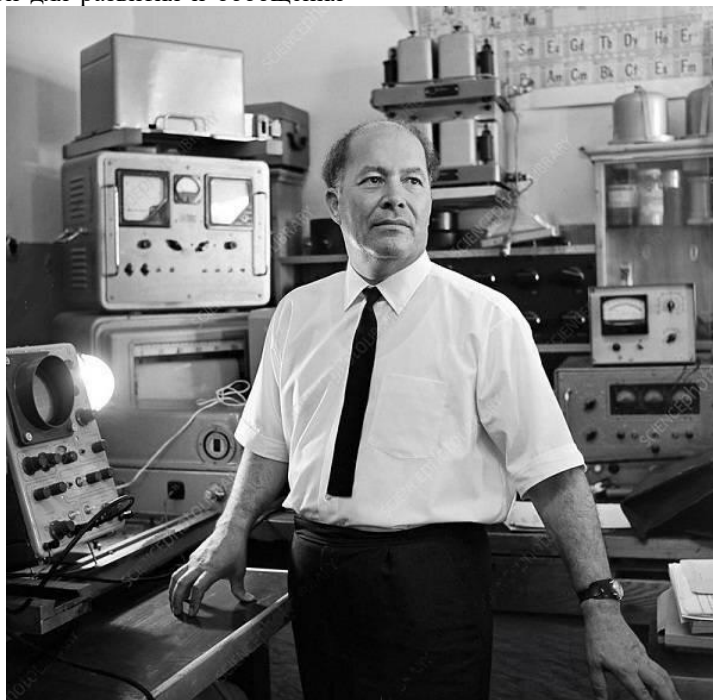
Молодой ученый отправляется в докторантуру Ленинградского физико-технического института (ЛФТИ), где под руководством академика А.Ф.Иоффе сложилась известная школа советской физики. Гасан Абдуллаев, прибывший в группе молодых ученых из города Баку, попал в лабораторию профессора Д.Н.

Наследова. В 1954г. на Ученом Совете Ленинградского физико-технического института, председателем которого был академик А.Ф.Иоффе,

успешно прошла защита Г.Б.Абдуллаевым диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по теме: «Исследование физических свойств, процессов, происходящих в селеновых выпрямителях» [1, s.56].

Исследования Г.Б.Абдуллаева послужили экспериментальной базой для развития и обобщения

теории Шоттки по выпрямляющим свойствам контактов металл-полупроводник. Впоследствии, указанную теорию с использованием данных Г.Б.Абдуллаева развил ленинградский проф. А.И.Губанов в монографии: «Теория выпрямляющего действия полупроводников».



В 1954г. молодой 36-летний ученый возвращается в г.Баку, в Институт физики и математики АН АзССР. В этом же году он был назначен заведующим «Лаборатории металлов и полупроводников» и заместителем директора Института Физики и математики АН АзССР. С 1954г. Г.Б.Абдуллаев одновременно читал лекции в Азербайджанском Государственном Университете.

Выдвинувшись в ряд ведущих советских ученых в области физики полупроводников 37-летний доктор физико-математических наук Г.Б.Абдуллаев в 1955г. избирается член-корреспондентом АН АзССР. В 1957г. доктор физико-математических наук, член-корреспондент АН АзССР Гасан Багирович Абдуллаев был назначен директором Института физики и математики АН АзССР [2, с.9].

Ученый, естественно, является творческим человеком. А ученый-организатор – это творческий человек с большим перечнем, размахом. Академик Г.Б.Абдуллаев, будучи ученым, обладающим широким диапазоном знаний, часто со строгим, плюс добрым и щедрым характером, он смог принести огромную пользу Азербайджану, своему народу и науке.

С того момента молодой ученый Гасан Абдуллаев вошел в мир науки, а именно как специалист в области физики полупроводников. Пройдя известную школу физики - школу академика А.Ф.Иоффе в докторантуре ЛФТИ и защитив докторскую диссертацию, нашел свою тропинку в научной деятельности. Обогатившись атмосферой ленинградской школы и пополнившись огромным числом очень

интересных научных идей, Гасан Багирович стремился реализовать их.

В процессе исследования научной деятельности Г.Б.Абдуллаева и научной деятельности Института в целом под его руководством, мы часто сталкиваемся с фразой «была сделана попытка». Да, это очень сильно связано с характером ученого, который чувствует научное будущее. Рискуя, не всегда получались удачные результаты, но все же работа всегда доводилась до конца. Поставленная цель всегда достигалась, в противном случае находились пути, ведущие к поставленной цели, что и являлось риском, на который способен только смелый ученый и человек. Именно благодаря смелости, было бурное и быстрое развитие перспективной темы, которая велась в Институте и руководилась проф. Г.Б.Абдуллаевым.

Точность ученого-экспериментатора сказывалась на каждом эксперименте. Полученные результаты проверялись несколько раз. Для уточнения полученных данных эксперимент ставился в различных вариантах. Гасан Багирович всегда утверждал и поучал своих учеников, что мы должны быть уверены в точности и верности полученных результатов, иначе наши данные могут стать черной проблемой в другой работе. Гасан Багирович был очень ответственным человеком при выполнении любой работы, будь она научная, либо просто, обычное дело. Актуальность решаемых в институте проблем и ответственный подход к ним давали положительный результат и прославили Институт физики и конечно его руководителя профессора Г.Б.Абдуллаева.

Важным элементом недельного научного режима Института был еженедельный семинар. После Гасан Багировича сильно чувствуется его отсутствие, хотя он смотрит на весь зал со своего портрета. Нет уже того азарта в обсуждениях каких-то вопросов. В Среда- 10:00 все собирались в актовй зал, в 10:00 – в зал входил Гасан Багирович, тем самым начинали семинар. Вел семинар он сам. Когда шли выступления, выступали и аспиранты, и молодые ученые, и зрелые ученые мужи, в зале была тишина, был слышен пролет мухи, слушали внимательно. Дальше уже шло обсуждение выступления. Первым задавал вопросы Гасан Багирович, дальше налетали с вопросами слушатели. Выясняли неясное. И весь этот процесс проходил с большим азартом, интересом и серьезностью, потому что обсуждались немаловажные проблемы. Тем не менее, не отставали и от шуток. Гасан Багирович очень любил уместные шутки. На семинаре часто бывали и гости, то из местных Института, а то и приезжие, ученые из Союза или из за рубежа.

Роль семинара, действительно, была большой. Это и знакомство с новичками, и освежение памяти, и получение новой информации не только при слушании лекторов, но и при общении ученых друг с другом. Так крепла сама организация и дружба сотрудников. Получался хороший коллектив. Лекции были не только по узким дисциплинам физики. Обсуждались и философские вопросы, и вопросы, связанные с историей науки. Гасан Багирович был очень внимательным слушателем. Диапазон проблем семинара был широк. Не все ученые всесторонни. Обычно специалист, чудесно знающий именно свою узкую специальность, может не разбираться в другом разделе той же области науки. Это совершенно нормально. Бывало и так, что участники семинара не всегда понимали друг друга, один занимается сверхпроводимостью, другой – элементарными частицами. Гасан Багирович понимал почти всех. От его внимания не ускользала ошибка или неясность.

Г.Б.Абдуллаев очень любил свою работу, свои занятия, общение со своими учениками, он безвозмездно давал много советов. Все это давало ему ни с чем несравнимое наслаждение. Это чувство знакомо всем, кому посчастливилось выбрать работу по душе. Поэтому Гасан Багирович считал себя счастливым, он им и был, безусловно.

В 60-е годы на мировой научной арене ведущими проблемами физики были ядерная физика, физика твердого тела и физика плазмы. Ядерная физика постепенно стихала, вперед пошли физика твердого тела и физика плазмы. Эти годы как раз для Института физики и математики АН АзССР под руководством профессора Г.Б.Абдуллаева были очень плодотворными. Причиной можно признать совпадение основных фактов. Объективный факт – физика твердого тела, которая была выдвинута вперед Г.Б.Абдуллаевым стала основной проблемой Института физики. Совершенно случайно Абдуллаев начал свою научную деятельность с физики твердого тела, в последующем он уловил ак-

туальность и будущее этой проблемы. Один из старых полупроводников – Se – стал спутником жизни ученого. Гасан Багирович раскрыл много секретов селена (целый ряд физико-химических свойств), также указал качественное применение полученных научных результатов. Все это можно считать одним из субъективных фактов.

Исследования велись на высоком уровне. В Союзе Институт физики АН АзССР был одним из ведущих учреждений. В Институте разрабатывались фундаментальные проблемы. Актуальность затрагиваемых тем была ясной, работы находили себе место и реализовывались.

Для того, чтобы организовать, создать подобный действующий, активный научный комплекс и систему, необходимы были: организаторская сила, способность и знание. Ученый – это творческий человек, а творчество любит свободу. В связи с этим – держать в руках и управлять системой ученых задача не из легких. Существовала иная проблема – создать условия для ученых, поскольку творческий человек всегда приносит новизну, новизна обычно воспринимается покачиванием головы. Важно уметь выслушать автора и оценить новизну. Далее, по мере возможности, создать условия, чтобы автор доказал свою новизну, идею, методику и т.д.

В годовых отчетах появились очень интересные окончания. В конце годового отчета был раздел, где отчитывающийся отмечал свои проблемы, трудности, советы и предложения, либо делал запросы, что явилось трамплином. Дирекция создает условия ученому высказаться, выслушав и предоставив свою помощь, помогает какой-то идее, новизне, работе выйти вперед. Но не будь этих условий, работа, идея застыла бы, разрушилась, в лучшем случае, стала бы ползти.

Физик – экспериментатор часто встречается с трудностями. Это и противоречия, когда существующая теория, мировоззрение, общепризнанная гипотеза и результаты эксперимента противоречат друг другу. Это и случай, когда избранный метод не позволяет решить поставленный вопрос. Обязательно необходимо рассмотрение с новых методических позиций, с новых аспектов. Смелый экспериментатор брался за неопробованный метод, ставил новый эксперимент.

За короткий промежуток времени Институт физики и математики, благодаря работам Г.Б.Абдуллаева и его учеников по получению кристаллов селена, теллура, их сложных соединений, комплексному изучению их физических свойств и созданию новых полупроводниковых преобразователей приобрел авторитет одного из ведущих научных центров Советского Союза- принят головным институтом по данным вопросам в СССР.

Согласно Советской научной программе, в союзных (провинциальных) республиках не закладывались основы, скорее фундамент ведущих проблем, так как капитал в союзные республики не вливался. Совпадения объективных фактов с субъективными и большая роль личных способностей Абдуллаева Г.Б. в этом процессе помогли создать довольно плодотворную, в будущем признанную

мировым научным обществом азербайджанскую школу физики (полупроводников). Признание ведущей роли было в 1957 г. По решению ЦК КПСС и Совета Министров СССР постановлением № 620-303 от 4 июля 1957 года Институт физики и математики АН АзССР утвержден головной организацией в СССР научно-технического направления «Физика и техника приборов на основе селена». Полученная репутация была следствием высокого уровня исследований. Институт уже официально приобрел свое научное направление. Становление Института головной организацией по физике Se и Ti в Союзе в истории Института физики и математики АН АзССР было ярким пиком. Головная организация по всему Союзу – это не простая заслуга, так же это очень ответственная, сложная и редкая работа, даже в истории Академии Наук АзССР.

Гасан Багирович сумел собрать вокруг себя талантливых, активных ученых. В Институте появилась живая, энергичная атмосфера. Г.Б.Абдуллаев сам направлял молодых ученых, увлеченных наукой, учиться у ведущих ученых, мастеров. Так назревала и зарождалась научная школа. Школа – это такой мир, в преддверии которого стоишь: полон энергии, умен, талантлив, но не совсем знаешь, как всем этим пользоваться, а перешагнув через ворота и пройдя школу, уже выходишь мастером, специалистом – увидев явление, причину ловишь налету.

Результаты большого комплекса научно-исследовательских работ по физике Se, выполненные за 10-15 лет в Институте привели к прогрессу советской селеновой промышленности. Принимая во внимание это обстоятельство, ЦК КПСС и СМ СССР постановлением № 760 от 24 сентября 1968 г. и Президиум АН СССР постановлением от 8 августа 1969 г. Институт физики АН Аз ССР был повторно утвержден АН СССР головным и координирующим в СССР по теме «Физика селена и теллура. Техника и приборостроение на их основе» [5, с.220].

Институт ежегодно увеличивает объем научных исследований, результаты которых внедряются в промышленность и в другие разделы науки – это и медицина, вычислительная техника, биофизика, космические исследования и т.д.

С 1968 г. по 1970 г. акад. Г.Б.Абдуллаев был академиком-секретарем отделения физико-технических и математических наук, членом Президиума АН Аз ССР. В 1970 г. он был избран Президентом Академии Наук Аз ССР. Это было в период, когда Первым секретарем КП Аз.ССР был Гейдар Алиев. Он был сильной опорой в развитии науки в Азербайджане [4, с.135].

Если до 1970 г. (1945-1970 гг.) число работ ученых Академии наук Азербайджана, включенных в важнейшие достижения советской науки, было всего 170, то только за 10 лет (1970-1980 гг.) оно составило 450. В процессах «наука-производство», «наука-внедрение» важную роль играли созданные академические хозрасчетные научно-производственные предприятия, годовой объем работ, которых за 1980 г- 250 млн. руб., против 600 тыс. руб. в

1970 г. За это же время учеными Академии получено свыше 1500 авторских свидетельств на изобретения, что в 7 раз больше, чем за предыдущие 25 лет. Получено 200 патентов в 34 странах мира, продан ряд лицензий. Подготовлено 180 докторов и 1545 кандидатов наук [4, с.240].

С 1970 по 1983 г.г. под руководством академика Г.Б.Абдуллаева расширился объем Академии, было создано более 20 научных учреждений и опытно-конструкторских структур. Созданы опытно – конструкторские заводы и бюро: «Селен», «Теллур», «Биосфера», «Каспий», «Регистр», «Кристалл» и др. [5, с. 208-248].

Академия наук Азерб.ССР стала одним из научных центров и ведущих органов Советского Союза. Награждение АН Азерб.ССР в 1975 г. орденом Дружбы народов являлось высокой оценкой работы ученых специалистов. Академия наук Азерб.ССР стала: головной в стране (СССР) по исследованию селена и теллура, приборов на их основе, а также координатором работ в области разработки медицинских термоэлектрических устройств (Институт физики с Опытным заводом); головным исполнителем и координатором среди социалистических стран, входящих в Совет «Интеркосмос» по организации и проведению подспутниковых полигонных исследований по проблеме «Изучение Земли из космоса» (Институт космических исследований природных ресурсов); головной в стране (СССР) по разработке проблемы синтетических нафтеновых кислот (Институт нефтехимических процессов) и проблемы магнитных полупроводников (Институт неорганической и физической химии); головной в стране по разработке актуальных проблем Азербайджанского языкознания и литературы.

Академия наук Азерб.ССР под руководством академика Г.Б. Абдуллаева приобрела широкие научные связи. Среди коллег академика Абдуллаева по исследовательской работе были академики А.П.Александров, М.В.Келдыш, Е.П.Велихов, Н.Г.Басов, Б.М.Вул, А.М.Прохоров, Н.Н.Боголюбов, Д.Н. Наследов, Р.З.Сагдеев, Ж.И.Алферов и др.

Академик Г.Б. Абдуллаев неоднократно представлял советскую науку за рубежом. Достижения азербайджанских физиков в области физики сложных полупроводников, физики селена и теллура, что было под руководством Г.Б.Абдуллаева, были предметом его выступлений на международных конференциях за рубежом. Были случаи, когда Г.Б.Абдуллаев, как хороший профессионал в своей области науки, выступал от имени советской науки в роли и эксперта и докладчика. За 1970-1983 гг. Академией наук Азерб. ССР проведено свыше 95 совещаний, конференций и симпозиумов, в том числе более 25 всесоюзных и 20 международных с участием видных ученых из зарубежных стран. К примеру, в 1973 г. в Баку состоялся XXIV Международный астронавтический конгресс с участием более 700 зарубежных ученых из 15 стран мира.

В 1972г. академик Г.Б.Абдуллаеву и группе ученых, работавших под его руководством, была присуждена Государственная премия Азерб. ССР

за работы по установлению роли селена в процессе зрения. Академик Г.Б.Абдуллаев был членом Научного совета по комплексной проблеме «Физика и химия полупроводников» при Президиуме АН СССР.

Научные труды, наследие оставленное академиком Г.Б.Абдуллаевым: 17 монографий, более 600 научных статей, опубликованных в союзной и мировой научной литературе; 250 изобретений – авторские свидетельства от Госкомитета по изобретательству СССР, 7 изобретений запатентованы в 4-х различных странах – в Америке-3, во Франции-2, в Англии –1, в Индии-1. Известный ученый, лауреат Нобелевской премии, друг Г.Б.Абдуллаева Жорес Алферов во время его 90-летнего юбилея сказал интересную фразу: «Гасан Багирович понимал, что наука – это гарант будущего благоденствия. Он жил во имя этого и мы не забудем его заветы» [5, с.251].

Список литературы

1. Rəfət Quliyev Azərbaycanca müasir fizikanın banisi və elm təşkilatçısı akademik Həsən Abdullayev. Bakı: “Elm və təhsil”, 2018, 688s.
2. Деятели науки и культуры Азербайджана. Абдуллаев Г.Б. Библиография. Баку: Элм, 1978, 163с.
3. Зеленский Э.Я. Развитие международных научных связей Советского Азербайджана в свете истории науки. Автореф. дис. канд. ист. наук. Баку: 1969, 35 с.
4. Расцвет науки Советского Азербайджана. Баку: Элм., 1980, 250 с.
5. Солтанова Н.Б. История развития физики в Азербайджане. Академик Г.Б. Абдуллаев Saarbrücken, Germany: LAP, 2014, 270 s.

MEASURING SYSTEMS

FIBER-OPTIC INCLINOMETER FOR DIAGNOSING ELEMENTS OF THE PROPULSION COMPLEX OF AUTONOMOUS VESSELS

Sandler A.

Ph.D., Associate Professor

National University Odessa Maritime Academy, Odessa, Ukraine

DOI: [10.5281/zenodo.8016986](https://doi.org/10.5281/zenodo.8016986)

Abstract

The capabilities of the modern technical diagnostics system (TDS) are somewhat limited in terms of the probability of control results and the degree of invariance to the influence of destabilizing operational factors. This shows that within the modern concept of the technical operation of autonomous vessels (AVs) to the pre-failure state, new means of diagnosis are in demand. Such means should be organically implemented to TDS, ensure high operational efficiency and reliability of functioning, be economically expedient. Therefore, the solution to the scientific and technical problem of optimal combination of protection and preservation of the characteristics of fiber-optic inclinometers for monitoring the bearing supports of the ship's propulsive complex is of particular relevance. It was determined that the improvement of the characteristics of the control means can be achieved due to the synthesis of known optical circuits and the latest materials and types of light guides. To register the parameters of mechanical impact and deformations, a new schematic solution of the sensor based on light guides of the revolver type and elements made of nanomaterials is proposed.

Keywords: propulsion system, autonomous vessel, optical fiber, inclinometer.

I. INTRODUCTION

The analysis of damage to ship propulsion systems shows that among the various reasons that can lead to loss of operational capacity, as well as to accidents with catastrophic consequences and significant losses, one of the dominant places is occupied by the failure of the elements of the shafts as a result of the spatial shift of the axes and the increase in the amplitudes of shaft vibrations. The existing procedure for ensuring the operational efficiency of ship rotor systems by further increasing the reliability and redundancy of their elements is associated with significant material and economic costs and does not always provide effective constructive solutions. In the current situation, it is most expedient to separate from the hierarchy of functional subsystems of the propulsive complex of systems of retention and stabilization of shafts and to identify potential reserves for increasing the efficiency of their functioning.

The long-term performance of such complexes is primarily determined by the mode of operation of the tribocombination in the suspensions. Under the influence of operating factors, tribomechanical and rheological processes are activated in the bearing units, which contribute to the dissipation of the supplied mechanical energy both by destructuring mechanisms that cause nutation of the rotor and wear of the supporting bearing units, and by damping elements.

However, the known circuit-technical solutions for supporting the shafts of the propulsive complex are limited by the specifics of the functioning of shipboard energy-intensive objects, and their implementation makes it possible to reduce the intensity of the influence of a limited range of operational factors. Under these conditions, technical diagnosis of the state of the position of the axes and the stabilization of the vibrations of the engine rotors and shaft lines is one of the priority tasks in the formation of a comprehensive approach to increasing the operational reliability of the operation of

unmanned vessels.

The solution to the problem of increasing the efficiency of technical diagnostics of the state of the position of the shafts of the propulsive complex throughout the life cycle of the USVs requires the implementation of the concept of using the latest, more efficient and economically feasible, automated means of technical diagnostics and forecasting of the technical condition and significantly complicates the diagnostic processes. The trends in the development of modern technical operation methods confirm that the use of reliable, verified, invariant to disturbances diagnostic tools is able to ensure high operational efficiency and reliability of the functioning of marine unmanned vehicles [1, 6].

According to this concept, operational efficiency, as one of the criteria for the expediency of applying the principles of information and measurement management, is the primary reason for the use of such diagnostic tools that allow preventing the uncertainty of errors [18]. Information and measurement management technology has long been implemented and used in mobile automatic systems based on unmanned vessels to support improved management [12].

Similar methods are applied based on the study of the internal properties of elements of complex systems and complexes and take into account the peculiarities of creating a mathematical apparatus that comprehensively characterizes various processes in specific operating modes of a specific system. In turn, the development of the principles of building regression models based on the data of experimental studies is determined by the principle of connecting inputs based on experimental data with a certain number of joint observations of input and output parameters [3].

The existing means of monitoring the technical condition of the elements of the propulsive complex of unmanned vessels are operated under the conditions of intense influence of destabilizing factors - powerful electromagnetic, thermal and vibrational fields. It is

these disturbances that prevent effective diagnosis and forecasting of the technical condition of elements of the propulsive complex in accordance with modern operational requirements. This proves that the latest diagnostic tools are in demand for the modern technical operation of unmanned vessels to the pre-failure state. Namely, they are insensitive to most operational destabilizing factors (DF), built on the latest fiber-optic technologies and materials [17].

This process is accompanied by a change in the parameters of the trajectories of the moving balance of the shaft axes in the space of the gaps, which are located in the area of the areas of application of dynamic loads of the support nodes, and which in the initial state were dynamically more stable.

In addition to the vibrations created by the reactions of the lubricating layer in the bearing assemblies, there is another powerful source that creates mechanical oscillations in the shaft line. The pulsating force of the propeller, induced by the uneven and unsteady flow, is transmitted by the propeller shaft system, causing structural vibrations and radiated noise. The dynamic characteristics of the propeller shaft coupling system are indispensable for the transmission of the vibration of the stern disturbance, where the coupling system acts as a low-pass filter that amplifies the vibrational reactions at its resonances [20].

The research hypothesis formulated in this way was based on the assumption that the change in the geometry or the conditions of vibration damping by the engine supports and shaft elements should affect the overall mechanical load transmitted by the power unit to the ship's hull at vertical points above the bearing assemblies. And precisely the control of the spatial state of the engine supports and the shaft line can provide the necessary diagnostic information about the state of the propulsive complex [13].

In [5, 26], the results of research of fiber-optic inclinometers (FOI) based on fiber-optic gyroscopes in technical monitoring systems are given.

However, issues related to fundamental and technical deficiencies that significantly limit the possibilities of using FOI for monitoring the elements of the propulsive complex of unmanned vessels remained unresolved. The reason for this may be objective difficulties associated with:

- the need to implement measures to ensure high stability of FOI parameters. This mainly concerns the optical fiber and the wavelength of the radiation source. The stability of the wavelength of the radiation source and the associated power input into the optical circuit determine the accuracy of the device. The permissible level of fluctuations of the output signal (noise) is limited by the sensitivity of the photodetector;
- the need to compensate for the influence of such physical phenomena as: polarization effects, thermo-optical, magneto-optical, non-linear Kerr effect, etc. The zero drift caused by them can significantly exceed the useful signal;
- the difficulty of application, from the point of view of working in conditions of high temperatures, low-temperature solders used in the production of superluminescent diodes, as well as when connecting an

optical fiber to a radiation source. This is also due to the fact that temperature effects, in addition to directly influencing the characteristics of the elements of the FOI, also affect the manifestation of various physical effects, and because of them, the accuracy of the device.

An option to overcome the relevant difficulties can be the approach used in [23], which consists in:

- changes in the production technology of FOI (working out issues of optical fiber soldering);
- use of radiation sources with a larger range of operating temperatures;
- application of the thermoregulation system and circuit-algorithmic compensation of temperature dependence.

But the issue related to the essential indicators of accuracy, reliability and economic feasibility of the implementation of the specified measures remained unresolved.

An option to overcome the relevant difficulties can be the use of the FOI proposed in [8, 11].

The inclinometer consists of a 2000-mm-long PVC pipe that acts as a housing, a fiber-optic light guide, and a strain-measuring device. In each quadrant of the pipe section at 0, 90, 180 and 270° there are grooves along the pipe axis. Four short metal guide tubes are attached to the pipe in the middle and at the end of the pipe. A section of optical fiber is pulled along the grooves through the guide tubes to form two loops. The part of the light guide inside the guide tubes is firmly glued to the inner surface of the tube. To prevent the fiber optic cable from slipping around the circumference during bending, the fiber optic cable is glued to the PVC pipe inside the surface of the groove. The guide tubes and fiber optic cable configurations are secured by clamping the guide tubes. The two free ends of the optical fiber are connected to a device for measuring deformation.

However, since the open optical fibers are in the zone of influence of destabilizing factors, the issues related to the stability of the materials of the FOI elements in real operating conditions remained unresolved.

The main factor is the threat of destruction of the FOI elements when the optical fiber interacts with the hygroscopic sheath saturated with moisture. This is due to the process of stimulated hydrolysis. During hydrolysis, a water molecule is embedded in a strained Si-O-Si bond, breaks it and creates new bonds with hydrogen. Within the surface layer of the fiber material, the bridging bond between the silicon ions is broken, and two unstable "radicals" are formed. Due to the fact that "radicals" have a significant reactivity to environmental molecules. The combination of the silicon atom with the OH group and the creation of a layer of the Si-OH silanol group takes place. With further growth of the thickness and porosity of the layer, destruction may approach the core of the fiber, which will cause its gradual destruction [18].

An option to overcome the relevant difficulties can be the complete isolation of sensitive optical fibers from the influence of moisture and operational factors

with a thin layer of nanomaterial. The use of a protective nanolayer demonstrated not only powerful protection of the optical fiber, but also positively influenced its physical and mechanical properties. This is the approach used in [15, 24].

At the same time, the issue related to the exact identification of mechanical influences on bearing supports in different directions remained unresolved.

An option to overcome the relevant difficulties can be the use of revolving light guides. This is the approach used in work [4, 14], where the potential capabilities of light guides of this class were evaluated.

Therefore, in this way, the solution of the scientific and technical problem of a rational combination of protection and preservation of metrological and technological and economic characteristics of the FOI for technical diagnosis of the state of the elements of the propulsive complex [2, 7, 27] becomes particularly relevant.

II. PURPOSE OF WORK

The purpose of the study is to develop a technology for measuring mechanical load and corresponding deformations of bearing supports of the shaft line using a fiber-optic multivector inclinometer. The implementation of the research results will make it possible to significantly reduce the probability of an error during the assessment of the technical condition of the elements of the ship's propulsion complex.

To achieve the goal, the following tasks must be solved:

- to determine the scheme and technical solution of the FOI, which is resistant to the influence of operational factors during the implementation of constant and long-term diagnostics and forecasting of the technical condition of the elements of the ship's propulsion complex;

- synthesize a mathematical model for evaluating the influence of controlled parameters on the metrological characteristics of invariant fiber optic inclinometers.

III. CONTENTS AND RESULTS OF THE RESEARCH

The object of research is the processes of formation and transformation of optical power in a sensitive optical fiber of the revolver type.

The subject of research is fiber-optic means of controlling mechanical deformations that function in difficult operating conditions.

The main hypothesis of the study is the assumption of the possibility of using a revolving optical fiber

to convert the amount of deformation in different directions into changes in the power of optical radiation.

The theoretical part of the work is performed using:

- a) system analysis - when determining the structural connections between the elements of the measuring tool for controlling the deformation and decomposition of the research object;

- b) the theory of optical waveguides of equal volume - when determining the distribution of optical power in each branch of a revolving optical fiber;

- c) methods of analytical research of processes of interaction of fields of optical waveguides - when studying the processes of transformation of light radiation in an optical fiber under the influence of deformations initiated by external mechanical influence;

- d) mathematical modeling - when obtaining an approximate assessment of the operation of the optomechanical system of the FOI.

It is known that the task of significantly increasing the level of stability of characteristics and reliability of the results of FOI measurements, in most existing applications, is solved on the basis of the synthesis of the measuring tool. Such a tool is designed on the basis of optimizing the combination of structural parameters and the combination of materials. The optimization criterion is the degree of invariance to the influence of external operating and destabilizing factors (DF).

In order to achieve more perfect physical and mechanical characteristics of the sensitive element of the FOI, it is proposed to use light guides made of artificial sapphire as the material of the optical channel. The use of artificial sapphire, which has almost no mechanical hysteresis, will allow to ensure the required level of sensitivity and, at the same time, the resistance of the light guide surface to the influence of DF [16].

The general protective shell is a clip consisting of carbon nanotubes, in which sensitive optical fibers are located radially. The use of such a general clip will ensure an increase in moisture resistance of the fiber, leveling of the phase interface: solid base-coating, increase in homogeneity, mechanical and laser strength, decrease in surface roughness of the optical fiber (Fig. 1) [9].

The revolving optical fiber contains 32 optical fibers in a protective shell 8 to cover all possible azimuthal deformations of the bearing supports. To accurately identify the azimuth, the revolving light guide 2 is connected to the radiation source through a multi-branch splitter 3. Each branch of the splitter contains optical filters 4.

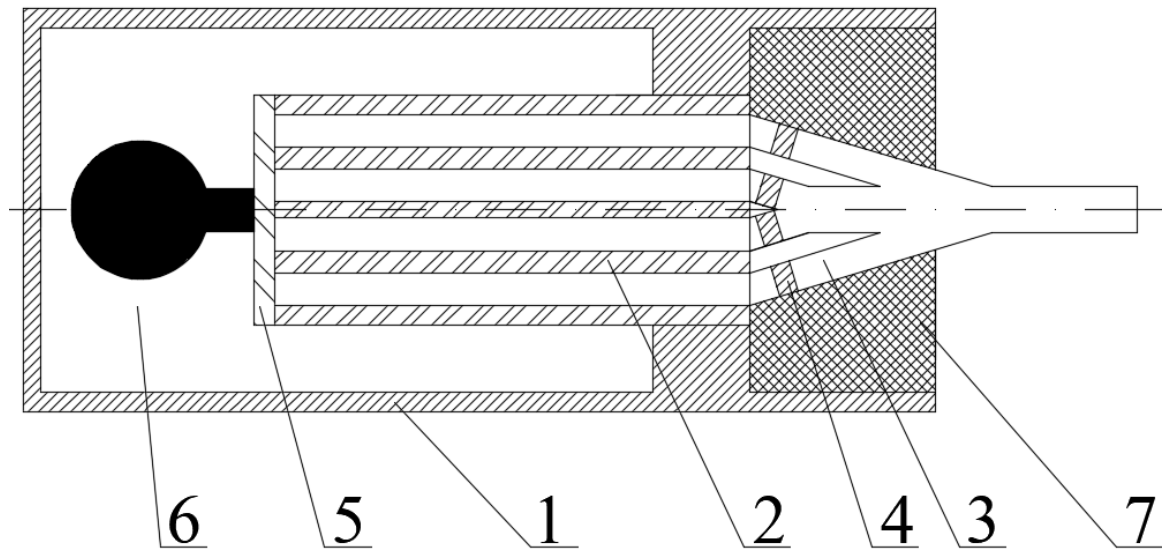


Fig. 1. Fiber-optic inclinometer: 1 – body; 2 – light guide of the revolver type; 3 – multi-branch splitter; 4 – optical filters; 5 – reflective layer; 6 – inertial mass; 7 – vibration-absorbing protective gasket; 8 – general protective sheath of the light guide of the turret type

Optical filters form optical radiation with its own wavelength for each optical fiber. After passing through the optical fibers, the radiation is reflected from the reflective layer 5 and returns to the splitter. When deviated from the vertical, the inertial mass 6 deflects the fibers and causes bending deformations in them, which are the largest in the azimuth of the inclination. In fibers maximally coinciding with the tilt azimuth, the conditions of complete internal reflection of light are violated to the greatest extent. Such fibers, namely, the angle and azimuth of the inclination, is determined by the loss of optical power at its own wavelength of radiation, which is assigned to this optical fiber. The hull 1 is connected to the ship's structures through a vibration-absorbing protective gasket 7 [19].

The first assumption is due to the technology of creating an optical fiber. The latter was considered as a layered structure consisting of a homogeneous core with a radius ρ of material with a refractive index n_{co} , and shells with a refractive index n_{co1} , n_{co2} , etc. At the interface between the core and the shell, the relative dielectric constant parameter ε changes with a jump. Each layer has its own physical and mechanical characteristics. The fiber material is considered absolutely elastic, the deformations are such that they do not lead to destruction. The assumption allows the use of models of classical mechanics of continuous media obeying Hooke's law for an anisotropic body in calculations.

The analysis of the two-layer optical structure was performed on the basis of Maxwell's equations. The equations make it possible to consider the processes of light propagation at any ratio between the dimensions of the system forming the light beam and the wavelength.

To fully define the field of such a structure in Maxwell's equations, boundary conditions are defined, on the basis of which the characteristic equation is obtained

$$U \frac{J_1(UR)}{J_0} = W \frac{K_1(WR)}{K_0(W)}, \quad (1)$$

where J_0 – Bessel function of the first kind; K_0 – modified Bessel function of the second kind; U and W – scalar mode parameters for the core and shell are related to the parameters of the optical fiber by ratios

$$V^2 = U^2 + W^2; \quad U = \rho (k^2 n_{co}^2 - \beta^2)^{0.5}; \\ W = \rho (\beta^2 - k^2 n_{cl}^2)^{0.5}; \quad V = k \rho (n_{co}^2 - n_{cl}^2)^{0.5}.$$

The parameter U is related to the mode propagation constant β ratio

$$\beta \frac{V}{\rho \sqrt{2\Delta}} \left(1 - 2\Delta \frac{U^2}{V^2} \right)^{1/2}. \quad (2)$$

The second assumption is due to the nature of the perturbation of the parameters of the optical fiber under the influence of the controlled quantity.

In the case of homogeneous changes in the refractive indices of the core and shell, when the refractive index of the core differs everywhere from the refractive index of the undisturbed fiber by Δn_{co} , then it is possible

to write $\eta_p = \eta$, $\Delta n = \Delta n_{co}$, η – a fraction of the power of fashion spreading through the core. The share of power

in the envelope is equal to $1 - \eta$. Therefore, if the index of refraction of the shell differs by Δn_{cl} from the corresponding parameter of the undisturbed fiber, then the propagation constant in the disturbed fiber is determined as

$$\beta = \beta + k \left[\eta \Delta n_{co} + (1 - \eta) \Delta n_{cl} \right], \quad (3)$$

where $k = \pi/\lambda$ and λ – wavelength in vacuum. In

this case, the propagation constant does not depend either on the shape of the cross-section or on the profile of the refractive index. Since $\Delta n = n_0 - n_{cl}$, then for the main modes of fibers with a stepped profile of the refractive index (RI)

$$\beta = \beta + 2(n_{co} - n_{cl})k \frac{\Delta \rho}{\rho} \left[\frac{UK_0 W}{K_1 W} \right]^2, \quad (4)$$

where K_1 – modified Bessel function of the second kind.

The third assumption is connected with the dependence of the intensity distribution of the main mode on the cross-section of single-mode fibers with a stepped RI and the value of the waveguide parameter V on the "volume" of the refractive index profile. This gives reason to apply the equal-volume refractive index method for evaluating the interaction of disturbed fiber layers from positions [25].

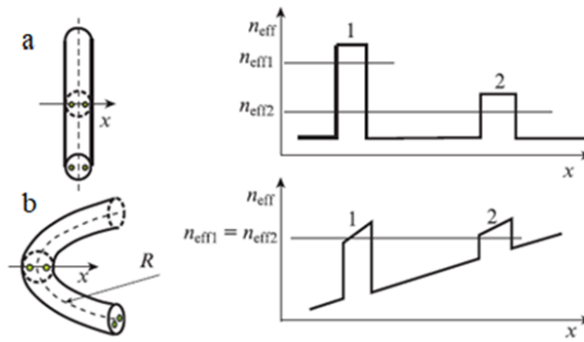


Fig. 2.

Equivalent profiles of the index of refraction of an optical fiber: a – "heterogeneous" straight; b – curved [4]

In a curved antenna, the bending power attenuation coefficient is estimated as

$$\xi = \frac{P_{rad}}{[2\pi R_c P(0)]}, \quad (5)$$

where $P(0)$ – the power that is input to the antenna; P_{rad} – power emitted during bending; R_c – bending radius.

For a single-mode optical fiber, taking into account (1), the power attenuation coefficient of the main mode in a curved fiber with a stepped RI will be obtained [25]

$$\xi = \frac{\pi^{0.5}}{2\rho} \left(\frac{\rho}{R_c} \right)^{0.5} \frac{U^2}{V^2 W^{1.5}} \frac{1}{K_1^2(W)} \exp\left(-\frac{4R_c W^3 \Delta}{3\rho V^2}\right). \quad (6)$$

For a uniform and thin fiber under certain tension, the modulus of elasticity for stretching (compression) E_z and torsion E_v can be considered separately constant

$$g_{zz} = (1 - \eta r \cos \phi)^2 + v^2 r^2 = (1 - \eta x)^2 + v^2 (x^2 + y^2), \quad (8)$$

where angle ϕ counted from the axis $\vec{x}(\psi)$. Taking into account (7) and (8) and the fact that $g_{zz}^{-1} \ll 1$ in polar coordinates

$$n_{zz} \approx n(r) + \frac{1}{2n(r)} (-2\eta r \cos \phi + \eta^2 r^2 \cos^2 \phi + v^2 r^2), \quad (9)$$

where $n(r) = \sqrt{\varepsilon(r)}$; τ and v – parameters of curvature and rotation of the axis of a spirally curved fiber, which

In a straight optical fiber, the mode field at each cross-section point propagates parallel to the fiber axis. Propagation occurs with the same phase velocity, so that the constant phase plane is orthogonal to it. In the case of bending the fiber into a flat arc with a constant field radius and the phase fronts rotate around the center of curvature of the bend with a constant angular velocity. At the same time, the profile of the refractive index of the optical fiber changes (Fig. 2).

For a weakly strained fiber, there must be a certain radius in the plane of bending, exceeding which the field must already turn into a radiating one. To calculate the optical power emitted during bending, it is advisable to use an approximate fiber model. The antenna radiates into an unlimited medium with a refractive index equal to the refractive index of the shell n_{cl} . Therefore, the formulas of antenna theory for the far field can be used in the calculations of the radiation field.

across the cross section, because the fiber can be considered as a one-dimensional homogeneous medium. Such an assumption does not significantly distort the picture of tension distribution.

Then the diagonal element of the refractive index tensor $n_{33} \equiv n_{zz}$ it is possible to present as

$$n_{zz} = \sqrt{\varepsilon_{zz}} = \sqrt{\varepsilon(r) + g_{zz} - 1} \quad (7)$$

where $\varepsilon(r)$ – profile of the relative permittivity of an not tense straight fiber.

Tension deformation (compression) along a spirally curved axis ψ $\sigma_{zz} = \sqrt{g_{zz} - 1}$ is equal to the corresponding change in relative permittivity, and the metric factor $\sqrt{g_{zz}}$ the coefficient of change of lines located at the same distance from the axis makes sense Ψ inside the curved fiber and is defined as

are equal to

$$\eta = \frac{R}{R^2 + (p/2\pi)^2}; \quad \nu = \frac{p}{2\pi} \cdot \frac{1}{R^2 + (p/2\pi)^2}, \quad (10)$$

where R, p – the bending radius of the fiber axis and the spiral pitch, respectively.

Then the changes in the RI during bending and twisting of the fiber can be estimated as

$$n_{zz} \approx n_0 + \frac{1}{2n_0} \left(-2\eta r \cos \phi + \eta^2 r^2 \cos^2 \phi + \nu^2 r^2 \right), \quad (11)$$

where n_0 – index of refraction of an undisturbed fiber [10, 21, 22].

Optical fibers in the manufacturing process, due to contact with the spinnerets, acquire a certain ovality [25]. Such a shape can be replaced by such an averaged concept as ovality, where one of the axes of the ellipse is equal to the diameter of the fiber. The increase in constant propagation due to the ellipticity of the coaxial structure, where one of the axes of the ellipse is equal

to the diameter of the fiber, is

$$\Delta\beta_e = \frac{2R\pi n_{co}}{r_e \lambda} - \frac{2\pi n_{co}}{\lambda}, \quad (12)$$

where R – semimajor axis of the ellipse; r_e – minor semi-axis of the ellipse and radius of the circle of an ideal fiber; λ – wavelength of radiation.

Then from (6, 11, 12) a mathematical description is obtained for determining the effective optical power at the output of a bent optical fiber

$$P(z) = P(0) \left(\frac{\pi^{0.5} \left(\frac{\rho}{R_c} \right)^{0.5} \frac{\left(\rho \left(k^2 (n_{co} + n_{zz})^2 - (\beta + \beta_e)^2 \right) \right)^{0.5}}{\left(k\rho \left((n_{co} + n_{zz})^2 - (n_{cl} + n_{zz})^2 \right) \right)^{0.5} \left(\rho \left((\beta + \beta_e)^2 - k^2 (n_{cl} + n_{zz})^2 \right) \right)^{0.75}}}{\frac{1}{K_1^2 \left(\rho \left((\beta + \beta_e)^2 - k^2 (n_{cl} + n_{zz})^2 \right) \right)^2}} \exp \left(- \frac{4R_c \left(\rho \left((\beta + \beta_e)^2 - k^2 (n_{cl} + n_{zz})^2 \right) \right)^3 \Delta}{3\rho \left(k\rho \left((n_{co} + n_{zz})^2 - (n_{cl} + n_{zz})^2 \right) \right)} \right) \right). \quad (13)$$

IV. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The implementation of the developed FOI will allow to obtain a means for the organization of permanent and long-term control of the technical condition of the elements of the propulsive complex.

Heat resistance and moisture protection of the sensitive fibers of the inclinometer is ensured by the combination of artificial sapphire and nanotubes and technological features of production. Thanks to the vapor deposition process, it is possible to achieve a strong connection between the optical fiber and the overall protective clip-sheath.

The improved mathematical model (13) makes it possible to synthesize a fiber inclinometer invariant to the influence of DF, with any variation of the initial information and structural elements.

Taking into account the opportunities, limitations and shortcomings, the development of research should be:

- further improvement of the mathematical model of the VOI, which will allow taking into account more factors that affect the possibility of continuous monitoring of elements of ship propulsion systems over long periods of time;
- searching for ways to improve the physical and mechanical properties of the materials of the measuring device;
- optimization of the parameters of all elements of the FOI according to the criteria of long-term reliability and speed of operation.

In accordance with the first task, a scheme and

technical solution of the FOI was determined, which first of all satisfies the criteria of immunity to the influence of operational DFs during the implementation of permanent and long-term diagnostics and forecasting of the technical condition of the elements of ship propulsion complexes AVs.

The synthesized mathematical model made it possible to prove that the change in optical fiber deformation detection at the key level corresponds to the change in pressure in the FOI, and the trend of the change is the same.

This result was achieved primarily due to the fact that the model takes into account fluctuations in the power of the modulated radiation source, as well as unproductive losses of optical power at any point of the optical path of the measuring device. This made it possible to minimize the level of the necessary signal power at the FOI output without losing the accuracy of measuring the mechanical deformations of the bearing supports.

Also, unlike other existing models, the proposed one allows to estimate the level of crosstalk when two sensors working in the same channel are interrogated at the same time. The implementation of scalability to any networks based on fiber-optic technologies to increase the number of responding sensors does not occur at the expense of reducing or increasing the distance to the location of the control points, but through the possibility of calibrating the signal strength.

One of the main advantages of the synthesized model is the flexibility to choose specific working points of the shaft line for each remote monitoring

point.

The mathematical model of conversion of optical radiation into FOI is universal and can be used to create a wide range of interference-resistant diagnostic tools for ship information and measurement systems [28].

References

1. Budashko, V. Diagnosis of the Technical Condition of High-tech Complexes by Probabilistic Methods [Text] / V. Budashko, A. Sandler, V. Shevchenko // International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation (TransNav). – 2022. – V. 16. – № 1. – P. 105-111. ISSN 2083-6473, ISSN 2083-6481 (electronic version). DOI: 10.12716/1001.16.01.11.
2. Budashko, V. The synthesis of control system to synchronize ship generator assemblies [Text] / V. Budashko, V. Shevchenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2021. – V. 1. – № 2(109). – P. 45-63. ISSN 1729-3774. Doi: 10.15587/1729-4061.2021.225517.
3. Budashko, V. Theoretical-applied aspects of the composition of regression models for combined propulsion complexes based on data of experimental research [Text] / V. Budashko, V. Golikov // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – V. 4. – № 3(88). – P. 11-20. DOI:10.15587/1729-4061.2017.107244.
4. Dianov, E. M., Semyonov, S. L., Bufetov, I. A. New generation of optical fibers// Quantum electronics. – 2016. – №1. – T.46. – P. 1-10. URL: <https://www.mathnet.ru/links/33608eadf4b3dcd263870724f3617d01/qe16318.pdf>.
5. Jianhui Zhao, He Xu. Simulation of Shupe Effect in Fiber Optic Gyroscope Fiber Coil with Inclinator While Drilling// Acta Optica Sinica. – 2018. – Vol. 38. – Issue 5. DOI: 10.3788/AOS201838.0506001.
6. Kiryukhin, A. L., Romanovsky. G. F., Khanmamedov, S. A. Systems of retention and stabilization of shafts of ship power plants // Ship Power Plants. - 2011. – № 27. – P. 10-19. URL: seu.onma.edu.ua/wp-content/uploads/2020/09/2011_27_27_2.pdf.
7. Kistner, L. Optimal Design of a Distributed Ship Power System with Solid Oxide Fuel Cells under the Consideration of Component Malfunctions / L. Kistner, A. Bensmann, R. Hanke-Rauschenbach // Applied Energy. – 2022. – V. 316. – 119052. ISSN 0306-2619. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.119052>.
8. Lin Maa, Kyoza Tsujikawa, Shinichi Aozasa, Yuji Azuma. Cord identification technique for ultra-low bending loss fibers using higher order modes of visible light// Optical Fiber Technology. – 2013. – № 19. – P.194–199. <https://doi.org/10.1016/j.yofte.2013.01.002>.
9. Lixing Dai, Jun Sun (2016). Mechanical Properties of Carbon Nanotubes-Polymer Composites. URL:<https://www.intechopen.com/chapters/50512>.
10. M. H. Sadd. Elasticity Theory, Applications, and Numerics https://sarrami.iut.ac.ir/sites/sarrami.iut.ac.ir/files//file_s_course/elasticity-theory-applications-and-numerics-sadd-3rd.pdf.
11. Minardo, A., Picarelli, L., Avolio, B. J., Zeni, L. Fiber optic based inclinometer for remote monitoring of landslides: On site comparison with traditional inclinometers// Conference: IGARSS 2014, 35th Canadian Symposium on Remote Sensing. DOI: 10.1109/IGARSS.2014.6947382.
12. Myrhorod, V. Multi-parameter Diagnostic Model of the Technical Conditions Changes of Ship Diesel Generator Sets [Text] / V. Myrhorod, I. Hvozdeva, V. Budashko // 2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Kremenichuk, 21-25 Sept. 2020, Ukraine: IEEE. Pp. 1-5. Doi: 10.1109/PAEP49887.2020.9240905.
13. Ningyuan Duan, Chuang Wu, Yuhong Huang, Zhenguo Zhang, Hongxing Hua. Lateral vibration analysis and active control of the propeller-shafting system using a scaled experimental model// Ocean Engineering. – 2023. –Vol. 267. – P. 113285. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.113285>.
14. Pryamikov, A.D. Hollow-core microstructured ‘revolver’ fibre for the UV spectral range [Text]/ A.F. Kosolapov, G.K. Alagashv, A.N. Kolyadin, V.V. Vel'miskin, A.S. Biriukov, I.A. Bufetov // Quantum Electronics. – 2016. – № 46 (12). – P. 1129–1133. DOI: 10.1070/QEL16227.
15. Qi Wang, Chunya Wang, Mingchao Zhang, Muqiang Jian, Yingying Zhang. Feeding Single-Walled Carbon Nanotubes or Graphene to Silkworms for Reinforced Silk Fibers//Nano Lett. –2016. – 16, 10. – P. 6695–6700. URL: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.nanolett.6b03597>.
16. Sandler, A. K. Chuvstvytel'nyy élement volokonno-optycheskoho akselerometra na osnove sapfyrovoho stekla [Sensitive element of a fiber-optic accelerometer based on sapphire glass] / A. K. Sandler // IX International Scientific and Methodical Conference "Ship Electrical Engineering, Electronics and Automation". Materials of the conference. – 2019. – P. 27-33. URL: <http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/SEEEA-2019.05.11.19.pdf>.
17. Sandler, A. K., Karpilov, A. Y. Application of fiber-optic sensors in automatic diagnostic systems of ship gas turbine installations // Automation of technological and business processes. – 2019. – Vol. 11. – no. 2. – P. 46-52. DOI: <https://doi.org/10.15673/atbp.v11i2.1374>.
18. Sandler, A., Budashko, V. Improving tools for diagnosing technical condition of ship electric power installations // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2022. – №. 5 (119). – P. 25-33. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.266267.
19. Sandler, A.K., Budashko, V.V. Fiber-optic inclinometer for diagnosing elements of the ship's propulsion complex // XI scientific conference "Scientific results of 2022", 12/20/2022: conference materials. - Kharkiv: Technological Center. – 2022. – P. 43-44. URL: https://entc.com.ua/download/Збірник%20рез_11_

Наукової конференції НАУКОВИЙ ПІДСУМКИ 2022 РОКУ.pdf.

20. Sapiga, V. V., Kiryukhin, A. L., Cherpita, P. V. Improvement of methods for analyzing the dynamics of ship shaft lines / V. V. Sapiga, A. L., Cherpita P. V. // *Vodniy Transport*. – 2014. – № 1. – P. 52-61. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vodt_2014_1_12.

21. Shabir Barzanjeh, André Xuereb, Simon Gröblacher, Mauro Paternostro, Cindy A. Regal & Eva M. Weig. Optomechanics for quantum technologies // *Nature Physics* volume. – 2022. – № 18. – P. 15-24. URL: <https://www.nature.com/articles/s41567-021-01402-0>.

22. Snyder, A., Love, D. (1987). *Teoriya opticheskikh volnovodov* [Theory of optical waveguides]. – M.: Radio and communication, 1987. – 656 p.

23. Udd, E., Spillman, W. B. (2013). *Fiber optics sensors: an introduction for engineers and scientists*. – John Wiley & Sons, Inc. – 499 p.

24. Yeo, T. L. Polymer-coated fiber Bragg grating for relative humidity sensing // *IEEE Sensors Journal*.

– 2005. – V. 5. – P. 1082 - 1089. URL: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s13320-014-0218-8.pdf>.

25. Yogesh Jaluria (2018). *Manufacture of Optical Fibers: Drawing and Coating Processes*. DOI: 10.1007/978-3-319-76983-7_8.

26. Zhongguo Guanxing Jishu Xuebao. Continuous measurement for fiber optic gyro inclinometer with motion constraint// *Journal of Chinese Inertial Technology*. DOI:10.13695/j.cnki.12-1222/o3.2012.06.009.

27. Zhu, X. Research on the control strategy of grid connection between shore power supply and ship power grid / X. Zhu, K. Wang, J. Yang, L. Huang, B. Shen, M. Sun // *Energy Reports*. – 2022. – V. 8, S. 13. – P. 638-647. ISSN 2352-4847. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.08.164>.

28. Patent of Ukraine No. 153064. MPC (2023.1) G01M 11/00 G01C 9/00. Fiber-optic inclinometer / A. K. Sandler, V. V. Budashko; Applicant and patent holder National University "Odesa Maritime Academy." - u202203784. - declared 11.10.2022; published 17.05.2023, bulletin No. 20/2023. - 3 p.

MOLECULAR BIOLOGY

ANALYSIS OF CHANGES IN PROTEOLYTIC AND FIBRINOLYTIC ACTIVITY OF BLOOD PLASMA IN PATIENTS WITH RHEUMATOID ARTHRITIS DURING TREATMENT DEPENDING ON THE ENOS GENE

Bukach O.,

assistant of the department of internal medicine

Unhurian I.,

Mahdyl O.,

Kryvtsun H.

Bukovyna State Medical University

DOI: [10.5281/zenodo.8016995](https://doi.org/10.5281/zenodo.8016995)

Abstract

Despite significant progress in establishing the causes, mechanisms of occurrence, approaches to diagnosis and treatment, rheumatoid arthritis remains one of the most widespread and prognostically unfavorable diseases. In recent years, scientists have discovered dozens of new areas in the human genome associated with rheumatoid arthritis and found out that certain candidate genes play an important role in the development and progression of rheumatoid arthritis, which requires the search for new approaches to the prevention and treatment of this disease.

Purpose: to study changes in the state of the proteolysis and fibrinolysis system in patients with rheumatoid arthritis after personalized treatment depending on the T-786C genotypes of the eNOS gene. **Materials and methods:** To study the T-786C polymorphism of the eNOS gene promoter, 2 groups of patients were selected: a control group - 20 practically healthy individuals and an experimental group - 60 patients with rheumatoid arthritis. The state of the proteolysis system was assessed by lysis of azoalbumin, azocasein, and azocol. The fibrinolytic activity of the blood plasma was evaluated by the lysis of azofibrin with subsequent determination of the total, non-enzymatic and enzymatic fibrinolytic activity of the blood plasma. **Results:** Positive dynamics of changes in fibrinolytic activity of blood plasma were noted in all studied groups of patients, regardless of polymorphic variants of the eNOS gene (rs 2070744): increase in enzymatic fibrinolytic activity among carriers of the TT genotype - by 18.06% ($p < 0.05$), carriers TC-genotype - by 11.39% and CC-genotype carriers - by 13.24% ($p < 0.05$). When evaluating the proteolytic system of the blood after treatment, a decrease in azoalbumin lysis and azocasein lysis was found in carriers of the TT genotype - by 16.6% ($p < 0.05$) and 15% ($p < 0.05$), in carriers of the TC genotype - by 23.57% ($p < 0.05$) and 13.26% ($p < 0.05$), and in CC genotype carriers - by 17.36% ($p < 0.05$) and 10.77%, respectively. Azocol lysis decreased only in CC-genotype carriers - by 15.38% ($p < 0.05$), with no significant difference in T-allele carriers.

Keywords: fibrinolysis, proteolysis, rheumatoid arthritis, T-786C polymorphism of the eNOS gene promoter.

Introduction. Despite significant progress in the study of the pathogenesis of rheumatoid arthritis (RA) in recent years, in the developed countries of the world there is a significant increase in morbidity, which prompts the search for the causes of this pathology and the development of effective treatment methods [1,2].

The interaction of genetic and environmental factors leads to a cascade of immune reactions that ultimately lead to the development of synovitis, joint destruction, and structural bone damage. This, in turn, leads to pain, disability, and emotional, social, and economic problems [3, 4].

In the literature today there are data on changes in the proteolytic and fibrinolytic activity of blood plasma in patients with stable angina pectoris II functional class (FC) compared to healthy participants, which causes, in the opinion of the author, a more pronounced progression of hemodynamic disorders and negatively affects the state of the microcirculatory bed and in general, on the prognosis and course of the pathology [5].

In the context of considering the links of the pathogenesis of RA, it is worth paying attention to the proteolysis system, which normally underlies many vital physiological processes, such as hemocoagulation, fibrinolysis, complement activation, and maintenance of homeostasis. However, individual components of the

system of nonspecific proteinases and their inhibitors can play the role of damaging factors, the action of which determines the activation of hemocoagulation, which leads to direct damage to the vessels of the microcirculatory bed [6,7]. Therefore, the assessment of proteolytic and fibrinolytic activity of blood plasma in patients with RA allows us to clearly define its role in the pathogenesis of these pathologies.

Our research is consistent with a number of foreign studies, which investigate the T-786C eNOS gene polymorphism in patients with RA, which gives us the opportunity to determine the genetic and molecular effects of this gene on the development of RA, determine the risk group, carry out early diagnosis, prevention and correction of the treatment of this diseases [8].

Taking into account the above, the study of genetic aspects of the development of RA and changes in the proteolytic and fibrinolytic activity of blood plasma will allow qualitative diagnosis, prevention of possible complications, and a personalized approach to the treatment of RA.

Material and methods. To study the proteolytic and fibrinolytic activity of blood plasma, a set of reagents from "Danish Ltd" (Ukraine) was used using traditional methods [9]. The state of the proteolysis system was assessed by lysis of high-molecular and low-

molecular proteins and collagen. The fibrinolytic activity of the blood plasma was assessed by the lysis of azo-fibrin followed by the determination of the total (SFA), non-enzymatic (NFA) and enzymatic fibrinolytic activity of the blood plasma (FFA), which was determined by the formula: $FFA = SFA - NFA$.

The clinical diagnosis of RA was verified according to the criteria of the American College of Rheumatology and the European Antirheumatic League (ACR/EULAR 2010) [10]. Medical care for a patient with RA was provided in accordance with the Unified clinical protocol of primary, secondary (specialized), tertiary (highly specialized) medical care and medical rehabilitation "Rheumatoid Arthritis", approved by the Order of the Ministry of Health of Ukraine No. 263 of April 11, 2014 [11].

The patients were divided into 2 groups: a control group - 20 practically healthy individuals and an experimental group - 60 patients with rheumatoid arthritis.

To determine polymorphic variants of the *eNOS* gene (*T-786C*) (rs2070744) [12], modified protocols with oligonucleotide primers using the PCR method and subsequent analysis of restriction fragment length polymorphism (RFLP) were used.

Statistical processing was carried out using Microsoft Office Excel® 2007™, IBM SPSS Statistics® 23.0 applications. In the statistical analysis of the quantitative results of the study, arithmetic mean values (M) and standard error (m) were calculated.

Research results and discussion.

Changes in fibrinolytic activity of blood plasma depending on polymorphic variants of the *eNOS* gene (rs 2070744) are shown in table 1.

It was found that in all studied patients with RA, depending on the polymorphic variants of the *eNOS* gene (rs 2070744), the fibrinolytic activity of the blood plasma was reduced. The level of SFA, NFA and FFA in carriers of the *TT* genotype decreased almost equally by 23% ($p < 0.05$), in carriers of the *TC* genotype - by 18.23% ($p < 0.05$), 23.21% ($p < 0.05$) and 12.66%, and in *CC* genotype carriers - by 34.32% ($p < 0.05$), 36.63% ($p < 0.05$) and 30.88% ($p < 0.05$) relative to the control group.

In all studied groups of patients, positive dynamics of changes in the fibrinolytic activity of blood plasma after treatment were noted, regardless of the polymorphic variants of the *eNOS* gene (rs 2070744) (Table 1): an increase in FFA among carriers of the *TT* genotype - by 18.06% ($p < 0.05$), carriers of the *TC* genotype - by 11.39% and carriers of the *CC* genotype - by 13.24% ($p < 0.05$) with indicators approaching the level in the control group. It should be noted that against the background of treatment, the NFA content increased in carriers of the *TT* genotype by 16.96% ($p < 0.05$), in carriers of the *TC* genotype by 14.16% ($p < 0.05$) and in carriers of the *CC* genotype - by 15.84% ($p < 0.05$), respectively. In turn, the level of SFA increased by 17.39%, 13.02% and 14.65% ($p < 0.05$), respectively.

Table 1
Dynamics of indicators of fibrinolytic activity after treatment in patients with rheumatoid arthritis depending on polymorphic variants of the *eNOS* gene (rs 2070744)

Genotypes of the <i>eNOS</i> gene in patients		FFA <i>E</i> ₄₄₀ /ml/h	SFA <i>E</i> ₄₄₀ /ml/h	NFA <i>E</i> ₄₄₀ /ml/h
Control		0,89±0,11	2,27±0,14	1,38±0,08
<i>TT</i> , n=21	before treatment	0,72±0,09	1,84±0,15 $p = 0,052$	1,12±0,08
	after treatment	0,85±0,11 $p_1 < 0,05$	2,16±0,17 $p_1 < 0,05$	1,31±0,12 $p_1 < 0,05$
<i>TC</i> , n=15	before treatment	0,79±0,12	1,92±0,09 $p = 0,005$	1,13±0,13
	after treatment	0,88±0,12	2,17±0,11	1,29±0,13 $p_1 < 0,05$
<i>CC</i> , n=6	before treatment	0,68±0,14	1,69±0,23	1,01±0,13
	after treatment	0,77±0,14 $p_1 < 0,05$	1,94±0,23 $p_1 < 0,05$	1,17±0,14 $p_1 < 0,05$

Note: p is the probability of differences in indicators with the control group; p_1 - the probability of differences between indicators before and after treatment.

Evaluating the blood proteolytic system in carriers of the *TT* genotype, an increase in the level of azoalbumin lysis was observed by 1.45 times ($p < 0.05$), in carriers of the *TC* genotype by 1.64 times ($p < 0.05$), and in carriers of pathological *CC* -genotype - 1.72 times ($p < 0.05$) compared to the control group. The level of azocol and azocasein lysis was significantly higher in *CC* genotype carriers by 25% ($p < 0.05$) and 22.03% ($p < 0.05$) compared to the control group (Table 2).

When evaluating the proteolytic system of the blood after the use of telmisartan, rosuvastatin, and L-arginine against the background of disease-modifying

antirheumatic therapy (DMRT), a decrease in the lysis of high-molecular and low-molecular proteins and collagen was revealed (Table 2). Azoalbumin lysis and azocasein lysis decreased in *TT*-genotype carriers - by 16.6% ($p < 0.05$) and 15% ($p < 0.05$), in *TC*-genotype carriers - by 23.57% ($p < 0.05$) and 13.26% ($p < 0.05$), and in *CC* genotype carriers - by 17.36% ($p < 0.05$) and 10.77%, respectively. Azocol lysis after treatment decreased only in *CC* genotype carriers - by 15.38% ($p < 0.05$), without a significant difference in *T* allele carriers.

Table 2

Dynamics of indicators of the proteolytic system after treatment in patients with rheumatoid arthritis depending on polymorphic variants of the *eNOS* gene (rs 2070744)

Genotypes of the <i>eNOS</i> gene in patients		Azoalbumin E440/ml/h	Azocasein E440/ml/h	Azocol E440/ml/h
Control		1,97±0,41	1,77±0,15	1,08±0,12
TT, n=21	before treatment	2,88±0,30	2,07±0,13	1,23±0,06
	after treatment	2,47±0,27 p, p ₁ <0,05	1,80±0,12 p ₁ <0,05	1,14±0,06
TC, n=15	before treatment	3,25±0,24	2,05±0,15	1,19±0,08
	after treatment	2,63±0,25 p ₁ <0,05	1,81±0,14 p ₁ <0,05	1,10±0,08
CC, n=6	before treatment	3,38±0,54	2,16±0,28	1,35±0,11
	after treatment	2,88±0,48 p ₁ <0,05	1,95±0,21	1,17±0,10 p ₁ <0,05

Note. p – probability of differences in indicators with the control group; p₁ - the probability of differences between indicators before and after treatment.

It is known that the fibrinolytic system consists of a wide range of proteolytic enzymes that participate in many physiological and pathophysiological processes, in particular, in maintaining hemostatic balance, tissue remodeling, tumor growth, angiogenesis and reproduction, blood coagulation, metabolism, and inflammation. The main enzyme of the plasminogen activator system is plasmin, which causes the degradation of fibrin with the formation of soluble products of its breakdown. When activated, the proteolysis system is activated in the body's response to damage and leads to cell death and the development of significant functional and organic changes in systems and organs [13].

Conclusion. The most pronounced changes in proteolytic (increased lysis of azoalbumin, azocasein, azocol) and fibrinolytic (decrease in total and enzymatic) activities of blood plasma in patients with rheumatoid arthritis with SS genotype were established. However, the results of our study indicate that carriers with the T-allele had a better response to treatment.

References

1. Savchenko OV. BCL1 polymorphism of glucocorticoids receptor gene in patients with rheumatoid arthritis. *J Clin Exp Med Res*. 2015;3(2):271-6.
2. Almutairi KB, Nossent JC, Preen DB, Keen HI, Inderjeeth CA. The prevalence of Rheumatoid Arthritis: A systematic review of population-based studies. *The Journal of rheumatology*. 2021;48(5): 669–676. doi: 10.3899/jrheum.200367.
3. Gibofsky A. Epidemiology, pathophysiology, and diagnosis of rheumatoid arthritis: A Synopsis. *Am J Manag Care*. 2014 May;20(7 Suppl):S128-35.
4. Процюк ЛО. Поліморфізм гена серотонінових рецепторів (5-HT_{2A}) і його зв'язок з ефективністю лікування хворих на ревматоїдний артрит. *Одеський медичний журнал*. 2016;4(156):29-36.
5. Амеліна ТМ. Роль показників протеїназо-інгіторної та фібринолітичної систем крові в ранній діагностиці дестабілізації ішемічної хвороби серця. *Матеріали наук.-практ. Конф. з міжнар. участю, присвяч. пам'яті академіка Л. Т. Малої Щорічні терапевтичні читання: профілактика неінфекційних*

захворювань на перехресті терапевтичних; 2016 Кві 21; Харків. Харків; 2016, ст. 8.

6. Rousseau A, Bertolotti A. Regulation of proteasome assembly and activity in health and disease. *Nat Rev Mol Cell Biol*. 2018;19(11):697–712. doi: 10.1038/s41580-018-0040-z.

7. Labbadia J, Morimoto RI. The biology of proteostasis in aging and disease. *Annu Rev Biochem*. 2015;84:435–64. doi: 10.1146/annurev-biochem-060614-033955.

8. Smolen JS, et al. EULAR recommendations for the management of rheumatoid arthritis with synthetic and biological disease-modifying antirheumatic drugs: 2019 update. *Ann Rheum Dis* 2020;79:685–699. doi:10.1136/annrheumdis-2019-216655.

9. Тиц Н. Энциклопедия клинических лабораторных тестов. Москва: Лабинформ; 1997. 960 с.

10. Aletaha D, Neogi T, Silman AJ, Funovits J, Felson DT, Bingham CO 3rd, et al. 2010 rheumatoid arthritis classification criteria: an American College of Rheumatology/European League Against Rheumatism collaborative initiative. *Ann Rheum Dis*. 2010 Sep;69(9):1580-8. doi: 10.1136/ard.2010.138461.

11. Про затвердження та впровадження медико-технологічних документів зі стандартизації медичної допомоги при ревматоїдному артриті. Наказ МОЗ України від 11.04.2014 № 263. Київ: МОЗ України; [Інтернет]. Київ: МОЗ України; 2014 [цитовано 2017 Сер 16]. Доступно: http://www.moz.gov.ua/ua/portal/dn_20140411_0263.html

12. Thameem F, Puppala S, Arar NH, Stern MP, Blangero J, Duggirala R, et al. Endothelial nitric oxide synthase (eNOS) gene polymorphisms and their association with Type 2 diabetes related traits in Mexican Americans. *Diab Vasc Dis Res*. 2008 Jun;5(2):109-13. doi: 10.3132/dvdr.2008.018.

13. Zorio E, Gilabert-Estellés J, España F, Ramón LA, Cosín R, Estellés A. Fibrinolysis: the key to new pathogenetic mechanisms. *Curr Med Chem*. 2008;15(9):923-9.

MOLECULAR PHYSIOLOGY AND GENETICS

DISEASE-MODIFYING THERAPY IN RHEUMATOID ARTHRITIS AND CHANGES IN CYTOKINE LEVELS DEPENDING ON GENETIC CHARACTERISTICS

Bukach O.,

assistant of the department of internal medicine

Zrybnieva K.,

Kuzemko I.,

Popovych A.

Bukovyna State Medical University

DOI: [10.5281/zenodo.8017007](https://doi.org/10.5281/zenodo.8017007)

Abstract

Among the factors that influence the occurrence of rheumatoid arthritis, a complex interaction of genetic, environmental, immunological, hormonal, socio-economic and psychological prerequisites is noted. Genetic factors in interaction with the environment and an individual's lifestyle play an important role in changing gene expression and the clinical realization of inherited or acquired pathology, including multifactorial. That is why the study of genetic mutations and their association in patients with rheumatoid arthritis is important today not only from a scientific point of view, but also for practical health care.

Keywords: rheumatoid arthritis, eNOS gene promoter T-786C polymorphism, disease-modifying therapy, cytokine profile.

Introduction. Despite a number of studies establishing the role of the above-mentioned genetic factors in the occurrence of certain vascular, infectious and autoimmune diseases, including rheumatoid arthritis (RA) [1, 2, 3, 4], individual immunological mechanisms of RA development remain unstudied and require detailed targeted research.

A characteristic feature of RA is the presence of a chronic inflammatory process in the joints, accompanied by pain, swelling and loss of function of the affected joint, as well as general symptoms (weakness, rapid fatigue, fever). However, the main manifestation of RA is the joint syndrome, manifested by pain as a result of irritation of the nerve endings of the joint capsule; swelling - an increase in the volume of synovial fluid, hypertrophy of the synovial membrane and thickening of the joint capsule and stiffness of the joint due to fibrous or cystic ankylosis and contractures, which lead to permanent deformation of the joint. A diagnostic sign of RA is morning stiffness that lasts more than 30 minutes and weakens during the day. This is related to the biorhythm of the production of corticosteroid hormones with a peak in the afternoon [5].

Currently, scientists are paying more and more attention to studying the role of tumor necrosis factor- α (TNF- α), interleukin (IL) IL-6, IL-12, IL-18 and IL-10 in RA. It has been established that in RA, an excessive amount of pro-inflammatory cytokines (IL-6, IL-1, IL-17, IL-18) is produced in the tissues of the joints, with minimal production of anti-inflammatory cytokines (IL-10, IL-2, IL-3, IL-4, gamma interferon) [6, 7, 8]. These cytokines ensure the development of the immune response within the framework of the so-called "cytokine network" [9].

Therefore, this indicates that the imbalance of the cytokine chain is a significant factor in the development of RA and mutually aggravates its course.

Material and methods. The general provisions on the procedure for conducting clinical research with

human participation GCP (1996), the Helsinki Declaration of the World Medical Association on the ethical principles of conducting scientific medical research with human participation (1964-2013), the Council of Europe Convention on Human Rights and Biomedicine were observed (dated 04/04/1997), Order of the Ministry of Health of Ukraine No. 1169 dated 09/26/2017 and on the procedure for conducting clinical trials of medicinal products and examination of clinical trial materials in accordance with Articles 7 and 8 of the Law of Ukraine "On Medicinal Products".

To study the T-786C polymorphism of the eNOS gene promoter, 2 groups of patients were selected: a control group, n=20 and an experimental group (RA patients, n=60).

The clinical diagnosis of RA was verified according to the criteria of the American College of Rheumatology and the European Antirheumatic League (ACR/EULAR 2010) [10]. Medical care for a patient with RA was provided in accordance with the Unified clinical protocol of primary, secondary (specialized), tertiary (highly specialized) medical care and medical rehabilitation "Rheumatoid Arthritis", approved by the Order of the Ministry of Health of Ukraine No. 263 of April 11, 2014 [11].

Levels of IL-12, IL-18, and IL-10 cytokines in plasma were determined using a standard set of reagents from "Bender MedSystems GmbH" (Austria) by solid-phase ELISA, and IL-6 - using "Cytokine" reagent sets (Russian Federation). An increase in cytokine production was considered to exceed the upper quartile of the control group: for IL-12 >13.57 pg/ml, IL-18 >206.89 pg/ml, IL-6 >14.41 pg/ml, and a decrease for IL-10 <1.37 pg/ml, respectively. The specific reagents of the set are monoclonal antibodies to cytokines, sorbed on the surface of the wells of a collapsible polystyrene tablet, which are incubated with the test and control samples at the first stage of the study.

Research results and discussion.

The distribution of patients with RA depending on the polymorphic variants of the *eNOS* gene (rs 2070744) taking into account the levels of cytokine production showed that the relative frequency of individuals with a level of IL-12, IL-6 in the blood above normal and with a lower content of IL-10 prevailed among carriers of *TC*- and *CC* genotypes: IL-12 – by

75.0% ($p=0.005$), IL-6 – by 39.14% ($p=0.008$) and 75.0% ($p=0.005$), IL-10 – by 47.82% ($p=0.008$) and 75.0% ($p=0.005$), respectively. On the other hand, the relative frequency of individuals with a high IL-18 content prevailed among *TT* carriers by 37.94% ($\chi^2=8.34$; $p=0.004$) (Table 1).

Table 1

The level of cytokines in the blood serum of patients with rheumatoid arthritis depending on polymorphic variants of the *eNOS* gene (rs 2070744)

Indicator	Production levels, n	Gene genotypes <i>eNOS</i> , n (%)		
		<i>TT</i> , n=29	<i>TC</i> , n=23	<i>CC</i> , n=8
IL-12	Within the norm, n=24	14 (48,28)	9 (39,13)	1 (12,50)
	Above the norm, n=36	15 (51,72)	14 (60,87)	7 (87,50)
χ^2 ; p		$\chi^2=1,60$ $p>0,05$	$\chi^2=2,17$ $p>0,05$	$p=0,005$
IL-18	Within the norm, n=20	9 (31,03)	9 (39,13)	2 (25,0)
	Above the norm, n=40	20 (68,97)	14 (60,87)	6 (75,0)
χ^2 ; p		$\chi^2=8,34$ $p=0,004$	$\chi^2=2,17$ $p>0,05$	$\chi^2<1,0$ $p>0,05$
IL-6	Within the norm, n=22	14 (48,28)	7 (30,43)	1 (12,50)
	Above the norm, n=38	15 (51,72)	16 (69,57)	7 (87,50)
χ^2 ; p		$\chi^2=1,60$ $p>0,05$	$\chi^2=7,04$ $p=0,008$	$p=0,005$
IL-10	Within the norm, n=19	12 (41,38)	6 (26,09)	1 (12,50)
	Above the norm, n=41	17 (58,62)	17 (73,91)	7 (87,50)
χ^2 ; p		$\chi^2=1,72$ $p>0,05$	$\chi^2=7,04$ $p=0,008$	$p=0,005$

In addition, the content of IL-12 and IL-6 in carriers of the unfavorable *CC* genotype is higher than that in carriers of the *TT* genotype (by 2.25 times and 2.1 times) and *TC* genotypes (by 2.3 times and 1.65 times) respectively ($p<0.05$) (Table 2).

Table 2

Dynamics of the cytokine profile after treatment in patients with rheumatoid arthritis depending on polymorphic variants of the *eNOS* gene (rs 2070744)

Genotypes of the <i>eNOS</i> gene		IL-12	IL -18	IL -10	IL -6
CONTROL		8,70±2,57	138,35±37,10	2,40±0,49	8,71±1,45
<i>TT</i> , n=21	Before treatment	17,96±6,1 $p=0,049$	321,66±42,17 $p<0,001$	1,26±0,27 $p<0,001$	20,52±4,61 $p=0,007$
	After treatment	15,01±4,97 $p_1<0,05$	318,17±42,59 $p=0,002$	1,90±0,19 $p_1<0,001$	16,48±2,81 $p, p_1=0,05$
<i>TC</i> , n=15	Before treatment	17,36±5,22 $p=0,017$	217,8±38,47 $p=0,048$	1,40±0,30 $p=0,01$	24,55±6,54 $p=0,002$
	After treatment	13,93±2,61 $p_1<0,05$	166,96±33,18 $p_1<0,05$ $p_{TT}=0,01$	1,85±0,26 $p_1<0,001$	21,39±4,24 $p, p_1<0,05$
<i>CC</i> , n=6	Before treatment	38,96±10,93 $p<0,001$	378,95±45,23 $p=0,014$	0,88±0,19 $p=0,007$	40,31±4,96 $p<0,001$
	After treatment	33,02±11,56 $p, p_1<0,05$ $p_{TC}<0,05$ $p_{TT}<0,05$	329,13±125,06 $p, p_1<0,05$	1,20±0,13 $p, p_1<0,05$ $p_{TC}<0,05$	34,50±6,78 $p, p_1<0,05$ $p_{TT}<0,05$

Note: p is the probability of differences in indicators with the control group; p_1 – the probability of differences between indicators before and after treatment; p_{TT} – the probability of differences in indicators after treatment with carriers of the *TT* genotype; p_{TC} is the probability of differences in indicators after treatment with carriers of the *TC* genotype.

It was found that after treatment, the concentration of pro-inflammatory cytokines (IL-12, IL-18, IL-6) in patients with RA, depending on the polymorphic variants of the *eNOS* gene (rs 2070744), decreased, while

the level of anti-inflammatory IL-10, on the contrary, increased (table. 2).

After the use of disease-modifying therapy, a decrease in the content of IL-12 and IL-6 was observed in

carriers of the TT genotype - by 19.65% ($p < 0.05$) and 24.51% ($p < 0.05$), in carriers of TC genotype - by 24.62% ($p < 0.05$) and 14.77% ($p < 0.05$), and in CC genotype carriers - by 18% ($p < 0.05$) and 16.8% ($p < 0.05$) respectively. At the same time, the content of IL-12 and IL-6 in the blood plasma of carriers of the CC genotype remained higher than that of carriers of the TT and TC genotypes: the level of IL-12 was 2.20 times ($p_{TT} < 0.05$) and 2.37 times ($p_{TC} < 0.05$), IL-6 concentration - 2.09 times ($p_{TT} < 0.001$) and 1.61 times ($p_{TC} < 0.05$), respectively (Table 2). The content of pro-inflammatory IL-18 after treatment decreased mainly in carriers of the TC genotype - by 30.45% ($p < 0.001$) with a slight decrease in carriers of the CC genotype - by 15.14% ($p < 0.05$) with no significant difference between carriers of the TT genotype ($p > 0.05$). The level of IL-10 after the proposed complex treatment probably increased in all genotypes of the analyzed gene: among carriers of the TT genotype - by 50.79% ($p < 0.001$), TC genotype - by 32.14% ($p < 0.05$), and CC genotype - by 36.36% ($p < 0.05$). However, the content of IL-10 in the blood serum of carriers of the unfavorable CC genotype remained lower than that of carriers of the TT and TC genotypes by 1.58 times ($p_{TT} < 0.05$) and 1.54 times ($p_{TC} < 0.05$) respectively (Table 2).

Thus, according to the results of the researchers, IL-6, which is synthesized by T- and B-lymphocytes, fibroblasts, endothelial cells, macrophages, mesangial and glial cells, cells of the synovial membrane of joints, adipose and tumor tissues, is considered the main mediator of inflammation in the development of RA [12].

A prominent place in the pathogenesis of RA is occupied by IL-12, which is the main stimulator of IFN- γ production, promotes the differentiation of Th0 with their transformation into Th-1, has a stimulating effect on T-killers and NK cells, participates in the regulation of hematopoiesis and the initiation of apoptosis in cells. An elevated level of IL-12 correlates with the degree of RA activity [13,14].

Conclusion. Therefore, the obtained data indicate that the imbalance of the cytokine chain is an important factor in the development of RA and the mutual burden of the course of the disease in the presence of CC genotype of the *T-786C* polymorphism of the *eNOS* gene promoter.

References

1. An JD, Li XY, Yu JB, Zhao Y, Jin ZS. Association between the *eNOS* gene polymorphisms and rheumatoid arthritis risk in a northern Chinese population. *Chin Med J (Engl)*. 2012 Apr;125(8):1496-9.
2. Brenol CV, Chies JA, Brenol JC, Monticeli OA, Franciscatto P, Birriel F, et al. Endothelial nitric oxide synthase T-786C polymorphism in rheumatoid arthritis: association with extraarticular manifestations. *Clin Rheumatol*. 2009;28(2):201-5. doi: 10.1007/s10067-008-1018-6.
3. Lee J, Jung SM, Ebert AD, Wu H, Diecke S, Kim Y, et al. Generation of functional cardiomyo-

cytes from the synoviocytes of patients with rheumatoid arthritis via induced pluripotent stem cells. *Sci Rep*. 2016 Sep 9;6:32669. doi: 10.1038/srep32669.

4. Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, Arnett DK, Blaha MJ, Cushman M, et al. Heart disease and stroke statistics – 2016 update: A report from the American Heart Association. *Circulation*. 2016 Jan 26;133(4):e38-360. doi: 10.1161/CIR.0000000000000350.

5. Rekalov DH, Dotsenko SIa, Kulinich OV, Tiahla VM, Samura BB, Kulinich RL, et al. Suchasni pidkhody do klinichnoi ta laboratorno-instrumentalnoi diahnozyky rannoho revmatoidnoho artrytu. *Zaporozhskyi medytsynskyi zhurnal*. 2013;5(80):67-72.

6. Furst DE, Emery P. Rheumatoid arthritis pathophysiology: update on emerging cytokine and cytokine-associated cell targets. *Rheumatology*. 2014 Sep; 53(9):1560–1569, <https://doi.org/10.1093/rheumatology/ker414>.

7. Klein K, Gay S. Epigenetics in rheumatoid arthritis. *Curr Opin Rheumatol*. 2015;27(1):76-82.

8. Panayi GS. Developments in the immunology of rheumatoid arthritis, a personal perspective. *Rheumatology*. 2011 May;50(5):815-17. doi: <https://doi.org/10.1093/rheumatology/ker024>

9. Nasonov EL, Hukasian DA, Nasonova MB. Ymmunopatolohyia revmatoidnoho artrytu y osteoporoz: novye dannye [Ynternet]. 2005 [tsytirovano 2017 Avh 16]. Dostupno: <http://rheumatology.org.ua/blog/articles/567/?print=1>.

10. Aletaha D, Neogi T, Silman AJ, Funovits J, Felson DT, Bingham CO 3rd, et al. 2010 rheumatoid arthritis classification criteria: an American College of Rheumatology/European League Against Rheumatism collaborative initiative. *Ann Rheum Dis*. 2010 Sep;69(9):1580-8. doi: 10.1136/ard.2010.138461.

11. Pro zatverdzhennia ta vprovadzhennia medyko-tekhnologichnykh dokumentiv zi standartyzatsii medychnoi dopomohy pry revmatoidnomu artryti. Nakaz MOZ Ukrainy vid 11.04.2014 № 263. Kyiv: MOZ Ukrainy; [Internet]. Kyiv: MOZ Ukrainy; 2014 [tsytovano 2017 Ser 16]. Dostupno: http://www.moz.gov.ua/ua/portal/dn_20140411_0263.html

12. Voronyna MS, Shylkyna NP, Vynohradov AA, Butusova SV. Ynterleikyny 4, 6, 8 v patoheneze revmatoidnoho artrytu y eho osloneniyi. *Tsytokyny y vospalenyie*. 2014;1:5-9.

13. Furst DE, Emery P. Rheumatoid arthritis pathophysiology: update on emerging cytokine and cytokine-associated cell targets. *Rheumatology*. 2014 Sep; 53(9):1560–1569, <https://doi.org/10.1093/rheumatology/ker414>.

14. Janke K., Richter B., Hörn H. et al. (2020) Comparative effectiveness of biological medicines in rheumatoid arthritis: systematic review and network meta-analysis including aggregate results from reanalysed individual patient data. *BMJ*, 370: m2288. doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.m2288>.

NORMAL AND PATHOLOGICAL PHYSIOLOGY

FEATURES OF PHARMACOTHERAPY AND ITS MAIN SIDE EFFECTS IN RHEUMATOID ARTHRITIS (Literature review)

Bukach O.,

assistant of the department of internal medicine

Zhyho O.,

Strila Z.,

Strelchuk O.

Bukovyna State Medical University

DOI: [10.5281/zenodo.8017013](https://doi.org/10.5281/zenodo.8017013)

Abstract

Despite significant progress in establishing the causes, mechanisms of occurrence, approaches to diagnosis and treatment, rheumatoid arthritis remains one of the most widespread and prognostically unfavorable diseases. It is known that rheumatoid arthritis is a chronic multifactorial systemic disease of connective tissue, with symmetrical damage to small joints, according to the type of erosive-destructive polyarthritis and the presence of extra-articular manifestations.

Early diagnosis of the disease is difficult, since immunopathological changes with a subclinical course occur long before the appearance of clinical manifestations of the disease. Therefore, establishing a diagnosis in the first months of the disease is decisive for its further progression, prognosis, long-term consequences of rheumatoid arthritis and the correct appointment of treatment.

Keywords: rheumatoid arthritis, disease-modifying antirheumatic drugs, glucocorticosteroids, nonsteroidal anti-inflammatory drugs, biological therapy, multidisciplinary approach.

Ensuring adequate quality of life, increasing its duration, and reducing disability and mortality in patients with RA remains an unsolved problem [1]. Achieving this goal depends on timely diagnosis and rationally selected pharmacotherapy regimens, primarily with the use of disease-modifying antirheumatic drugs (DMARDs), glucocorticosteroids (GCS), and nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) [2]. Pharmacotherapy does not always lead to remission, does not stop the progression of the disease, and at the same time has a number of side effects that cause the occurrence of concomitant diseases, burdening the clinical course and complicating the diagnosis of RA.

To achieve the optimal effect of RA treatment, it is necessary to adhere to a multidisciplinary approach, which consists in the use of pharmacotherapy, diet therapy, psychotherapy, physical therapy (PE), physiotherapy, sanatorium-resort treatment, and surgical correction of joints while simultaneously increasing the patient's level of education about his disease [3].

According to the modern treatment paradigm, the basis of pathogenetic treatment is DMARDs (cytostatics, leflunomide, sulfonamides, gold preparations, aminoquinoline derivatives, immunomodulators and biological agents) [4], which should be prescribed at the stage of early and very early RA [5], in order to achieve remission or minimal disease activity and prevention of joint destruction [6]. The choice of DMARDs and dose depends on the radiological stage and activity of the process [7].

Currently, early "aggressive" basic therapy is recommended, which quickly suppresses the immunoinflammatory process, prevents the development of cartilage destruction, as a result of which there is a high probability of achieving a stable remission [8].

Despite the introduction into clinical practice of biological agents (infliximab, etanercept, adalimumab, rituximab, anakinra, etc.) [9] and new DMARDs (mofetil, mycophenolate), the "gold standard" of RA treatment remains MT [10]. According to the results of many randomized studies PROMPT, IMPROVED, DREAM, CAMERA, CAMERA-II, it has been confirmed that MT is a starting drug in the treatment of RA [11]. MT metabolites contribute to the release of adenosine, which in high concentrations reduces platelet aggregation and has anti-inflammatory activity. Adenosine inhibits the proliferation of endothelial cells, the growth of synovial fibroblasts, the adhesion and migration of leukocytes through the vascular wall to the inflammatory zone, the production of toxic oxygen metabolites, leukotrienes, TNF- α , IL-1 and IL-8. At the same time, the synthesis of anti-inflammatory cytokines IL-4 and IL-10 increases, which reduce the number of activated T cells. As a result, the drug has a cytotoxic effect, inhibiting DNA synthesis and repair [12].

The results of the SAVE study showed a slowing down of the progression of undifferentiated arthritis in RA when treated with MT. At the same time, with the complex use of GCS and biologically active substances (BAR) (infliximab), no slowing down of the progression of undifferentiated arthritis in RA was observed, in contrast to MT [13].

According to the results of randomized studies within the framework of the DREAM program, in 534 patients with very early and active RA, it was established that the use of MT allowed to significantly increase the effectiveness of RA therapy, compared to a control group of patients who received treatment according to the standard of routine clinical practice. In 10% of patients, insufficient effectiveness of MT was

observed, therefore, the treatment scheme sequentially included sulfasalazine, adalimumab, and infliximab in combination with MT [14].

The question regarding the starting dose of MT and the pace of its increase to the maximum remains unresolved. It is believed that the use of MT in high starting doses (25 mg/week) allows to achieve control over the progression of RA, but it causes a number of adverse reactions and is also characterized by low patient compliance [15].

According to the unified clinical protocol [16], the dose of MT should be 10–15 mg/week with a further increase in the dose by 5 mg every 2–4 weeks to 20–25 mg/week.

Analysis of the results of the study proved that MT should be prescribed at a starting dose of 7.5 mg, followed by an increase to the maximum dose (20 mg/week in the 8th week of treatment), thanks to which clinical remission of RA was achieved [17].

In the study of G.S. Hazlewood et al. [18] proved the safety of using a starting dose of 25 mg/week MT. At the same time, the number of side effects was comparable to patients who received 7.5 mg/week of this drug.

According to the results of the prospective study CAMERA, BEST, it was found that increasing the dose of MT from 15 mg/week to 20–25 mg/week (by 5 mg/month) leads to an increase in the effectiveness of treatment, but with a higher frequency of adverse reactions, unlike slow increase in the dose of MT (by 5 mg/3 months). However, against the background of taking MT, it is necessary to prescribe folic acid in a dose equal to half the weekly dose of this drug and no earlier than a day after and no later than a day before its next administration. According to the level of evidence A, MT is recognized as the best among other DMARDs in relation to the efficiency-toxicity ratio. Treatment with this drug is stopped in 30–40% due to the occurrence of side effects and the development of the phenomenon of secondary resistance over 3–7 years, and not because of its ineffectiveness [19].

The most common side effects of MT are: hepatotoxicity, gastrointestinal disorders (25%), ulcerative stomatitis (15%), headache (10%), severe infections, skin rash, less often alopecia, myelosuppression, pneumonitis. intestinal tract (GI) should be switched to par-enteral administration (intramuscular or subcutaneous) MT [20].

Therefore, according to the results of 97 randomized clinical trials in which 14,159 patients were involved, the effectiveness of MT as a starting drug is not in doubt, because thanks to its use it is possible to achieve more effective control of RA symptoms and prevent the progression of joint destruction than when using other DMARDs, with less toxicity [21].

Combined therapy of RA is prescribed in case of inadequate response to MT monotherapy, high disease activity, unfavorable and rapidly progressing course of RA, and at the stage of pronounced erosive joint changes [22]. According to the recommendations of EULAR and ACR, regardless of whether MT monotherapy or combined therapy was performed, complete clinical remission of RA was found in only 15–40% of

patients. Therefore, the place of combined basic therapy in the RA treatment system is still not defined, since the development of possible adverse reactions is unpredictable [23].

Treatment of RA with the use of DMARDs should be started as early as possible. Thus, according to the research of F.C. Breedveld [24], which was conducted in Leiden, it was found that when basic drugs were used in the first three months, the activity of the disease was lower than in patients who started therapy 3–6 months after the diagnosis of RA.

These data were also confirmed by Australian scientists O.M. Ragab et al. [25] in patients with "very early" and "early" RA. Treatment of patients with "very early" RA according to ACR20 was effective in about 70%, and with "early" RA in only 40% of patients. Therefore, there is a "therapeutic window" in which treatment with basic drugs is most effective. RA treatment effectiveness is assessed after 1.5–3 months.

As a result of the slow development of the clinical effect of DMARDs, which occurs several weeks-months after the start of treatment, fast-acting anti-inflammatory drugs are used that reduce or eliminate the joint syndrome, but do not affect the course of RA [26].

Such agents include NSAIDs, which have analgesic, antipyretic, anti-inflammatory and antiplatelet effects [27].

NSAIDs are divided into 4 groups depending on selectivity: non-selective inhibitors of cyclooxygenase (COX) - diclofenac, ibuprofen, etc.; selective COX-1 inhibitors - low doses of acetylsalicylic acid; selective COX-2 inhibitors - nimesulide, meloxicam, etc.; highly selective (specific) COX-2 inhibitors - celecoxib, rofecoxib, etc. In terms of effectiveness, NSAIDs do not differ significantly among themselves, but the choice will depend on the safety, tolerability and cost of the drug [28].

The safety of this group of drugs will depend on the occurrence of adverse reactions from the gastrointestinal tract, cardiovascular system (CVS), kidneys, and blood system (inhibition of platelet function) [29].

It has been established that the occurrence of half of all NSAID-gastropathies is caused by taking NSAIDs. Selective inhibitors of COX 2 belong to drugs with evidence level A, which less often cause damage to the gastrointestinal tract. Side effects occur as a result of inhibiting the synthesis of prostaglandins by blocking the cyclooxygenase and lipoxygenase pathways of their metabolism [30]. At the same time, the synthesis and effect of natriuretic peptides decreases, the formation of vasopressin increases, which, in turn, is accompanied by fluid retention and vasospasm. This leads to hyperactivity of the renin-angiotensin-aldosterone system (RAAS) and the sympathetic-adrenal system and an increase in blood pressure [31].

It is recommended to prescribe COX 2 along with low doses of aspirin in patients with cardiovascular complications (CVC) that occurred as a result of taking NSAIDs [32].

Therefore, in connection with the high probability of adverse reactions, NSAIDs should be prescribed only when absolutely necessary, and the choice of the

drug should be made taking into account the initial levels of risk from the gastrointestinal tract and cardiovascular system for a specific patient, according to the recommendations of the European multidisciplinary group of experts regarding the judicious use of NSAIDs in rheumatic diseases (2011).

The best therapeutic effect in patients with RA occurs with the complex use of DMARDs, NSAIDs and GCS. GCS have powerful anti-inflammatory and immunosuppressive effects by suppressing the synthesis of pro-inflammatory cytokines, adhesion molecules and the pro-inflammatory form of cyclooxygenase [33].

According to the results of the BEST study, when using a combination of DMARDs and GCS in early RA, a rapid clinical effect, a slowing of the progression of joint destruction, and a high percentage of the development of remission according to the EULAR criteria were found [34]. However, this group of drugs can cause a number of side effects: aseptic necrosis of large joints, osteoporosis, infectious complications, the occurrence of gastric ulcer and duodenum, psychosis, slow wound healing, and cardiovascular disorders. It is a well-known fact that glucocorticoids contribute to an increase in the level of glucose in the blood ("steroid diabetes"), an increase in appetite and redistribution of adipose tissue in the form of central (abdominal) obesity [35].

In the SAMERA-II and IMPROVED studies, it was found that with the combined therapy of MT and GCS in low doses (10 mg of prednisolone), the remission rate was 72% and was achieved after 5 months, in contrast to MT monotherapy 61%, after 11 months [36].

When using GCS, the risk of hypertension, obesity, insulin resistance, and dyslipidemia arises due to a proatherosclerotic effect, but at the same time, they cause an anti-inflammatory effect, reducing the degree of RA activity, which paradoxically improves the function of the endothelium [37].

In this regard, corticosteroids are used as "bridge therapy", prescribing them for high activity of the disease, ineffectiveness of NSAIDs, rapidly progressing course of the disease with multiple joint damage, for several months before the onset of the effect, followed by a gradual dose reduction until its cancellation [38].

The dose of GCS is selected individually: a daily dose of prednisolone ≤ 7.5 mg is considered safe, which adequately controls inflammation in RA in the absence of adverse reactions [39].

Results of a prospective study by I. Hafstrom, M. Rohani et al. testify that the use of prednisolone at a dose of 7.5 mg for 2 years in patients with RA did not cause endothelial dysfunction, but significantly increased blood pressure and cholesterol concentration. The same results were obtained by Y. Park, C. Ahn et al. [40], who, when using GCS in small doses (less than 10 mg), in patients with RA, an increase in cholesterol level was observed, in contrast to patients who did not receive this drug.

Depending on the degree of activity of RA, GCS is used in the following doses: 15-30 mg/day of prednisolone for an average degree of activity, 40-60 mg/day

for a high degree of activity and the development of extra-articular manifestations, with a further decrease by 1/3-1/4 - 1/6 tablet once every 5-7 days before the maintenance dose. At the same time, it is also necessary to take into account the biological rhythms of the adrenal cortex, which determine the use of this drug in the morning hours [41].

A close direct relationship has been established between the dose of GCS, the number of atherosclerotic plaques in the carotid basin and vessel stiffness [42].

With long-term use of GCS in RA for more than 6 months in medium doses (≥ 7.5 mg/day), there is a high probability of developing hypertension compared to patients who do not use drugs of this group or take them in low doses for a short time [43].

Therefore, the risk of cardiovascular complications is higher in patients who have been taking GCS for a long time and in high doses.

Taking into account the occurrence of osteoporosis in most patients with RA when using GCS, it is recommended to include calcium preparations and group D vitamins in the treatment regimen.

Therefore, the timely detection and treatment of rheumatoid arthritis consists in the use of individualized therapy, namely disease-modifying antirheumatic therapy - methotrexate, together with glucocorticosteroids and non-steroidal anti-inflammatory drugs, which will make it possible to significantly reduce the systemic inflammatory response, improve the patient's prognosis and quality of life, and allow to obtain long remission.

References

1. Kovalenko VM, Kornatskyi VM. Rehionalni osoblyvosti rivnia zdorovia narodu Ukrainy: analitichno-statystychnyi posibnyk. Kyiv; 2011. 165 s.
2. Nemish IL. Suchasni pidkhody do klasyfikatsii, diahnozyky ta likuvannia revmatolohichnykh zakhvoriuvan z pozytsii dokazovoi medytsyny. Ukrainskyi revmatolohichnyi zhurnal. 2022;88(2):4-7.
3. Yaremenko OB, Mykytenko AM. Vlyiany komorbydnosti y systemnykh proiavleniy revmatoydnogo artryta na efektyvnost y perenosymost lecheniya syntetycheskymy bazysnymy preparatamy. Ukrainskyi revmatolohichnyi zhurnal. 2015;1:28-35.
4. Ma X, Xu S. TNF inhibitor therapy for rheumatoid arthritis. Biomed Rep. 2013 Mar;1(2):177-184.
5. Smolen JS, Lamdewe R, Bijlsma J, Burmester G, Chatzidionysiou K, Dougados M, et al. EULAR recommendations for the management of rheumatoid arthritis with synthetic and biological disease-modifying antirheumatic drugs: 2016 update. Ann Rheum Dis. 2017 Jun;76(6):960-977. doi: 10.1136/annrheumdis-2016-210715.
6. Ustinov OV. Alhorytm dii likaria pry nadanni medychnoi dopomohy khvorym na revmatoidnyi artryt. Ukrainskyi medychnyi chasopys. 2014;4:1-10.
7. Gaujoux-Viala C, Smolen JS, Landewé R, Dougados M, Kvien TK, Mola EM, et al. Current evidence for the management of rheumatoid arthritis with synthetic disease-modifying antirheumatic drugs: a systematic literature review informing the EULAR rec-

ommendations for the management of rheumatoid arthritis. *Ann Rheum Dis.* 2010 Jun;69(6):1004-9. doi: 10.1136/ard.2009.127225.

8. Kovalenko VN, Bortkevych OP. Yndyvydualyzatsiya lecheniya revmatoidnoho artryta: kurs na dostyzenye optimalnykh rezultatov. *Ukrainskyi revmatologichnyi zhurnal.* 2011;45(3):5-15.

9. Vizir VA, Buriak VV, Sholokh SH, Zaika IV, Shkolovyi VV. Osnovy diahnostyky, likuvannia ta profilaktyky zakhvoriuvan kistkovomiazovoi systemy ta spoluchnoi tkanyny. *Zaporizhzhia;*2021. 174 s.

10. Pincus T, Cronstein B, Braun J. Methotrexate – the anchor drug – an introduction. *Clin Exp Rheumatol.* 2010 Sep-Oct;28(61):S1-2.

11. Burmester GR, Kivitz AJ, Kupper H, Arulmani U, Florentinus S, Goss SL. Efficacy and safety of ascending methotrexate dose in combination with adalimumab: the randomised CONCERTO trial. *Ann Rheum Dis.* 2015 Jun;74(6):1037-44. doi: 10.1136/annrheumdis-2013-204769.

12. Smolen JS, Breedveld FC, Burmester GR, Bykerk Vivian, Dougados Maxime, et al. Treating rheumatoid arthritis to target: 2014 update of the recommendations of an international task force. 2016 Jan;75(1):3-15. doi: 10.1136/annrheumdis-2015-207524.

13. Machold KP, Landewé R, Smolen JS, Stamm TA, van der Heijde DM, Verpoort KN, et al. The stop arthritis very early (SAVE) trial, an international multicentre, randomised, double-blind, placebo-controlled trial on glucocorticoids in very early arthritis. *Ann Rheum Dis.* 2010 Mar;69(3):495-502. doi: 10.1136/ard.2009.122473.

14. Vermeer M, Kuper HH, Hoekstra M, Haagsma CJ, Posthumus MD, Brus HL, et al. Implementation of a treat-to-target strategy in very early rheumatoid arthritis: results of the Dutch Rheumatoid Arthritis Monitoring remission induction cohort study. *Arthritis Rheum.* 2011 Oct;63(10):2865-72. doi: 10.1002/art.30494.

15. Muravev YuV. Dozyrovanye metotreksata pry lecheny revmatoidnoho artryta. *Nauchno-praktycheskaia revmatologiya.* 2013;51(4):456-459.

16. Pro zatverdzhennia ta vprovadzhennia medyko-tekhnologichnykh dokumentiv zi standartyzatsii medychnoi dopomohy pry revmatoidnomu artryti. Nakaz MOZ Ukrainy vid 11.04.2014 № 263. Kyiv: MOZ Ukrainy; [Internet]. Kyiv: MOZ Ukrainy; 2014 [tsytovano 2017 Ser 16]. Dostupno: http://www.moz.gov.ua/ua/portal/dn_20140411_0263.html.

17. Rudiuk LI, Kharitonova OM. Farmakoterapiia pry revmatoidnomu artryti: suchasnyi pohliad na problemu. *Ukrainskyi revmatologichnyi zhurnal.* 2013;54(4):46-49.

18. Hazlewood GS, Thorne JC, Pope J, Lin D, Tin D, Boire G, et al. The comparative effectiveness of oral methotrexate versus subcutaneous methotrexate for the treatment of early rheumatoid arthritis. *Ann Rheum Dis.* 2016 Jun;75(6):1003-8. doi: 10.1136/annrheumdis-2014-206504.

19. Shuba NM, Harmysh EA, Kovhanych TA. Byolohycheskaia terapiia v lecheny revmatoidnoho artryta: teoriia y praktyka. 2017;2:64-5.

20. Neiko YeM, Yatsyshyn RI, Shtefiuk OV, Shtefiuk TI, Shevchuk OS. Pobichni efekty terapii revmatoidnoho artrytu: pohliad na problemu. *Ukrainskyi terapevtychnyi zhurnal.* 2010;3:90-100.

21. Kuriya B, Arkema EV, Bykerk VP, Keystone EC. Efficacy of initial methotrexate monotherapy versus combination therapy with a biological agent in early rheumatoid arthritis: a meta-analysis of clinical and radiographic remission. *Ann Rheum Dis.* 2010 Jul;69(7):1298-304. doi: 10.1136/ard.2009.118307.

22. Fleischmann R, Mysler E, Hall S, Kivitz AJ, Moots RJ, Luo Z et al. Efficacy and safety of tofacitinib monotherapy, tofacitinib with methotrexate, and adalimumab with methotrexate in patients with rheumatoid arthritis (ORAL Strategy): a phase 3b/4, double-blind, head-to-head, randomised controlled trial. *Lancet.* 2017 Jun;390:457-468. doi:10.1016/S0140-6736(17)31618-5.

23. Holovach Iu. Metotreksat yak bazovyi preparat u likuvanni revmatoidnoho artrytu: dokazy efektyvnosti ta optimalnoho dozuvannia. *Zdorovia Ukrainy.* 2013;5:64-6.

24. Breedveld FC, Weisman MH, Kavanaugh AF, Cohen SB, Pavelka K, van Vollenhoven R, et al. The PREMIER Study: a multicenter, randomized, double-blind clinical trial of combination therapy with adalimumab plus methotrexate versus methotrexate alone or adalimumab alone in patients with early, aggressive rheumatoid arthritis who have not had previous methotrexate treatment. *Arthritis Rheum.* 2006 Jan;54(1):26-37.

25. Ragab OM, Zayed HS, Abdelaleem EA, Girgis AE. Effect of early treatment with disease-modifying anti-rheumatic drugs and treatment adherence on disease outcome in rheumatoid arthritis patients. *Egypt Rheumatol.* 2017 Apr;39(2):69-74.

26. Riazanova AIu, Mahnytskaia OV, Horiushkyna AA. Nesteroidnye protyvvospalytelnye sredstva kak faktor ryska serdechno-sosudystykh oslozhneniy. *Lekarstvennyi vestnyk.* 2013; 51 (3):40-47.

27. Zub LO, Roborchuk SV. Osoblyvosti medyamentoznoho vplyvu patohenetychnoi ta bazysnoi terapii revmatoidnoho artrytu na stan nyrok. *Bukovynskyi medychnyi visnyk.* 2015;3(71):231-6.

28. Karateev A. E., Nasonov E. L., Yakhno N. N. V. T. Yvashkyn, N. V. Chychasova, L. Y. Alekseeva y dr. Klynnycheskye rekomendatsyy «Ratsyonalnoe pryimeneniye nesteroidnykh protyvvospalytelnykh preparatov (NPVP) v klynnycheskoi praktyke». *Sovremennaiia revmatologiya.* 2015. 26 s.

29. Kotov OV. NPVP: v poyskakh zolotoi seredyny – sootnosheniye «bezopasnost/effektyvnost». *Spravochnik polyklynnycheskoho vracha.* 2013;1:15-9.

30. Alemao E, Cawston H, Bourhis F, Al M, Rutten-van Mölken MPMH, Liao KP, Solomon DH. Cardiovascular risk factor management in patients with RA compared to matched non-RA patients. *Rheumatology.* 2016 May;55(5):809–816.

<https://doi.org/10.1093/rheumatology/kev427>.

31. Zakrytov DO. Kombinovana terapiia statynom ta inhibitorom anhiotenzyn-peretvoriuvannoho fermentu u khvorykh na arterialnu hipertenziiu i revmatoidnyi artryt. *Dosiagnennia biolohii ta medytsyny*. 2016;1:42-5.
32. Riazanova Alu, Mahnytskaia OV, Horiushkina AA. Nesteroydnye protyvovospalytelnye sredstva kak faktor ryska serdechno-sosudystykh oslozhneniy. *Lekarstvennyi vestnyk*. 2013; 51 (3):40-47.
33. Sydorchuk II, Kaspruk NM, Koval HD, Liashuk RP, Moroziuk YaV, Yakovets KI. Syndrom khronichnoi vtomy ta porushennia nespetsyfichnoho protyinfektsiinoho zakhystu. *Bukovynskyi medychnyi visnyk*. 2013;17(1):115-9.
34. Robustillo-Villarino M., Alegre-Sancho J.J., Rodilla-Sala E, Corrales A, Llorca J, Gonzalez-Gay MA, et al. Pulse wave velocity and augmentation index are not independently associated with carotid atherosclerosis in patients with rheumatoid arthritis. *Clin. Rheumatol*. 2017 Nov; 36(11):2601-2606.
35. Berezhnyi VV, Romankevych IV. Yuvenilnyi revmatoidnyi artryt i ateroskleroz: novi pohliady na dva zakhvoriuvannia. *Sovremennaia pedyatryia*. 2011;5(39):126-9.
36. Wevers-de Boer K, Visser K, Heimans L, Ronday HK, Molenaar E, Groenendaal JH, et al. Remission induction therapy with methotrexate and prednisone in patients with early rheumatoid and undifferentiated arthritis (the IMPROVED study). *Ann Rheum Dis*. 2012 Sep;71(9):1472-7. doi: 10.1136/annrheumdis-2011-200736.
37. Flammer AJ, Sudano I, Hermann F, Gay S, Forster A, Neidhart M, et al. Angiotensin-converting enzyme inhibition improves vascular function in rheumatoid arthritis. *Circulation*. 2008 Apr 29;117(17):2262-9. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.734384.
38. Svintsytskyi AS. Revmatoidnyi artryt: vchora, sohodni, zavtra [Internet]. *Zdorovia Ukrainy*. 2015 [tsytovano 2017 Ser 16]. Dostupno: <http://health-ua.com/article/17377-revmatodnij-artrit-vchora-sogodn-zavtra>.
39. First Latin American position paper on the pharmacological treatment of rheumatoid arthritis. By the Latin American Rheumatology Associations of the Pan American League of Associations for Rheumatology (PANLAR) and the Grupo Latinoamericano de Estudio de Artritis Reumatoide (GLADAR). *Rheumatology*. 2006;45:117-22.
40. Hafstrom I, Rohani M, Deneberg S, Wörnert M, Jogestrand T, Frostegård J. Effects of Low-dose prednisolone on endothelial function, atherosclerosis, and traditional risk factors for atherosclerosis in patients with rheumatoid arthritis - A randomized study. *J Rheumatol*. 2007 Sep;34(9):1810-6.
41. Lindhardtsen J, Gislason GH, Jacobsen S, Ahlehoff O, Olsen AMS, Madsen OR et al. Non-steroidal anti-inflammatory drugs and risk of cardiovascular disease in patients with rheumatoid arthritis: a nationwide cohort study. *Ann Rheum Dis*. 2014 Aug;73(8):1515-1521. doi: 10.1136/annrheumdis-2012-203137.
42. del Rincón I, Polak JF, O'Leary DH, Battafarano DF, Erikson JM, Restrepo JF, et al. Systemic inflammation and cardiovascular risk factors predict rapid progression of atherosclerosis in rheumatoid arthritis. *Ann Rheum Dis*. 2015 Jun;74(6):1118-23. doi: 10.1136/annrheumdis-2013-205058.
43. Rudiuk LI. Osoblyvosti likuvannia arterialnoi hipertenzii pry revmatoidnomu artriti. *Ukrainskyi revmatolohichnyi zhurnal*. 2012;48(2):53-5.

PREVENTION OF UROLITHIASIS. (literature review)

Buzdugan I.,

Suzanska A.,

Student

Moskaliuk V.,

Student

Govor V.,

Student

Kaitaniuk A.,

Kaitaniuk O.

DOI: [10.5281/zenodo.8017137](https://doi.org/10.5281/zenodo.8017137)

Abstract

The gender presents statistics of scientific articles on the prevention of nephrological diseases with a drug containing goldenrod, mistress and rosemary. A positive effect in the prevention of urolithiasis was found.

The aim of the study. Compare the preventive effect of the drug with herbal composition (goldenrod, mistress, rosemary) in various nephrological diseases.

Research results. During the first 10 days of hospitalization of patients in the combined group, higher rates of spontaneous removal of kidney stones were noted (72.7 % against 33.3 %), stones of the upper ureter (71.4 % against 37.5 %), middle ureter (66.6 % against 33.3 %). 40%), as well as the lower stones of the ureter (90%vs. 55.5%). After 10 days of treatment, the initial leukocyturia decreased from 64.4% to 6.9% in the study group, but increased from 44.1% to 53.4% in the control group. Stones that did not disappear with the help of drug therapy were treated with extracorporeal shock wave lithotripsy, ureteroscopy with stone extraction or the installation of ureter stent, respectively. A month after the discontinuation, there was a marked increase in the average daily volume of urine in the study group compared to the control group.

The conclusion established a positive effect in patients with urolithiasis and after removal of stones. The use of a long course of treatment of patients with uncomplicated idiopathic calcium urolithiasis can reduce the risk of relapse of urolithiasis, as evidenced by a decrease in the ionic activity index and the frequency of crystalluria.

Keywords: Treatment, properties, action, kidneys, gastrology.

Actuality of theme. Therapeutic properties of goldenrod, rosemary and root of the mistress are caused by the entrances of essential oils, phenolcarboxylic acids, phthalides, bitterness, organic acids, vitamins; Currently, anti-inflammatory properties are caused mainly by the antagonism of rosemary acid with inflammatory mediators, lock of leukotriene synthesis. The combination of these plants increases the secretion of uric acid and promotes the maintenance of urine pH in the range of 6.2 - 6.8, which is important for urate and calcium - oxylate urolithiasis. Flavonoids and rosemaric acid can bind calcium and magnesium to chelate complexes with subsequent removal of them. The antispasmodic and diuretic action of the drug contributes to the self-release of small concretions and the rehabilitation of the urinary tract. A number of authors recommends applying

The main active substances are xanthones of 1,6,8-trihydroxy-3,5,7-trimethoxyxanton, 1,8-dihydroxy-3,5,6,7-tetramethoxyxanton; Montetrapene glycosides of Geniopicrin, Genzopicroside, Sversiamarin, Amarogencin; essential oils; flavonoids: luteolin, apigenin, scutellarin; phenolic acids (P-kumaric, hydroxyphenyl, Ferulic, protocatechic); coumarins (5-formyl-2,3-dihydroisocoumarin); fatty acids; nicotinamide; Monoterpene alkaloids Gencyanine, Hencyanin, Gencyanidine.

The rosemary letter found:

- alkaloids (rosemarycin),
- Ursol and rosemaric acids,
- tannins,

- essential (rosemary) oil.

The essential oil includes α -Pinen (30 %),

- CAMPFEN (20 %),
 - Cineol (24-40 %),
 - Borneol (10-17%),
 - L-camphor,
 - Caryophyllene (8%),
 - Bronilacetate (2%),
 - flavonoids (apigenin, luteolin),
 - coffee acid,
 - chlorogenic acid,
 - Amirin,
 - Ursolic acid,
 - oleanic acid,
 - Lemon, resin and bitterness.
- The main active substances of the mistress are:
- Furocoumarins (Bergapten, Psoralen),
 - Lecithin,
 - starch,
 - "Spots,
 - gum,
 - malic and angelic acids,
 - mineral salts,
 - tannins.

The composition of the substance in the goldenrod, rosemary and mistresses have anti-inflammatory, antioxidant, choleric, wound healing, hemostatic, hepatoprotective, weak laxative, antispasmodic, analgesic wound healing, hemorrhage, hepatoprotective, hepatoprotective.

This combination can be used:

- with peptic ulcer of the stomach and duodenum,
- flatulence,
- constipation,
- inflammatory diseases of the urinary tract,
- inflammatory diseases of the liver and bile ducts,
- bronchitis and pneumonia,
- diseases of the nervous system.
- with purulent wounds,
- diabetic periodontal disease, ulcers, bedsores.
- nervous exhaustion, fatigue, anorexia,
- anemia,
- migraines,
- skin diseases.

The aim of the study. Compare the preventive effect of the drug with herbal composition (goldenrod, mistress, rosemary) in various nephrological diseases.

Research results. In five studies, patients with urolithiasis received a combination of herbs as additional therapy [3, 6, 7, 8, 9]. In the observational uncontrolled study of Shapligin and Monakov [10], a decrease in bacteriuria and leukocyturia in 47 patients

who received treatment for 4 weeks and observed within 6 months was noted.

In Chernenko's publications and others. In total, 110 patients with urolithiasis were treated for 8 weeks, and 24 patients were monitored. [13,14] Both publications participated in the same patients, although patient grouping was somewhat different. It is unclear whether the control group was historical or randomized, so the statistical assessment should be interpreted with caution. However, the authors noticed a significant ($p < 0.05$) increase in 24-hour diuresis, an increase in urine pH and a decrease in uric acid in the urine. All of these parameters can be considered favorable for met prophylaxis of urate-calcium-oxalate disease. The recurrence rate in the study group was also lower than in the control group. Treatment with a herbal remedy was considered safe and was well tolerated in all 157 cases.

In a randomized, open, one-center cohort study, published CEBAN, 237 patients with urea stones up to 0.7 cm in diameter and without lesions) and without ($n = 102$) medicinal herbs (see Tab. 1) [1, 4, 5, 11, 12, 15].

Table 1.

The effect of prednisolone therapy, trinephron and their combination on the main immunological markers of autoimmune kidney pathology ($n = 8$ in each group)

Group	Research parameters			
	CD3+, $\times 10^9 / \mu$	CD4 + CD3+, %	CD8 + CD3+, %	Immunoregulatory index (CD4+/CD8+)
ПЗО	$6,7 \pm 0,15$	$65,2 \pm 0,9$	$54,1 \pm 1,15$	$2,26 \pm 0,04$
AIG	$6,5 \pm 0,11$	$61,0 \pm 1,6^*$	$35,6 \pm 1,5^*$	$3,01 \pm 0,07^*$
AIG + Prednisolone	$5,9 \pm 0,11^* / \dagger$	$62,1 \pm 1,1$	$40,2 \pm 1,5^* / \dagger$	$2,74 \pm 0,07^* / \dagger$
AIG + CAN	$6,6 \pm 0,11\#$	$61,9 \pm 1,2$	$36,2 \pm 1,6^*$	$3,00 \pm 0,09^*$
AIG + Prednisolone + CAN	$6,1 \pm 0,11^* / \dagger$	$64,2 \pm 0,7$	$44,5 \pm 0,7^* / \dagger / \#$	$2,58 \pm 0,04^* / \dagger$

* -witness reliable relative to the PZO group, $p \leq 0.05$

$\dagger$ - distinct reliable relative to the AII group, $p \leq 0.05$

-distinctions are probable relative to the group of prednisolone, $p \leq 0.05$

During the first 10 days of hospitalization of patients in the combined group, higher rates of spontaneous removal of kidney stones were noted (72.7 % against 33.3 %), stones of the upper ureter (71.4 % against 37.5 %), middle ureter (66.6 % against 33.3 %). 40%), as well as the lower stones of the ureter (90%vs. 55.5%). After 10 days of treatment, the initial leukocyturia decreased from 64.4% to 6.9% in the study group, but increased from 44.1% to 53.4% in the control group. Stones that did not disappear with the help of drug therapy were treated with extracorporeal shock wave lithotripsy, ureteroscopy with stone extraction or the installation of ureter stent, respectively. A month after the discontinuation, there was a marked increase in the average daily volume of urine in the study group compared to the control group. The average pH of urine increased from 5.6 to 6. 4 in the study group and re-

mained almost stable in the control (5.7-5.8). Phyto-combination treatment is considered safe and is well tolerated in all cases [16, 17].

In the observational study of Gaibullaev and Kariyev 32 (2008–2009) and 18 (2010–2011) patients with idiopathic uncomplicated calcium-oxylate kidney stones in the fall and winter received treatment with a herbal remedy [18,19,20]. Diuresis and fluid intake were measured by patients. In addition, the urine pH and the rate of excretion with urine, calcium, magnesium and citric acid were measured, and on the basis of these data, the ionic activity index (AP CAOX index, the risk factor of stones) and the level of crystalluria were calculated. The study documented a slight increase in diuresis. Excretion with oxalate urine (significantly), calcium (trend) and citric acid (trend) decreased, but magnesium excretion has increased (significantly) during therapy. The authors reported a significant decrease in the ionic activity index and the

frequency of crystalluria and interpreted results as a tendency to reduce lithogenesis, recommending a long course of treatment with a combination of herbs in patients with uncomplicated idiopathic calcium urolithiasis. Treatment was considered safe, adverse reactions were not reported.

Conclusion. A positive effect is established in patients with urolithiasis and after removal of stones. The use of a long course of treatment of patients with uncomplicated idiopathic calcium urolithiasis can reduce the risk of relapse of urolithiasis, as evidenced by a decrease in the ionic activity index and the frequency of crystalluria.

References

1. British Pharmacopoeia: [Website]. London, 2019. URL: <https://www.pharmacopoeia.com/> (Viewed on: 08.01.2019). 33. Europe Pharmacopoeia (Ph. Eur.) 9th Edition: [Website]. 2016.
2. Centaurium erythraea rafn in [[plants of the World Online]]. Kew Science. The Archive of the original for June 4, 2019. Centured 22.01.2021. URL name contains a built -in wiki (help)
3. Rosemary Real // Medicinal Plants: Encyclopedic Directory / Ed. AM Grodzinsky. - Kyiv: Ukrainian Encyclopedia Publishing House. MP Bazhana, Ukrainian Olymp Production and Commercial Center, 1992.- P. 380.-ISBN 5-88500-055-7.
4. Rosemary [archived on March 21, 2016 in Wayback Machine.] // Pharmaceutical Encyclopedia
5. Rosemary, Small-potion // Ukrainian Small Encyclopedia: 16 volumes. : in 8 tons / prof. E. Onatsky. - Circulation of the UAOC administration in Argentina. -Buenos Aires, 1964.-Vol. 7, book. XIII: letters Rise - CE. - P. 1618. - 1000 copies.
6. Sikora VV. The use of herbal preparation in complex treatment of chronic diseases / Sikora VV, Shapovalova IM // Bulletin of SSU. Series Medicine. - 2008. - Vol. 2, No 2. - P. 97-103
7. UDOVENKO MB medicinal plants that have adaptogenic properties/ MB Udovenko, GV Tarasenko // Abstracts of the XV All -Ukrainian Scientific Conference of Young Scientists and Students "Scientific Developments of Youth at the Contemporary Stage". T. 1: Section "New Scientific Technologies of Production Materials, Constitutional Products and Special Purpose": 28-29, 2016 - K. : KNUtd, 2016. - P. 376. - Regime: <http://er.knutd.edu.ua/Handle/123456789/4667>.
8. Perepanova TS, Khazan PL Phytopreparation of Kanefron® H in the treatment and prevention of urinary tract infections. Slushabnoe. 2005; 5: 44-46
9. Sinyakova LA, Kosova IV Prevention of recurrence of urinary tract infections. Urology. 2009; 2: 22-25
10. Shapligin LV, Monakov DM Kanefron® H for the treatment and prevention of urolithiasis. Slushabnoe. 2004; 7: 22-24.
11. Ivanov DD, Nazarenko VI, Kushnirenko SV, Krot VF, Taran EI Phytotherapy of metabolic syndrome/type II diabetes: phytoning potential. Health of Ukraine. 2005; 17: 46-47.
12. Dudar IO, Loboda OM, Krot VF, Khimich VI, Kryzhanivska VM, Bryzachenko TP A 12-month comparative study of the use of Kanefron® H in the treatment of patients with urinary tract infection. The health of a man. 2010; 3: 85-90.
13. Chernenko VV, Savchuk VI, Zheltovskaya NI, Stelvaser LM Features of urine and hypercrystalluria correction in patients with Urolithiasis with Phytopreparation of Kanefron® N. Men's Health. 2003; 2: 65-66.
14. Chernenko VV, Stylvaser LM, Zheltovskaya NI Modern approaches to pro- and metaphylaxis of urolithiasis. Urology. 2005; 4: 2-4.
15. Ceban A. The effectiveness of the fixed combination of Centaurii Herba, Levistici Radix and Rosmarini Folium with urinary litiasis. Results of open randomized cohort study. Z Phytoter. 2012; 33: 19-23.
16. Gibullaev AA, Kariev SS. The effect of prolonged treatment of Canephron® N on the risk factors of urination associated with idiopathic calcium urolithiasis ärzte Zeitung online.
17. Sivak KV, Lesovskaya EE, Stosman KI and others. The effectiveness of Kanephron H in the complex treatment of experimental Glomerulonephritis Haman.
18. Evidence-based internal medicine VI Denysyuk 2011.- 928s
19. Formica M, Inguaggiato P, Bainotti S. Acute renal failure in seriously ill patients: indications and choice of extracorporeal treatment. J nephrol. 2007; 20: 15-20.
20. Detained kg. The effectiveness and safety of the phytotherapeutic drug Kanefron® H in the prevention and treatment of urogenital and gestational diseases: review of the clinical experience of Eastern Europe and Central Asia. Res Rep UROL. 2013; 5: 39-46.

PEDAGOGY

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ САМОСТІЙНОЮ РОБОТОЮ СТУДЕНТІВ ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ

Кузнєцова О.Я.

*Доктор педагогічних наук, професор,
професор кафедри фізики та методики навчання фізики
Бердянський державний педагогічний університет,
Україна*

METHODOLOGICAL SYSTEM OF MANAGEMENT OF THE INDEPENDENT WORK OF CORRESPONDENCE STUDENTS

Kuznetsova O.

*Doctor of Pedagogical Sciences,
Professor of the Department of Physics and Methods of Teaching Physics
Berdyansk State Pedagogical University,
Ukraine*

DOI: [10.5281/zenodo.8017143](https://doi.org/10.5281/zenodo.8017143)

Анотація

Заочна форма навчання ґрунтується на самостійному опрацюванні навчального матеріалу тими, хто навчається. Бо заочно виявляють бажання навчатися особи, які працюють та вже мають певний рівень освіти. До навчання їх спонукають постійні зміни у сучасному ринку праці, потреби кар'єрного зростання, бажання підвищити свій професійний рівень, необхідність перекваліфікації, задоволення своїх психологічних та духовних потреб. Хоча студенти заочної форми навчання не мають постійного контакту з викладачем, на відміну від студентів денної форми, їхнє самостійне навчання має бути системним та керованим. У цьому зв'язку, розроблено методичну систему управління самостійною роботою студентів-заочників, що координує та стимулює їх до систематичної поза аудиторної самостійної роботи; підвищує рівень об'єктивності оцінювання знань студентів; підсилює зворотній зв'язок на визначених етапах навчання; покращує систему контролю знань і, як наслідок, можливість більш адекватного коригування навчального процесу; підвищує відповідальність студентів за результати навчальної діяльності.

Abstract

The correspondence form of education is based on the independent processing of the educational material by those who study. Because people who work and already have a certain level of education show their desire to study in absentia. They are motivated to study by constant changes in the modern labor market, the need for career growth, the desire to raise their professional level, the need for retraining, and the satisfaction of their psychological and spiritual needs. Although correspondence students do not have constant contact with a teacher, unlike full-time students, their independent study should be systematic and controlled. In this regard, a methodical system for managing the independent work of correspondence students has been developed, which coordinates and stimulates systematic independent work outside the classroom; increases the level of objectivity in assessing students' knowledge; reinforces feedback at certain learning stages; improves the knowledge control system and, as a result, the possibility of more adequate adjustment of the educational process; increases students' responsibility for the results of educational activities.

Ключові слова: заочне навчання, самостійна робота, методична система, управління самостійною роботою.

Keywords: correspondence form of education, independent education, methodical system, managing the independent work.

Вступ. Однією з ключових тез Болонського процесу є «навчання впродовж життя», що вперше, як концепція навчання, з'явилася у 1973 році в звіті Організації Економічної співпраці та Розвитку (ОЕСР) «Періодична освіта: Стратегії навчання впродовж життя», в якому основна увага була надана потребам глобальної економіки і конкурентоспроможності [1]. Поняття «навчання впродовж життя» («Lifelong Learning» — LLL) спочатку було розроблено як відповідь на кризу того часу в західних системах вищої освіти. Проте наприкінці

дев'яностих років ця теза набуває особливого звучання у зв'язку з новою економічною кризою та стрімким зростанням безробіття. Як один із результатів вивчення ключових причин тодішньої кризи у 1995 році Європейська Комісія (ЕК) опублікувала офіційний документ «Викладання і навчання: На шляху до суспільства, що навчається», а в 1996 році, на засіданні ОЕСР, в якому брали участь міністри освіти, вже були зроблені висновки про те, що з початку ХХІ століття принцип «Навчання впродовж життя» повинен охопити усіх активних учасників економічного життя Об'єднаної Європи

— від простих робітників до вищих менеджерів корпорацій.

Як результат, вже наприкінці дев'яностих років в Європі формується стійке уявлення про те, що глобалізація економіки та бурхливий розвиток наукоємних технологій вимагають принципово нового ставлення до організації вищої освіти. З одного боку це стосується молодого покоління, яке тільки готується до майбутнього професійного життя, та набуває спеціальних знань, вмінь, навичок та професійних компетенцій, навчаючись у закладах вищої освіти. З другого боку — тих, хто вже має вищу освіту або хоче її отримати в зрілому віці, задля того, щоб весь час підтримувати необхідний професійний рівень та адаптуватись до все зростаючих вимог часу.

Як відомо, в нашій державі заправджена заочна форма навчання студентів. Слід зазначити про головні аспекти заочної форми навчання, а саме, соціальний та суто освітній. Перший вирішує задачі соціальної справедливості, тобто надання рівних можливостей та покращення якості життя громадян країни. Другий — надання необхідних навичок, теоретичних та практичних знань і вмінь задля постійного та систематичного підвищення їх професійних компетенцій. Як правило, заочно виявляють бажання навчатися особи, які працюють та вже мають або середню освіту, або професійну підготовку середнього рівня, або незавершену вищу освіту. До навчання їх спонукають різні причини. Наприклад, постійні зміни в сучасному ринку праці, потреби кар'єрного зростання, просто

бажання підвищити свій професійний рівень, необхідність перекваліфікації, задоволення своїх психологічних та духовних потреб тощо.

Україна приєдналася до Болонського процесу у 2005 році [2]. Пройшло вже майже 20 років з досить успішного впровадження у вітчизняну вищу освіту євроінтеграційних принципів, проте актуальність тези «навчання впродовж життя» (LLL) не втрачена й понині. Ми наразі спостерігаємо новий виток стрімкого розвитку наукоємних технологій, пов'язану з цим процесом перебудову спектру пріоритетних галузей економіки, що змінює, у свою чергу, потреби ринку праці. У цьому зв'язку необхідність підвищення свого конкурентоспроможного фахового рівня тих, хто вже має певний рівень освіти, або хоче отримати вищу освіту, не залишаючи свого місця праці, є нагальною потребою не тільки членів вітчизняного соціуму, але й задачею суспільною.

Особливості заочної форми навчання. У табл. 1 наведено розподіл навчальних годин для заочної форми навчання на прикладі декількох дисциплін. Бачимо, що практично 90 % годин від загальної кількості відведено на самостійну роботу студентів. Образно кажучи, студент залишається сам на сам з великим обсягом теоретичного матеріалу з певної дисципліни, який йому необхідно опрацювати самостійно, набути навичок практичного застосування вивченого навчального матеріалу, та в період екзаменаційної сесії скласти екзамен або залік.

Таблиця 1

Розподіл навчальних годин

Назва дисципліни	Загальна кількість год/кредитів	Аудиторні години	Самостійна робота, год	Форма підсумкового контролю знань
Оптика	180/6	16	164	екзамен
Фізика атома і ядра	180/6	20	160	екзамен
Спеціальний фізичний практикум	180/6	14	166	залік
Електродинаміка	180/6	22	158	екзамен

Отже, безпосередній контакт студента-заочника в навчальній системі викладач-студент відбувається практично лише під час екзаменаційної сесії. У цьому зв'язку, викладач не має змоги особисто та постійно контролювати самостійну роботу студента впродовж семестру, і його задача полягає в тому, щоб надати рекомендації та навчити студента-заочника системно та професійно працювати з літературою самостійно. Хоча студенти заочної форми навчання не мають постійного контакту з викладачем, на відміну від

студентів денної форми, їхнє самостійне навчання має бути системним та керованим.

У зв'язку з цим, розроблено «План організації самостійної роботи», який студент отримує на початку семестру. Приклад такого плану подано в табл. 2 з дисципліни «Оптика». Весь навчальний матеріал розбито на теми самостійної роботи, до кожної теми віднесено певні практичні завдання, а саме, розв'язання задач та виконання домашніх розрахункових лабораторних робіт. Як бачимо, табл. 2 відображає основний вид навчання студента-заочника — це домашню самостійну роботу.

План організації самостійної роботи з дисципліни «Оптика»

Теми самостійної роботи (теоретичний матеріал)	Розв'язання задач з теми	Розрахункові лабораторні роботи
1. Поняття і закони геометричної оптики. Відбиття і заломлення світла	Відбиття і заломлення світла. Побудова зображень у дзеркалах і лінзах.	–
2. Побудова зображень у дзеркалах і лінзах.		
3. Електромагнітна теорія світла.	Інтерференція світла в тонких плівках. Кільця Ньютона.	–
4. Інтерференція світла в тонких плівках. Поняття та визначення.		Підготовка та виконання домашньої лабораторної роботи
5. Кільця Ньютона. Просвітлення оптики, інтерферометри.		
6. Дифракція світла. Принцип Гюйгенса. Метод зон Френеля.	Дифракція світла на круглому отворі, плоскій щілині та дифракційній решітці	Підготовка та виконання домашньої лабораторної роботи
7. Дифракція світла на плоскій щілині.		
8. Дифракція світла на дифракційній решітці. Застосування дифракції світла.		
9. Поляризація світла.	Поляризація, поглинання та розсіяння, дисперсія світла.	–
10. Поглинання та розсіяння світла. Дисперсія світла.		
11. Теплове випромінювання.	Закони теплового випромінювання. Фотоелектричний ефект, тиск світла.	Підготовка та виконання домашньої лабораторної роботи
12. Фотоелектричний ефект, тиск світла.		

Організаційною особливістю «Плану організації самостійної роботи» є те, що графік самостійного вивчення тем студентом не виявляється строго прив'язаним до календаря і, відповідно, у даному випадку кожен студент особисто планує час і об'єми своєї самостійної роботи. Усе це, у свою чергу, висуває доволі жорсткі вимоги до рівня свідомості самого студента, його дисциплінованості та організованості. Саме «План організації самостійної роботи» допомагає студентові оптимально спланувати свій вільний від праці час для занять, задає послідовність вивчення тем з теоретичного матеріалу, що позбавляє студента непродуктивно витратити свій час. Тобто, призначенням «Плану організації самостійної роботи» є узгодження, координація та сприяння більш ефективному управлінню самостійною роботою студента-заочника за всіма видами занять. Завдяки цьому студент має змогу вибрати оптимальний темп своєї самостійної роботи та своєчасно підготувати всі необхідні завдання до сесії. Все це, в кінцевому підсумку, раціоналізує його домашню роботу, скорочуючи неефективні витрати часу.

Формування необхідних студенту заочної форми навчання навичок та вмінь практичного застосування отриманих теоретичних знань відбувається під час самостійного розв'язання задач. Студент, згідно до плану організації самостійної роботи, отримує за варіантом задачі, які розв'язує дома і оформлює їх у вигляді домашніх контрольних робіт. Під час консультацій студент отримує від викладача необхідну допомогу з теоретичних питань та розв'язування задач, які викликали у нього труднощі під час виконання домашніх контрольних робіт.

Впровадження розрахункових лабораторних робіт. Великий обсяг годин, призначених на самостійну роботу, спонукав до запровадження

наступної організаційно-методичної схеми проведення лабораторних занять. Частина лабораторних робіт виконується вдома як розрахункові лабораторні роботи. Перевірка виконаних розрахункових домашніх лабораторних робіт проводиться під час екзаменаційної сесії. Решта лабораторних робіт традиційно виконується в аудиторії під час сесії, тобто мають суто експериментальний характер. Зазначена організаційно-методична схема проведення лабораторного заняття та контролю результатів поза аудиторної самостійної роботи потребує відповідного методичного забезпечення. У зв'язку з цим, було розроблено «Зошит для самостійної роботи», який містить форми готових незаповнених, протоколів розрахункових лабораторних робіт. Студент вибирає, згідно до варіанту, експериментальні дані, необхідні для виконання розрахункової лабораторної роботи, і заповнює таблиці, подані у «Зошиті для самостійної роботи», виконує необхідні розрахунки, будує графіки, робить висновки відповідно до поставленої мети у розрахунковій лабораторній роботі. У цьому ж зошиті оформлюється розв'язання домашніх задач.

Досвід показує, що студенти заочної форми навчання, заповнюючи «Зошит для самостійної роботи», застосовують навички та вміння, набуті ними під час праці на своїх робочих місцях, де вони постійно мають справу з різними формами фахової документації, яку ведуть на сьогодні, в тому числі, в електронному вигляді. У зв'язку з цим, користуючись таким зошитом, вони поширюють свої повсякденні професійні навички та вміння на навчальну діяльність і, відповідно, їхнє навчання перетворюється на знайомий для них вид діяльності. З іншого боку, їхня навчально-пізнавальна діяльність надає знання, необхідні для систематичного розвитку та поглиблення професійних компетенцій.

Методика розрахунку рейтингових оцінок.

Описані особливості заочної форми навчання зумовлюють систему контролю навчальної діяльності з кожного виду самостійної роботи студентів. У цьому зв'язку розроблена методика розрахунку підсумкової рейтингової оцінки з дисципліни, в якій підсумкова рейтингова оцінка визначається як результуюча за всіма складовими самостійного навчання. Тобто відбувається:

- оцінювання під час екзамену або заліку самостійно вивченого теоретичного матеріалу з дисципліни;
- оцінювання під час екзаменаційної сесії розв'язків задач, які оформлені у вигляді домашніх контрольних робіт;
- оцінювання під час екзаменаційної сесії теоретичного захисту розрахункових та аудиторних лабораторних робіт.

Отже, підсумкова рейтингова оцінка містить оцінки за усний захист домашніх контрольних та розрахункових лабораторних робіт, за виконання та теоретичний захист аудиторних лабораторних робіт. При цьому, в однаковій мірі враховуються як результати аудиторної, так і самостійної роботи студента. Слід зазначити, що підсумкова рейтингова оцінка розраховується лише за умови, коли студент атестований за всіма видами рейтингових завдань. Слід зазначити, що всі оцінки за виконання самостійних рейтингових завдань є незалежними. Тобто, наявність хоча б однієї незадовільної оцінки за виконання будь-якого рейтингового завдання означає, що «План організації самостійної роботи» не є виконаним, і студенти не отримують допуск до екзамену або заліку. Таким чином досягається достатній рівень керованості поза аудиторної самостійної роботи студентів-заочників з боку викладача та підвищення ступеню загальної мотивації до сумлінної самостійної як аудиторної, так і поза аудиторної роботи.

Підсумкова семестрова рейтингова оцінка складається з поточної семестрової рейтингової оцінки та екзаменаційної (або залікової) рейтингової оцінки з урахуванням відповідних вагових коефіцієнтів:

$$R = \frac{f_1 R_p + f_2 R_e}{f_1 + f_2}$$

де f_1 — ваговий коефіцієнт поточної семестрової рейтингової оцінки, який дорівнює 3; R_p — поточна семестрова рейтингова оцінка; R_e — екзаменаційна (або залікова) рейтингова оцінка; f_2 — ваговий коефіцієнт екзаменаційної оцінки, який дорівнює 2.

Поточна семестрова рейтингова оцінка розраховується з рейтингових оцінок, отриманих за виконання кожного самостійного завдання з урахуванням вагових коефіцієнтів:

$$R_p = \frac{\sum_1^n R_r + b_j R_j}{n_r + b_j} + \frac{\sum_1^n R_{ki}}{n_k}$$

де R_r — поточна рейтингова оцінка за i -у розрахункову лабораторну роботу;

n_r — кількість розрахункових лабораторних робіт; R_j — поточна рейтингова оцінка за аудиторний лабораторний практикум; b_j — ваговий коефіцієнт за аудиторний лабораторний практикум, який дорівнює 3; R_{ki} — рейтингова оцінка за виконання домашніх контрольних робіт; n_k — кількість домашніх контрольних робіт.

Висновки. Стрімкий розвиток наукоємних технологій, та пов'язаний з цим процес перебудови спектру пріоритетних галузей економіки, змінює потреби ринку праці. У цьому зв'язку нагальною необхідністю не тільки членів вітчизняного соціуму, але й задачею суспільною є підвищення конкурентоспроможного фахового рівня тих, хто вже має певний рівень освіти.

В нашій державі з цією метою впроваджена заочна форма навчання, бо є особи, які виявляють бажання навчатися задля кар'єрного зростання, підвищення свого професійного рівня, задоволення своїх психологічних та духовних потреб, не полишаючи місця праці.

Оскільки заочна форма навчання ґрунтується на самостійному опрацюванні навчального матеріалу тими, хто навчається, розроблена методична система управління самостійною роботою студентів-заочників.

Як показує багаторічний досвід автора, впровадження описаної в роботі методичної системи управління самостійною роботою студентів заочної форми навчання уможливило координацію та стимулювання їхньої систематичної поза аудиторної самостійної роботи; підвищення рівня об'єктивності оцінювання знань студентів; підсилення зворотного зв'язку на визначених етапах навчання; покращення системи контролю та можливість більш адекватного коригування навчального процесу; більш рівномірне психологічне навантаження студентів під час екзаменаційної сесії; підвищення відповідальності студентів за результати навчальної діяльності.

Список літератури

1. «Болонський процес 2020 – Європейський простір вищої освіти у новому десятиріччі» 28-29 квітня 2009 р. Львен і Лувен-ла-Ньюв, Бельгія. — <http://www.avia.m/pressreleases/airbus/september/p5.shtm>.
2. Europe – 2020. Europe's growth strategy: Електронний ресурс. – Режим доступу: http://ec.europa.eu/europe_2020/pdf/europe_2020_explained.pdf.
3. Horizon-2020-Work programme-2018-2020: Електронний ресурс. – Режим доступу: http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/horizon2020/files/stratprog_overarching_version_for_publication.pdf
4. Закон України «Про освіту» [Електронний ресурс] / mon.gov.ua // Відомості Верховної Ради. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>.

ЗА ПРАВНИЯ СТАТУТ НА СЪВРЕМЕННИЯ УЧИЛИЩЕН ДИРЕКТОР

Михалев В.

Дпн

*Варненски свободен университет „Черноризец Храбър“,
преподавател*

ON THE LEGAL STATUS OF THE MODERN SCHOOL PRINCIPAL

Mihalev V.

Ph.D of Pedagogy

*Varna Free University „Chernorizetz Hrabar“, teacher*DOI: [10.5281/zenodo.8017148](https://doi.org/10.5281/zenodo.8017148)**Анотация**

Статията разглежда определени аспекти, свързани с правния статут на съвременния училищен директор, според Закона за предучилищното и училищното образование и Наредба №15/22.07.2019 г. за статута и професионалното развитие на учителите, директорите и другите педагогически специалисти - правомощия от трудово-правен характер, административно-правен, управленски правомощия, представителство и финансово-правен характер.

Abstract

The article examines certain aspects, related to the legal status of the modern school principal, according to the Preschool and School Education Act and Ordinance No. 15/22.07.2019 on the status and professional development of teachers, principals and other pedagogical specialists - powers of labor law character, administrative-legal, management powers, representation and financial-legal character.

Ключови думи: управленски профил, директор, управленски компетентности.

Keywords: management profile, director, management competencies.

ВЪВЕДЕНИЕ

В съвременното българско училище изключително значима е ролята на училищния директор. Неговият правен статут се регламентира в законови и подзаконови нормативни документи - Закон за предучилищното и училищното образование и Наредба №15/22.07.2019 г. за статута и професионалното развитие на учителите, директорите и другите педагогически специалисти. Дейността на училищния директор в образователната институция е многообразна, поради това, че той изпълнява различни по съдържание и обем управленски функции. Налагащите се процеси на децентрализация в училищното образование водят до разпределение на задължения и делегиране на нови отговорности и развиване капацитета на училищната организация. От всички форми на децентрализация финансовата е водеща и определя познаването и прилагането на механизми на процеса по въвеждане на делегирания училищен бюджет. Всичко това предполага упражняването на нови правомощия и нов статут на училищния директор за да може той да осигури ефективното управление на персонала и високо качество на обучение на подрастващите. Това налага необходимостта от усвояване на нови управленски компетентности, които да бъдат прилагани в процеса на управление на образователната институция.

АСПЕКТИ НА ПРАВНИЯ СТАТУТ НА ДИРЕКТОРА

Правомощията на училищния директор, които той осъществява законосъобразно в управлението на училището следва да се разглеждат през фокуса на неговия правен статут. Законът за предучилищното и училищното образование урежда статута и

реда за заемане на длъжността „директор“. Съгласно чл.257 ал.1 от този закон директорът е „орган за управление и контрол на държавна или общинска образователна институция в системата на предучилищното и училищното образование“. Той има законово задължение да организира и контролира цялостната дейност на училището, в съответствие с правомощията му, определени с държавният образователен стандарт за статута и професионалното развитие на учителите, директорите и другите педагогически специалисти. В съответствие с тях той издава заповеди. Приетият с наредба държавен образователен стандарт създава предпоставки за повишаване на авторитета и социалния статус на училищния директор. Основно негово задължение е да познава и прилага нормативната уредба, отнасяща се до системата на предучилищното и училищното образование в качеството му на работодател и ръководител: Кодекс на труда, Закон за предучилищното и училищното образование, Закон за професионалното образование и обучение, Закон за обществените поръчки, Закон за достъп до обществена информация, Закон за защита на личните данни и Общ регламент за защита на личните данни (GDPR) - регламент (ЕС) 2016/679 на Европейския парламент и на Съвета на Европейския съюз, Закон за закрила на детето, Закон за социалното подпомагане, държавните образователни стандарти и други нормативни актове.

Основните функции, които характеризират длъжността „директор“ са управленската, контролната и представителната. Като орган на управление той представлява институцията пред редица

държавни, регионални и общински органи и организации. Директорът също както учителите изпълнява своите задължения и упражнява функциите си, съобразно утвърдената от министъра на образованието и науката длъжностна характеристика, в която са посочени следните изисквания:

- да познава и прилага законовите и подзаконовите нормативни актове в системата на народната просвета;
- способност да планира, организира и контролира дейности, свързани с изпълнение на преките задължения;
- способност да работи в екип;
- способност да анализира, синтезира и да взема решения;
- комуникативни способности и умения за решаване на нестандартни проблеми и ситуации.

С въведеният от законодателя държавен образователен стандарт се определят неговите функции, образование и професионална квалификация за заемане на длъжността „директор“, както и правомощията му. Законодателят със закон е определил две главни функции - управленска и контролна. Освен това директорът представлява институцията, която ръководи пред органи и лица, с които тя има определени финансови и стопански взаимоотношения. Той по силата на Закона за предучилищното и училищното образование управлява и контролира процесите в училището, насочени към постигане на основната цел - провеждане на качествен образователно-възпитателен процес.

Сключването на трудовите договори с директорите на образователни институции се извършва от министъра на образованието и науката, министъра на младежта и спорта и министъра на културата - за държавните училища, и от началника на съответното Регионално управление на образованието - за директорите на общински училища.

В чл.33 ал.1 от Наредба №15/22.07.2019 г. за статута и професионалното развитие на учителите, директорите и другите педагогически специалисти се регламентират изискванията за заемане на длъжността „директор“, а именно: кандидатите да са придобили висше образование с образователно-квалификационна степен „магистър“ и да имат не по-малко от 5 години учителски стаж. Изискванията за придобита педагогическа специалност и професионална квалификация „учител по...“ имат важно ключово значение за ефективното управление на училището. По този начин изпълнявайки и учителски функции директора по-ефективно ще осъществява педагогически контрол върху работата на учителите в учебни часове. На този етап от развитие на училищното образование у нас трудно би се възприел подхода за назначаване на училищни директори без педагогическа специалност и правоспособност, които да изпълняват само функциите на училищни мениджъри. В този аспект вече има приложена различна практика в училищното управление в Холандия и Англия, в които се наблюдава интересна практика - привличане на мениджъри от бизнеса за училищни директори. Според Й. Първанова, това се прави с цел да се подобри

управлението на училището, като се доближи то до класическото управление на бизнес организациите [13:50]. Въведеният държавен образователен стандарт не изисква кандидатите за училищни директори да имат допълнително придобита квалификация по училищен мениджмънт или да са участвали в квалификационен курс по проблеми на училищното управление. Авторът на статията изразява становището си, че кандидатите за училищни директори преди кандидатстване за тази длъжност трябва да имат определени управленски компетентности, придобити в процеса на участие в различни форми на непрекъсната професионална квалификация. В това отношение може да бъде проучен опита на Италия и Словения, за който Й. Първанова в своя публикация „Училищният мениджър и лидер. Тенденции и европейски перспективи“ пише, че кандидатите за директори в Словения приключват обучението си с издаване на лиценз, а в Италия - с удостоверение, което дава възможност да се кандидатства за директор. В Словения лиценз се получава след преминаването на специално организиран курс към Националната агенция за лидерство в образованието. В Унгария и Словения се наблюдава тенденция училищни директори да се назначават и избират от училищен борд или училището. У нас продължава да се води обществена дискусия, свързана с мандатността на директорите на училища, в която има много разнопосочни мнения от учители, родителска общност и заинтересовани страни. Днес все повече държави се ориентират към мандатност на директорската длъжност с различна продължителност на мандатите [13: 50-53].

Длъжността „директор“ се заема въз основа на конкурс, проведен по реда на Кодекса на труда. Конкурсът се провежда по предварително определени правила, които са утвърдени от министъра на образованието и науката. Изискванията за заемане на длъжността „директор“ следва още да бъдат съобразени с приетия държавен образователен стандарт за статута и професионалното развитие на директора, регламентиран в Наредба №15/22.07.2019 г. След проведен конкурс директора се назначава с трудов договор от съответния работодател, определен по закон. Всички тези особености определят на първо място характера на неговите действия като ръководител, които съставляват неговите функции, а те по същество представляват изпълнение на задължения по трудово правоотношение с всички последици от това [15: 13-14].

С държавния образователен стандарт, посочен в чл.31 от Наредба №15/22.07.2019 г. за статута и професионалното развитие на учителите, директорите и другите педагогически специалисти са определени функциите на училищния директор, а именно:

- прилага държавната политика в областта на предучилищното и училищното образование;
- ръководи и отговаря за цялостната дейност на институцията;

- планира, организира, контролира и отговаря за образователния процес, както и за придобиването на ключови компетентности от децата и учениците;
- изпълнява задължителна норма преподавателска работа;
- отговаря за спазването и прилагането на нормативната уредба, отнасяща се до предучилищното и училищното образование;
- отговаря за разработването и изпълнението на училищните учебни планове и учебни програми;
- отговаря за разработването и изпълнението на всички вътрешни за институцията документи - правилници, правила, стратегии, програми, планове, механизми и др.;
- организира и ръководи самооценяването на детската градина или училището;
- определя училищния план-прием и предлага за съгласуване и утвърждаване на държавния и допълнителния план-прием на учениците;
- организира и осъществява приемането на децата в подготвителни групи в детската градина или училището;
- организира приемането или преместването на деца и ученици на местата, определени с училищния, с държавния и с допълнителния държавен план-прием;
- организира и контролира дейности, свързани с обхващането и задържането на подлежащите на задължително обучение деца и/или ученици;
- подписва документите за преместване на децата и учениците, за завършено задължително предучилищно образование, за завършен клас, за степен на образование, за професионална квалификация;
- изготвя длъжностно разписание на персонала и утвърждава поименно разписание на длъжностите;
- сключва, изменя и прекратява трудови договори с педагогическите специалисти и с непедагогическия персонал в институцията в съответствие с Кодекса на труда;
- обявява свободните работни места в бюрото по труда, в Регионалното управление на образованието и в Информационната база данни за анализи и прогнози за кадрово обезпечаване на системата на предучилищното и училищното образование с педагогически специалисти до 3 работни дни от овакантяването или от откриването им;
- управлява и развива ефективно персонала;
- осигурява условия за повишаването на квалификацията и за кариерното развитие на педагогическите специалисти;
- утвърждава план за организирането, провеждането и отчитането на квалификацията съобразно стратегията за развитие на институцията;
- организира атестирането на педагогическите специалисти;

- отговаря за законосъобразното, целесъобразно, ефективно и прозрачно разходване на бюджетните средства, за което представя тримесечни отчети пред общото събрание на работниците и служителите и обществения съвет;
- поощрява и награждава деца и ученици;
- поощрява и награждава педагогически специалисти и непедагогически персонал;
- налага санкции на ученици;
- налага дисциплинарни наказания на педагогически специалисти и непедагогическия персонал;
- отговаря за осигуряването на здравословна, безопасна и позитивна среда за обучение, възпитание и труд;
- отговаря за законосъобразното и ефективното управление на ресурсите;
- осъществява взаимодействие с родителите и представители на организации и общности;
- взаимодейства със социалните партньори и заинтересовани страни;
- представлява институцията пред администрации, органи, институции, организации и лица;
- сключва договори с юридически и физически лица по предмета на дейност на образователната институция в съответствие с предоставените му правомощия;
- контролира и отговаря за правилното водене, издаване и съхраняване на документите в институцията;
- съхранява училищния печат и печата с изображение на държавния герб;
- съдейства на компетентните контролни органи при извършване на проверки и организира и контролира изпълнението на препоръките и предписанията им;
- съдейства на компетентните органи за установяване на нарушения по чл. 347 от Закона за предучилищното и училищното образование;
- в изпълнение на правомощията си издава административни актове;
- провежда или участва в изследователска дейност в областта на предучилищното и училищното образование.
- директорът е председател на педагогическия съвет и осигурява изпълнение на решенията му [12].

Освен изпълнение на управленските си функции директорът на училището изпълнява задължителна минимална преподавателска работа с ученици в рамките на 72 часа годишно, т.е. той изпълнява и учителски функции с всички произтичащи от това задължения. Това определя неговата двойствена статута му - ръководител на образователна институция и учител. А. Филипов посочва, че в положението си на член на училищния колектив директорът е упълномощен от държавата като работодател на персонала, едноличен орган и главен субект на управление на училището, т.е. ръководител. В това си качество директорът притежава определена власт, член е на училищния колектив, има

възможност да общува индивидуално с всички членове на колектива, като олицетворява справедливостта и изпълнява функцията на арбитър в отношенията между членовете на колектива [17:50].

При изпълнение на някои функции директорът действа като орган за управление и контрол във връзка с пряката и основна дейност на институцията - образователно-възпитателна. В качеството си на ръководител, който управлява и контролира изпълнението на основни функции на училището, той се явява и административен ръководител на институцията. В това си качество той има правомощието да издава заповеди, които подлежат на обжалване по реда на Административно-процесуалния кодекс пред определени в закона органи.

Правната компетентност на директора по отношение на институцията, която му е поверена за управление, и законността на действията му представлява система от правомощия, съвкупност от права и задължения от особен характер, предоставени му за нормативно-правното регулиране на отношенията в училище при осъществяването на определена власт [16:123].

Значителна част от дейността на училищния директор е свързана с изпълнението на неговите работодателски функции, тъй като той има задължението ефективно да управлява и развива персонала в училище. Негово неотменно задължение е да сключва, прекратява и изменя трудовите правоотношения по реда на Кодекса на труда с педагогическия и непдагогическия персонал, да разрешава ползването на различните видове отпуски на персонала, да утвърждава длъжностни характеристики за всяка длъжност в училище. Той сключва допълнителни споразумения към основния трудов договор на лицата от персонала при изменение на правоотношението, при определяне на нова основна работна заплата, при определяне на видовете допълнителни трудови възнаграждения: за придобит професионален опит, за консултиране на родители и ученици и водене на задължителна училищна документация, за работа с деца и ученици със специални образователни потребности, за придобита професионално-квалификационна степен, за възложени за изпълнение лекторски часове на педагогическите специалисти, за организиране на занимания по интереси с учениците. В изпълнение на тази негова функция произтича и задължението му да утвърждава поименното щатно разписание на училището след като предварително е определил числеността на персонала.

В качеството си на работодател директора възлага минималните задължителни норми на преподавателска работа на педагогическите специалисти, съобразно определените изисквания в Наредба №4/20.04.2017 г. на Министерството на образованието и науката за нормиране на труда и упражнява контрол върху тяхното изпълнение. В същия смисъл той има работодателското задължение да обявява свободните работни места в бюрото по труда, в Регионалното управление на образованието и в Информационната база данни за анализи и прогнози за кадрово обезпечаване на системата на

предучилищното и училищното образование с педагогически специалисти до 3 работни дни от ованкантиането или от откриването им. Имайки предвид изпълнението на това административно задължение директорът е отговорен за подбора и назначаването на училищния персонал, тъй като той еднолично взема решение за сключване на трудов договор с определен от него кандидат. В този аспект авторът счита, че съществуват не добри практики, свързани с подбор на кандидатите, който се определя от специална комисия, назначена от директора, тъй като окончателното решение за подбор на кандидатите е на директора, който носи отговорност за това.

Училищният директор като орган на управление на училището по силата на Закона за финансово управление и контрол се явява второстепенен разпоредител с бюджетни средства и има задължението ефективно, законосъобразно и целесъобразно да управлява училищния делегиран бюджет, за което представя тримесечни отчети пред общото събрание на работниците и служителите и обществения съвет. Значимостта на тези отношения се определя от характера на бюджетните средства, с които директорът на институцията се разпорежда по така посоченото правомощие. Те по своята същност са публични, поради което законодателят предявява високи изисквания към субектите, които се разпореждат с тях. На правомощието на директора да се разпорежда с бюджетни средства, съответстват правата и задълженията за контрол на специализирани институции. Директорът има правото и задължението да сключва договори с юридически и физически лица във връзка с дейността на институцията, която представлява. Освен че той действа в качеството си на представляващ, в това си правомощие встъпва в отношения на равнопоставеност с външни организации и институции. Ангажирането на училищната институция в договор означава, че представляването от директора училище е равнопоставена страна, която има поети задължения и дефинирани права по него [15:16]. В изпълнение на тези свои правомощия директора сключва договори с фирми и организации, свързани със стопанската издръжка на училището, организация на ремонти дейности, договори с издателства за осигуряване на учебници и учебни помагала и др.

Училищният директор има задължението да оказва съдействие на компетентните органи при установяване на нарушения по чл.347 от Закона за предучилищното и училищното образование. Това законово задължение практически означава, че директорът дължи съдействие всеки път, когато компетентните органи трябва да предприемат действията, които са им вменени като задължение - установяване на нарушенията и осъществяване на административно-наказателното производство по тази разпоредба. Посочената разпоредба е свързана с осъществяване на контрол по спазване на задълженията на родителите да запишат децата си в образователна институция и да осигурят присъствието им там по време на образователния процес. Това задължение кореспондира с основното право

на образование на децата, гарантирано от държавата и от международните правни актове. Ето защо директорът, като задължено лице да организира образователните процеси в институцията, да управлява същите и да осъществява контрол върху тях, неминуемо следва да съобрази и да осъществи контрол върху онази част от тези процеси, свързани със записването на децата в образователните институции и тяхното посещение по време на образователния процес.

Училищният директор има статут на наказващ орган. Освен посочените правоотношения, които той следва да осъществява, има и друго задължение, свързано с налагането на санкции на учениците въз основа на законови и подзаконовни нормативни документи - Закон за предучилищното и училищното образование, Правилник за дейността на училището, Етичен кодекс и др. В разпоредбите от чл.199 от цитирания закон са посочени видовете мерки и санкции, които могат да се налагат на учениците при нарушаване на законовите им задължения по време на образователно-възпитателния процес. Основна роля в този процес играе директорът на училището. Той е този, който издава заповеди за налагане на съответните по закон санкции. Като работодател на педагогическия и непедагогически персонал училищният директор има правомощия по Кодекса на труда да налага наказания на персонала, според тежестта на допуснатите от тях нарушения, като преди налагане на наказанията той е задължен да открие процедура по дисциплинарно производство и да спазва всички изисквания от Кодекса на труда в тази част.

Директорът на образователната институция се явява субект на административно-наказателна отговорност. Това правомощие се прилага в случаите, когато е предвидено той да изпълни задължение по закон, за неизпълнението на което се предвижда наказание с определен нормативен акт. Неговата дейност се подпомага от един или няколко зам.-директори. Според Закона за предучилищното и училищното образование заместник директорите подпомагат управлението и контрола в училище. При отсъствие на директора на държавна и общинска детска градина, на държавно и общинско училище за срок, по-малък от 60 календарни дни, той се замества от определен от него със заповед за всеки конкретен случай заместник директор, а при невъзможност - от определен със заповед педагогически специалист от институцията.

Заповедта се издава от директора, а при невъзможност - от съответния орган по чл. 217 ал. 1 от Закона за предучилищното и училищното образование. В този конкретен случай директора делегира правомощия на зам.-директор или педагогически специалист, който да изпълнява неговата длъжност при отсъствие. Ползването на отпуск от директор на общинско училище се разрешава писмено от съответния началник на Регионално управление на образованието - работодател.

ИЗВОДИ И ОБОБЩЕНИЯ

1. Многообразието на правните аспекти в статута на директора предполага доброто им познаване и съобразяване с конкретните изисквания, правомощия и задължения с оглед законосъобразното осъществяване на основните цели на училището като образователна институция. Изпълнението на различни по характер и съдържание управленски функции в значителна степен определя мултифункционалността на директорската длъжност в системата на училищното образование, както и неговата динамичност и сложност на труда.

2. Статута на училищния директор е ориентиран в три важни направления: административно управление, педагогическо управление и контрол и стратегическо управление на образователната институция. Задълженията, функциите и ролята на директора са изключително много, и за да се справи с всички тях, той трябва да проявява гъвкавост и лидерски умения. Директорът на училището изпълнява различни по характер функции и поради това не винаги успява да ги реализира с висока ефективност. Затова е възможно той да делегира някои от правомощията си на членовете на своя ръководен екип. Всички тези аспекти от статута на училищния директор изискват повишаване на неговата квалификация чрез участие в различни продължителни квалификационни форми за усъвършенстване на неговите компетентности по проблеми, свързани с ефективното управление на образователната институция.

3. В контекста на познати вече европейски практики за назначаване на училищни директори след подбор и конкурс е целесъобразно тяхната подготовка да се обвързва с формално обучение по мениджмънт, управление в образователния сектор, както и в магистърски програми „Управление на образователните институции“.

Литература

1. Вацов, С. За компетентностите в професионалния профил на училищните директори. В: Българско списание за образование. 2015, бр.2, с.102-114.
2. Гюрова, В. Функция на ръководителя на образователната институция да овластява. В: Стратегии на образователната и научната политика. 2009, бр.3.
3. Димитрова, С. Модел на управленски профил. В: Управление и образование, 2011, том VII, с.221-227.
4. Дракър, П. Ефективният директор в действие. С. 2006.
5. Закон за предучилищното и училищното образование. В сила от 01.08.2016 г. Обн. ДВ. бр.79/13.10.2015 г., изм. и доп. ДВ. бр.11/2.02.2023 г.
6. Кателиев, И. За правомощията на управленските органи в училище и някои проблеми в процеса на тяхното делегиране. В: Българско списание за образование. 2016, бр.1, с.82-109.
7. Коцев, Н., Коцев, Е., Рускова, С. Основи на управлението. Русе, 2013.

8. Лилова, Е. Директорът на училището - симбиоза между мениджър и лидер. В: Педагогика, 2016, бр.2, с.224-235.
9. Маджирова, К., Мирчева, В., Питекова, Р., Новев, З. Директорът на училището и ефективния мениджмънт. С., 2002.
10. Милова, Р. Съвременният училищен директор - администратор или образователен мениджър. В: Продължаващо образование. Т.17, 2022.
11. Маринкова-Йорданова, С., Как да бъдете успешен училищен директор?. В: <https://prepodavame.bg>.
12. Наредба №15/22.07.2019 г. за статута и професионалното развитие на учителите, директорите и другите педагогически специалисти. В сила от 02.08.2019 г. Обн. ДВ. бр.61/2.08.2019 г., изм. и доп. ДВ. бр.52/5.07.2022 г.
13. Първанова, Й. Училищният мениджър и лидер. Тенденции и европейски перспективи. Теоретичен семинар на катедра „История на педагогиката и управление на образованието“ по случай 25 годишнината на факултета по педагогика на СУ „Св. Климент Охридски“. Издателство Деал - Емилия Недялкова, С., 2011.
14. Радев, П. Основи на вътрешния училищен мениджмънт. Пловдив, 2008.
15. Рачев, А. Директорът на училището - правни аспекти на статута му (THE DIRECTOR OF THE SCHOOL - LEGAL ASPECTS OF HIS STATUS). В: Socio Brains ISSN 2367-5721, International Scientific Refereed Online Journal. 2017, с.13-18.
16. Ранкова, М. и др. Английско-български речник. С., 1990.
17. Филипов, А. Училищният директор-образователен лидер и професионален мениджър. В: Бизнес управление. Издание на Стопанска академия „Д. А. Ценов“, Свищов. 2021, бр.2, с.40-55.

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ СОДЕРЖАНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ

Шахметова Д.С.

к.п.н., главный эксперт

*Национальной Академии образования им. Ы. Алтынсарина
Министерства Просвещения Республики Казахстан*

THE MAIN ASPECTS OF THE CONTENT AND FORMATION OF PEDAGOGICAL COMPETENCE

Shakhmetova D.

candidate of pedagogical sciences, chief expert of National Academy of Education named after Y. Altynsarin Ministry of Education of the Republic of Kazakhstan

DOI: [10.5281/zenodo.8017166](https://doi.org/10.5281/zenodo.8017166)

Аннотация

В статье рассматриваются структура и содержание педагогической компетенции. Приведен сравнительный международный анализ на ключевые компоненты педагогической компетенции. Также освещены пути и механизмы формирования педагогической компетенции в условиях непрерывного образования. Подведены итоги и выводы о важных компетенциях педагога в его профессиональной деятельности.

Abstract

The article deals with the structure and content of pedagogical competence. A comparative international analysis of the key components of pedagogical competence is given. The ways and mechanisms of the formation of pedagogical competence in the context of continuous education are also highlighted. The results and conclusions about the important competencies of the teacher in his professional activity are summed up.

Ключевые слова: Компетенция, педагогика, педагогическая деятельность, педагогическое мастерство, педагогическая компетенция, знание, умения, навыки.

Keywords: Competence, pedagogy, pedagogical activity, pedagogical skills, pedagogical competence, knowledge, abilities, skills.

Профессиональная компетенция педагога - это совокупность знаний, умений, навыков и опыта, необходимых для эффективного выполнения своих обязанностей в области образования и воспитания. Она включает в себя знание теории и практики педагогики, психологии, социологии, методологии преподавания, а также различных методик, технологий и инструментов обучения.

Важной частью профессиональной компетенции педагога является умение создавать и поддерживать позитивную, поддерживающую и стимулирующую атмосферу в классе, а также способность индивидуализировать обучение, учитывая индивидуальные потребности и способности каждого ученика.

Однако, профессиональная компетенция педагога не ограничивается только умениями в области преподавания, но также включает умение работать в команде с коллегами, родителями и учениками, умение использовать современные технологии и методы обучения, а также способность к саморазвитию и постоянному повышению квалификации.

Зарубежные страны активно работают над формированием педагогической компетенции в образовании. Например, в Финляндии педагогическая подготовка является высокоприоритетным направлением. В учебных заведениях Финляндии преподаватели должны пройти более пяти лет обучения и практики перед тем, как они могут работать в школах. В рамках этой подготовки, будущие педагоги получают знания и навыки по использованию различных методик, технологий, и психологических

подходов, которые помогают обеспечить качественное обучение для всех учащихся.

В США многие университеты предлагают программы, которые нацелены на повышение профессиональной компетенции педагогов. К примеру, Национальный институт обучения (National Institute for Learning Outcomes Assessment) призывает университеты помогать своим преподавателям развивать и улучшать свои профессиональные навыки. Институт также предлагает руководства по мониторингу и оценке педагогических результатов.

В Японии педагогическая компетенция считается одной из важнейших категорий в оценке качества образования. Вся система образования строится на многолетнем опыте, передаваемом от опытных педагогов к новичкам. Начинающие педагоги работают на стажировке под руководством более опытных коллег, что помогает им получить необходимый опыт и знания.

В целом, зарубежный опыт по формированию педагогической компетенции в образовании является очень разнообразным и включает в себя многочисленные программы, методы и технологии. Однако, важно понимать, что каждая страна должна создавать свою собственную систему, учитывая специфику своей культуры и образовательной системы.

Педагогическая компетенция включает в себя несколько компонентов:

Знания: педагог должен обладать широким кругозором, знать основы педагогики, психологии, методологии преподавания, технологий обучения,

а также иметь представление о современных трендах и вызовах в области образования.

Умения: педагог должен уметь применять свои знания на практике, разрабатывать и применять эффективные методики обучения и воспитания, организовывать учебный процесс, адаптировать его к потребностям каждого ученика.

Опыт: педагогический опыт позволяет педагогу быстрее и эффективнее решать различные задачи, такие как управление классом, организация учебного процесса, применение различных методик и технологий, а также решение конфликтных ситуаций.

Личностные качества: педагог должен обладать определенными личностными качествами, такими как эмпатия, терпимость, умение слушать и понимать учеников, умение работать в команде, способность к саморазвитию и к постоянному совершенствованию своих профессиональных навыков.

Этические принципы: педагог должен следовать этическим принципам в своей работе, уважать права и достоинство каждого ученика, обеспечивать безопасность в учебной среде, соблюдать конфиденциальность, и применять моральные и этические нормы в общении с учениками и коллегами.

Все эти компоненты педагогической компетенции тесно связаны и взаимодействуют друг с другом, обеспечивая эффективное выполнение педагогических задач и обеспечивая качественное образование для каждого ученика.

Оценка педагогической компетенции - это сложный процесс, который требует использования различных критериев. Вот некоторые из них:

1. Знания и понимание. Оценка знаний педагога по предмету, способности адаптировать содержание урока для учеников с разным уровнем подготовки.

2. Профессиональные навыки. Оценка навыков преподавания, включая планирование и проведение уроков, использование различных методов обучения, организацию деятельности учащихся.

3. Коммуникативные навыки. Оценка способности устанавливать контакт с учащимися и коллегами, умения слушать, задавать вопросы, давать обратную связь.

4. Управленческие навыки. Оценка способности педагога организовывать работу класса или школы, руководить учениками и коллегами.

5. Педагогическое мастерство. Оценка способности педагога адаптироваться к различным условиям, находить нестандартные решения, вносить инновации в учебный процесс.

6. Самооценка. Оценка педагогом своих компетенций, способности к саморазвитию и самоконтролю.

7. Результаты работы. Оценка успехов учеников, научных публикаций, участия в конференциях и других мероприятиях.

Кроме того, важным критерием оценки педагогической компетенции является соответствие педагога требованиям профессиональных стандартов и нормативных документов в области образования.

Формирование профессиональной компетенции педагога является длительным и постоянным процессом. Ниже приведены несколько механизмов, которые могут способствовать этому процессу:

✓ **Обучение и повышение квалификации.** Педагоги должны постоянно повышать свою квалификацию и получать новые знания и навыки, чтобы быть в курсе последних тенденций и разработок в области образования. Для этого можно использовать различные формы обучения, например, семинары, тренинги, онлайн-курсы.

✓ **Методическая работа.** Педагоги должны постоянно анализировать свою деятельность, совместно с коллегами и руководством школы разрабатывать новые методики и подходы, проводить обмен опытом.

✓ **Научно-исследовательская работа.** Участие в научно-исследовательских проектах и программах позволяет педагогам получать новые знания и навыки, а также разрабатывать новые методики и технологии обучения.

✓ **Открытость к инновациям.** Педагоги должны быть открыты к новым идеям и технологиям, готовы к изменениям в образовательном процессе. Для этого необходимо участвовать в различных мероприятиях, посещать выставки и конференции, чтение профессиональной литературы.

✓ **Менторство и коучинг.** Педагоги могут получать поддержку и сопровождение в своей профессиональной деятельности от опытных коллег или профессиональных коучей.

✓ **Саморазвитие и самообразование.** Педагоги должны осознавать свою ответственность за свое профессиональное развитие и работать над собой, развивать свои навыки и умения самостоятельно.

Важно понимать, что формирование профессиональной компетенции педагога является непрерывным процессом и требует постоянного развития и самосовершенствования.

Таким образом, формирование профессиональной компетенции педагога - это многолетний процесс, включающий различные механизмы и методы. Вот некоторые из них:

- образование и повышение квалификации. Педагогические учреждения предоставляют различные курсы, программы и тренинги, которые помогают педагогам повысить свою квалификацию и получить новые знания и навыки;

- менторинг и коучинг. Менторы и коучи могут помочь педагогам развивать свои навыки, учиться адаптироваться к новым условиям, находить нестандартные решения;

- самообразование. Педагоги должны быть готовы к тому, что их профессиональная деятельность требует постоянного обучения и саморазвития. Самообразование может включать чтение научных статей и книг, участие в семинарах и конференциях, общение с коллегами;

- работа в коллективе. Работа в коллективе помогает педагогам обмениваться опытом, находить решения вместе, а также поддерживать мотивацию и духовный комфорт;

- оценка и обратная связь. Регулярная оценка и обратная связь со стороны руководства, коллег и учеников помогает педагогам понимать свои сильные и слабые стороны, а также улучшать свою работу;

- использование новых технологий и методик. Педагоги должны следить за развитием новых технологий и методик, чтобы использовать их в своей работе и эффективно обучать учеников;

- организация и участие в профессиональных сообществах. Участие в профессиональных сообществах помогает педагогам быть в курсе последних новостей в своей области, обмениваться опытом и находить решения вместе.

Существует множество механизмов формирования профессиональной компетенции педагога, которые могут варьироваться в зависимости от контекста и специфики образовательного учреждения.

Профессиональное обучение. Это может быть как формальное обучение, так и неформальное, включающее участие в семинарах, тренингах, курсах повышения квалификации, конференциях и других мероприятиях.

Менторинг. Это процесс, в рамках которого опытный педагог помогает новым коллегам осваивать профессиональные навыки, делиться знаниями и опытом.

Работа в коллективе. Совместная работа с опытными и компетентными педагогами может быть эффективным механизмом формирования профессиональной компетенции.

Саморазвитие. Педагог может самостоятельно изучать научную литературу, использовать различные онлайн-ресурсы для обмена опытом и знаниями.

Практический опыт. Работа с учениками, преподавание, организация учебного процесса и управление классом и школой помогают педагогу развивать свои профессиональные навыки.

Оценка и обратная связь. Педагог может использовать оценку и обратную связь от коллег, учеников и родителей, чтобы оценить свои компетенции и улучшить свою работу.

Инновации. Внедрение новых методик, технологий и педагогических решений помогает педагогу развивать свои профессиональные компетенции, совершенствовать свою работу и повышать качество образования.

Существует несколько моделей педагогической компетенции, которые разработаны учеными в области педагогики и образования. Одна из наиболее распространенных моделей - это модель компетенций профессионального педагогического

действия, разработанная немецким ученым В. Киллианом в 1980-х годах.

Модель Киллиана включает в себя 5 основных компетенций, необходимых для успешного профессионального педагогического действия:

Социальная компетенция. Включает в себя умение устанавливать контакт с учениками, родителями и коллегами, уважать различия и конфликты и эффективно коммуницировать.

Коммуникативная компетенция. Включает в себя умение понимать, анализировать и продуктивно использовать различные формы общения, такие как устная и письменная речь, а также невербальные способы общения.

Дидактическая компетенция. Включает в себя умение разрабатывать уроки, оценивать знания и умения учеников и адаптировать учебный материал к потребностям и возможностям каждого ученика.

Методическая компетенция. Включает в себя умение выбирать и использовать различные методы обучения, а также использование новых технологий и ресурсов для улучшения образовательного процесса.

Педагогическая компетенция. Включает в себя умение вести учеников к активной позиции, развивать их личностные качества, а также понимать и применять основы педагогической теории и методологии.

Эта модель педагогической компетенции широко используется в Европе и других странах, как базовый набор компетенций, необходимых для успешной педагогической деятельности.

Статья выполнена в рамках программно-целевого финансирования научно-технической программы OR 11465474 «Научные основы модернизации системы образования и науки» (2021-2023 гг., Национальная академия образования им. Ы. Алтынсарина).

Список литературы

1. Жарыкпаев К., Калиев С. Антология педагогической мысли Казахстана. – Алматы: Рауан, 1995, 512 с.
2. Сударчикова Л. Г. Введение в основы педагогического мастерства: учебное пособие. – Москва: ФЛИНТА, 2014.
3. Сударчикова Л. Г. Введение в основы педагогического мастерства: учебное пособие. – Москва: ФЛИНТА, 2019.
4. Кандаурова А. В., Суртаева Н. Н. Педагогическое мастерство: формирование педагогического стиля: Учебное пособие для бакалавриата и магистратуры. – Москва: Юрайт, 2019.
5. Подымова Л. С., Дубицкая Е. А., Борисова Н. Ю., Духова Л. И., Слостенко В. А. Педагогика: учебник и практикум для вузов. – Москва: Юрайт, 2022.

PHILOLOGY

LEKSİK SİSTEMDƏ DƏYİŞMƏNİ DOĞURAN AMİLLƏR VƏ ARXAİKLƏŞMƏ HADİSƏSİ

Abdullayeva K.T.

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin müəllimi

FACTORS CAUSING CHANGES IN THE LEXICAL SYSTEM AND THE PHENOMENON OF ARCHAICIZATION

Abdullayeva K.

Teacher of Azerbaijan State Oil and Industry University

DOI: [10.5281/zenodo.8017172](https://doi.org/10.5281/zenodo.8017172)

Xülasə

Bu məqalədə dialekt və şivələrimizdə yaşayan arxaizmlər haqqında məlumat verilir. Tədqiqatı aparmaqda məqsədimiz dilin tarix boyu uğradığı dəyişiklikləri araşdırmaq, dialektlərlə arxaizmləri müqayisə etmək və sistemləşdirməkdir. Azərbaycan dilinin dialekt və şivələrinin V-VII əsrlərə aid ümumtürk yazılarının dili ilə müqayisəsi göstərir ki, bu abidələrin dilindəki sözlərin əksəriyyəti canlı xalq danışığı dilində və şivələrimizdə azacıq olsa da fonetik dəyişmə ilə işlədilməkdədir.

Lüğəvi arxaizmlər sözün ifadə etdiyi anlayışla bağlı olan əşya və hadisənin qalması, lakin ya sözün özünün, ya da onun mənasının köhnəlməsidir. Məsələn: atık [at + k, atığ, ati] - bel (rus dilində лопатка), astıx [as + lık] sırğa (rus dilində серга), aştı - sülh, barışıq (мир, перемирие), əppək - çörək (хлеб) və s.

Fonetik arxaizmlərdə isə sözün fonetik qabığında müəyyən səslər arxaikləşir, lakin sözün adlandırdığı məfhum, hadisə, anlayış qalır. V.V.Radlov "Опыт словаря тюркских наречий" lüğətini XIX əsrin sonlarında tərtib etdiyi üçün təbii olaraq burada xeyli fonetik arxaizmlər yer almışdır. Müasir Azərbaycan dilində i saiti ilə başlayan bir çox sözlər lüğətdə i saiti ilə verilmişdir. Məsələn: ikram = ikram - qonaq etmə, təklif, ictimal - ehtimal, İktizar - diqqət, nəzər. O iktizar ailədi – O diqqət yetirdi, nəzər saldı. İxrac = ixrac – qovma, azad etmə. Bu söz müasir ədəbi dildə, iqtisadi terminə çevrilmişdir. Yəni köhnəlmiş söz yeni məna qazanmışdır. İnac = inac – inam, etibar və s.

Abstract

This article provides information about archaisms that live in our dialects and accents. Our goal in conducting the research is to investigate the changes that the language has undergone throughout history, to compare and systematize dialects and archaisms. A comparison of the dialects and dialects of the Azerbaijani language with the language of all-Turkic writings of the 5th-7th centuries shows that most of the words in the language of these monuments are used in the spoken language of the living people and in our dialects, albeit with a slight phonetic change.

Lexical archaisms are the survival of an object or event related to the concept expressed by the word, but either the word itself or its meaning has become obsolete. For example: atık [at + k, atığ, ati] - waist (in Russian лопатка), astıx [as + lık] earring (in Russian серга), ashti - peace, reconciliation (мир, перемирие), white - bread (хлеб) and so on.

In phonetic archaisms, certain sounds become archaic in the phonetic shell of the word, but the concept, event, concept named by the word remains. Since V.V. Radlov compiled the dictionary "Опыт словаря тюркских наречий" at the end of the 19th century, it naturally contained a lot of phonetic archaisms. Many words beginning with the vowel i in the modern Azerbaijani language are listed with the vowel "ı" in the dictionary. For example: ikram = ikram - hospitality, offer, ictimal - possibility, İktizar - attention, look. Export = export – expulsion, liberation. This word has become an economic term in modern literary language. In other words, an old word has acquired a new meaning. İnac = inac – faith, trust, etc.

Açar sözlər: arxaizmlər, dialekt sözlər, fonetik hadisə, leksika, dil, lüğət.

Keywords: archaisms, dialect words, phonetic phenomenon, lexicon, language, dictionary.

Dilin tarixini xalqın tarixindən ayrı təsəvvür etmək mümkün deyildir. Dialekt və şivələrdə yaşayan arxaizmlər təkcə xalqın mənəvi yaddaşının incisi kimi dəyərli olmayıb, həm də Azərbaycan xalqının etnogenezinin dəqiq müəyyənəşdirilməsi işində əvəzsiz rola malikdir. Konkret dil faktları, o cümlədən dialekt materialı əsasında sübut etmək olar ki, Azərbaycan nöinki türkdilli xalqların, hətta dünya sivilizasiyasının qovuşduğu qədim bir məkan olub, Ön Asiya, o cümlədən Qafqaz dil mühitinin formalaşmasına güclü təsir göstərmişdir.

Arxaizm sözünün mənası "qədim" deməkdir və yunan mənşəli "archaios" sözündən götürülmüşdür. Belə sözlərə biz yalnız qədim tarixə malik ədəbiyyatlarda və lüğətlərdə rast gəlirik. Çünki bu sözlər müasir dilimizdə ya heç işlənmir, ya da yeni sözlə əvəzlənmişdir. B.Xəlilov "Müasir Azərbaycan dilinin leksikologiyası" kitabında arxaizmlərin xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq onları iki növə ayırır:

1. Lüğəvi arxaizmlər
2. Fonetik arxaizmlər.

Lüğəvi arxaizmlər sözün ifadə etdiyi anlayışla bağlı olan əşya və hadisənin qalması, lakin ya sözün özünün, ya da onun mənasının köhnəlməsidir. məsələn: V.V. Radlovun "Опыт словаря тюркских наречий" (1893 - 1911) əsərində rast gəldiyimiz arxaizmlərə nəzər salaq: atık [at + k, atığ, ati] - bel (rus dilində лопатка). Sözün kökünə nəzər salarkən aydın olur ki, atık sözü atmaq felindən yaranmışdır. Astıx [as + lık] sırğa (rus dilində серги). Bu söz də asmaq felindən yaranmışdır, sözün kökü "as"dır. Aştı - sülh, barışıq (lüğətdə tərcüməsi мир, перемирие), əppək - çörək (хлеб). Onu da qeyd etmək lazımdır ki, əppək sözü ədəbi dilimizdə işlənməyə də dialektlərdə hələ də işlənməkdədir. Ası - üsyançı (бунтовщик, революционер), azarlı [azar + lı] - xəstə (больной), aşlandı [aşlan + dır] - yedizdirmək (выкармливать), əyələ [əyə + lə] - öyrətmək, tərbiyə etmək (воспитывать, образовывать), umanç - ümid (надежда, коşantı - cehiz (приданое), umak - cins, nəsil, soyad (кость, родъ, племя, фамилия), ustura - ülgüc, kişilərin tərş olunmaq üçün istifadə etdikləri alət (брита) və s. Birinci sözlər arxaizmlər, qarşısındakı sözlər müasir dilimizdə işlənen versiyası, rus dilində verilən sözlər isə Radlovun lüğətində verdiyi tərcümələridir.

Lüğəvi arxaizmlər iki yerə ayrılır:

- a) Leksik arxaizmlər
- b) semantik arxaizmlər

Leksik arxaizmlər əşya və hadisələri ifadə etməkdən ayrılıb, tamamilə arxaik plana keçən sözlərdir. Əşya və ya hadisənin adını başqa söz əvəz edirsə, passiv fonda keçmiş əvvəlki söz leksik arxaizm adlanır. V.V. Radlovun "Опыт словаря тюркских наречий" lüğətində belə sözlər kifayət qədərdir. məsələn:

ayaktaş. Ayaq və daş sözlərinin birləşməsindən əmələ gələn bu mürəkkəb söz yol yoldaşı mənasını verir.

arais = gözəl görünüş

namsə arabası = əşya daşımaq üçün araba

abba = qəpik

afat = bədbəxt hadisə. Bu söz Çəmbərək şivəsində "qüvvə" mənasında Şəki dialektində, "nadinc", "diribaş", Qazax dialektində "tufan", "coşqun" mənalarında işlənir.

əxc = oğurluq

əyələnməmiş adam = savadsız adam, cahil

orda = çadır.

oçağzadə = zadəgan

işgəzar = günəmuзд işçi

kahal = mühasirə. Bu söz ədəbi dil üçün arxaikləşsə də, bir çox dialekt və şivələrimizdə müxtəlif mənalarda işlənməkdədir. Kahal sözü Mingəcevir, Şəki, Zəngilanda könülsüz, ağır, ləng mənalarında, Bakı, Dərbənd, Göyçay, Hamamlı, Xaçmaz, Kürdəmir, Qazax dialektlərində isə tənbəl, sözə baxmayan, söz eşitməyən mənalarında işlənməkdədir.

kumğan = fincan. Bakı dialektində bu əşyaya maskura da deyilir.

kənbər = aşıq, dərviş. Səyahət edərək, gəzərək şeir deyən adam.

kəsəpçə - fonetik dəyişikliyə uğrayaraq dilimizdə qəsəbə şəklində qalmışdır. Lüğətdə tərcüməsi "местечко" şəklində verilmişdir.

Koxa = ağsaqqal, kəndin başçısı. Bu sözə XVIII-XIX əsr ədəbiyyat nümunələrində tez-tez rast gəlinir.

Rəxnə. Bu sözün Azərbaycan dilinin izahlı lüğətində iki mənası qeyd olunmuşdur: 1) yırıq, dağınıq yer, çökmüş yer, 2) zərər, ziyan.

Rəxt. Bu söz fars mənşəli sözdür, iki mənada işlənilmişdir.1) Minik atına lazım olan şeylər, 2) Döşənək, yataq. Ötkün sözüm, kəskin baxım olaydı; Ağ otağım, zərrin rəxtim olaydı.(Aşıq Ələsgər).(19, 648).

mbal = şöhrət, şan mənasında. Bəzi dialekt və şivələrimizdə mbal sözü əvəzinə sanbal sözü işlədilir. Inballı = sanballı - adlı- sanlı, şöhrətli mənasında.

ləmuh = limon.

Tap – tab. Bu söz də fars mənşəli sözdür. Güc, qüvvət, taqət mənalarını verir.

Küləçə – Boynuna, ətəyinə, yaxasına və qol yerlərinin kənarına xəz və s. tikilmiş qolsuz üst geyimi; kürdü.

Kirçim = kirşə. Altı hamar, iki paralel xizək üzərində düzəldilmiş minik və ya yük arabası.

Qəda, qədə = qul, nökar.

Yaldız – 1) Bir şeyə qızıl və ya gümüş rəng və parlaqlığını vermək üçün onun üzərinə çəkilən qızıl, və ya gümüş suyu. Parlaq. 2) Zahirən bəzəkli, parlaq, gözəl, gözəllik.

Yaldız = baldız. (həyat yoldaşının bacısı)

Kəm = az mənasında. Kəm = çox. Bu sözü demək olar ki, bütün dialekt və şivələrə aid etmək olar, əsasən də Şərq qrupu dialekt və şivələrində sıx rast gəlinən sözdür. Kəifin kökmüdür? - Şükür köm kök! Əli ağanın pulu köm idi.

Yəi = yey = yeg – yaxşı, əsasən Muğan və Naxçıvan dialektlərində işlədilir. Mənim atım sənə atından yeydir (Sabirabad).- Oğul indi yaşamax yeydir. (Nax.).

Yey sözü də arxaik sözlərdən olub, klassiklərimizin əsərlərinin dilində (Ey Füzuli, odlara yansın būsati-səltənət! Yeydir ondan, həq bilir, bir guşeyi-gülxan mana) və qədim türk abidələrində (Kudatqu bilik) təsadüf edilir. Yey sözünə müasir türk dilində iyi və tuvin dilində eku formasında təsadüf edilir.

Təpsi – boşqab. Bu söz müasir Azərbaycan ədəbi dili üçün arxaikləşsə də, müasir türk dilində hələ də işlənməkdədir.

Semantik arxaizmlər öz əvvəlki formasını saxlayıb, ancaq mənasını köhnədən arxaizmlərdir. Söz öz köhnə mənasını itirərək, yeni məna ifadə etdikdə, onun köhnə mənası semantik arxaizm adlanır. Məsələn: kişi sözü vaxtilə adam, insan mənasında işlənməmiş, indi isə kişi cinsini bildirir. Yaxud ər sözü qəhrəman mənasında işlənməmişdir. İndi isə həyat yoldaşı mənasında işlənir.

Fonetik arxaizmlərdə isə sözün fonetik qabığında müəyyən səslər arxaikləşir. Lakin sözün adlandırdığı məfhum, hadisə, anlayış qalır. V.V.Radlov "Опыт словаря тюркских наречий" lüğətini XIX əsrin sonlarında tərtib etdiyi üçün təbii olaraq burada xeyli fonetik arxaizmlər yer almışdır. Məsələn: Müasir

Azərbaycan dilində i saiti ilə başlayan bir çox sözlər lüğətdə i saiti ilə verilmişdir.

ıkrām = ikram - qonaq etmə, təklif.

ıktımal = ehtimal.

İktızar = diqqət, nəzər. O ıktızar ailədi – O diqqət yetirdi, nəzər saldı.

ıxrac = ixrac – qovma, azad etmə. Bu söz müasir ədəbi dildə, iqtisadi terminə çevrilmişdir. Yəni köhnəlmiş söz yeni mənə qazanmışdır.

ımac = inac – inam, etibar.

ırak = iraq = uzaq

ıraxlaş = uzaqlaş

ıstıxara – Quranın hədisləri ilə fala baxma.

ıftıra = iftira, yalan, böhtan.

Müasir Azərbaycan dilində i hərfi heç vaxt söz əvvəlində işlənmir. Lakin dialekt və şivələrimizdə kifayət qədər belə nümunələrə rast gəlmək mümkündür.

Arxaizmlərin dildə yaranmasının səbəbləri, yolları və tarixi şəraitini bilmədən, onun dil sistemində arxaikləşənə qədər keçdiyi real prosesi dərinədən öyrənmədən, hər hansı bir arxaik vahid haqqında bitkin təsəvvürlər əldə etmək çox çətin olardı.

Dilçilik ədəbiyyatlarında arxaikləşməyə çox vaxt sırf leksik bir kateqoriya kimi yanaşırlar. Əslində, arxaikləşmə çox geniş bir dil hadisəsi olub, dilin bütün laylarını - fonetika, leksika, semasiologiya, frazeologiya, qrammatik quruluşunu və s. əhatə edə bilər.

Dildəki bəzi sözlər tələbata və zərurətə çevrilmir, nəticədə köhnəlir, arxaikləşir. Arxaizmlərin

adlandırıdığı əşyalar, məfhumlar, hadisələr hal - hazırda da var olduğundan onları dilimizdəki digər sözlərlə ifadə etmək mümkündür. Yəni, arxaizmlərin sinonimi vardır.

Arxaizmlər dilin qədim dövrünə aid xüsusiyyətləri özündə əks etdirdiyindən onların tədqiqi dildə baş verən dəyişmələrin səbəbini, təkmilləşmə istiqamətini, obyektiv qanunauyğunluqlarını müəyyənləşdirməyə kömək edir.

İstifadə olunmuş ədəbiyyatlar

1. Babayev A. Milli varlığımızın tək amili olan dilimizi qoruyaq. 21 fevral – Beynəlxalq Ana Dili Günü münasibətilə “Dilimiz milli-mənəvi sərvətimizdir” mövzusunda konfransın materialları. Bakı, “Nurlar” nəşriyyat poliqrafiya mərkəzi. 2019. s.7-9.

2. Dəmirçizadə Ə. “Azərbaycan dilinin üslubiyyəti”. Bakı, “Azərtədrisnəşr”. 1962. 268 s.

3. Əfəndiyeva T. Azərbaycan dilinin leksik üslubiyyəti. Bakı, “Elm” nəşriyyatı. 1980. 249 s.

4. Hacıyeva B. Türk dilinin leksik-semantik inkişaf sistemində arxaik sözlərin formalaşması. Tanınmış türkoloq-alim Məhəbbət Mirzəliyevanın 70 illik yubileyinə həsr olunmuş “Azərbaycan dilçiliyinin aktual problemləri” mövzusunda respublika elmi konfransının materialları. 28 oktyabr 2019, s.63-68.

5. Radlov V.V. Опыт словаря тюркских наречий, I - IVc., Sank-Peterburq, 1893.

PHILOSOPHY

ФІЛОСОФСЬКИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ПРОФЕСІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ПОВСЯКДЕННОМУ ЖИТТІ

Бондар С.В.

*кандидат філософських наук, доцент кафедри соціології
Київського національного економічного університету ім. В. Гетьмана*

Київ, Україна

Orcid.org/0000-0003-2076-1889

PHILOSOPHICAL ANALYSIS OF THE RESULTS OF THE APPLICATION OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PROFESSIONAL ACTIVITY AND EVERYDAY LIFE

Bondar S.

*PhD, Associate Professor of the Department of Sociology
Kyiv National Economic University named by Vadym Hetman*

Kyiv, Ukraine

DOI: [10.5281/zenodo.8017176](https://doi.org/10.5281/zenodo.8017176)

Анотація

В даний час генеративний штучний інтелект здатний самостійно конструювати тексти, які сприймаються читачем як осмислені, створені усвідомлено. Джерелом даних для штучного інтелекту є знання, накопичені людством. Якщо в майбутньому більша їх частина буде вироблена ШІ, можливо, вони стануть надто складними для людського розуміння і не будуть відповідати сукупності гуманістичних цінностей. Серед найближчих наслідків впровадження технологій ШІ слід назвати зростання безробіття одночасно в різних галузях економіки, можливий перерозподіл політичної влади та фінансів і, як наслідок, зміна політичних еліт та виникнення соціальних конфліктів.

Abstract

Nowadays, generative artificial intelligence can independently construct texts that are perceived by the readers as meaningful and created consciously. The source of data for artificial intelligence is the knowledge accumulated by mankind. If most of it will be produced by AI, perhaps it will become too complex for human understanding and will not correspond to the totality of humanistic values. Among the immediate consequences of AI implementation should be mentioned the growth of unemployment simultaneously in different sectors of the economy, the possible redistribution of political power and finance, and, as a result, the change of political elites and the emergence of social conflicts.

Ключові слова: генеративний штучний інтелект, інформація, комп'ютерні технології, творчість, текст, філософський аналіз, чат-бот.

Keywords: chatbot, computer technologies, creativity, information, generative artificial intelligence, text, philosophical analysis.

Вступ. Дослідження в галузі штучного інтелекту (ШІ) продовжуються вже майже сімдесят років. Протягом останніх місяців відбувся значний прорив у технологіях, заснованих на використанні ШІ. Генеративний штучний інтелект впроваджений у багато галузей людської діяльності. Він виконує роль помічника, зокрема для людей з вадами зору, допомагає вивчати мови і програмувати, діагностувати захворювання, розробляти лікарські препарати і нові матеріали, робити прогнози і працювати з великими обсягами даних, виконувати роль тренера і вчителя. І все це без вихідних, цілодобово, сім днів на тиждень, не знижуючи продуктивності, незалежно від обсягу та кількості поставлених завдань. Це лише короткий перелік його можливостей, але цього достатньо, щоб привернути увагу філософів і змусити задуматися про те, як зміниться суспільство та його історія завдяки широкому використанню ШІ.

У статті аналізуються особливості роботи чат-ботів, які використовують генеративний ШІ. Найбільш відомим прикладом такого чат-бота є ChatGPT.

Мета роботи – визначення кола актуальних проблем, що виникають у зв'язку із застосуванням нових технологій у професійній та повсякденній діяльності, виявлення можливих наслідків застосування ШІ для соціально-політичного та економічного життя суспільства.

У даній роботі названі далеко не всі сфери використання ШІ. Масштаби застосування нових технологій розширюються. Простіше перерахувати ті сфери людської діяльності, в яких ШІ не використовується. Однією з найбільших труднощів при написанні статті була швидкість, з якою розвивається штучний інтелект. Багато з того, що було написано на початку поточного року, застаріло і не відповідає сьогоденним можливостям ШІ.

Виклад основного матеріалу. Історично так склалося, що культура писемності, письменництво,

самобутність національної літератури вважаються показниками цивілізованості суспільства. Люди, зайняті письмовою працею, вважалися представниками культурної еліти. Часто вони ставали оповісниками національної ідеї. За їх творами світ судить про світогляд і ментальний склад народу. І ось, ми є свідками передачі навичок письменства, володіння літературним словом штучному інтелектові.

Генеративний ШІ, на сучасному етапі своєї еволюції, успішно генерує стандартизовані тексти, такі як есе, реферати, певні види ділового листування та різноманітні компіляційні роботи. Чат-боти покликані допомогти людині швидко писати тексти і вести ділову переписку. Вони здатні не тільки редагувати тексти, а й перекладати з однієї мови на іншу, компенсуючи прогалини в знаннях і навичках того, хто пише. Вони самостійно конструюють тексти, які сприймаються читачем як цілісні, послідовні і осмислені, тобто створені свідомо і цілеспрямовано.

Принципова відмінність чат-ботів від інших технічних пристроїв, покликаних полегшити працю письменника, полягає в тому, що вони здатні перехопити ініціативу і позмагатися з людиною в умінні створювати осмислені тексти. За бажанням користувача, вони здатні генерувати не тільки зміст, але і потрібний стиль тексту.

В наш час джерелом даних та інформації для ШІ є ідеї та знання, створені людиною. Можливо, в майбутньому ситуація зміниться, і дилітеевське протиставлення наук про дух наукам про природу буде замінено протиставленням або взаємним доповненням знань, накопичених людством і вироблених штучним інтелектом. Методи та інструменти, використовувані в процесі пізнання, зрештою, відображаються в його результатах. Можна припустити, що знання, здобуті ШІ, нехай і змодельованим за аналогією з інтелектом людини, не будуть узгоджені з антропоцентричним світоглядом і стануть незбагненними, занадто складними для людського розуміння.

Будь-які технології, які прискорюють і полегшують обмін знаннями та ідеями, мають позитивну цінність до тих пір, поки у одержувачів інформації є підстави довіряти їй, вважати її достовірною чи істинною. Поки вони знають або мають можливість дізнатися, чому і коли ця інформація з'явився, хто є автором повідомлень, якими джерелами користувався. Деякі з цих принципів були опубліковані в Twitter-акаунті ООН, як нагадування користувачам соціальних мереж про необхідність запобігання поширенню дезінформації [1].

Генеративний ШІ може створювати досить якісні тексти, змістовну цінність яких нефахівцеві буває складно оцінити саме через наявність формальних ознак осмисленого тексту. Експерти наголошують, що застосування генеративного ШІ пов'язане з ризиками створення фейкової інформації та поширення дезінформації при використанні в комерційних додатках [2]. Користувачеві необхідно самостійно перевірити правдивість наданої чат-ботом інформації та правильність відповідей на поставлені запитання. Ситуація ускладнюється тим, що

людська мова чудово пристосована для передачі і вираження не тільки істинних знань, а й брехні, описів емоційних станів, суб'єктивного бачення тих чи інших ситуацій тощо.

Концепція авторства не застосовується до текстів, згенерованих штучним інтелектом. Чат-боти є власністю компанії, яка їх створила. Дані, на основі яких складаються тексти, знаходяться у відкритому доступі і є частиною загальнодоступних інформаційних ресурсів мережі Інтернет. Відстежити використання ними джерела інформації вельми проблематично.

Одним з найважливіших питань, що привертають увагу розробників і користувачів, є надійність та ефективність генеративного ШІ, пов'язані із залежністю його роботи від якості даних, які він обробляє. Штучний інтелект поки не здатний самостійно визначити істинність і цінність даних. Для цього потрібна допомога фахівців, які здатні їх верифікувати, виявити джерела, перевірити зміст на відповідність правовим та етичним нормам, правильність використання тощо. Малоімовірно, що вдасться створити сильний штучний інтелект, поки його роботу доводиться налаштовувати "вручну".

Чат-боти схильні замінювати інформацію, котрої бракує, правдоподібним набором слів – статистично найбільш вірогідною відповіддю. Тому виникає необхідність коригування та контролю з боку людини. У деяких випадках слід розділити завдання для ШІ на підзавдання, і далі реалізувати їх покроково [3]. Виконуючи завдання або відповідаючи на запитання, чат-бот робить прогноз, тобто обирає найімовірнішу відповідь з урахуванням статистичних даних та контексту. У будь-якому контексті присутні неявні елементи. Можливо, це одна з причин, чому може бути складно простежити логіку висновків, які надає штучний інтелект.

Генеративний штучний інтелект, на сучасному етапі свого розвитку, має обмеження функціонування і не призначений для створення оригінального (принципово нового) контенту. Він генерує не тільки правдиву, але і правдоподібну інформацію. Некоректні відповіді чат-бота можна виправити за допомогою підказок або інструкцій щодо перевірки даних, вказівок на необхідність зміни стилю, послідовності або змісту викладеного матеріалу. Одним з методів налаштування систем штучного інтелекту, а саме великих мовних моделей, є навчання з підкріпленням на основі зворотного зв'язку з людиною (Reinforcement learning from human feedback, RLHF) [4]. Цей метод передбачає, що фахівці налаштовують відповіді ШІ під бажаний результат.

Фахівці в галузі розробки ШІ поки не прийшли до єдиної думки про те, чи повинна здатність до самокорекції бути закладена в ШІ споконвічно. Одним із прикладів такого підходу (наявність вбудованих принципів роботи у великих мовних моделях) може бути так званий «конституційний ШІ» (constitutional AI), особливість якого полягає в тому, що чат-бот здатний автоматично перевіряти вихідні дані за низкою принципів, наприклад, етичних, закладених у нього людиною. Можна зробити

висновок, що ШІ виробить саме той результат, який потрібен його розробнику або користувачеві.

Генеративний ШІ здатний генерувати твердження, але він не має критеріїв, які дозволяли б відрізнити судження, що відповідають дійсності, від хибних. Чат-бот використовує схвалення і несхвалення людини (користувача чи розробника) як спосіб відрізнити правильну дію або судження від неправильної. Контролювати роботу чат-ботів можна, впроваджуючи принципи, якими ШІ повинен керуватися в процесі функціонування. Таким чином можна запобігти небажаній поведінці або хибним висновкам.

Оскільки чат-боти використовують дані з відкритих ресурсів Інтернету, можна припустити, що однією із причин помилкових відповідей і «галюцинацій» є суперечливість та упередженість знайдених ними джерел інформації. Концепція конституційного ШІ дійсно полегшує виявлення послідовності «міркувань» ШІ [5], але не гарантує істинності висновків, які він може зробити.

Міркування штучного інтелекту засновані на математичних численнях. Математичні об'єкти існують в теперішньому моменті, тому ініціювати концепції про минуле і майбутнє в ШІ досить складно, принаймні на сучасному етапі його еволюції. Методи математики не пристосовані для опису майбутніх або минулих станів об'єктів. Як пише В. Граціані: «Комп'ютери працюють в математичному теперішньому часі, маючи справу з речами, які завжди істинні та не змінюються з часом» [6]. Автор стверджує, що ШІ, на відміну від людей, не здатний виявляти причинно-наслідкові зв'язки і не відрізняє причину від наслідку. Однак його алгоритми дозволяють вибрати найбільш ймовірний варіант розвитку подій. У більшості випадків цього достатньо для опису явищ та процесів об'єктивної реальності, вибору правильної відповіді на запитання користувача.

В останні місяці багато було написано про здатність генеративного штучного інтелекту замінити людину в сферах діяльності, які вважалися не тільки винятковою прерогативою людського інтелекту, але прерогативою людей неординарних, творчих. Однією із таких областей, в якій людина явно перевершує представників інших видів живих істот, є здатність передавати досвід і навички, знання і вміння шляхом кодування інформації про них в оповіданнях. Вміння розповідати історії – чисто людська здатність, нещодавно була дубльована штучним інтелектом. Природно, виникає питання, чи є в людській природі щось, що ШІ не здатний відтворити?

На даному етапі розвитку штучного інтелекту, відповідь здається очевидною – креативність. Найпотужніший ШІ не здатний створити нічого принципово нового, винаходити. На думку деяких дослідників, це пов'язано з нездатністю ШІ до самозаперечення, негативного мислення і самокритики [6]. Важко погодитися з такою точкою зору. Стимулом до творчості є, скоріше, здатність долати негатив, у чому б він не полягав: в життєвих обставинах, у власній природі, в соціальному середовищі.

Творчість, по суті, є самоствердженням, самовираженням. Такі визначення творчості стосуються тільки людини. Але творчість можна розглядати як процес самовдосконалення, тоді поняття творчості може бути застосовано і до штучного інтелекту.

Розповіді, які складає генеративний ШІ, логічно правильні, але їм не вистачає того, що можна назвати суттю, тобто у ШІ немає розуміння того, заради чого вони були написані. Він виявляє очевидне, упорядковує відоме. Його наративи вторинні, похідні, але здатні компенсувати відсутність посправжньому цікавих новаторських ідей. Тому, якщо перед ШІ отримує завдання розробити план роботи або написати сценарій, він де-факто їх не створює, а вибирає найбільш часто використовуваний з існуючого набору даних або зразків. Він не створює нове, а обирає найбільш слухний варіант з наявного набору.

Можливо, у недалекому майбутньому, створені людиною художні твори високо цінуватимуться саме тому, що вони зроблені унікальною живою істотою. Наша суттєва відмінність від інших біологічних видів та штучних інтелектуальних систем полягає в універсальності. Людина здатна навчитися жити і діяти практично в будь-яких умовах [7]. Проте унікальність та універсальність стають перешкодами у процесі розроблення штучного інтелекту. Людині не відомий інший тип високорозвиненого інтелекту, окрім людського. Створювати ШІ, моделюючи роботу людського мозку, означає рухатися в межах знання і кола питань, відповіді на які ми поки не маємо.

Одна з перспективних сфер застосування генеративного штучного інтелекту – це розробка програмного забезпечення. Штучний інтелект надає користувачам можливість самостійно вносити зміни до додатків, що в свою чергу означає демократизацію розробки програмного забезпечення [8]. Перевага чат-ботів – розробників програмного забезпечення полягає в тому, що вони здатні спілкуватися з людиною безпосередньо, вести діалог. Отже, користувачеві простіше сформулювати технічне завдання для майбутнього ІТ-проекту, а результат роботи з більшою ймовірністю відповідатиме очікуванням та запитам замовника.

Чат-боти поєднують знання технічного та соціо-гуманітарного плану, допомагаючи подолати бар'єр непорозуміння, що існує між людьми різного стилю мислення, між фахівцями, які працюють у різних галузях економіки, між людьми різних культур тощо.

Розвиток програмного забезпечення, що забезпечує роботу штучного інтелекту, підштовхує законодавчі органи Євросоюзу, США та багатьох інших країн до розробки нормативно-правових актів для гарантування безпечної та справедливої експлуатації ШІ, з урахуванням ризиків, пов'язаних з цими технологіями [9].

Одним із суттєвих негативних наслідків впровадження ШІ є скорочення робочих місць у зв'язку з автоматизацією праці та зникнення низки професій. У найближчому десятилітті ми зіткнемося зі значним зростанням безробіття, викликаним замі-

ною співробітників-людей системами ШІ. Ця проблема зачепить працівників з різних сфер економіки: починаючи від менеджерів та офісного персоналу, середнього медичного персоналу і закінчуючи спеціалістами у галузі комп'ютерних технологій, машинобудування, широкого спектру наукових працівників тощо.

Ще більш істотним негативним результатом може стати втрата самостійності в прийнятті рішень, деградація здатності мислити самостійно і критично, через те, що користувачі занадто довіряють і занадто покладаються на технічні пристрої. Проблема полягає ще й у тому, що теоретичні основи та технічна реалізація сучасних комп'ютерних технологій настільки складні, що нефахівцям, звичайному споживачеві вони здаються мало не чарівними, викликаючи інстинктивний страх, як майже все нове та незрозуміле. Паралельно компанії намагаються захистити та засекретити свої розробки від конкурентів та недобросовісних користувачів.

Політичні та соціальні наслідки поширення технологій, на основі ШІ, можливий перерозподіл влади та капіталу є важливим напрямом сучасних досліджень, як у галузі технічних, так і соціальних наук, а також предметом пильної уваги політичних діячів. На сьогоднішній день національні уряди та політики більше стурбовані збільшенням фінансування галузей, зайнятих розробкою ШІ та концентрацією даних технологій у руках окремих людей та компаній, ніж проблемою безробіття, що насувається. Оскільки штучний інтелект забезпечує небачені раніше технологічні та соціально-економічні переваги, а отже, політичну владу та вплив.

Висновки. Самобутність художньої культури, зокрема національної літератури, досягнення у галузі фундаментальної та прикладної науки давно вважаються одними з головних критеріїв цивілізованості суспільства. Генеративний ШІ здатний створювати витвори мистецтва, імітувати літературні стилі, є потужним інструментом пізнання навколишнього світу. Ми - сучасники нового етапу заміни людської праці комп'ютерними технологіями. В даний час ресурсом інформації для ШІ є знання, створені людиною, але в майбутньому ситуація може змінитися. Методи та інструменти пізнання необхідно впливають на результати пізнавального процесу. Знання, що генеруються штучним інтелектом, можуть стати надскладними для людського розуму, або бути доступними лише привілейованим верствам суспільства, які мають достатні фінансові та технічні ресурси для їх освоєння.

Одним із видів діяльності, поки недоступним ШІ, є творчість. Однак ніхто не заперечує, що в недалекому майбутньому ШІ опанує цю складну практику. Багато залежить від розуміння феномену творчості. Якщо самовдосконалення вважати аспектом творчої діяльності, тоді здатність ШІ розробляти програмне забезпечення, а також поява емергентних властивостей у систем штучного інтелекту [10] у процесі їх удосконалення може стати надійною основою для його «творчої самореалізації».

Технологічний прорив, свідками якого ми є, був би неможливим без кропіткої праці багатьох

поколінь – творців історії світової цивілізації. Зараз людство має можливість довірити рішення багатьох завдань, що стоять перед ним, на штучний інтелект, і зробити не тільки історичні наративи, а сам розвиток історичних подій частиною технологічного процесу, розуміння суті якого, доступно далеко не кожному. Як більшість інших технологічних інновацій, ШІ здатний розчистити шляхи до творення, нових відкриттів і досягнень у пізнанні світу, або стати ще одним інструментом знищення людства.

Список літератури

1. Verified is an initiative of the United Nations. #PledgeToPause and verify facts before sharing. URL: <https://shareverified.com/pledge-to-pause/>
2. Engler Alex Early thoughts on regulating generative AI like ChatGPT. URL: <https://www.brookings.edu/blog/techtank/2023/02/21/early-thoughts-on-regulating-generative-ai-like-chatgpt/>
3. Rodriguez Jesus Inside low code LLM: Microsoft Research's Novel Prompt Engineering Method based on Human-LLM Interaction. URL: <https://pub.towardsai.net/inside-low-code-llm-microsoft-researchs-novel-prompt-engineering-method-based-on-human-llm-11ca510eaaf4>
4. Firth Niall Language models might be able to self-correct biases – if you ask them. URL: https://www.technologyreview.com/2023/03/20/1070067/language-models-may-be-able-to-self-correct-biases-if-you-ask-them-to/?utm_campaign=site_visitor.unpaid.engagement&utm_source=Twitter&utm_medium=tr_social
5. Maxwell Thomas The CEO of AI startup Anthropic explains how he developed Claude, a chatbot that he says is “more conversational” than ChatGPT. URL: https://www.businessinsider.com/anthropic-claude-chatbot-google-chatgpt-2023-3?utm_campaign=tech-sf&utm_medium=social&utm_source=twitter
6. Graziani Valetia Five differences in AI VS Human thinking that will prevent AI dominance URL: <https://www.su.org/blog/five-differences-in-ai-vs-human-thinking-that-will-prevent-ai-dominance>
7. Barrero Andres Felipe Can AI think? Searle's Chinese Room Thought Experiment. URL: <https://www.thecollector.com/can-ai-think-searle-chinese-room-argument/>
8. Hughes Romy Will ChatGPT make low-code obsolete? URL: <https://www.information-age.com/will-chatgpt-make-low-code-obsolete-123501976/>
9. Kelley Alexandra Creating Responsible AI presents “Major Technical Challenges”, NIST Official says URL: <https://www.nextgov.com/emerging-tech/2023/03/creating-responsible-ai-presents-major-technical-challenges-nist-official-says/383666/>
10. Timmer John Large Language Models also work for protein structures. URL: <https://arstechnica.com/science/2023/03/large-language-models-also-work-for-protein-structures/>

STATE AND LAW

ТЕОРЕТИКО-ПРИКЛАДНІ ПРОБЛЕМИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ РАКЕТНОЇ ТА РЕАКТИВНОЇ ЗБРОЇ КРАЇНИ-АГРЕСОРА

Кірін Р.

*доктор юридичних наук, доцент, головний судовий експерт
Дніпропетровського НДЕКЦ МВС, (м. Дніпро, Україна)*

Коротасєв В.

*кандидат юридичних наук, доцент, заслужений юрист України,
академік Української академії наук, судовий експерт вищої категорії,
директор Дніпропетровського НДЕКЦ МВС (м. Дніпро, Україна)*

Грищак С.

*кандидат юридичних наук, кандидат технічних наук, доцент,
директор Навчально-наукового інституту гуманітарних і соціальних наук
НТУ «Дніпровська політехніка» (м. Дніпро, Україна)*

THEORETICAL AND APPLIED PROBLEMS OF IDENTIFICATION OF MISSILE AND ROCKET WEAPONS OF THE AGGRESSOR-COUNTRY

Kirin R.,

*Doctor of Law, Associate Professor, Chief Forensic Expert
of the Dnipropetrovsk Research Forensic Centre of the MIA of Ukraine,
Dnipro, Ukraine*

Korotayev V.,

*Honored Lawyer of Ukraine, Academician of the Ukrainian Academy of Sciences,
PhD in Law, Associate Professor, forensic expert of the highest category,
Director of the Dnipropetrovsk Research Forensic Centre of the MIA of Ukraine,
Dnipro, Ukraine*

Hryshchak S.

*PhD in Law, PhD in Engineering, Associate Professor,
Director of the Educational and Scientific Institute of Humanities
and Social Sciences of Dnipro University of Technology,
Dnipro, Ukraine*

DOI: [10.5281/zenodo.8017178](https://doi.org/10.5281/zenodo.8017178)

Анотація

Проаналізовано теоретико-прикладні проблеми ідентифікації ракетної та реактивної зброї країни агресора. Визначено, що експертні провадження щодо воєнних злочинів із використанням ракетної та реактивної зброї, мають здійснюватися шляхом проведення щонайменше двох підвидів криміналістичних експертиз - експертизи зброї та вибухово-технічної експертизи. Для підвищення об'єктивності та достовірності ідентифікації елементів ракетної та реактивної зброї запропоновано започаткувати зібрання колекції різних матеріальних елементів зазначеного виду зброї із наявним рівнем ушкодження та руйнування, а також інформаційної бази їх зображень. Запропоновано, з урахуванням особливих умов збройної агресії із використанням ракетної та реактивної зброї, оновлення редакцій основних завдань, об'єктів дослідження, а також переліку вирішуваних питань відповідних експертних проваджень для узгодженого використання усіма суб'єктами судово-експертної діяльності.

Abstract

The article analyses the theoretical and applied problems of identification of missile and rocket weapons of the aggressor country. It is determined that expert proceedings on war crimes involving missile and rocket weapons should be carried out by conducting at least two subtypes of forensic examinations - weapons examination and explosive examination. In order to increase the objectivity and reliability of identification of missile and rocket weapons elements, it is proposed to establish a collection of various material elements of this type of weapon with the existing level of damage and destruction, as well as an information base of their images. Taking into account the special conditions of armed aggression with the use of missile and rocket weapons, it is proposed to update the wording of the main tasks, objects of research, as well as the list of issues to be resolved in the relevant expert proceedings for coordinated use by all subjects of forensic expert activity.

Ключові слова: збройна агресія, міжнародне право, ідентифікаційне дослідження, ракетна зброя, реактивна зброя, судова експертиза.

Keywords: armed aggression, international law, identification research, missile weapons, rocket weapons, forensic expertise.

Вступ. Від початку збройної агресії наприкінці лютого 2014 р. Російська Федерація (далі – РФ) систематично порушує загальновизнані норми міжнародного права, права людини, в тому числі право на життя мирних громадян, які стали заручниками терористів на окупованій території України. Цинізм кремлівської агресії, яка включає активну підтримку терористів на державному рівні, перетворює вбивство безневинних мирних громадян на звичне повсякденне явище [1].

Привертаючи увагу міжнародної спільноти до триваючого нарощування РФ воєнного потенціалу на кордоні з Україною, на тимчасово окупованих частинах території України, в Чорному та Азовському морях та на території Республіки Білорусь, наголошуючи, що РФ грубо порушила і продовжує порушувати Статут ООН та основні принципи міжнародного права, а також свої зобов'язання в рамках Меморандуму про гарантії безпеки у зв'язку з приєднанням України до Договору про нерозповсюдження ядерної зброї від 5 грудня 1994 р. (Будапештський меморандум), якими вона гарантувала поважати незалежність, суверенітет та існуючі кордони України та підтвердила незастосування зброї проти України, анексувавши Крим і окупувавши частину Донецької і Луганської областей України, Верховна Рада України звернулася до міжнародних та європейських органів, урядів та парламентів іноземних держав і закликала продовжувати підтримувати територіальну цілісність і суверенітет України в рамках міжнародно визнаних кордонів та необхідність мирного вирішення спровокованого РФ збройного конфлікту на основі загальновизнаних принципів і норм міжнародного права [2].

Втім 24 лютого 2022 р. РФ оголосила про проведення «спеціальної воєнної операції» на території України та розпочала повномасштабну збройну агресію, використовуючи, у тому числі, й ракетну та реактивну зброю (далі – РРЗ) проти осіб або майна, що охороняються згідно з положеннями Женевської конвенції про захист цивільного населення під час війни від 12 серпня 1949 р. (*Geneva Convention relative to the Protection of Civilian Persons in Time of War*).

Теоретичні проблеми ідентифікації ракетної та реактивної зброї РФ. Відповідно до ч. II Додатка до Конвенції про закони й звичаї війни на суходолі (*Convention (IV) respecting the Laws and Customs of War on Land*) [3] сторони не користуються необмеженим правом у виборі засобів завдання шкоди противнику, а саме:

1) заборонено будь-яким способом атакувати чи бомбардувати незахищені міста, селища, житлові будинки чи споруди (ст. 25);

2) під час облог і бомбардувань сторона зобов'язана ужити всіх необхідних заходів для того, щоб уберегти, наскільки це можливо, релігійні, мистецькі, наукові, благодійні об'єкти, історичні пам'ятки, шпиталі та місця скупчення хворих і поранених за умови, що ці місця на той час не використовують з воєнною метою (ст. 27).

З об'єктивної сторони злочин, передбачений ст. 438 Кримінального кодексу України (далі – КК)

характеризується діями, в тому числі, у формі [4]: - застосування засобів ведення війни, заборонених міжнародним правом; - інші порушення законів та звичаїв війни, що передбачені міжнародними договорами, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України; - віддання наказу про вчинення таких дій.

Зокрема, для цілей Римського Статуту Міжнародного Кримінального Суду (*Rome Statute of the International Criminal Court*) воєнні злочини означають [5]: а) грубі порушення Женевських конвенцій від 12 серпня 1949 р., а саме будь-яке з таких діянь проти осіб або майна, що охороняються згідно з положеннями відповідної Женевської конвенції («Про поліпшення долі поранених і хворих в діючих арміях», «Про поліпшення долі поранених, хворих і осіб, які зазнали корабельної аварії, із складу збройних сил на морі», «Про поводження з військовополоненими», «Про захист цивільного населення під час війни»); б) інші серйозні порушення законів і звичаїв, що застосовуються в міжнародних збройних конфліктах у встановлених рамках міжнародного права, а саме будь-яке з таких діянь:

i) умисне спрямування нападів на цивільне населення як таке або на окремих цивільних осіб, що не беруть безпосередньої участі у воєнних діях;

ii) умисне спрямування нападів на цивільні об'єкти, тобто об'єкти, що не є військовими цілями;

iii) умисне спрямування нападів на персонал, об'єкти, матеріали, підрозділи або транспортні засоби, задіяні в наданні гуманітарної допомоги чи в місії з підтримання миру відповідно до Статуту ООН (*United Nations Charter*), доки вони мають право на захист, яким користуються цивільні особи або цивільні об'єкти згідно з міжнародним правом збройних конфліктів;

iv) умисне вчинення нападу з усвідомленням того, що такий напад призведе до випадкової загибелі чи поранення цивільних осіб або заподіє шкоди цивільним об'єктам чи масштабної, довготривалої та серйозної шкоди навколишньому природному середовищу, яка буде явно надмірною в порівнянні з конкретною та безпосередньо очікуваною загальною військовою перевагою;

v) напад на незахищені й такі, що не є військовими цілями, міста, села, помешкання або будівлі чи їх обстріл із застосуванням будь-яких засобів;

iii) умисне заподіяння сильних страждань або тяжких тілесних ушкоджень чи шкоди здоров'ю;

iv) широкомасштабне знищення і привласнення майна, що не викликано військовою необхідністю і вчинене незаконно та безглуздо тощо.

Історичним кроком до зміцнення правопорядку у світі стало ухвалення Конвенції про міжнародне співробітництво в розслідуванні та судовому переслідуванні геноциду, злочинів проти людяності, воєнних злочинів та інших міжнародних злочинів (*Mutual Legal Assistance and Extradition*), яка є ініціативою Словенії, Аргентини, Бельгії, Монголії, Нідерландів та Сенегалу. Конвенція, серед іншого, має на меті: - визначати прямі канали зв'язку з компетентними органами; - роз'яснити, які форми між-

державного співробітництва доступні і як їх запитувати; - сприяти формам співробітництва із застосуванням сучасних технологій, таких як заслуховування свідків за допомогою відеоконференцій або запити на прослуховування телефонних розмов підозрюваних.

За словами Генерального прокурора А. Костіна Україна високо цінує рішучі спільні кроки до забезпечення невідворотності покарання за міжнародні злочини. Це перший великий договір у сфері міжнародного кримінального права, ухвалений після Римського статуту. Важливо, що цей процес відбувається саме зараз, коли на європейському континенті триває жорстока повномасштабна війна - агресія РФ проти України [6].

Від 24 лютого 2022 р. РФ випустила по Україні понад 5 тисяч ракет різного класу. Це безпрецедентна кількість, адже якщо порівнювати війну, яка тривала 4 роки в Сирії, то росіяни там випустили 100 крилатих ракет «Калібр». Найнебезпечнішою зі звичайною бойовою частиною є аеробалістична ракета «Кинджал», яку випустили по Україні до початку травня 2023 р. приблизно 11 одиниць. Усі ці ракети потрапили в цілі, зокрема й в об'єкти інфраструктури. Але з надходженням американського ЗРК «Patriot» ми отримала таку можливість, і зараз ці ракети знищуються. Так само становить загрозу й ракети «Іскандер». Вони бувають різних класів – з балістичною та з настільною траєкторією, але обидва види вельми небезпечні, там досить велика бойова частина вагою пів тонни [7].

Тож, Прокуратура, Служба безпеки та Національна поліція України щоденно розпочинають кримінальні провадження та проводять досудові розслідування за фактами ракетних обстрілів окупантами українських міст. Проводяться невідкладні слідчі дії для фіксування і збору доказів фактів воєнних злочинів скоєних РФ.

Відповідно до ст. 84 Кримінального процесуального кодексу України [8] доказами в кримінальному провадженні є фактичні дані, отримані у передбаченому цим кодексом порядку, на підставі яких слідчий, прокурор, слідчий суддя і суд встановлюють наявність чи відсутність фактів та обставин, що мають значення для кримінального провадження та підлягають доказуванню. Процесуальними джерелами доказів є показання, речові докази, документи, висновки експертів.

Тож, на суб'єктів судово-експертної діяльності, відповідно до вимог ст. 7 Закону України «Про судову експертизу» [9], покладається важливе завдання із дослідження на основі спеціальних знань у галузі науки, техніки, мистецтва, ремесла тощо об'єктів, явищ і процесів з метою надання висновку з питань, що є або будуть предметом судового розгляду, яке має здійснюватися на принципах законності, незалежності, об'єктивності і повноти дослідження.

Авторами спільно з фахівцями Державного підприємства «Конструкторське бюро «Південне» ім. М.К. Янгеля» розроблено алгоритм ідентифікаційного дослідження, спрямований на виконання

основних завдань та формування відповідей на найважливіші питання під час розслідування кримінальних злочинів, пов'язаних із використанням РРЗ РФ у збройній агресії проти України. Зокрема, шляхом здійснення комплексних судово-експертних досліджень, що проводяться із застосуванням спеціальних знань різних галузей науки, техніки або інших спеціальних знань (різних напрямів у межах однієї галузі знань) для вирішення одного спільного (інтеграційного) завдання (питання), встановлюється обов'язкова ознака об'єктивної сторони складу такого виду злочинів, а саме – знаряддя вчинення злочину, тобто тип РРЗ, тип ракетноносія, за допомогою яких суб'єктом злочину заподіяна певна шкода шляхом фізичного, переважно руйнівного впливу на людину та матеріальні об'єкти, а також ймовірна траєкторія руху та місце пуску.

До проведення подібних експертиз у разі потреби залучаються як експерти експертних установ, так і фахівці установ та служб (підрозділів) інших центральних органів виконавчої влади або інші фахівці, що не працюють у державних спеціалізованих експертних установах.

Натомість суб'єктний склад таких злочинів – виконавець – особа (особи), що здійснила пуск зброї, а також співвиконавець – особа, що віддала наказ про вчинення кримінального правопорушення (кримінальних правопорушень) та/або керувала його (їх) підготовкою чи вчиненням, встановлюється спеціальними службами за допомогою збору і аналізу відповідної розвідувальної інформації та/або вчинення необхідних для цього розвідувальних заходів.

При цьому варто також враховувати, що під наказом розуміється одна із форм реалізації владних функцій, організаційно-розпорядчих або адміністративно-господарських обов'язків військової службової особи (командира, начальника), змістом якої є пряма, обов'язкова для виконання вимога начальника про вчинення або не вчинення підлеглим (групою підлеглих) певних дій по службі. Синонімами наказу у ст. 438 КК є розпорядження, вказівка, команда. У ч. 1 ст. 438 КК віддання наказу про вчинення діянь, що являють собою порушення законів та звичаїв війни, що передбачені міжнародними договорами, згода на обов'язковість яких надана ВР, є окремою формою злочину. Тому дії осіб, що віддали такий наказ, не слід кваліфікувати ще й як підбурювання до іншої форми вчинення злочину, передбаченого ч. 1 ст. 438 КК, або як організація чи пособництво [10].

Експертні провадження здійснюються шляхом проведення щонайменше двох підвидів криміналістичних експертиз - експертизи зброї (балістичні дослідження та дослідження артилерійської та ракетної зброї) та вибухово-технічної експертизи (дослідження вибухових речовин і пристроїв, продуктів вибуху та пострілу, слідів та обставин вибуху).

Залежно від завдання, які розв'язує, експертиза зброї та вибухово-технічна експертиза, їх поділяють на ідентифікаційні, класифікаційні, діагностичні та ситуаційні дослідження. Питання, які вирішують за допомогою ідентифікаційної експертизи,

є найважливішими під час проведення кримінальних проваджень, пов'язаних із застосуванням зброї, що досліджується.

В цьому аспекті безумовно слід погодитися із думкою Н.І. Клименко, за якою ідентифікаційні дослідження є вищим рівнем дослідження з метою вирішення завдань, які є найбільш певними і категоричними для встановлення конкретно-індивідуальних фактів. Вони встановлюють тотожність досліджуваного об'єкта і мають найбільше доказове значення в кримінальному та інших процесах [11].

Під час ідентифікації одиничний об'єкт виокремлюється з безлічі подібних до нього на основі ідентифікаційних ознак (властивостей), які відповідають певним вимогам. Ознака характеризує зовнішні якості об'єкта, а властивості – внутрішні. У криміналістичній ідентифікації ознаками вважають зовнішню будову предмета, його просторові межі, геометричну форму, розмір, рельєф поверхні, об'єм, розміщення та співвідношення сторін, частин, заглиблень.

Наприклад, досліджуючи особливості проведення ідентифікаційних досліджень слідів розділення, утворених у результаті механічної дії, Ю.В. Мороз дійшов висновку, що ознаки ідентифікованого об'єкта порівнюють з їх відображеннями на засобі ідентифікації. Єдиною підставою для висновку про тотожність об'єктів є індивідуальна (неповторна) сукупність їх ідентифікаційних ознак. Якщо вони збігаються, формують сукупність ознак, на основі яких констатують тотожність. Вирішальним на цьому етапі проведення експертного дослідження є оцінювання всієї сукупності ідентифікаційних ознак, притаманних тому чи іншому об'єкту ідентифікації [12, с. 129].

Під властивістю певного об'єкта ідентифікації розглядається його фізична природа, стан, структура, твердість, маса, електропровідність тощо. Усі частки поділу об'єкта зберігають однакові властивості. Властивість може ділитися, але ознака – ні. При цьому, ідентифікаційна ознака має бути:

- наявною - відображеною в засобі ідентифікації, бо тільки за його допомогою встановлюється тотожність;
- особливою - відхилення від типового утворення з характерною особливістю, яка рідко трапляється;
- відносно стійкою - незначно змінюватися у часі протягом ідентифікаційного періоду;
- незалежною - придатною для ототожнення;
- рідкісною - зрідка трапляється;
- достатньо вивченою - доступною для сучасних методів пізнання.

Класифікація ознак ґрунтується на їх значенні у процесі ототожнення. Ознаки поділяються на загальні й окремі (індивідуальні). Фактично всі ознаки є типовими, бо можуть повторюватися. Особливості об'єкта, які не є вираженням його групових властивостей, називають окремими ідентифікаційними ознаками. У процесі ідентифікації встановлюють комплекс ознак, що містить як загальні, так і окремі ознаки. Груповий комплекс притаманний

всім представникам певної групи об'єктів, а індивідуальні – тільки одному об'єкту. В ідентифікаційних процесах загальні, окремі ознаки і властивості об'єднують у сукупність, оцінюють її неповторність і тільки після цього роблять висновки про тотожність об'єктів. У разі ідентифікації за матеріальними відображеннями порівнюються ознаки і властивості об'єкта, що ідентифікується з ознаками і властивостями відображень на іншому (інших) об'єкті [13].

В аспекті ідентифікації РРЗ заслуговує на увагу пропозиція В.В. Кожевнікова, яка полягає у використанні інформаційно-довідкових колекцій при проведенні трасологічних експертиз у процесуальній формі (під час виконання експертиз) як простого і доступного допоміжного механізму для правильного й науково обґрунтованого вирішення поставлених перед експертом питань. Ефективність використання таких колекцій залежить від кількості об'єктів чи об'єму інформації, що в них міститься, їх систематизації та класифікації, а також уміння експерта застосувати об'єкти зазначених колекцій на тій чи іншій стадії експертного дослідження [14, с. 314].

Тож, зібрання колекції різних матеріальних елементів зазначеного виду зброї із наявним рівнем ушкодження та руйнування, а також інформаційна база їх зображень буде сприяти підвищенню об'єктивності та достовірності її ідентифікації.

В якості прикладу можна навести зібрання мережних та авторських матеріалів щодо ракети 9-С-7760 «Кинджал», частина з яких представлена у попередній роботі [15].

Прикладні аспекти ідентифікаційних досліджень ракетної та реактивної зброї країни-агресора. Сучасні об'єкти ідентифікаційних досліджень різноманітні та складні за структурою. Для їх дослідження використовують засоби і методи, що ґрунтуються на застосуванні математичного апарату, засобів обчислювальної техніки, кібернетичних обчисленнях. У процесі дослідження вирішуються такі ідентифікаційні завдання: - ототожнення конкретного об'єкта (особа, знаряддя, засіб); - встановлення цілого за його частинами; - ототожнення джерела походження; - ототожнення матеріалів та інструментів, що використовувалися для виготовлення зброї, предметів.

Питання про те, який мінімальний комплекс ознак у кожному конкретному випадку є достатнім для обґрунтування категоричного висновку, є важливим у теорії експертології і залежить від багатьох факторів. Вирішення його залежить від якості поданих експертові об'єктів, повноти та ретельності дослідження, від професійної підготовки, кваліфікації і досвіду експерта, інших його суб'єктивних якостей. Розв'язання поставленого завдання дає змогу звести до мінімуму вплив суб'єктивних факторів і виробити об'єктивні критерії оцінювання, а отже, підвищити науковий рівень достовірності експертизи і запобігти експертним помилкам [13].

В практичній площині зазначимо, що експертиза РРЗ – це сукупність експертно-дослідницьких

заходів, спрямованих на вивчення цієї зброї, а також їх частин, механізмів (вузлів) та їх взаємодії з метою отримання достовірної інформації про надані на дослідження об'єкти. Предметом експертизи артилерійської та ракетної зброї є фактичні дані, що встановлюються за результатами проведення досліджень конструкції об'єктів, взаємодії їх частин і механізмів (вузлів), визначення справності та (або) працездатності, способу виготовлення, виявлення дефектів (неправильної взаємодії частин, механізмів (вузлів), наявних пошкоджень та можливих причин їх виникнення, та що мають значення для справи [16].

Основними завданнями дослідження РРЗ є установлення її належності до РРЗ, визначення її типу, виду, моделі або зразка (для виробів промислового виробництва), способу виготовлення та придатності для використання за призначенням. Об'єктами дослідження є протитанкові ракетні комплекси, реактивні системи залпового вогню (далі – РСЗВ), зенітно-ракетні комплекси тощо. Орієнтовний перелік вирішуваних питань [17]: - Чи є наданий об'єкт зброєю? - До якого саме типу зброї він належить? - Чи є наданий об'єкт РРЗ? - До якого саме типу зразка, моделі він належить? - Яким способом виготовлено наданий об'єкт? - Чи придатний наданий ПЗРК (ПТРК, прицільно-пусковий пристрій ПЗРК або ПРТК) до стрільби? - Чи має наданий об'єкт ознаки пошкодження? - Чи виключають ці пошкодження можливість проведення стрільби?



Очевидно, що в умовах збройної агресії із використанням РРЗ проведення відповідних експертних проваджень потребує оновлення редакцій їх основних завдань, об'єктів дослідження, а також переліку вирішуваних питань для узгодженого використання усіма суб'єктами судово-експертної діяльності.

Крім того, суттєвого реформування вимагає також і науково-методичне забезпечення всієї сукупності напрямів визначення шкоди та збитків, завданих Україні внаслідок збройної агресії РФ, оскільки судова експертиза є одним зі способів оцінки збитків, завданих постраждалим [18].

Фіксація та формування доказової бази з метою подальшого притягнення РФ до відповідальності за скоєні воєнні злочини у спеціальному Міжнародному трибуналі потребує, серед іншого, й відповідної ідентифікації її РРЗ. Сформований за участю авторів посібник містить докладні коментарі до зібраних фото та ілюстрацій, що сприятимуть ідентифікаційним дослідженням таких об'єктів як [19]: - РСЗВ 9К57 «Ураган»; - балістичні ракети та керовані реактивні снаряди; - крилаті ракети авіаційного, морського та наземного базування; - компоненти РРЗ РФ.

Зокрема, для визначення відмінностей між ракетами (реактивними снарядами) 9М27 (РСЗВ «Ураган») та ракетами 9М55 (РСЗВ «Смерч») проведено порівняльний аналіз зовнішніх виглядів їх залишків:



Рис. 1 Відмінності між ракетами 9М27 і 9М55

Ідентифіковано ракету Х-31ПМ «Тінь», яка відноситься до класу керованих ракет «повітря-земля» і призначена для ураження радіолокаційних станцій:



Рис. 2. Зовнішній вигляд уламків керованої ракети Х-31ПМ [20].

Сформовано базу даних із зображеннями приладів ракети 9М723 оперативно-тактичного ракетного комплексу «Іскандер-М» (рис. 3-5):



Рис. 3

Перфорована труба касетної головної частини (справа); Зовнішній вигляд хвостової частини (зліва)



Рис. 4. Зовнішній вигляд блоку керування (справа); Зовнішній вигляд відсіку наведення (зліва)



Рис. 5. Елемент головки самонаведення (справа); Зовнішній вигляд двигуна ракети (зліва)

Мер Києва Віталій Кличко показав 12 травня 2023 р. іноземним і українським журналістам залишки ракет та дронів, якими РФ вбиває мирних українців і руйнує населені пункти. У тому числі були показані залишки збитої українським ППО ракети «Кинджал» (рис. 6):



Рис. 6. Залишки збитої над Києвом українською ППО ракети «Кинджал» [21]

Висновки. У підсумку проведеного дослідження зроблені наступні узагальнення:

1. Аргументовано, що правова кваліфікація воєнних злочинів РФ, пов'язаних із застосуванням РРЗ має базуватися на приписах міжнародного та національного законодавства, як то: - Женевської конвенції про захист цивільного населення під час війни від 12 серпня 1949 р., Додатка до Конвенції про закони й звичаї війни на суходолі, Римського Статуту Міжнародного Кримінального Суду, Конвенції про міжнародне співробітництво в розслідуванні та судовому переслідуванні геноциду, злочинів проти людяності, воєнних злочинів та інших міжнародних злочинів, Кримінального та Кримінального процесуального кодексів України.

2. Запропоновано алгоритм ідентифікаційного дослідження, спрямований на виконання основних завдань та формування відповідей на найважливіші питання під час розслідування кримінальних злочинів, пов'язаних із використанням РРЗ РФ у збройній агресії проти України. Зокрема, шляхом здійснення комплексних судово-експертних досліджень, що проводяться із застосуванням спеціальних знань різних галузей науки, техніки або інших спеціальних знань (різних напрямів у межах однієї галузі знань) для вирішення одного спільного (інтеграційного) завдання (питання), встановлюється обов'язкова ознака об'єктивної сторони складу такого виду злочинів, а саме – знаряддя вчинення злочину, тобто тип РРЗ, тип ракетноносія, за допомогою яких суб'єктом злочину заподіяна певна шкода шляхом фізичного, переважно руйнівного впливу на людину та матеріальні об'єкти, а також ймовірна траєкторія руху та місце пуску.

3. Аргументовано, що суб'єктний склад воєнних злочинів із використанням РРЗ, а саме: виконавець – особа (особи), що здійснила пуск зброї, а також співвиконавець - особа, що віддала наказ про вчинення кримінального правопорушення (кримінальних правопорушень) та/або керувала його (їх) підготовкою чи вчиненням, має встановлюватися спеціальними службами за допомогою збору і аналізу відповідної розвідувальної інформації та/або вчинення необхідних для цього розвідувальних заходів.

4. Визначено, що експертні провадження щодо воєнних злочинів із використанням РРЗ, мають здійснюватися шляхом проведення щонайме-

нше двох підвидів криміналістичних експертиз - експертизи зброї (балістичні дослідження та дослідження РРЗ) та вибухово-технічної експертизи (дослідження вибухових речовин і пристроїв, продуктів вибуху та пострілу, слідів та обставин вибуху).

5. Обґрунтовано, що ознаки елементів РРЗ, як об'єктів ідентифікації, мають бути наявними, особливими, відносно стійкими, незалежними, рідкісними та достатньо вивченими. Для підвищення об'єктивності та достовірності ідентифікації елементів РРЗ запропоновано започаткувати зібрання колекції різних матеріальних елементів зазначеного виду зброї із наявним рівнем ушкодження та руйнування, а також інформаційної бази їх зображень.

6. Запропоновано, з урахуванням особливих умов збройної агресії із використанням РРЗ, оновлення редакцій основних завдань, об'єктів дослідження, а також переліку вирішуваних питань відповідних експертних проваджень для узгодженого використання усіма суб'єктами судово-експертної діяльності. Суттєвого реформування вимагає також і науково-методичне забезпечення сукупності напрямів визначення шкоди та збитків, завданих Україні внаслідок збройної агресії РФ, оскільки судово експертиза є одним із способів оцінки збитків, завданих постраждалим від воєнних злочинів.

7. Запропоновано, з метою подальшого притягнення РФ до відповідальності за скоєні воєнні злочини у спеціальному Міжнародному воєнному трибуналі, проводити фіксацію та формування доказової бази шляхом, у тому числі, відповідної ідентифікації її РРЗ, для чого слід збирати, аналізувати, систематизувати та супроводжувати коментарями інформаційний матеріал за блоками: РСЗВ, балістичні ракети та керовані реактивні снаряди, крилаті ракети авіаційного, морського та наземного базування, компоненти РРЗ РФ тощо.

Список літератури

1. Про Звернення Верховної Ради України до Організації Об'єднаних Націй, Європейського Парламенту, Парламентської Асамблеї Ради Європи, Парламентської Асамблеї НАТО, Парламентської Асамблеї ОБСЄ, Парламентської Асамблеї ГУАМ, національних парламентів держав світу про визнання Російської Федерації державою-агресором : постанова Верховної Ради України від 27 січня 2015 р. № 129-VIII. Офіційний вісник України. 2015. № 9, ст. 232.

2. Про Звернення Верховної Ради України до Організації Об'єднаних Націй, Європейського Парламенту, Парламентської Асамблеї Ради Європи, Парламентської Асамблеї ОБСЄ, Парламентської Асамблеї НАТО, Парламентської Асамблеї ОЧЕС, урядів та парламентів іноземних держав у зв'язку з ескалацією Російською Федерацією безпекової ситуації навколо України : постанова Верховної Ради України від 15 лютого 2022 р. № 2038-IX. Офіційний вісник України. 2022. № 18, ст. 958.

3. IV Конвенція про закони і звичаї війни на суходолі та додаток до неї: Положення про закони і звичаї війни на суходолі від 18.10.1907 р. (набрання чинності для України 24.08.1991 р.). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_222#Text

4. Кримінальний кодекс України : Закон України від 5 квітня 2001 р. № 2341-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2341-14#Text>

5. Римський Статут Міжнародного Кримінального Суду : Міжнародний документ ООН від 17.07.1998 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_588#Text

6. Ухвалено Конвенцію про співробітництво у розслідуванні міжнародних злочинів. (27.05.2023). URL: <https://armyinform.com.ua/2023/05/27/uhvaleno-konvencziyu-pro-spivrobitnyctvo-u-rozsliduvanni-mizhnarodnyh-zlochyniv/>

7. Андрій Риженко. Росія випустила за час війни по Україні понад 5 тисяч ракет. (29.05.2023). URL: <http://www.nrcu.gov.ua/news.html?newsID=101538>

8. Кримінальний процесуальний кодекс України : Закон України від 13 квітня 2012 р. № 4651-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4651-17#Text>

9. Про судову експертизу : Закон України від 25 лютого 1994 р. № 4038-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4038-12#Text>

10. Науково-практичний коментар Кримінального кодексу України. За ред. М.І. Мельника, М.І. Хавронюка. – 11-те вид., переробл. та допов. – Київ: ВД «Дакор», 2019. – 1387 с.

11. Клименко Н.І. Судова експертологія : курс лекцій : навч. посіб. для студ. юрид. спец. вищ. навч. закл. Київ : Вид. Дім «Ін Юре», 2007. 528 с.

12. Мороз Ю.В. Особливості проведення ідентифікаційних досліджень слідів розділення, утворених у результаті механічної дії. Криміналістичний вісник. № 1 (29), 2018. – С. 125-130.

13. Кофанов А.В., Кобилянський О.Л., Кузьмічов Я.В. та ін. Криміналістика: питання і відповіді. Навч. посіб. – К.: Центр учбової літератури, 2011. –

280 с.

14. Кожевніков В.В. Використання інформаційно-довідкових колекцій при проведенні трасологічних експертиз. Теорія та практика судової експертизи і криміналістики. Вип. 18. 2018. – С. 309-316. DOI: <https://doi.org/10.32353/khrife.2018.35>

15. Kirin R., Korotayev V., Ovcharov O. Identification Studies of individual structural Parts of the 9-S-7760 «Kinzhall» Missile in the Expert Service of the MFA of Ukraine. V International Scientific and Practical Conference «The modern vector of the development of science», May 25 – 26, 2023, Philadelphia, USA. 88 p. Pp. 49–62. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7985149> URL: <https://conference-w.com/v-international-scientific-conference-philadelphia-usa-25-26-05-2023/>

16. Експертиза зброї та слідів і обставин її використання. Київський науково-дослідний інститут судових експертиз. URL: <https://kndise.gov.ua/ekspertyza-zbroyi/>

17. Про затвердження Інструкції про призначення та проведення судових експертиз та експертних досліджень та Науково-методичних рекомендацій з питань підготовки та призначення судових експертиз та експертних досліджень : наказ Міністерства юстиції України від 08.10.1998 р. № 53/5 (у редакції наказу Міністерства юстиції України від 26.12.2012 р. № 1950/5). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0705-98#Text>

18. Про затвердження Порядку визначення шкоди та збитків, завданих Україні внаслідок збройної агресії Російської Федерації : постановою Кабінету Міністрів України від 20 березня 2022 р. № 326 (в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 22 липня 2022 р. № 951) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/326-2022-%D0%BF#Text>

19. Ідентифікація ракетної та реактивної зброї Російської Федерації : посібник / Дніпропетровський НДЕКЦ МВС ; ДП «КБ «Південне» ім. М. К. Янгеля» ; уклад.: В.М. Коротаєв, Р.С. Кірін, М.М. Кушнір, А.С. Клочков, О.В. Овчаров, О.С. Жуган ; за заг. ред. С.Г. Кримчука. Київ : ДНДЕКЦ МВС України, 2022. 144 с.

20. Над Дніпропетровською областю 27 квітня 2022 р. українські військові збили ворожу ракету. URL: <https://socportal.info/ru/news/vsu-sbili-vrazheskuu-raketu-nad-dnepropetrovshchinoi/>

21. Залишки збитої над Києвом українською ППО ракети «Кинджал». URL: <https://www.facebook.com/Vitaliy.Klychko/>

№72, 2023
Slovak international scientific journal

The journal has a certificate of registration at the International Centre in Paris – ISSN 5782-5319.

The frequency of publication – 12 times per year.

Reception of articles in the journal – on the daily basis.

The output of journal is monthly scheduled.

Languages: all articles are published in the language of writing by the author.

The format of the journal is A4, coated paper, matte laminated cover.

Articles published in the journal have the status of international publication.

The Editorial Board of the journal:

Editor in chief – Boleslav Motko (Bratislava) Slovakia

The secretary of the journal – Milica Kovacova (Bratislava) Slovakia

- Lucia Janicka – (Bratislava) Slovakia
- Stanislav Čerňák – (Bratislava) Slovakia
- Miroslav Výtisk – (Nitra) Slovakia
- Dušan Igaz – (Nitra) Slovakia
- Terézia Mészárossová – (Banská Bystrica) Slovakia
- Peter Masaryk – (Rzeszów) Poland
- Filip Kocisov – (Wrocław) Poland
- Andrej Bujalski – (Košice) Slovakia
- Jaroslav Kovac – (Trnava) Slovakia
- Paweł Miklo – (Bratislava) Slovakia
- Jozef Molnár – (Bratislava) Slovakia
- Tomajko Milaslavski – (Nitra) Slovakia
- Natália Jurková – (Bratislava) Slovakia
- Jan Adamczyk – (Prague) Czech Republic
- Boris Belier – (Bratislava) Slovakia
- Stefan Fišan – (Bratislava) Slovakia
- Terézia Majercakova – (Wien) Austria
- Ekaterina Semko (Kyiv) Ukraine

1000 copies

Slovak international scientific journal

Partizanska, 1248/2

Bratislava, Slovakia 811 03

email: info@sis-journal.com

site: <http://sis-journal.com>