

**ИЛМ-ФАН ВА ИННОВАЦИОН
РИВОЖЛАНИШ**

**НАУКА И ИННОВАЦИОННОЕ
РАЗВИТИЕ**

**SCIENCE AND INNOVATIVE
DEVELOPMENT**

4 / 2021

ТОШКЕНТ – 2021



ЎЗБЕКИСТОН
РЕСПУБЛИКАСИ
ИННОВАЦИОН
РИВОЖЛАНИШ ВАЗИРЛИГИ

ИЛМИЙ ЖУРНАЛ

2021 / 4

ИЛМ-ФАН ВА ИННОВАЦИОН
РИВОЖЛАНИШ

Журнал саҳифаларида чоп этилган материаллардан фойдаланилганда “Илм-фан ва инновацион ривожланиш” илмий журналдан олинди деб кўрсатилиши шарт. Таҳририят тақдим этилган мақолаларни тақриз қилиш ва қайтарши мажбуриятини олмаган. Мақолада келтирилган далиллар ва маълумотлар учун муаллиф жавобгар.

Журналнинг электрон шаклида жойлаштирилган барча материаллар нашир қилинган ҳисобланади ва муаллифлик ҳуқуқи объекти саналади.

Директор:

М.Б. Турсунов

Бош муҳаррир:

Ҳ.Р. Салоева

Муҳаррирлар:

Ф.М. Муҳаммадиева

Е.А. Ярмолик

М. Камалова

Таҳририят манзили:

100174, Тошкент ш.,

Университет кўчаси, 7-уй.

Телефонлар: (99899) 373-90-35,

(99899) 920-90-35

Веб-сайт: www.indep.uz

E-mail: ilm.fan@inbox.ru

Обуна индекси – 1318

ISSN 2181-9637

Муассис:

“Инновацион ривожланиш
нашриёт-матбаа уйи” давлат
унитар корхонаси

ТАҲРИР КЕНГАШИ

Таҳрир кенгаши раиси:

Абдурахмонов Иброҳим Юлчиевич

б.ф.д., проф., академик

ТАҲРИР ҲАЙЪАТИ

Салимов Оқил Умурзоқович, т.ф.д., проф., академик

Юлдашев Бегзод Садикович, ф.-м.ф.д., проф., академик

Маджидов Иномжон Урушевич, т.ф.д., проф.

Турдикулова Шахлохон Ўтқуровна, б.ф.д., проф.

Пармон Валентин Николаевич, д.х.н., проф.,

Россия Фанлар академиясининг Сибирь филиали раиси

Мурзин Дмитрий Юрьевич, д.х.н., проф.,

Або Академияси университети (Финляндия)

Абдурахмонов Қаландар, и.ф.д., проф., академик

Арипов Тахир Фатихович, к.ф.д., проф., академик

Матчанов Рафик, т.ф.д., проф., академик

Саидов Акмал Холматович, ю.ф.д., проф., академик

Шарипов Хасан Туропович, к.ф.д., проф., академик

Собиров Равшан Зойирович, б.ф.д., проф., академик

Тожибаев Комилжон Шаробитдинович, б.ф.д., проф., академик

Азамат Зиё, т.ф.д., проф.

Далиев Хожиякбар, ф.-м.ф.д., проф.

Бўриев Забардаст Тожибоевич, б.ф.д., проф.

Мухамедиев Мухторхон, к.ф.д., проф.

Мавлянова Шахноза Закировна, тиб.ф.д., проф.

Мажидова Ёқутхон Набиевна, тиб.ф.д., проф.

Беркинов Бозорбой Беркинович, и.ф.д., проф.

Рахимова Нигина Хайруллаевна, и.ф.д., проф.

Арабов Нурали Уралович, и.ф.д., проф.

Холмўминов Шайзоқ Рахматович, и.ф.д., проф.

Каримов Нарбой Ғаниевич, и.ф.д., проф.

Меҳмонов Султонали, и.ф.д., проф.

Хамедов Иса Ахлеманович, ю.ф.д., проф.

Мамасидиқов Музаффаржон Мусажонович, ю.ф.д., проф.

Отажонов Аброр Анварович, ю.ф.д., проф.

Сагдуллаев Шомансур Шохсаидович, тех.ф.д., проф.

Тошболтаев Муҳаммад Тожиалиевич, тех.ф.д., проф.

Хамидов Муҳаммадхон, қ.-х.ф.д., проф.

Хакимова Муҳаббат Файзиевна, п.ф.д., проф.

Сайфуллаева Раъно, ф.ф.д., проф.

Карабаев Маматхан Садирович, г.-м.ф.д., проф.

Анарбоев Абдулхамиджон, т.ф.д.

Ашуров Хатам Бахранович, т.ф.д.

Раҳмонов Зафарбек Яшинович, и.ф.ф.д. (PhD)



МУНДАРИЖА / СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

ИҚТИСОДИЁТ ФАНЛАРИ

- 5 **РАЈАВОВ А. Х.**
Assessment of the level of sustainable socio-economic development of countries in the conditions of transition to an innovative development model
- 17 **ТОЖИБОЕВА Д.**
Институционал мухит яратиш – илмий фаолият, инновацияга мотивацияни кучайтиришнинг асоси
- 29 **НУРДИНОВА Ш. Р.**
Ўзбекистонда бахтиёрлик ва ҳаётдан қониқиш

ТИББИЁТ ФАНЛАРИ

- 38 **РАХИМБАЕВА Г. С.**
РАХИМБЕРДИЕВ Ш. Р.
Зависимость когнитивных функций пациентов с гипотиреозом от функционального состояния щитовидной железы и длительности заболевания

КИМЁ ФАНЛАРИ

- 48 **САРЫМСАКОВ А. А.**
ЮНУСОВ Х. Э.
ЖАЛИЛОВ Ж. З.
РАШИДОВА С. Ш.
Разработка технологии производства бактерицидных имплант-пленок натрий-карбоксиметилцеллюлозы, содержащих наночастицы серебра

ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА ФАНЛАРИ

- 61 **РАХМАТУЛЛАЕВ И. А.**
ТУРСУНКУЛОВ О. М.
НАЗАРОВ Х. Т.
ДАВРОНОВ М. Х.
КУРБОНОВ А. К.
ТУКФАТУЛЛИН О. Ф.
РАХМАТУЛЛАЕВ М. Р.
Исследование морфологии поверхности и структурных свойств микропорошков диоксида титана



МУНДАРИЖА / СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИ ФАНЛАРИ

- 73 **ИКРАМОВА М. Л.
РАХМАТОВ Б. Н.
АТОЕВА Р. О.**
Влияние доз препарата «Зерокс»
на качество волокна и урожайность
хлопчатника на различных сроках
вегетации и при различной густоте
стояния растений

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ

- 83 **СУЛАЙМОНОВ Ш. А.**
Пиллакашлик саноати корхоналарида
маҳсулот ишлаб чиқариш жараёнларида
кимёвий препаратларнинг ўрни
- 91 **ТЕШАБАЕВ З. А.
ДЖАЛАЛОВА Ш. Б.
ГУЛОМОВ Ш. Т.
НАСУЛЛАЕВ Х. А.
ЭРГАШЕВ М. М.
РАХИМЖОНОВ Б. Б.**
Исследование изменений концентрации
примесных металлов в составе
полупродуктов переработки
“усредненной” нефти
- 101 **ИРГАШЕВ А. И.
ИРГАШЕВ Б. А.**
Зависимость шероховатости зубьев
шестерен от параметров зубчатого
зацепления

МЕТОДИК КАБИНЕТ

- 112 **AZAMOV T. N.
RAZHABOV N. A.
SULTONOV YU. R.**
Relevance of the creation of the national
index of citation of scientific
articles in Uzbekistan
- 120 **САЛОЕВА Х. Р.**



DOI
UDC: 330.34

INNOVATSION TARAQQIYOT MODELIGA O‘TISH SHAROITIDA MAMLAKATLARNING BARQAROR IJTIMOY-IQTISODIY RIVOJLANISH DARAJASINI BAHOLASH

Rajabov Alibek Xushnudbekovich,

Urganch davlat universiteti tayanch doktoranti;

e-mail: alibek.rajabov@gmail.com;

ORCID: 0000-0002-5252-6456

Annotatsiya. Ushbu maqolada bugungi innovatsion taraqqiyot modeliga o‘tish sharoitida dunyo mamlakatlarining barqaror ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishini ta‘minlash zamonaviy innovatsion g‘oyalar, ishlanmalar va ilmtalab texnologiyalar asosida amalga oshirishni taqozo etishini e‘tiborga olgan holda, barqaror ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanish omillarini aniqlash hamda uning Yevropa Ittifoqi mamlakatlaridagi darajasini baholash ko‘rib chiqiladi. Tadqiqotda o‘rtacha yechimdan uzoqlik (an evaluation based on distance from average solution (EDAS)) usulidan foydalanib, qaysi mamlakatlarda barqaror ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanish darajasi yuqori va qaysi davlatlarda past ekanligi aniqlanadi hamda ushbu darajalar orqali mamlakatlar reytingi tuziladi. Shuningdek, maqolada baholash natijalariga tayangan holda, mamlakatlarning kuchli va zaif tomonlari aniqlanadi hamda kelgusida mazkur davlatlarning reytingdagi pozitsiyalarini yanada yaxshilash borasida xulosa va takliflar beriladi.

Kalit so‘zlar: barqarorlik, barqaror rivojlanish, ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanish, innovatsion taraqqiyot, ilmiy tadqiqot va tajriba-konstruktorlik ishlari (ITTKI), inson kapitali va ilmiy tadqiqot faoliyati, qaror qabul qilishda ko‘p mezonlilik yondashuvi, o‘rtacha yechimdan uzoqlik.

ОЦЕНИВАНИЕ УРОВНЯ УСТОЙЧИВОГО СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СТРАН ПРИ УСЛОВИИ ПЕРЕХОДА К ИННОВАЦИОННОЙ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ

Ражабов Алибек Хушнудбекович,

базовый докторант

Ургенчского государственного университета

Аннотация. В этой статье, учитывая то, что обеспечение устойчивого социально-экономического развития стран мира при условии перехода к модели инновационного развития требует реализации на основе современных инновационных идей, разработок и наукоёмких технологий, делается попытка определения факторов устойчивого социально-экономического развития и оценка их уровня в странах Европейского Союза. Используя в исследовании метод оценки отклонения от среднего решения (an evaluation based on distance from average solution (EDAS)), определяется в какой стране высокий уровень устойчивого социально-экономического развития, в какой – низкий, исходя из этих уровней составляется рейтинг стран. Также в статье, опираясь на результаты оценивания, определяются сильные и слабые стороны стран и даются заключения и рекомендации по дальнейшему улучшению позиций этих стран в рейтинге.



Ключевые слова: устойчивость, устойчивое развитие, социально-экономическое развитие, инновационное развитие, научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР), человеческий капитал и научно-исследовательская деятельность, многокритериальный подход в принятии решения, отклонение от среднего решения.

ASSESSMENT OF THE LEVEL OF SUSTAINABLE SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF COUNTRIES IN THE CONDITIONS OF TRANSITION TO AN INNOVATIVE DEVELOPMENT MODEL.

Rajabov Alibek Xushnudbekovich,
PhD student, Urgench State University

Abstract. This article discusses factors of sustainable socio-economic development and its level in the EU countries, taking into account that ensuring sustainable socio-economic development of the world in today's transition to an innovative model of development requires implementing of modern innovative ideas, developments and science-based technologies and evaluation was considered. The study uses evaluation which is based on a distance from average solution (EDAS) to determine which countries have the highest levels of sustainable socio-economic development and those having the lowest indicators, and to rank countries by these levels. The article also identifies the strengths and weaknesses of the countries based on the results of the assessment, and provides conclusions and recommendations for further improvement of the position of these countries in the ranking.

Keywords: sustainability, sustainable development, socioeconomic development, innovative development, research and development (R&D), human capital and research, Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) approach, Evaluation Based on a Distance from Average Solution (EDAS).

1. Introduction

Sustainable development is being analyzed by a large number of scientists. Many scholars study sustainable development in the context of the sustainable development goals (SDG) announced by the United Nations. The 17 announced goals cover three sustainability pillars: environmental, social, and economical [1]. However, many researchers state that the social and economic pillars should be analyzed in relationship. Hence, we examine those two pillars together to explore sustainable socioeconomic development.

Socioeconomic sustainability includes two sustainability pillars-social and economical; hence, first of all, it is crucial to understand them. Social sustainability refers to the improvement of living conditions for both current and future generations [2].

Economic sustainability could be defined as the ability of the economy to support and maintain economic growth, but at the same time, it requires that natural resources be used efficiently [3]. Hence, socioeconomic sustainability could be understood as the ability to ensure economic growth without undermining humans' interests and to meet their needs without harming nature. Also, in the context of the transition to an innovative development model, ensuring sustainable socio-economic development of the world requires the implementation of modern innovative ideas, developments and knowledge-based technologies. Of course, the key is to formulate, calculate, evaluate, analyze, and make appropriate decisions based on the new system of factors and indicators that emerge in the process.



In order to evaluate sustainable socioeconomic development, scientists use different factors. For instance, Claudia Lemke used net disposable income, the number of operating companies, the number of inhabitants with higher education, house prices, and unemployment rates [4].

Cubas-Díaz & Martínez Sedano extracted eight sustainability components as follows: activity and employment, utilization, productivity, economic welfare, efficiency, economic justice, and governmental services. They state that business and work, productivity and economic well-being are the most essential and significant components for economic sustainability compared with the eight elements listed above [5]. Waas, Hugé, Block, Wright, Benitez-Capistros & Verbruggen evaluated the effect of public R&D on private companies in context of socioeconomic sustainability. Performance indicators, such as value-added, sales, or productivity, reflect the competitiveness of companies and their socioeconomic sustainability. For this reason, they used the following indicators in the research: value-added, patents, and value-added per labour cost. According to scholars, one of the main engines of economic growth is R&D, and a higher amount of R&D means more innovations, which leads to higher competitiveness and sustainable economic growth [6].

Nadine Madanchi, Sebastian Thiede, Manbir Sohdi, Christoph Herrmann analyzed socioeconomic sustainability in a broader context based on the method of the Composite Sustainable Development Index. They used the Location Index (LI), the Hoover Coefficient of Concentration (CC), and the Sustainability subindex. The Location Index (LI) consists of two variables: national and regional employment, and national and regional population. The Hoover Coefficient of Concentration (CC) consists of six indicators: sectoral employment, national and regional employment, value-added costs, production value, and gross operating surplus. The

sustainability subindex includes total profit, value-added factors cost, gross operating surplus, production value and sales revenue, an average monthly wage, average monthly employees and R&D. According to scientists, it is impossible to assess sector sustainability only by the evaluation of economic data related to economic sustainability [7].

Abbas Mahravan, Brenda Vale used the Index of Sustainable Economic Welfare (ISEW) for socioeconomic sustainability research, which is a complementary macroeconomic measure to describe the performance of the country realistically. The Index of Sustainable Economic Welfare is a monetary measure of sustainability and economic welfare that aims to overcome some of the limitations of the Gross Domestic Product (GDP). They use 20 different variables in the research. From the point of view of socioeconomic sustainability, they use personal consumption expenditures and net capital growth. According to the scientists, personal consumption and expenditure directly affect the economic welfare in a country, while net capital growth estimates the amount of annual capital that must be maintained over time to ensure socioeconomic sustainability [8].

Hakan Kalkavan and Serkan Eti as well as previous scientists, analyzed the Index of Sustainable Economic Welfare. The authors used eight variables. From a socioeconomic perspective, the authors used the adjusted personal consumption of durables, education expenditures, and net capital growth. They also adjusted personal consumption of durables by multiplying by the Gini coefficient and poverty index. Education expenditures include wages and salaries and exclude capital investment in buildings and equipment, while net capital growth represents the fixed capital accumulation [9].

Peter A. Wilderer, Martin Grambow, Michael Molls, Konrad Oexle pinpointed both qualitative and quantitative factors influencing sustainability. From the

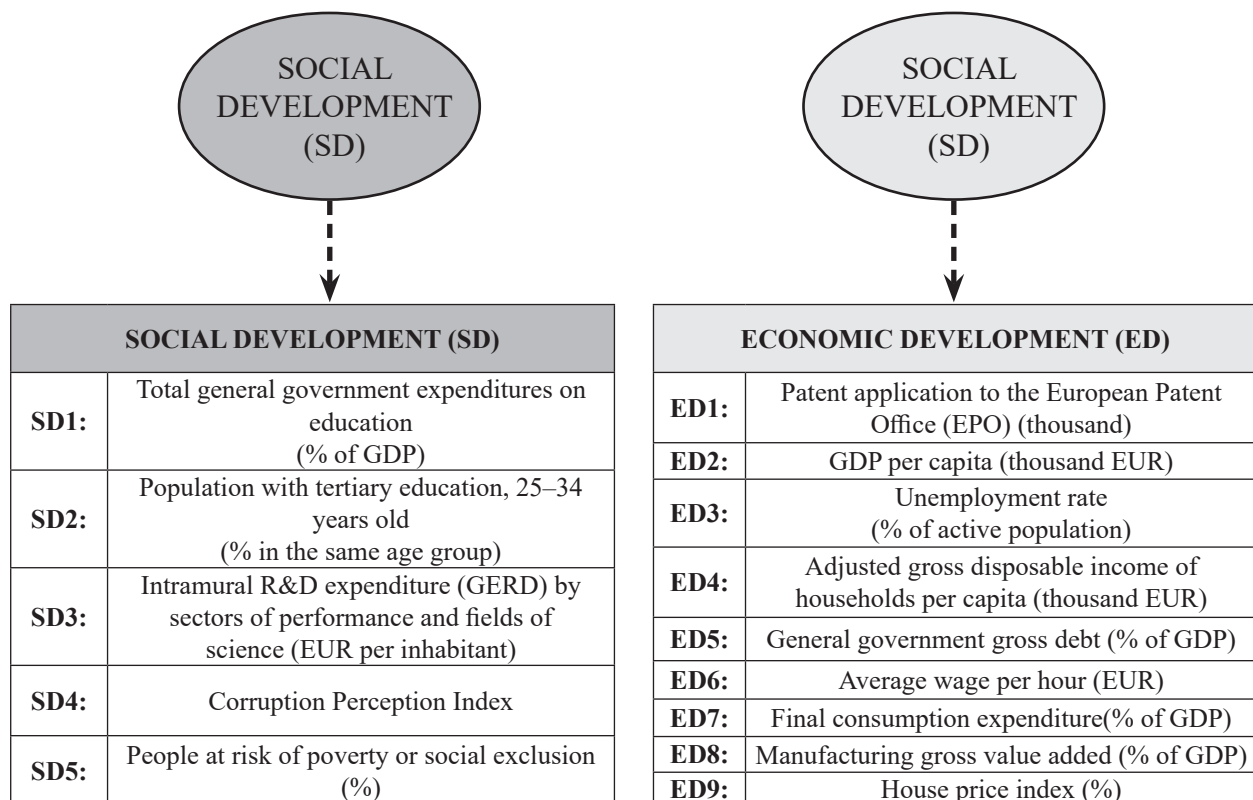


socioeconomic sustainability perspective, they identified five leading indicators: land ownership, living conditions, food insecurity, personal wealth, and subjective change in wealth. According to scientists, direct economic benefits include land value increase, and indirect economic benefits include employment and local business vitality. All these factors have an impact on socioeconomic sustainability. Economic issues such as poverty and land scarcity are the primary factors that influence socioeconomic sustainability [10].

Bolcárová and Kološta distinguished five diagnostic variables proposed by Eurostat relating to socioeconomic sustainability. Diagnostic variables used for the assessment of socioeconomic sustainability are GDP per capita, which measures socioeconomic development, resource productivity, which measures sustainable production and consumption, people at risk of poverty or

social exclusion, the unemployment rate of workers aged 55–65, and healthy life years and life expectancy [11]. Costanza, Daly, Fioramonti, Giovannini, Kubiszewski, Fogh Mortensen distinguished three elements of socioeconomic sustainability: social wellbeing, economic resilience, and good governance. The economic resilience element consists of profitability, the stability of production, the stability of supply, the stability of the market, risk management, private investment, and value creation [12].

To sum up, the assessment of socioeconomic development relies on both social and economic factors. So, on the basis of the above-analyzed scientific research, 13 factors (Table 1) were selected to assess the level of sustainable socio-economic development of the countries in our current study based on 14 indicators, and these indicators were divided into 2 groups (Figure 1).



Source: developed by author.

Figure 1. Classification of the level of assessment indicators of sustainable socio-economic development of countries.



Table 1

Factors and indicators used in assessing the sustainable socio-economic development of countries.

№	Factors	Indicators (Factor Measurement)	Websites of Available statistics on indicators
1	Education	Total general government expenditures on education (% of GDP)	https://data.oecd.org/gga/general-government-spending.htm
		Population with tertiary education, 25–34 years old (% in the same age group)	https://data.oecd.org/eduatt/population-with-tertiary-education.htm
2	Innovation and technology	Patent application to the European Patent Office (EPO) (thousand)	https://www.epo.org/about-us/annual-reports-statistics/annual-report.html
3	Economic performance and living standards	GDP per capita (thousand EUR)	https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD
4	Unemployment	Unemployment rate (% of active population)	https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Unemployment_statistics_and_beyond
5	Disposable income	Adjusted gross disposable income of households per capita (thousand EUR)	https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_10_20/default/table?lang=en
6	Research and Development (R&D)	Intramural R&D expenditure (GERD) by sectors of performance and fields of science (EUR per inhabitant)	http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=rd_e_gerdsc&lang=en
7	General government gross Debt	General government gross debt (% of GDP)	https://data.oecd.org/gga/general-government-debt.htm
8	Cost of labour force	Average wage per hour (EUR)	https://data.oecd.org/earnwage/average-wages.htm
9	Government services	Corruption Perception Index	https://www.transparency.org/en/
10	Consumption	Final consumption expenditure (% of GDP)	https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/main/data/database
11	Value added	Manufacturing gross value added (% of GDP)	https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/main/data/database
12	House price index	House price index (%)	https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/main/data/database
13	Poverty rate	People at risk of poverty or social exclusion (%)	https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/main/data/database

Source: developed by author.

2. Methodology

The methodology aggregates the joint performance of the country by ranking, assuming that a country with better sustainable socioeconomic development should be close to the top rank and far from the worst. Conversely, a country with the lowest sustainable socioeconomic development should be close to the lowest position and distant from the highest one.

Due to the research limitation (a lack of statistical information), not all European Union countries are included in the research. Countries involved in the study are Belgium, the Czech Republic, Denmark, Germany, Estonia, Spain, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Hungary, the Netherlands, Austria, Poland, Portugal, Slovenia, the Slovak Republic, Finland, Sweden, and the United Kingdom. The present study uses



data that cover 2017–2019. The data were collected from the World Bank, Eurostat, OECD, and Transparency International Organization databases.

Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) approach. MCDM refers to choosing the best alternative from among a finite set of decision alternatives. The MCDM method is characterized by the ability to handle multiple and conflicting data, as well as the ability to integrate values and perceptions, identify risks, and process vast amounts of information. MCDM can involve both quantitative and qualitative factors [13]. This method is based on the assumption that a country that has better sustainable economic development is closer to the best scores on indexes and far from the worst ratings and vice versa. The MCDM approach is based on the distance to two reference points—one is desirable, while the other is undesirable [14].

From this point of view, decision-making and in particular MCDM – multi-criteria decision-making – is a field that seems to be very good to choose the best of a discrete set of alternatives and to apply mechanism design for sustainability. Unlike usual methods of optimization that assume availability of measurements, the MCDM measurements are assumed to be derived or interpreted subjectively as indicators of preference and of the strength of preference [15]. MCDA consists of three application stages: decision context and structuring, analysis, and decision. In the first stage, it is necessary to determine goals, identify criteria and alternatives, and select the MCDA technique [16].

Assessment of counties was implemented using the Evaluation Based on Distance from Average Solution (EDAS) method. The EDAS method is based on the average solution for appraising of alternatives. Because of that, EDAS is very useful when there are some different criteria [17]. The Evaluation based on Distance from Average Solution (EDAS) method was introduced by

Keshavarz Ghorabae, Zavadskas, Olfat, and Turskis in 2015 [18–21]. The motivation for selecting the EDAS method as a tool for the current research is that the obtained results are based on the average solution that represents normalized data that significantly limit the chances of deviation from the best solution; this allows this technique to generate more accurate solutions in solving real-life problems. The steps for using the EDAS method are presented as follows [22]:

Step 1: Select the most important criteria that describe alternatives. Suppose that we have n alternatives and m criteria.

Step 2: Construct the decision-making matrix (X), shown as follows:

$$X = [X_{ij}]_{n \times m} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1m} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{n1} & X_{n2} & \dots & X_{nm} \end{bmatrix}, (1)$$

where X_{ij} – denotes the performance value of i – th alternative on j – the criterion.

Step 3: Determine the average solution according to all criteria, shown as follows:

$$AV = [AV_j]_{1 \times m} \quad (2)$$

where,

$$AV_j = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ij}}{n} \quad (3)$$

Step 4: Calculate the positive distance from average (PDA) and the negative distance from average (NDA) matrixes according to the type of criteria (benefit and cost), shown as follows:

$$PDA = [PDA_j]_{n \times m} \quad (4)$$

$$PDA = [PDA_j]_{n \times m} \quad (5)$$

if j – th criterion is beneficial,

$$PDA_{ij} = \frac{\max(0, (X_{ij} - AV_j))}{AV_j}, \quad (6)$$

$$NDA_{ij} = \frac{\max(0, (AV_j - X_{ij}))}{AV_j}, \quad (7)$$

and j – th criterion is non-beneficial,



$$PDA_{ij} = \frac{\max(0, (AV_j - X_{ij}))}{AV_j}, \quad (8)$$

$$NDA_{ij} = \frac{\max(0, (X_{ij} - AV_j))}{AV_j}, \quad (9)$$

where PDA_{ij} – and NDA_{ij} – denote the positive and negative distance of i – th alternative from average solution in terms of j – th criterion, respectively.

Step 5: Determine the weighted sum of PDA and NDA for all alternatives, shown as follows:

$$SP_i = \sum_{j=1}^m w_j * PDA_{ij}; \quad (10)$$

$$SN_i = \sum_{j=1}^m w_j * NDA_{ij}, \quad (11)$$

where w_j is the weight of j – th criterion.

Step 6: Normalize the values of SP and SN for all alternatives, shown as follows:

$$NSP_i = \frac{SP_i}{\max_i (SP_i)}; \quad (12)$$

$$NSN_i = 1 - \frac{SN_i}{\max_i (SN_i)}; \quad (13)$$

Step 7: Calculate the appraisal score (AS) for all alternatives, shown as follows:

$$AS_i = \frac{1}{2} * (NSP_i + NSN_i), \quad (14)$$

where $0 \leq AS_i \leq 1$.

Step 8: Rank the alternatives according to decreasing values of appraisal score (AS).

The alternative with the highest AS is the best choice among the candidate alternatives. We can classify the alternatives according to this ranking.

3. Results

By using the EDAS method, the appraisal score (AS) of the level of sustainable socio-economic development of countries in 2017-2019 were calculated. According to the analysis of the calculations, Germany, Sweden, Denmark, the Netherlands and Luxembourg were the clear leaders. Austria, Finland, Belgium, the United Kingdom and the Czech Republic can be recognized as the top ten countries in this ranking in 2017-2019 (Table 2). Slovenia, Estonia, Poland, Italy and Liechtenstein also maintained their positions in the rankings. In addition, Slovakia, Hungary, Spain, Portugal and Latvia have been in the bottom of the rankings for three years.

The analysis of the dynamics of AS change in the EU countries in 2015-2019 shows that for the countries in Figure 2, the average AS growth in 2019 was 0.361, and the AS growth in the last five years was 9.64%. At the same time, the most significant growth during this period was in Denmark (ie, the growth of AS was 19.01%), followed by Germany (18%), Finland (16.4%), the Netherlands (15.4%) and Sweden. (14.75%). These countries also reported slightly higher than the 2019 AS average (0.357, 0.618, 0.194, 0.29, and 0.374, respectively) (Figure 2). While Austria is in the top ten in the rankings, it has been observed that AS has been slightly below average growth rates over the past five years.

Table 2

Appraisal scores and ratings of the level of sustainable socio-economic development across countries (2017-2019)

Country	2017		2018		2019	
	AS_i	Rank	AS_i	Rank	AS_i	Rank
Austria	0,577	6	0,580	6	0,582	6
Belgium	0,487	9	0,499	8	0,512	8
Czech Republic	0,282	10	0,279	10	0,276	10
Denmark	0,657	3	0,687	3	0,718	3
Estonia	0,23	12	0,228	12	0,225	12
Finland	0,529	7	0,542	7	0,555	7

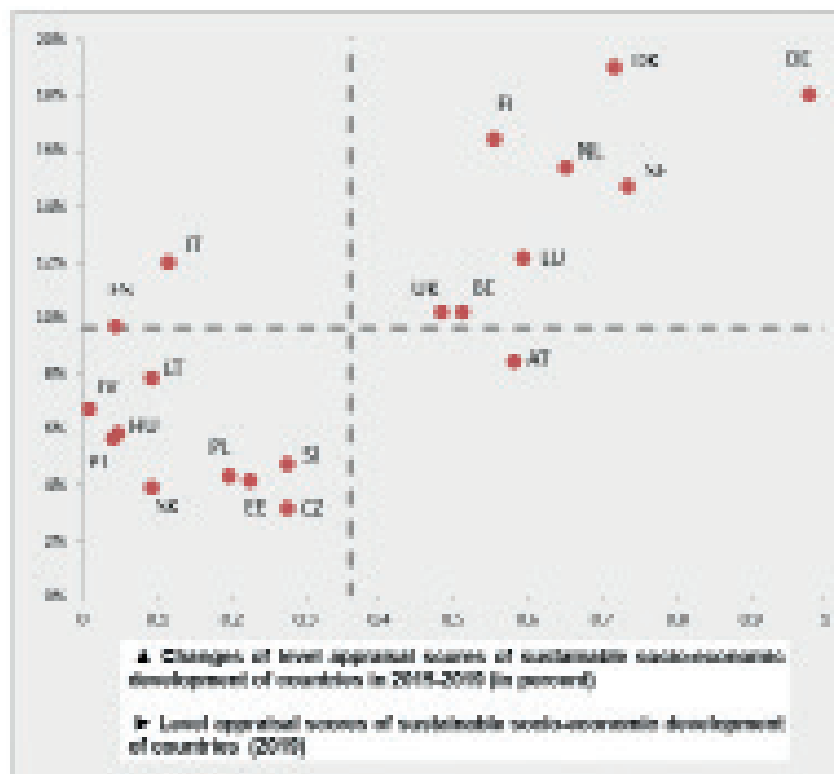


Germany	0,952	1	0,965	1	0,979	1
Hungary	0,076	17	0,060	17	0,047	17
Italy	0,173	14	0,141	14	0,115	14
Latvia	0,024	19	0,015	20	0,009	20
Lithuania	0,12	15	0,105	15	0,092	15
Luxembourg	0,577	5	0,585	5	0,594	5
Netherlands	0,605	4	0,627	4	0,651	4
Poland	0,196	13	0,196	13	0,196	13
Portugal	0,01	20	0,020	19	0,042	19
Slovak Republic	0,115	16	0,103	16	0,092	16
Slovenia	0,275	11	0,275	11	0,275	11
Spain	0,064	18	0,054	18	0,046	18
Sweden	0,692	2	0,713	2	0,735	2
United Kingdom	0,499	8	0,491	9	0,483	9

Source: calculated by the author.

It can also be seen that the rate of change in AS in Spain and Italy in 2015-2019 is slightly higher than the average of the EU countries, but lags far behind in the overall ranking. In addition, in most countries where AS is below the EU average, the growth rate

of AS has been much lower in the last five years. This is particularly the case in the Czech Republic, Slovakia, Estonia, Poland and Slovenia, where the AS growth rates were 3.2%, 3.95%, 4.2%, 4.34% and 4.76%, respectively.



Source: author's development based on dates of the <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/main/data/database> and <https://stats.oecd.org/> websites

Figure 2 *. Dynamics of changes in the appraisal scores of sustainable socio-economic development of the EU countries in 2015-2019.

* **Note:** The names of the countries in the picture are abbreviated according to ISO 3166 -2 of the International Organization for Standardization (ISO) and the full names of the countries are given below:



AT (Austria), **BE** (Belgium), **CZ** (Czech Republic), **DK** (Denmark), **EE** (Estonia), **FI** (Finland), **DE** (Germany), **HU** (Hungary), **IT** (Italy), **LV** (Latvia), **LT** (Lithuania), **LU** (Luxembourg), **NL** (Netherlands), **PL** (Poland), **PT** (Portugal), **SK** (Slovak Republic), **SI** (Slovenia), **ES** (Spain), **SE** (Sweden), **UK** (United Kingdom).

4. Discussion

The study is aimed at assessing the sustainable socioeconomic development of the EU countries. For that purpose, socioeconomic development was defined as the ability to ensure economic growth without undermining humans' interests and to meet their needs without harming nature. To evaluate the level of socioeconomic development, the following factors were distinguished from the scientific literature: education, innovation and technology, economic performance and living standards, unemployment, disposable income, R&D, cost of the labour force, government services, consumption, value-added, changes in prices, and poverty rate.

Two indicators measured education: total general government expenditures on education, and the population with tertiary education 25–34 years old. The research findings revealed that in almost all of the countries in subject, the higher the government's expenditures on education are, the more young people who graduate from higher education institutions. This could be explained by the fact that expenditure on education increases affordability of higher education. In turn, tertiary education could have a positive impact on a country's economy. Governments should take this into account while planning the budget.

Innovation and technology were measured by patent applications to the EPO. The findings revealed that this variable is one of the most powerful forces of sustainable socioeconomic development. The highest value was found for Germany, which has the highest level of socioeconomic development according to the results obtained by the EDAS

technique. In fact, many studies support this outcome. It is worth noting that innovation is one of the sustainable development goals.

Traditional indicators such as GDP per capita and the unemployment rate were also employed for evaluation of sustainable socioeconomic development. The results were entirely predictable, i.e., the GDP of countries with a higher level of sustainable socioeconomic development is higher. As for the unemployment rate, it is different for each country and it is challenging to find a general trend.

Disposable income, the cost of the labour force, and consumption could be analysed together. It is worth mentioning that the countries that are more socioeconomically developed have higher levels of disposable income and a higher cost of the labour force, which seems logical. In other words, those variables are directly proportional quantities. Regarding consumption, it is noted that the figures are almost the same in all the countries (Luxembourg is an exception); hence, it can be said that expenditure on final consumption is not a variable that has a relationship with the final results. However, it is worth noting that in other countries, final consumption could play a significant role in the rankings.

The countries that are more socioeconomically developed have higher R&D expenditure. The difference between the lowest and the highest value is more than 15,000 euros per inhabitant. Based on those results, it is highly recommended that local/regional governments encourage scientists should conduct high-quality research in order to develop their research skills and potential, which, in turn, will promote the sustainable socioeconomic development of a country/region.

Government service is a variable that could not be treated as having a close link with the level of a country's sustainable socioeconomic development in the analysed countries, i.e., it cannot be claimed that the level of sustainable socioeconomic



development and government debt move in the same direction. The same situation is seen with manufacturing gross value added (% of GDP), which is used for measuring a country's value-added.

The house price index and poverty rate are similar in the investigated countries; hence, these variables could be treated as significant when assessing the level of socioeconomic development in other countries or regions.

5. Conclusions

The present article reviewed sustainable socioeconomic development. The aim of the study was to determine relating factors and evaluate the level of sustainable socioeconomic development of the EU countries from 2017 to 2019. The identified factors were assigned indicators that were used for the quantitative representation. The results obtained by the EDAS method revealed that the most sustainably socioeconomically developed country is Germany, with the least being Portugal.

Moreover, the research findings highlighted that the countries that were assigned to the lowest sustainable socioeconomic development level had the highest rates of unemployment. Hence, unemployment is the social area that should be given the most government attention. The significance of that factor was supported by the outcome that Germany, which has the highest level of sustainable socioeconomic development, had one of the lowest unemployment rates. What is more, the findings emphasized that Germany had the highest R&D expenditure, which significantly contributed to its sustainable socioeconomic development. This means that the German government paid great attention to such areas as education, scientific development, and innovation. In fact, R&D could speed up the development of other areas, such as technology, which, in turn, could create new job opportunities. In other words, there is

a connection between all the sustainable socioeconomic development factors. Hence, future studies should focus on establishing the relationships between the factors and determining their strength.

The results of this study which assessed the level of sustainable socio-economic development of the EU countries in the context of the above-stated innovative development allowed us to develop the following generalized scientific conclusions and practical recommendations for sustainable development of the socio-economic system of the country:

- By the 21st century, scientific and technological progress has become a crucial economic resource for sustainable socioeconomic development compared to other factors of production. Advances in science and technology has provided countries with a major competitive advantage in the global economy;
- It is necessary to radically increase the technological level of processing industry for sustainable socio-economic development of the country in the conditions of innovative development;
- Encourage allocation of budgetary funds for research and development (R&D) in order to increase the reproduction of basic knowledge and improve the quality of "human capital";
- It is important to further improve the innovative infrastructure to ensure competitiveness of research findings, including transformation of practical developments into market products in order to increase the share of capitalized outcomes;
- The use of public-private partnership mechanism in the field of innovation - the process of practical development and improvement of innovation infrastructure should be carried out with participation of the state, whereas technological modernization should be fulfilled with wider involvement of business structures.



References

1. S. Awaworyi Churchill (ed.), *Moving from the Millennium to the Sustainable Development Goals*. Palgrave Macmillan, Singapore, 2020, pp. 2-8. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-1556-9>
2. Bermejo R. Sustainability of Social-Economical Systems. In: *Handbook for a Sustainable Economy*. Springer, Dordrecht, 2014, pp. 85-97. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8981-3_6
3. Garbie I. Assessments of Economic Sustainability. In: *Sustainability in Manufacturing Enterprises. Green Energy and Technology*. Springer, Cham, 2016, pp. 91-99. https://doi.org/10.1007/978-3-319-29306-6_9
4. Lemke C. Measuring and assessing contributions to sustainable development. In: *Accounting and Statistical Analyses for Sustainable Development. Sustainable Management, Wertschöpfung und Effizienz*. Springer Gabler, Wiesbaden, 2021, pp. 41-62 https://doi.org/10.1007/978-3-658-33246-4_3
5. Cubas-Díaz, M. & Martínez Sedano, M. A. (2018). Measures for sustainable investment ' decisions and business strategy - A triple bottom line approach. *Business Strategy and the Environment*, 27 (1), 16–38. <https://doi.org/10.1002/bse.1980>
6. Waas, T., Hugé, J., Block, T., Wright, T., Benitez-Capistros, F. & Verbruggen, A. (2014). Sustainability assessment and indicators: Tools in a decision-making strategy for sustainable development. *Sustainability*, 6 (9), 5512–5534. <https://doi.org/10.3390/su6095512>
7. Madanchi N., Thiede S., Sohdi M., Herrmann C. Development of a Sustainability Assessment Tool for Manufacturing Companies. In: Thiede S., Herrmann C. (eds) *Eco-Factories of the Future. Sustainable Production, Life Cycle Engineering and Management*. Springer, Cham., 2019, pp. 41-68. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93730-4_3
8. Mahravan A., Vale B. The Sustainable Portion of Gross Domestic Product: A Proposed Social Ecological Economic Indicator for Sustainable Economic Development. In: Karyono T., Vale R., Vale B. (eds) *Sustainable Building and Built Environments to Mitigate Climate Change in the Tropics*. Springer, Cham., 2017. pp. 53-69. https://doi.org/10.1007/978-3-319-49601-6_5
9. Kalkavan H., Eti S. Determining Optimal Islamic Financing Methods for Small-Scale Sustainable Energy Investments Regarding Socio-Economic Welfare. In: Yüksel S., Dinçer H. (eds) *Strategic Approaches to Energy Management. Contributions to Management Science*. Springer, Cham., 2021. pp. 271-283. https://doi.org/10.1007/978-3-030-76783-9_20
10. Peter A. Wilderer, Martin Grambow, Michael Molls, Konrad Oexle. *Strategies for Sustainability of the Earth System*. Springer, Cham., (2021). <https://doi.org/10.1007/978-3-030-74458-8>
11. Bolcárová, P. & Kološta, S. (2015). Assessment of sustainable development in the EU 27 using aggregated SD index. *Ecological Indicators*, 48, 699–705. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.09.001>
12. Costanza, R., Daly, L., Fioramonti, L., Giovannini, E., Kubiszewski, I., Fogh Mortensen, L., . . . Wilkinson, R. (2016). Modelling and measuring sustainable wellbeing in connection with the UN Sustainable Development Goals. *Ecological Economics*, 130, 350–355. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.07.009>
13. Constantin Zopounidis, Michalis Doumpos (Eds). *Multiple Criteria Decision Making (Applications in Management and Engineering)*. Springer International Publishing Switzerland (2017). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-39292-9>



14. Sandra Huber, Martin Josef Geiger, Adiel Teixeira de Almeida (Eds). Multiple Criteria Decision Making and Aiding (Cases on Models and Methods with Computer Implementations). Springer Nature Switzerland AG (2019). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-99304-1>
15. De Felice F., Petrillo A. Multi-criteria Decision-Making: A Mechanism Design Technique for Sustainability. In: Luo Z. (eds) Mechanism Design for Sustainability. Springer, Dordrecht. 2013. pp. 15-35. https://doi.org/10.1007/978-94-007-5995-4_2
16. Bonina N., Meiriño M.J., Méxas M.P., Arese M.C. Use of Multicriteria Decision Aid Methods in Evaluating the Millennium Development Goals (MDG) and Post-2015: Alternative for Effective Implementation of Sustainable Development Goals (SDG). In: Leal Filho W., Frankenberger F., Iglecias P., Mülfarth R. (eds) Towards Green Campus Operations. World Sustainability Series. Springer, Cham., 2018. pp. 279-296. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76885-4_18
17. Zindani D., Maity S.R., Bhowmik S. (2019) Fuzzy-EDAS (Evaluation Based on Distance from Average Solution) for Material Selection Problems. In: Narayanan R., Joshi S., Dixit U. (eds) Advances in Computational Methods in Manufacturing. Lecture Notes on Multidisciplinary Industrial Engineering. Springer, Singapore. pp. 755-771. https://doi.org/10.1007/978-981-32-9072-3_63
18. Keshavarz Ghorabae, M., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2017). Stochastic EDAS method for multi-criteria decision-making with normally distributed data. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 33(3), 1627–1638. <https://doi.org/10.3233/jifs-17184>
19. Keshavarz Ghorabae, M., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2017). A new hybrid simulation-based assignment approach for evaluating airlines with multiple service quality criteria. Journal of Air Transport Management, 63, 45–60. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2017.05.008>
20. Peng, X., & Liu, C. (2017). Algorithms for neutrosophic soft decision making based on EDAS, new similarity measure and level soft set. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 32(1), 955–968. <https://doi.org/10.3233/JIFS-161548>
21. Turskis, Z., Morkunaite, Z., & Kutut, V. (2017). A hybrid multiple criteria evaluation method of ranking of cultural heritage structures for renovation projects. International Journal of Strategic Property Management, 21(3), 318–329. <https://doi.org/10.3846/1648715X.2017.1325782>
22. Alinezhad A., Khalili J. (2019) EDAS Method. In: New Methods and Applications in Multiple Attribute Decision Making (MADM). International Series in Operations Research & Management Science, vol 277. Springer, Cham. pp. 149-155. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15009-9_21

Тақризчи:



DOI:
UDC: 330.33

ИНСТИТУЦИОНАЛ МУҲИТ ЯРАТИШ – ИЛМИЙ ФАОЛИЯТ ВА ИННОВАЦИЯГА МОТИВАЦИЯНИ КУЧАЙТИРИШНИНГ АСОСИ

Тожибоева Дилором,
иқтисодиёт фанлари доктори,
“Иқтисодиёт” кафедраси профессори,
Тошкент молия институти;
e-mail: dtojiboeva@mail.ru;
ORCID: 0000-0001-8381-8884

***Аннотация.** Мазкур тадқиқот предмети инновацион ривожланишни амалга оширишда салоҳиятли кадрларнинг илмий тадқиқот ва илмий педагогик фаолият билан шуғулланишига мотивациянинг таъсирини ўрганишидир. Тадқиқотнинг мақсади жаҳон миқёсида билимга интилиш жараёнларини ўрганиш, глобал индекс кўрсаткичлари орқали Ўзбекистоннинг дунё мамлакатлари орасида тутган ўрни, ижобий натижалари ва камчиликларини аниқлаш; салоҳиятли кадрлар, жумладан, ёшларнинг илмий тадқиқот, илмий педагогик фаолият билан шуғулланишлари учун мотивацияни кучайтиришнинг аҳамиятини тадқиқ қилиш; эътиборни глобал индексларда юқори ўрин олишига эмас, балки эришиладиган натижаларга қаратиш, натижалар эса, энг аввало, илмий тадқиқот олиб бориш натижалари билан боғлиқлигини кўрсатишидир. Тадқиқот натижасида салоҳиятли кадрларнинг илмий тадқиқот, илмий педагогик фаолият билан шуғулланишларидаги асосий тўсиқлар, уларнинг асосий қисми бартараф этилиши, ёшларнинг келажакда илмий тадқиқот ва илмий педагогик фаолиятни танлашларида қандай ўзгаришлар юз бергани Тошкент молия институти магистрлари орасида ўтказилган сўровномада аниқланди. Мотивация яратишда расмий институтлар, жумладан, давлат томонидан яратилган институционал муҳит ўзгаришларнинг негизи сифатида намоён бўлиши кўрсатилган. Олинган натижаларга мувофиқ таклиф ва тавсиялар ишлаб чиқилган.*

***Калит сўзлар:** билимлар иқтисодиёти, университет-3,0, инновация, илмий тадқиқот, мотивация, институционал муҳит, иш ҳақи, таълим хизматлари.*

СОЗДАНИЕ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ СРЕДЫ – ОСНОВА ДЛЯ УСИЛЕНИЯ МОТИВАЦИИ К НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Тожибоева Дилором,
доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономика»
Ташкентского финансового института

***Аннотация.** Предметом исследования является изучение влияния мотивации на вовлечение потенциальных кадров в научно-исследовательскую, научно-педагогическую деятельность для реализации инновационного развития. Цель исследования – изучить процессы стремления к знаниям в мире, выявить роль Узбекистана среди стран мира, положительные результаты и недостатки с помощью глобальных индексов; выявить значение усиления мотивации потенциальных кадров, в том числе молодежи, к научно-исследовательской, научно-педагогической деятельности; сосредоточиться не только на высоких позициях в глобальных индексах, но и на результатах, которые должны быть достигнуты,*



и показать, что результаты в первую очередь связаны с результатами научного исследования. В процессе исследования благодаря опросу магистров Ташкентского финансового института был выявлен ряд важных барьеров, препятствующих привлечению молодежи к исследовательской, научно-педагогической деятельности. Было показано, что мотивация должна основываться на изменениях, включая созданную государством институциональную среду. Полученные результаты позволили разработать соответствующие предложения и рекомендации.

Ключевые слова: экономика знаний, университет 3.0, инновация, научное исследование, мотивация, институциональная среда, заработная плата, услуги образования.

INSTITUTIONAL ENVIRONMENT – THE BASIS FOR STRENGTHENING OF MOTIVATION FOR SCIENTIFIC ACTIVISM AND INNOVATION

Tojiboeva Dilorom,

Doctor of Economics, Professor of the Department of Economics,
Tashkent Financial Institute

Abstract. *The subject of the research is to study the role of motivation in the involvement of potential personnel in the research, scientific and pedagogical activities for implementation of innovative development. The purpose of the study is to explore the processes of striving for knowledge in the world, identify the role of Uzbekistan among the countries of the world, investigate advantages and disadvantages using global indices; identify the role of strengthening of motivation with potential personnel, including young people, for research, scientific and pedagogical activities; as well as to focus not only on high positions in global indices, but also on the expected achievements, and show that the results are primarily related to research findings. The study has revealed important barriers preventing involvement of young people in the research, scientific and pedagogical activities, which were identified during the survey for masters of the Tashkent Institute of Finance. It has been indicated that motivation must underlie change, including the institutional environment created by the state. The research findings formed the basis for given proposals and recommendations.*

Keywords: *knowledge economy, university -3.0 gen., innovation, scientific research, motivation, institutional environment, salary, educational services.*

Кириш

Рақамли иқтисодиёт ва сунъий интеллектнинг роли ортиб, иқтисодиёт билимлар иқтисодиётига айланган ҳозирги кунда бутун дунёда инновацион ривожланишга рақобатбардошликни таъминлаш, аҳоли фаровонлигини ошириш, камбағаллик ва табақаланишни қисқартиришнинг муҳим омили сифатида алоҳида эътибор қаратилмоқда. Республикамизда инновацион тараққиётга ўтишнинг негизи сифатида институционал муҳит яратишга диққат қаратилишига қарамай ҳали қутилган натижага эришилгани йўқ. Масалан, Жаҳон банки “Doing Business” (DB) гуруҳининг 2010 йилдаги ҳисоботида Ўзбекистон 150-ўринда

бўлса, 2019 йили жаҳоннинг 190 та мамлакати орасида 76-ўринни эгаллади. “Глобал инновацион индекс”да 2020 йили 2015 йилга нисбатан 122-ўридан 93-ўринга қўтарилган бўлишига қарамай, 2020 йилда Ўзбекистон инновацион тараққиётнинг муҳим кўрсаткичлари бўлган бизнес ривожланиши натижасининг баҳоланиши бўйича 4,8, фан ва технология бўйича 13,1, ижодий фаолият маҳсулотлари бўйича 1,0 поғона пастга тушди. Демак, аввалги эришилган даражага етмадик.

Республикамизда 2017 йилга қадар инновацион ривожланишни амалга оширишга доир қатор қонун ҳужжатлари қабул қи-



линг бўлса-да, бу борада кутилган ўзгаришлар юз бермади. Айниқса, ёшларнинг, шунингдек, профессор-ўқитувчиларнинг илмий тадқиқот ишлари билан шуғулланишга интилишида, аксинча, сусткашлик кучайди. Ўзбекистонда жорий қилинган инновацияларда айнан таълим тизими ва илмий-тадқиқот институтларининг улуши пастлигича қолди. Бунинг сабаби нимада?

Биринчидан, инновациялар яратиш, жорий қилиш учун, аввало, ёшларни янгиликлар ихтиро қилиш, яъни илмий тадқиқот, тажриба-конструкторлик ишлари билан шуғулланишга жалб қилиш ва бунинг учун уларга мотивация бериш зарур. Чунки – бу иқтисодиётнинг аксиомаси.

Иккинчидан, инновацион харажатлар самарали эканлигига қарамай, инновацион ривожланишда Ўзбекистоннинг ўзига хос ажралиб турувчи жиҳати илмий тадқиқот ва тажриба-конструкторлик ишлари учун ажратилган маблағларнинг ЯИМга нисбатан улуши ниҳоятда паст. 2018-2019 йилларда бу кўрсаткич атиги 0,16 %ни ташкил этган.

Инновацион харажатларнинг пасайиши табиий мотивацияга таъсир этмасдан қолмайди. Мотивация бўлмаса, ҳамма уринишлар шунчаки тарғиботга айланади, холос. Ресурслар чекланган, эҳтиёжлар чексиз, улар орасидаги зиддият ҳар қадамда, жумладан, мотивацияни юзага чиқаришда янги-янги муаммоларни келтириб чиқаради.

Мақолада ана шу масалалар ўрганилган ва илмий фаолият, инновацияга мотивацияни кучайтириш учун институционал муҳит яратишгина эмас, балки уни амалга ошириш зарурлиги асосланган.

Мавзуга оид адабиётлар таҳлили

Бизнинг диққатимизни тортган “билимлар иқтисодиёти” атамаси иқтисодиётга австроамерикалик олим Фриц Махлуп томонидан 1962 йил билим ҳал қилувчи роль ўйнашини таъкидлаш учун киритилган [1, 4-б.]. Мазкур атама ҳозирда айнан инновациялар яратилишининг асоси сифатида кенг қўлланилмоқда.

Академик В.Л. Макаров тадқиқотида инновацияларнинг билимлар билан боғлиқли-

ги, билимлар сиғимини ўлчаш масалалари, уни ифодаловчи иқтисодий кўрсаткичлар таҳлил қилинса [2], таниқли америкалик олим Питер Друкер тадқиқотида ривожланган мамлакатларда илм-фан билан шуғулланувчилар сони ортиб бораётгани, XX асрнинг охирига келиб улар Америкада ишчи кучининг 40 %ини ташкил этгани [3, 24-б.], келажакда жамият интеллектуаллар жамияти бўлиши, билим унинг асосий ресурси бўлиб, интеллектуал салоҳиятли ходимлар ишчилар армиясининг асосий гуруҳига айланиши таъкидланади [4, 243-б.].

А. Шляйхернинг фикрича, қаерда энг кўп ҳажмда ахборот ва билим яратилса ва ундан аксарият аҳоли ҳамда корхоналар осонликча фойдаланиши мумкин бўлса, самарали инновацион иқтисодиёт шу ерда бўлади [5]. О.А. Игумнов эса билимнинг ижтимоий неъмат сифатидаги ўзига хос хусусиятларини ҳисобга олиб, унга сарфланган харажатлар эвазига даромадларнинг ўсиб бориши қонуни, тармоқлар самараси, ўсишнинг экспоненциал характери кабиларга диққат қаратиш зарурлигини эътироф этади [6].

Билимлар яратиш ва уларни амалиётга татбиқ этиш ғоясини илгари сурган таниқли профессор Йохан Г. Виссеманинг “Учинчи авлод университети” китоби алоҳида ажралиб туради. Мазкур китобда университетларнинг учинчи авлодига ўтишга ундаган асосий омиллар, илмий тадқиқотлар, тажриба-конструкторлик ишлари, ихтиролар натижаси ва уларни тижоратлаштириш масалалари кенг ёритилган [7]. А.А. Кукленко ва Т.Ф. Палей томонидан Россияда “учинчи авлод” университетларига ёндашиш хусусиятлари ўрганилган. Самарадорликни баҳолаш Қозон (Волгабўйи) Федерал университети мисолида амалга оширилган [8].

Республикамиз олимларидан профессор Т.З. Тешабоевнинг тадқиқотида инновацион фаолиятни ахборот технологиялари асосида бошқариш масалаларига урғу берилган бўлса [10], И.Г. Мамажоновнинг таълимда инновация ва инновацион фаолиятни тадқиқ этишга бағишланган мақоласида қабул қилинган ҳуқуқий ҳужжатларга оид фикр-мулоҳазалар баён



этилган [9]. Б. Кўзиевнинг тадқиқотида олий ўқув юртларининг тадбиркорлик фаолияти таҳлил қилинган [11]. Н.Р. Раҳмонов олий таълим муассасаларида педагог кадрлар мотивацияси таълим сифатини оширишнинг асосий омилларидан бири эканлигини Қорақалпоғистон давлат университети мисолида кўрсатиб берган [12]. О.С. Қаҳҳоров олий таълим муассасалари фаолияти самарадорлигини баҳолаш кўрсаткичлари, кадрлар тайёрловчи кафедра-лар устуворликлари масалаларига диққат қаратган бўлса [13], М. Омаров университетлардаги бошқарув тизимини ташкиллаштириш билан боғлиқ долзарб муаммоларни ҳал этиш имкониятларини таҳлил қилган [14]. Д.Тожибоева эса рақамли иқтисодиётнинг кадрлар тайёрлаш, шунингдек, профессор-ўқитувчиларга бўлган талабни тубдан ўзгартириш зарурлигини тадқиқ этган [15, 16].

Тадқиқот методологияси

Мазкур тадқиқотда классик, шунингдек, замонавий хорижий ва мамлакатимиз иқтисодчилари томонидан ўтказилган тадқиқотлар, ёндашувлар, концепциялардан назарий ва методологик асос сифатида фойдаланилди ҳамда республикаимиз олимлари томонидан етарли даражада диққат қаратилмаган жиҳатлари ўрганилди. Тадқиқотда кузатиш, назарий талқин, сўровнома ўтказиш, статистик гуруҳлаш, таққослаш, индукция, дедукция методларидан фойдаланилди.

Тадқиқот натижалари ва таҳлили

Ҳозирги кунда жаҳон миқёсида таълимга аҳамият берилаётганини дунё миқёсида 1990 йилдан бошлаб БМТ томонидан инсон тараққиёти (камолоти) индекси (ИТИ) ҳисоблана бошлаганда ҳам кўриш мумкин. Human Development Index – жамиятда инсоннинг баркамоллиги таъминланишини ифода-ловчи интеграл кўрсаткичдир [17, 11-б].

1-жадвал

Ривожланган ва Марказий Осиё мамлакатлари ўртасида Инсон тараққиёти (камолоти) индексининг ўзгариши (2010–2020 йй.) [17]

Рей-тинг	Мамлакат	ИТИ 2010 й.	Рей-тинг	Мамлакат	ИТИ 2020 й.
Лидер мамлакатлар					
1.	Норвегия	0,938	1.	Норвегия	0,957
2.	Австралия	0,937	2.	Ирландия	0,955
3	Янги Зеландия	0,907	2.	Швейцария	0,955
4.	АҚШ	0,902	4.	Гонконг	0,949
5.	Ирландия	0,895	4.	Исландия	0,949
6.	Лихтенштейн	0,891	6.	Германия	0,947
Марказий Осиё мамлакатлари					
66	Қозоғистон	0,714	51	Қозоғистон	0,825
87	Туркменистон	0,669	106	Ўзбекистон	0,720
102	Ўзбекистон	0,617	111	Туркменистон	0,715
109	Қирғизистон	0,598	120	Қирғизистон	0,697
112	Тожикистон	0,580	125	Тожикистон	0,668
Энг охириги ўринни олган мамлакат					
162	Либерия	0,300	189	Нигер	0,394

Жадвалдаги маълумотлардан кўриш мумкинки, Инсон тараққиёти (камолоти) индекси бўйича 6 та энг юқори ўринда турувчи ривожланган мамлакатлар орасида 1-ўринни олган Норвегия ҳалигача ўз мавқеини йўқотгани йўқ. Ирландия 2010 йилдаги

5-ўридан 2020 йили 2-ўринга кўтарилди. Қолганлар ўз ўринларини бошқаларга бўша-тиб беришди. Шунингдек, энг охириги ўринни 2010 йили Либерия (0,300 балл) эгалла-ган бўлса, 2020 йили Нигерия (0,394 балл) олди.



Марказий Осиё (МО) мамлакатлари гуруҳига назар ташласак, бу борада Қозоғистон етакчилик қилмоқда. Бу давлат 2010 йили 66-ўринни эгаллаган бўлса, 2020 йили 51-ўринга кўтарилди. Ўзбекистон Туркманистондан ўзиб, МО мамлакатлари орасида 2020 йили 2-ўринни эгаллаган бўлса-да, жаҳон миқёсида 106-ўринни эгаллади. Жадвал маълумотларидан кўйидаги муҳим хулосаларни чиқариш мумкин:

1. 2010 йилга нисбатан 2020 йили ИТИ бўйича жаҳон мамлакатлари қамрови ўсган (116,7% га);

2. Барча мамлакатларда ИТИ индекси даражаси ошган. 2010 йили энг охириги ўрин 0,300 баллни ташкил этган бўлса, 2021 йили 0,394 баллга етди.

3. Мамлакатларнинг эгаллаган мавқеи сезиларли ўсган. Демак, барча мамлакатларда таълимга аҳамият бериш, мамлакатлар ўртасида рақобатда муносиб ўрин эгаллаш учун рақобат кучайиб бораётгани, иқтисодиётда билим даражаси, инновацияларни яратиш ва амалиётга татбиқ этиш асосий ўринга чиқаётганини кўрсатади.

Мамлакатда таълим, фан ривожланиши ва уларнинг бизнес билан ўзаро ҳамкорлиги рақобатбардошлик натижасини белгилайдиган бўлди. Бу, ўз навбатида, университетларнинг учинчи авлоди моделига ўтишни зарур қилиб қўяди². Университет 3,0 модели “тадбиркорлик университети”га айланишга қараганда анча қийинроқ. Чунки у университет парадигмасини тубдан ўзгартиришни талаб қилади. Профессор Йохан Г. Виссема (J.G. Wissema) унинг алоҳида ажралиб турувчи 9 та хусусиятини кўрсатади: [18]

1) фундаментал тадқиқотлар билан шуғулланиш, чунки у ҳар қандай тараққиётнинг асоси; нафақат фан, балки иқтисодиётнинг ҳам;

2) илгари тадқиқот бир фан доирасида олиб борилган бўлса, энди эътибор фанлар аро боғлиқликка қаратилган;

3) университетнинг саноат компаниялари билан чамбарчас ҳамкорлиги, уларнинг

илмий-тадқиқот маҳсуллари бозорга олиб чиқиши;

4) учинчи авлод университети очиқ университет эканлигини тушуниш муҳимдир. У нафақат таълим вазирлиги ҳузурида фаолият юритиши, балки саноат, қишлоқ хўжалиги ва талабалар учун очиқ бўлиши керак;

5) университет маълум бир фаолият кўламига эга бўлиши лозим. Акс ҳолда, муваффақиятга эриша олмайди. Шу билан бирга, мувофиқ равишда инфраструктура талаб этилади. Таълим сифатига эътибор бериш, асосий илмий йўналишларни ажратиб олиш муҳимдир;

6) ижодий потенциал реализациясига эътибор берилди;

7) университетда ҳамма инглиз тилида гаплашишни билиши муҳим. Бу дунё миқёсида олимлар билан мулоқотда бўлишни таъминлайди;

8) иккинчи авлод университетларида, асосан, академик фаолият билан шуғулланилган. Энди яратилган ноу-хауларни ишлаб чиқаришга жорий этиш, тижоратлаштириш биринчи ўринга чиқади. Бу интеллектуал мулкни ҳимоя қилиш муаммоларини долзарб масалага айлантиради. Бу талабаларни тадбиркор сифатида фаолият юритиши учун янги билим ва кўникмаларга таянишни талаб қилади;

9) университетларнинг мустақиллиги, мослашувчанлиги ортиб боради.

Юқоридаги баён қилинган 3-авлод университети хусусиятларидан келиб чиқиб, олий ўқув юртлиги мамлакатнинг инновацион тараққиётида етакчи ўринни эгаллашлари зарур, деган хулоса чиқариш мумкин. Демак, мамлакатимиз таълим тизимида юқоридагиларни ҳисобга олган ҳолда ўзгаришларни амалга ошириш даркор.

Олий ўқув юрти ва илмий тадқиқот институтларининг бу борадаги фаолиятига улар томонидан ишлаб чиқаришга жорий қилинган, ҳамкорликда бажарилган инновациялар ҳажми, сонига қараб баҳо бериш мумкин.



Ўзбекистонда жорий қилинган инновациялар сони [19]

	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2019 й. 2010 йилга нисбатан
Инновациялар жорий қилган корхона ва ташкилотлар сони:							
технологик	145	894	893	975	982	1514	10,4 марта
маркетинг	1	14	20	22	17	28	28 марта
ташкилий	3	27	20	26	25	45	15 марта
Жорий қилинган инновациялар сони:							
технологик	462	1737	1816	1946	2482	4427	9,6 марта
маркетинг	32	36	51	62	42	128	4 марта
ташкилий	6	46	39	38	34	134	22,3 марта
Ишлаб чиқарилган инновацион маҳсулотлар (товарлар, ишлар ва хизматлар) ҳажми, млрд сўм	1849	8023,6	10688,2	18543,3	28871,5	26811,4	14,5 марта
Инновацияларга қилинган харажатлар, млрд сўм	264,4	5528,3	2571,4	4162,3	4707,2	6603,5	24,9 марта

2-жадвалмаълумотларига кўра, Ўзбекистонда инновацияларга қилинган харажатлар 2019 йили 2010 йилга нисбатан 24,9 марта ортган, инновацион маҳсулотлар ҳажми 14,5 мартага кўпайган. 2019 йили технологик инновациялар жорий қилган корхона ва ташкилотлар сони 2019 йили 2010 йилга нисбатан 10,4 марта, маркетинг бўйича 28 марта, ташкилий инновациялар 15 мартага ортган. Жорий қилинган технологик инновациялар сони эса 9,6 марта, маркетинг бўйича 4 марта, ташкилий инновациялар 22,3 мартага кўпайган. Рақамлардан кўриниб турибдики, жорий қилинган инновацияларнинг аксарияти корхоналар фаолиятига янги самарали технологияларни жорий қилиш орқали, асосан, хориждан машина ва ускуналарни импорт қилиш ҳисобига ва корхоналарнинг ўз кучи билан амалга оширилган. Инновацияларнинг 3,6%и ташкилотлар билан ҳамкорликда яратилган, 4,6% ташкилотлар томонидан таклиф этилган.

Жорий қилинган инновацион маҳсулотларда илмий тадқиқот институтлари билан ҳамкорликда яратилган маҳсулот улуши 2,1%, олий таълим муассасалари билан ҳамкорликда 1% атрофида. Бу рақамлардан республикамиз олий таълим муассасалари университетларнинг 3-моделига ўтиш учун ҳали жуда кўп ишлар қилишимиз лозимлигини кўриш мумкин.

Мамлакатимизда таълим соҳасидаги “оғриқли нуқта” – бу ёшлар орасида илмий тадқиқот олиб боришга интилишнинг етарли эмаслиги. Ҳозиргача илмий тадқиқот билан шуғулланишни мақсад қилганлар жуда кам бўлиб, бу кўрсаткич илмий жамоаларда рақобат бўлиши учун умуман етарли эмас.

Бу, аввало, олий таълим тизимида 3-авлод университетлари модели талаби даражасида мутахассис кадрлар етишмаслиги билан боғлиқ бўлиб, биринчидан, магистратурани тамомлаган иқтидорли ёшлар таълим тизимида ишлашдан кўра бошқа соҳалар, жумладан, давлат органларида ишлаш, иқтидорли ёшларимизнинг маълум бир қисми хорижий мамлакатларга кетишни афзал кўришган. Чунки, энг муҳими, ҳар бир талабанинг фани юқори даражада ўзлаштириши, ўз устида мунтазам ишлаш учун интилишига асосий мотивация – бу олий ўқув юртини муваффақиятли битиргач, ўз билими, кўникма, малака, маҳоратига мос иш ўрни ва даромад манбаига эга бўлишидир.

Бу жиҳатдан қарасак, биринчидан, таълим тизимидаги профессор-ўқитувчилар маоши пастлиги уларнинг илмий-педагогик фаолият билан шуғулланишига рағбат бермади. Республикаимизда таълим, маданият, санъат, фан ва илмий хизмат кўрсатиш соҳаларида банд бўлганларнинг ўртача иш ҳақи 2016 йилга қадар иқтисодиётдаги ўртача иш ҳақи даражасининг 77,3% ини ташкил этган.



Халқаро меҳнат ташкилотининг дунё мамлакатларида иш ҳақи даражаси бўйича олиб борилган тадқиқотлари асосида эълон қилинган “2016–2017 йилларда жаҳонда иш ҳақи” маърузасига Ўзбекистон бўйича иш ҳақи тўғрисидаги маълумотлар киритилмаган [20].

Олий таълим тизимида, албатта, ўртача иш ҳақи бирмунча юқори бўлган. Хусусан, ўқитувчи стажёрнинг иш ҳақи шу соҳада банд бўлганлар иш ҳақининг 107 фоизига тенг бўлса-да, иқтисодиёт миқёсига нисбатан 83% ни ташкил этган. Муҳими, олий таълим тизимида илмий даражага эга бўлган ва бўлмаган профессор-ўқитувчилар маошининг табақаланиши минимумга келтирилгани ҳам таъсир кўрсатди. Илмий даражага эга бўлган катта ўқитувчи доцентнинг иш ҳақи шундай даражага эга бўлмаган ҳамкасбига қараганда 5,4% атрофида, фан доктори илмий даражасига эга бўлган профессорнинг фан номзоди даражасига эга бўлган ҳамкасбидан маошининг 3,9% фарқ қилиши профессор-ўқитувчиларда илмий-тадқиқот билан шуғулланишга рағбат пасайишига олиб келди.

Иккинчидан, илмий даража олиш тартибларининг ўзгариши, чунончи, икки босқичли тизимдан бир босқичли тизимга ўтилиши ва деярли фан бўйича кандидатлик унвонига эга ходимлар билан биринчи марта диссертация ҳимоя қилиб, бирданга фан доктори даражасини олаётганлар ўртасидаги талаблар бирхиллаштирилгани қатор салбий ҳолатларга олиб келди, жумладан, ўз устида ишлаш, илмий-тадқиқот ишлари билан шуғулланишни давом эттиришга ҳам таъсир кўрсатди.

Учинчидан, илмий педагог кадрларнинг илмий-тадқиқот ишлари билан шуғулланиши учун зарур шароит, тажриба етишмаслиги, таълим тизими юқори даражада ривожланган мамлакатлар тажрибасини ўрганиш учун имконият етарли эмаслиги ва қатор бошқа тўсиқлар мавжудлиги сабаб бўлди.

Булар, албатта, кадрлар тайёрлаш сифатининг пасайиши, тизимда коррупциянинг кучайишига олиб келди.

Мамлакатимизда таълим тизимига алоҳида диққат қаратилиши, тизимдаги қатор ўзгаришлар ёшларимиз танловига қай даражада таъсир қилаётганини ўрганиш, магистратурани битираётган талабаларнинг келгусида қайси соҳаларда ишлашни режалаштираётганини аниқлаш мақсадида институтимиз магистрлари орасида сўровнома ўтказдик. Уларга “*Магистратурани битиргач, қайси соҳада ишлашни хоҳлардингиз?*” деган савол ва жавоб вариантлари билан мурожаат қилдик. Чунки магистрлар – бу келгусидаги илмий-педагогик, илмий тадқиқотчи кадрлар тайёрлашнинг асосий манбаи бўлиб, уларнинг жавоблари муҳим аҳамиятга эга. Сўровномага берилган жавоблар қуйидагича бўлди.

3-жадвал

Сўровнома жавоблари

№	Магистратурани тугатганидан сўнг ишлашни хоҳлардим: Жавоблар варианты	Магистрлар томонидан танланган жавоблар	
		сони	% да
1.	Йирик корпорацияларнинг бирида	16	13,1
2.	Ўртача ёки кичик фирмаларда	4	3,3
3.	Масъулияти чекланган жамиятларда	6	4,9
4.	Илмий-тадқиқот институтларида	1	0,8
5.	Олий ўқув юртларининг бирида	31	25,5
6.	Ўз бизнесимни очмоқчиман	15	12,3
7.	Давлат бошқаруви органлари ва ташкилотларда	24	19,7
8.	Молия-банк тизимида	18	14,7
9.	Суғурта, ижтимоий таъминот тизимида	1	0,8
10.	Бошқа соҳаларда	6	4,9
	Жами	122	100

Сўровномада қатнашган 122 талабадан илмий-тадқиқот институтларида, суғурта, ижтимоий таъминот тизимида ишлашга энг кам – атиги 1 кишидан хоҳиш билдирган бўлиб, у 0,8%ни ташкил этади. Магистрлар, асосан, ўз бизнесларини очиш (12,3), йирик корпорацияларда (13,1 %), молия-банк тизимида (14,7 %), давлат бошқаруви органлари, ташкилотларда (19,7%) ишлаш истагини билдиришган.



Бизнинг диққат-марказимизда магистрларимизнинг илмий-педагогик, илмий тадқиқот фаолиятини танлашлари бўлиб, айнан келгусида олий таълим тизимида университетларнинг учинчи авлод моделини жорий қилишда улар асосий ўрин эгаллашлари зарур. Шу нуқтаи назардан ёндашганда, энг кўп 31 та магистр келгусида олий ўқув юртларининг бирида ишлаш истагини билдирган бўлиб, бу 25,5% ни ташкил этади. Ваҳоланки, 2016 йили бу кўрсаткич атиги 2% эди. Сабаби нимада, деган савол туғилади.

Тадқиқотимиз натижаси шуни кўрсатадики, билимнинг мамлакат тараққиётини белгиловчи асосий омил сифатидаги ҳамда ҳар бир киши учун ишончли даромад манбаи ва ижтимоий ҳимоя сифатидаги ролини ҳисобга олиб, таълим тизимида глобал миқёсда, жумладан, мамлакатимизда унинг замонавий талабларга мослашувчанлигини таъминлашга алоҳида диққат қаратишга эътибор кучайди.

Иқтисодий фикрлаш тарзи аксиомасига кўра, инсонлар уларни рағбатлантиришга нисбатан қандай муносабатда бўлишларини олдиндан айтиш мумкин. Қабул қилинган ҳар бир қарор, қонун микромиқёсдан макромиқёсгача муқобил вариантлар, ресурслар тақсимоли ва стимуллари ўзгартиради.

Ҳуқуқий ҳужжатлар расмий институтлар ҳисобланиб, жамиятда институционал муҳитнинг марказида туради ва унга мувофиқ равишда унинг бошқа компонентлари шакллантирилади.

Мамлакатимизда олий малакали илмий ва илмий-педагог кадрлар тайёрлаш, уларни аттестациядан ўтказиш тизимининг сифати ва самарадорлигини тубдан ошириш, олий ўқув юртидан кейинги таълим соҳасини янада такомиллаштириш, илмий-тадқиқот фаолиятида ёшларнинг интеллектуал салоҳиятини ҳар томонлама намоён этиш имкониятларини кенгайтириш мақсадида қабул қилинган 2017 йил 16 февралдаги “Олий ўқув юртидан кейинги таълим тизимини янада такомиллаштириш тўғрисида”ги ПФ-4958-сон фармони³, 20 апрелдаги “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тад-

бирлари тўғрисида”ги ПҚ-2909-сонли қарори⁴ илмий тадқиқот, илмий-педагогик фаолият билан шуғулланиш учун мотивацияни кучайтиришга олиб келди. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг “Республика олий таълим муассасалари ходимлари меҳнатига ҳақ тўлашнинг такомиллаштирилган тизимини тасдиқлаш тўғрисида”ги қарорига кўра, 2019 йил 1 июлдан бошлаб ўқитувчи-стажёрнинг иш ҳақи 2016 йилга нисбатан деярли 2 баробар, фан доктори, профессорнинг иш ҳақи 1,6 баробар, илмий даражага эга доцентники деярли 2,2 баробар, илмий даража ёки илмий унвонга эга бўлган катта ўқитувчининг маоши деярли 1,8 баробарга оширилди. Фан доктори (Doctor of Science) илмий даражасига эга профессор билан фан номзоди ёки фалсафа доктори (PhD) илмий даражасига эга доцентнинг иш ҳақидаги фарқ 26,3% га кўтарилди⁵.

Вазирлар Маҳкамасининг 2019 йил 24 декабрдаги 1030-сон қарори билан тасдиқланган “Илм-фан ва таълим соҳасидаги давлат ташкилотларида илмий, илмий-педагогик ва меҳнат фаолияти билан шуғулланувчи илмий даражага эга ходимларга кўшимча ҳақ тўлаш тартиби тўғрисида”ги низомга кўра, илмий-педагогик ходимларга эришган ютуқлари, хизматлари учун кўшимча маош белгиланадиган бўлди⁶.

Бундан ташқари, ёш ўқитувчиларнинг нуфузли хорижий университетларда малака оширишлари, илмий тадқиқот, тажриба-конструкторлик ишларини амалга ошириш учун тажриба тўплашларига катта имкониятлар яратилмоқда.

2019 йил 22 июлда қабул қилинган Ўзбекистон Республикасининг “Илм-фан ва илмий фаолият тўғрисида”ги қонуни ҳам мамлакатимизда илм-фан ва илмий фаолият соҳасидаги муносабатларни тартибга солишга қаратилган бўлиб, бу соҳадаги мавжуд қатор саволларга аниқлик киритади ва фан ривожига ҳисса қўшади⁷.

Иқтисодиётдаги инновацион жараёнларни тезлаштириш учун давлат томонидан уни қўллаб-қувватловчи тегишли меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатлар қабул қилиниши



ва инновацион фаолиятни рағбатлантирувчи аниқ чора-тадбирлар ишлаб чиқилиши мамлакатимизда инновацион ривожланишни йўлга қўйишга қаратилган.

4-жадвал

2015–2020 йилларда Ўзбекистон Республикасининг “Глобал инновацион индекс”ида эгаллаган ўрни [23]

№ т/р	Компонентлар (унсурлар)	2015 йил		2020 йил		Ўз-га-риш
		Баҳо	Ўрин	Баҳо	Ўрин	
1.	Институтлар сифати	49,0	106	55,1	95	6,1
2.	Инсон капитали ва илмий тадқиқот фаолияти	27,0	76	27,5	77	0,5
3.	Инфраструктура	29,0	101	38,5	72	9,5
4.	Бозорнинг ривожланиши	44,4	85	54,9	27	10,5
5.	Бизнеснинг ривожланиши	20,0	138	15,2	127	4,8
6.	Фан ва технология	27,2	61	14,1	90	13,1
7.	Ижодий фаолият маҳсулотлари	8,5	138	7,5	127	1,0

Ўзбекистон Глобал инновацион индекс”-га⁸ биринчи марта 2016 йили қўшилди. 2015 йили 122-ўринни эгаллагани ҳолда айрим кўрсаткичлар бўйича маълумотлар йўқлиги туфайли киритилмаган эди.

2020 йили Глобал инновацион индексда етакчи мамлакатлардан Швейцария – 1-ўрин; Швеция – 2-ўрин; АҚШ – 3-ўрин; Россия – 47-ўрин, қўшни давлатлардан Қозоғистон – 77-ўрин; Қирғизистон – 94-ўрин; Тожикистон – 109-ўринни эгаллади. Ўзбекистон ўтган йилларга нисбатан бу соҳада қатор ижобий ўзгаришлар қилиниши, охириги йилларда юртимизда инновацион ривожланишнинг меъёрий-ҳуқуқий базасининг яратилиши, фан, инновацион ривожланиш ресурслари, олимларнинг ижод қилишлари учун яратилаётган шароитлар ва ижод эркинлиги кабиларга бўлган муносабатлар тубдан ўзгараётганининг ҳисобга олиниши туфайли 122-ўридан 93-ўринга чиқди. Буни келажакда илм-фан ва инновациялар-

га катта сармояларни жалб қилиш йўлидаги қадам сифатида кўриш мумкин. Шу билан бирга, ижодий фаолият маҳсулотлари 1,0, бизнес ривожланиши 4,8, афсуски, фан ва технология даражаси 13,1 га пасайди. Бунинг муҳим сабабларидан бири Ўзбекистонда инновацион харажатларнинг инвестициялар ва ЯИМдаги улушининг пасайишидир. Иқтисодиётга жалб этилган инвестицияларнинг ЯИМдаги улуши 2010 йилдаги 22,2% дан 2019 йил 37,0% гача етгани, инновацион харажатлар шу йиллар давомида 24,9 марта ортганига қарамай, уларнинг ЯИМдаги улуши 3,5% дан 1,2% даражасигача пасайган [19]. Бу албатта келажакда мотивацияни, рақобатбардошликни ва иш ўринлари яратишга бўлган уринишлар натижасининг пасайишига олиб келади.

Бу жиҳатдан глобал инновацион индекс бўйича 10-ўринга кўтарилган табиий ресурсларга бой бўлмаган Жанубий Корея тажрибаси ажралиб туради. Ҳозирда у жаҳон мамлакатлари орасида инсон камолоти индекси бўйича 22-ўринда, таълим индекси бўйича 24-ўринда туради. Аҳоли жон бошига яратилган миллий даромад 30,6 минг долларни ташкил этади, ваҳоланки, 1998 йилги Осие кризисидан энг кўп жабр кўрган мамлакатлардан бири бўлиб, 2000 йили бу кўрсаткич жон бошига 12 минг доллар атрофида бўлган.

Амалга оширилаётган бу ўзгаришлар, расмий институтлар орқали мамлакатимизда билимларга асосланган иқтисодиёт ривожланиши учун институционал муҳит яратилаётгани, ўз навбатида, ёшлар, жумладан, магистрларни илмий-педагогик, илмий йўналишни танлашларига рағбат беради ва тайёрланаётган кадрларнинг сифат жиҳатидан ривожланган мамлакатлардаги олий ўқув юртлари даражасига кўтарилишига имконият яратади. Муҳими, уларни реал ҳаётда амалга ошириш. Юқоридаги жадвал маълумотларида акс этган тенденцияга назар ташласак, бунга амин бўламиз. Тугал хулоса чиқариш учун эса вақт керак.

Хулоса

1. Ҳозирги кунда мамлакатнинг тараққиёт даражаси, иқтисодиётининг рақобатбардошлиги кадрларнинг билими, малакаси,



инновацион ғояларни илгари суриши ва уни ҳаётга татбиқ этишига боғлиқ. Бу жиҳатдан биз ривожланган мамлакатлар даражасидан анча орқада қолдик, чунки тадқиқотимиз кўрсатадики, миллий таълим тизимидаги меҳнатни рағбатлантириш ёшларда илмий тадқиқот, тажриба-конструкторлик ишларини олиб боришга мотивация бера олмади. Мувофиқ равишда институционал муҳит яратилмади.

2. Иқтисодиётни инновацион йўналишда ривожлантиришни давлат иштирокисиз амалга ошириб бўлмайди. Чунки билимга бўлган талаб ҳам, таклиф ҳам, институционал ўзгаришлар ҳам давлат иштирокида ташкил этилади. Расмий институтлар, институционал муҳит яратиш ва қабул қилинган ҳуқуқий ҳужжатлар ва қонунларнинг бажарилиши айнан давлат томонидан назорат қилинади. Чунки ҳар бир ҳуқуқий ҳужжат мулк дастасининг, мувофиқ равишда, ресурслар ва даромадлар тақсимланишига таъсир кўрсатади, муҳими, мотивация ўзгаради. Бунини тадқиқотимизда таълим тизимидаги иш ҳақи ўзгариши кўрсатиб турибди.

Демак, бу борада таълим, бизнес ва давлат шерикчилигининг, инсонлар мотивацияси қандай ўзгаришини ҳисобга олган ҳолда, янги йўналишларини ишлаб чиқиш ва такомиллаштириш зарур.

Шунинг учун ҳам республикада бизнес-инкубатор, технопарк ва акселераторлар бу муаммони ҳал этишнинг асосий ечими ҳисобланади ва бу вазифани давлат ва университетлар ўз зиммаларига олган. Келажакда «квадрупол спирал» (Quadruple Helix) модели (таълим, бизнес, давлат, фуқаролик жамияти) шерикчилиги асосида кластерлаш жараёнига ўтиш керак.

3. Билимларга асосланган инновацион иқтисодиётда, бир томондан, маҳсулот бозори (билим) хизмат кўрсатиш бозорига айланиб, йирик компаниялар, бизнес нафақат истеъмолчи, балки уни яратишда фаол қатнашувчи; иккинчи томондан, ишлаб чиқарувчилар билан кадр тайёрловчилар ўртасида ҳамкорликда ишлаш заруриятга айланади. Бу, ўз навбатида, интеллектуал мулк ва уни муҳофаза қилиш, тизимда муносабатларни

тартибга солиш, билимга бўлган талаб ва таклифни ташкил этиш кабиларда давлатнинг роли асосий ўринга чиқади. Бу ҳам мотивация ўзгариши ва институционал муҳит яратишга боғлиқ. Демак, мамлакатимизда ривожланган мамлакатлар тажрибасидан фойдаланган ҳолда, институтлар ва институционал муҳитни такомиллаштириб бориш зарур.

4. Республикада тадқиқотчилари томонидан таълим хизматларига бағишланган диссертация ва мақолалар кўп бўлишига қарамай, айнан инновация, илмий фаолият ва мувофиқ равишда университетларнинг 3-авлоди моделини татбиқ этиш масалаларига бағишланган тадқиқотлар бармоқ билан санарли. Бу соҳада ёш тадқиқотчиларимизни илмий изланишлар олиб боришга йўналтиришимиз зарур.

5. Ҳозирда мамлакатимизда ёшларнинг илмий педагогик, илмий тадқиқот, тажриба-конструкторлик фаолият билан шуғулланишига мотивацияни кучайтириш учун институционал муҳит яратилмоқда ва тобора такомиллаштириб борилмоқда. Жумладан, зарур инфраструктурани бир бутун комплекс – кемпинг тарзида барпо қилишга катта аҳамият берилляпти. Бу тажрибани мумкин қадар барча олий ўқув юртлири, энг аввало, ўқув корпуслари факультет миқёсида бир-биридан анча узоқда жойлашганлар учун қўллаш мақсадга мувофиқ.

6. Оммавий ахборот воситаларида, жумладан, турли расмий ижтимоий тармоқларда, одатда, хонандалар, тадбиркорлар фаолияти, уларни ташвиқот-тарғибот қилиш ва уларнинг рекламасига катта эътибор берилляпти. Ёш олимлар, илмий-тадқиқотчилар кўпинча “сояда” қоладилар. Ёшларнинг илмий тадқиқот ишларига бўлган мотивациясини кучайтиришда, албатта, бундай маънавий рағбат ҳам катта аҳамият касб этади.

Меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларнинг қабул қилинишига, одатда, кўп вақт кетмайди. Асосий қийинчилик уни реал ҳаётга татбиқ этишда. Шунинг учун ёшлар ўртасида қонунга, тартибга риоя қилиш, уларда қийинчилик, тўсиқларни енгиш кўникмаларини тарбиялашда асрлар давомида шаклланган



норасмий институтлардан кенг фойдаланишга эътибор қаратиш зарур.

7. Инновацион тадқиқотлар ўтказиш ва унинг натижаларини жорий этишда, албатта, табиий фанлар, ахборот технологиялари алоҳида ўрин тутади. Шу нуқтаи назардан иқтисодий фанлар ўзига хос ўринга эга. Улар қарор қабул қилишга ўргатувчи фанлар бўлгани учун ҳам асосий диққат таҳлил қилиш, хулоса чиқариш ва баҳолаш, муам-

мони аниқлашга қаратилган бўлиб, бунинг учун янги иқтисодий кўрсаткичлар ва индикаторлар яратиш орқали инновацияларни баҳолаш асосий ўрин тутади ва янги инновацион тадқиқотларга йўналтиради. Демак, тайёрлаётган кадрларимизнинг таҳлил қилиш, хусусийликда умумийликни кўра билиш, умумийликдан хусусийликни ажрата билишни ўрганишларига алоҳида диққат қаратишимиз лозим.

REFERENCES

1. Machlup, F. The Production and Distribution of Knowledge in the United States. Princeton: Princeton University Press, 1962, 523 p.
2. Makarov V.L. Ekonomika znaniy: uroki dlya Rossii. Vestnik Rossiyskoy akademii nauk. 2003, tom 73, № 5. <http://vivovoco.ibmh.msk.su/VV/JOURNAL/VRAN/SESSION/VRAN5.HTM>
3. Drucker, P.F. Management Challenges for the 21 st Century / P.F. Drucker. – Oxford: Elsevier, 1999. – 205 p.
4. Druker, P. Zadachi menedjmenta v XXI veke / P. Druker. – M.: Vilyams, 2002. – 257 s.
5. Shlyayxer A. Ekonomika znaniy: pochemu obrazovanie — klyuch k uspexu Evropi (per. s angl. E.Fruminoy) / Voprosi obrazovaniya, 2007. № 1. S. 28–43. <https://vo.hse.ru/data/2010/12/31/1208183650/p28.pdf>
6. Igumnov O.A. Ekonomika znaniy: problemy stanovleniya i razvitiya. ETAP: ekonomicheskaya teoriya, analiz, praktika, 2016, issue 5. 113-122.
7. Yoxan G. Vissema. Universitet tretego pokoleniya. Per. s angl. M.: “Olimp-Biznes”, 2016.
8. Kuklenko A.A., Paley T.F. «Universitet tretyego pokoleniya» v Rossii // Aktualnie voprosi ekonomiki i upravleniya: materialy V Mejdunar. nauch. konf. (g. Moskva, iyun 2017 g.). — Moskva : Buki-Vedi, 2017. - S. 40-44. URL: <https://moluch.ru/conf/econ/archive/222/12542/>
9. Mamajanov I, G. Ta’limda innovatsiya va va innovatsion faoliyat / “Iqtisodiyot va innovatsion texnologiyalar” ilmiy elektron jurnali. № 6, noyabr-dekabr, 2020 yil. -B.119-125. <http://www.iqtisodiyot.tsue.uz/>
10. Teshaboev T.Z. Puti sovershenstvovaniya innovatsionnoy deyatelnosti v sisteme visshego obrazovaniya na osnove informatsionnix texnologiy. / Moliya. Toshkent, 2019, 2-son. -B.114-119.
11. Qo’ziyev Z. B. Ta’lim tizimida xizmatlar va tadbirkorlik faoliyati samaradorligini oshirish. Iqtisodiyot fanlari bo’yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati. Samarqand, 2020.
12. Raxmonov N. Oliy ta’lim muassasalirida pedagog kadrlar motivatsiyasi ta’lim sifatini oshirish omili / “Iqtisodiyot va innovatsion texnologiyalar” ilmiy elektron jurnali. № 3, may-iyun, 2019 yil/ -B. 205-213. <http://www.iqtisodiyot.tsue.uz/>
13. Qahhorov O.S. Ta’lim tizimida raqobatbardosh kadrlar tayyorlashning boshqaruv samaradorligini baholash / “Iqtisodiyot va innovatsion texnologiyalar” ilmiy elektron jurnali. № 2, mart-aprel, 2019 yil. <http://www.iqtisodiyot.tsue.uz/>
14. Omarov M. Modern organizational structure of higner educations institutions / Iqtisodiyot va ta’lim 2016 №5. -B. 7-14.



15. Tojiboyeva D. Raqamli iqtisodiyot va uning ta'lim tizimiga talablari/ Biznes-Ekspert. Toshkent. 2020, №7. -B. 3-6;
16. Tojiboyeva D. Global miqyosda ta'lim rolining ortishi va o'qituvchi-pedagoglarga qo'yiladigan zamonaviy talablar / Zamonaviy ta'lim, Toshkent, 2017, №4. -B. 10-16.
17. https://www.un.org/ru/development/hdr/2010/hdr_2010_indicators.pdf; <https://gtmarket.ru/ratings/human-development-index> (asosida muallif)
18. Kak izmenyatsya universiteti v techenie sleduyushix 20 let. 21.11.2017. Konspekt leksi professori Yoxana Vissemi. <http://www.tsu.ru/podrobnosti/kak-izmenyatsya-universiteti-v-techenie-sleduyushchikh-20-let/> ma'lumotlari asosida muallif tomonidan tuzilgan.
19. Yillik statistik to'plam 2010-2018. -Toshkent 2019. -B. 35; 2018-2019 O'zbekiston raqamlarda/ -T., 2020. -B. 256 asosida muallif tomonidan tuzilgan.
20. Zarabotnaya plata v mire v 2016–2017 gg. Global Wage Report. Doklad Mejdunarodnoy organizatsii truda
https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_544096.pdf
21. <https://review.uz/post/uzbekistan-vperve-s-2016-goda-bl-vklyuchen-v-globalny-innovacionny-indeks#pid=1>

Тақризчи:



DOI:
UDC: 330.16

ЎЗБЕКИСТОНДА БАХТИЁРЛИК ВА ҲАЁТДАН ҚОНИҚИШ

Нурдинова Шоирахон Рашидхоновна,
PhD, доцент в.б., Наманган давлат университети;
e-mail: sh.nurdinova@gmail.com;
ORCID: 0000-0002-2080-6031

Аннотация. Сўнгги йилларда иқтисодчиларнинг эътиборини тортган бахтиёрлик тушунчаси ва ҳаётдан қониқишини аниқлаш микро доирада ишлаб чиқарувчиларни қизиқтирса, макро доирада мамлакатдаги ижтимоий-иқтисодий вазиятни таҳлил қилиш нуқтаи назаридан бошқарув ва ҳокимият органлари учун аҳамият касб этади. Мазкур тадқиқотда Ўзбекистонда бахт(иёрлик) иқтисодиёти ва бахт омиллари тадқиқ қилинди. Мақолада тартибланган логит модели ёрдамида бахт/ҳаётдан қониқишга таъсир қилувчи омиллар баҳоланди. Натижалар бахт/ҳаётдан қониқишга соғлиқ ва даромаднинг ижобий ва ёшнинг негатив таъсирини кўрсатди. Оила қуриши ва ҳаётдан қониқиш даражаси ўртасида эса ижобий боғлиқлик кузатилди.

Калит сўзлар: бахт иқтисодиёти, бахт(иёр)лик, ҳаётдан қониқиш, тартибланган логит модели.

СЧАСТЬЕ И УДОВЛЕТВОРЕНИЕ ЖИЗНИ В УЗБЕКИСТАНЕ

Нурдинова Шоирахон Рашидхоновна,
PhD, и.о. доцента
Наманганского государственного университета

Аннотация. В последние годы концепция счастья привлекает внимание экономистов. Счастье/удовлетворение жизнью важно для производителей, чтобы проанализировать на микроуровне, насколько потребители удовлетворены товарами и услугами. Принимая во внимание уровень счастья, правительства могут анализировать социально-экономическую ситуацию в стране на макроуровне. В этой работе исследуются экономика счастья и факторы счастья в Узбекистане. Упорядоченная логит-модель используется для оценки факторов, влияющих на счастье/удовлетворенность жизнью. Результаты показывают, что здоровье и доход положительно влияют на счастье/удовлетворенность жизнью, тогда как возраст отрицательно влияет на счастье/удовлетворенность жизнью. Результаты исследования показывают, что существует положительная регрессия между браком и удовлетворенностью жизнью.

Ключевые слова: экономика счастья, счастье, удовлетворенность жизнью, упорядоченная логит-модель.

HAPPINESS AND LIFE SATISFACTION IN UZBEKISTAN

Nurdinova Shoirakhon Rashidkhonovna,
Namangan State University, Associate Professor

Abstract. The concept of happiness has attracted the attention of economists in recent years. Happiness/life satisfaction is essential for producers to analyze how consumers are satisfied



with their goods and services at the micro-level. Taken into account the level of happiness, governments might analyze the socio-economic situation in the country at the macro level. This study examines the economics of happiness and the factors of happiness in Uzbekistan. Ordered logit model is used to estimate factors influencing happiness/life satisfaction. The findings demonstrate that there is a positive effect of health and income on happiness/life satisfaction, whilst there is a negative effect of age on happiness/life satisfaction. The result reveals that there is a positive relationship between marriage and life satisfaction.

Keywords: *Economics of Happiness, Happiness, Life Satisfaction, Ordered Logit Model.*

Кириш

Инсоният яралибдики, бахтга интилиб яшайди. Бахт антик Юнондан қадимги Хитой фалсафасигача барча географик ҳудудларни камраб олган тушунчадир [1]. Фалсафий жиҳатдан Форобий таъбири билан айтганда, инсон мутлақ бахтга фақат ақл-идрок орқали эришиши мумкин [2]. Аристотель бахтни ижтимоий ва ноижтимоий жиҳатдан эзгу фаолият сифатида таърифласа, Платон адолат шакли сифатида ифода этади [3].

Иқтисодий адабиётда бахт ҳаётдан қониқиш, мамнуният ва ижобий ҳисларнинг кўплиги билан изоҳланади [4, 5]. Бахт билан боғлиқ тадқиқотлар, хусусан, иқтисодиётда бахт бўйича қилинган эмпирик тадқиқотлар сонининг ортиши янги йўналиш вужудга келишига сабаб бўлди. Бахтиёрлик иқтисодиёти бахтга таъсир қилувчи омиллар, хусусан, бу омиллар орасида иқтисодий омилларни ўрганувчи йўналишдир. Бахтиёрлик иқтисодиёти бўйича илк қараш узок йиллар давомида мамлакатларнинг ривожланиши Ялпи Миллий (ички) маҳсулот қиймати билан ўлчанишига қарши фикр тариқасида Бутан қироли томонидан илгари сурилган. Натижада инсон фаровонлиги нафақат ЯИМ, балки ноиқтисодий омилларга ҳам боғлиқ эканлиги ҳақидаги фаразлар пайдо бўлди. АҚШ, Европа ва жон бошига тўғри келадиган миллий даромади юқори бўлган мамлакатларда бу масалада илмий тадқиқотлар сони ортиб бормоқда. Хусусан, даромад ва унинг адолатли тақсими, иш билан бандлик ва иқтисодий ўсиш каби иқтисодий омиллар ҳамда бахт/ҳаётдан қониқиш орасида боғлиқлик бўйича бир қатор тадқиқотлар амалга оширилган.

Easterlin [6] маълум мамлакатдаги аҳоли даромадларидаги ортиш барчанинг бахт даражаси ортишига олиб келмаслигини таъкидлайди. Даромаднинг ортиши бахт/ҳаётдан қониқишга ижобий таъсир қилишини исботлаган баъзи тадқиқотлар юқоридаги фикрга қарши чиқади [7, 8]. Иқтисодий ўсиш ва ҳаётдан қониқиш ўртасидаги боғлиқлик бўйича қилинган тадқиқот натижалари ҳам бир-биридан фарқ қилади.

Easterlin [9] парадоксига кўра, АҚШдаги иқтисодий ўсиш ҳаётдан қониқишга сезиларли таъсир кўрсатмаган. Бу фикрни кўллаб-қувватловчи бошқа тадқиқотда узок вақт давомидаги иқтисодий ўсиш бахтга ижобий таъсир қилмаслиги, бу эса иш вақтининг ортиши ва ижтимоий капитал пасайиши каби омиллар таъсирида вужудга келиши билан изоҳланади [10]. Иқтисодий жиҳатдан ривожланган мамлакатларда жон бошига тўғри келадиган ЯИМ ортининг бахтга таъсири жуда паст бўлса-да, камбағал мамлакатларда ЯИМнинг ўсиши бахтга сезиларли ижобий таъсир кўрсатади [11].

Vöckerman & Pmakunnasning [12] Финляндия мисолида ишсизлик ва субъектив фаровонлик ҳақидаги мақоласида ишсизликнинг 3 фоиздан 17 фоизгача ўсиши субъектив фаровонликнинг ўртача даражасига сезиларли таъсир кўрсатмаганлиги қайд этилган. Бу Финляндиянинг ижтимоий сиёсати, хусусан, ишсизларни ижтимоий ҳимоя қилиш дастури натижаси сифатида тахмин қилинади. АҚШ ва Европанинг 12 та мамлакатини камраб олган тадқиқот натижалари ишсизлик даражасининг пастлиги ҳаётдан қониқишга ижо-



бий таъсир кўрсатишини илгари сурган [13]. Blanchflower [11] томонидан қилинган тадқиқотда ишсизлик ва инфляциянинг ўсиши бахт даражасини пасайтириши кўрсатилган. Маълумоти ва ёши эътиборга олинганда, маълумот даражаси паст ва ёши катталар кўпроқ ишсизлик ҳақида қайғурса, ёш ва маълумот даражаси юқори бўлганларни инфляция ташвишга солади.

Lucas et al. [14] оилавий аҳвол ва бахт орасидаги ўзаро боғлиқликни тадқиқ қилиб, турмуш қуриш ва оилали бўлиш бахт даражасини орттиришини илгари сурган. Турмуш қуришнинг бахт даражасига таъсири йиллик ўртача 70 000 фунт стерлинг қўшимча даромадга эга бўлишга тенг. Бева бўлиш эса йиллик ўртача 170 000 фунт стерлинг йўқотиш қийматидаги бахтсизликни олиб келади [15].

Диндорлик АҚШда бахт/ҳаётдан қониқишга ижобий таъсир кўрсатган [16]. Европада эса дин ва бахт орасида боғлиқлик мавжуд эмаслиги кузатилган [17]. Helliwell & Putnamнинг [18] “Дунё қадриятлар сўровномаси”га асосланган тадқиқоти диний эътиқоди юқори бўлганларнинг ҳаётдан қониқиш даражаси юқорироқ бўлишини кўрсатади. Диндорлик ва бахт орасидаги ижобий боғлиқлик кишидаги шуқур туйғуси билан боғланади.

АҚШ, Канада, Филиппин, Чили ва Европанинг 28 та мамлакатини қамраб олган тадқиқотда маданиятнинг ҳаётдан қониқишга ижобий таъсири кузатилган. Инглиз тилида сўзловчи мазкур мамлакатлар тадқиқотга жалб этилган бошқа тилда сўзловчи мамлакатларга нисбатан юқорироқ ҳаётдан қониқиш даражасига эга [19]. Урбанизация ва бахт/ҳаётдан қониқиш орасидаги боғлиқлик бўйича бир қатор тадқиқотлар мавжуд. Тадқиқот натижалари шаҳарда яшовчи аҳолининг ҳаётдан қониқиш даражаси қишлоқ аҳолисига нисбатан паст эканлигини кўрсатади [20].

Мамлакатни бошқариш тизими шу мамлакатда яшовчи аҳолининг бахт/ҳаётдан қониқиш даражасига тўғридан-тўғри таъсир

кўрсатиши исботланган, яъни демократия ривожланган мамлакатлар аҳолиси бахтлироқдир [21].

Ўзбекистон билан боғлиқ адабиётлар таҳлил қилинганда, ўзбек тилида бахтиёрлик иқтисодиёти ва унинг ривожланиши, бахтга таъсир қилувчи омилларни тадқиқ қилувчи илмий адабиётнинг камлиги кузатилади [22]. Мазкур илмий бўшлиқни тўлдириш мақсадида ушбу тадқиқотда Ўзбекистонда бахтга таъсир этувчи ижтимоий-демографик омиллар ўрганилмоқда. Бахт/ҳаётдан қониқиш ва унга таъсир этувчи омиллар орасидаги боғлиқлик тартибланган логит модели асосида баҳоланади.

Материал ва методлар

Ҳаётдан қониқиш ва бахт билан боғлиқ тадқиқотларда “Дунё қадриятлар сўровномаси”, Евробарометр, Гэллап каби сўровномалардан фойдаланилади. Мазкур тадқиқотда Ўзбекистонда ҳаётдан қониқиш/бахт ҳамда унга таъсир этувчи омиллар орасидаги боғлиқликни таҳлил қилиш мақсадида “Дунё қадриятлар сўровномаси” маълумотларига мурожаат этилди.

“Дунё қадриятлар сўровномаси” миқдор характери маълумотлар билан бир қаторда сифат характери статистик маълумотлардан ташкил топган: оилавий аҳвол, таълим даражаси, меҳнат бозоридаги иштирок ва ҳоказо.

Мазкур тадқиқотда ҳаётдан қониқиш боғлиқ (эрксиз) ўзгарувчи сифатида олинди. Бу ўзгарувчи тартибланган қийматга эга бўлиб, 0 – умуман ҳаётдан қониқмаган ва 10 – ҳаётдан жуда қониққанликни ифодалайди. Боғлиқ ўзгарувчининг тартибланганлик хусусияти инобатга олинди, энг мақбул регрессия модели тартибланган логит модели бўлади [23].

Тадқиқот натижалари

Мустақил (эркли) ўзгарувчи сифатида ёш, даромад, фарзандлар сони, соғлиқ, оилавий аҳвол, жинс, маълумоти, иш билан бандлик ҳолати каби категориялар олинди. Кузатувлар сони 1,329 га тенг.

Ўзгарувчиларнинг тасвирий статистикаси 1-жадвалда берилган.



Ўзгарувчилар тасвирий статистикаси

Ўзгарувчилар	Ўртача	Стд.Чет	Минимум	Максимум
Ҳаётдан қониқиш	7,911964	1,881805	1	10
Ёш	39,36945	14,52738	18	85
Даромад	5,813394	1,804388	1	10
Фарзандлар сони	2,629044	1,898818	0	8
Соғлиқ	2,961625	0,8042821	1	4
Оилавий аҳволига кўра				
Бирга яшовчи	0,0112867	0,1056773	0	1
Оилали	0,7366441	0,4406196	0	1
Турмуш қурмаган	0,1309255	0,3374458	0	1
Ажрашган, бева	0,1211437	0,326417	0	1
Жинсига кўра				
Эркак	0,3927765	0,4885517	0	1
Аёл	0,6072235	0,4885517	0	1
Маълумотига кўра				
Бошланғич	0,0037622	0,0612446	0	1
Ўрта/ўрта-махсус	0,8728367	0,3332812	0	1
Олий	0,1234011	0,3290208	0	1
Меҳнат бозоридаги иштирокига кўра				
Ишсиз	0,1361926	0,3431221	0	1
Иш билан банд	0,4198646	0,4937223	0	1
Иқтисодий нофаол аҳоли	0,4439428	0,4970347	0	1

Мазкур ўзгарувчилар сифат хусусиятига эга эканлиги боис фиктив ўзгарувчилар яратилди. 1-жадвалдан кўринганидек, респондентларнинг ўртача ҳаётдан қониқиш даражаси 7.91 га тенг. Сўровномада иштирок этганларнинг ёши 18-85 ёш оралиғида бўлиб, ўртача ёши эса 39 ёш. Даромад даражасига қаралса, ўнлик ўлчовда ўртача даромад даражаси 5.81 га тенг.

Иштирокчиларда фарзандлар сони энг кўпи саккизга тенг, яъни ўртача 2.6 фарзандга эга эканлиги кузатилди. Соғлиқ ҳолати тўртлик ўлчовда бўлиб, иштирокчиларнинг ўртача соғлиқ ҳолати 2.96 га тенг.

Оилавий аҳволига кўра, энг кўп категория оилалилар бўлиб, умумий респондентларнинг 74 фоизини ташкил этади. Партнер билан бирга яшовчилар эса 1.1 фоизни ташкил этади.

Жинсига кўра, иштирокчиларнинг 61 фоизи аёллар, 39 фоизи эркаклардан ташкил топган.

Маълумотига кўра, бошланғич, ўрта/ўрта-махсус ва олий маълумотлилар мос равишда 0.1, 87 ва 12 фоизни ташкил этади.

Меҳнат бозоридаги иштирокига кўра, иштирокчиларнинг 14 фоизи ишсиз, 42 фоизи иш билан банд эканлиги кузатилди. Сўровномада иштирок этган иқтисодий нофаол аҳоли эса 44 фоизга тенг.

Дунё “Қадриятлар Сўровномаси” асосида ҳудудлараро фарқларни кўриш ҳамда вилоят даражасида ўртача бахт қиймати-га баҳо бериш мақсадида вилоят ва ҳудудлар бўйича бахт даражаси тадқиқ қилинди (2-жадвал). Бунда “Умуман олганда, Сиз...? Жуда бахтлимисиз, деярли бахтлимисиз, унча бахтли эмасмисиз, умуман бахтли эмасмисиз” саволига берилган тўрт ўлчовли



жавоблар асос қилиб олинди. Бу ўлчов бўйича Қорақалпоғистон, вилоятлар ва Тош-

кент шаҳридаги бахтнинг ўртача даражаси ҳисобланди.

2-жадвал

Бахтлилик даражасининг вилоятларга кўра тақсимооти (фоизда)

Вилояти	жуда бахтли	бахтли	бахтсиз	жуда бахтсиз
Қорақалпоғистон Республикаси	40,00	50,00	10,00	0,00
Андижон вилояти	73,55	23,14	3,31	0,00
Бухоро вилояти	82,83	15,15	2,02	0,00
Жиззах вилояти	73,33	23,33	3,33	0,00
Қашқадарё вилояти	74,79	23,53	1,68	0,00
Навоий вилояти	76,92	23,08	0,00	0,00
Наманган вилояти	47,06	49,58	3,36	0,00
Самарқанд вилояти	75,80	20,38	3,18	0,64
Сурхондарё вилояти	79,38	20,62	0,00	0,00
Сирдарё вилояти	72,50	27,50	0,00	0,00
Тошкент вилояти	65,22	31,88	1,45	1,45
Фарғона вилояти	53,33	42,22	4,44	0,00
Хоразм вилояти	82,00	16,00	2,00	0,00
Тошкент шаҳри	35,51	57,25	7,25	0,00

2-жадвалдан кўриниб турибдики, ўзини жуда бахтли деб ҳисоблайдиган аҳолининг энг катта улуши Бухоро вилоятига тўғри келмоқда. Хоразм ва Сурхондарё вилоятлари бу кетма-кетликни давом эттирган. Жуда бахтсиз қатлам Тошкент ва Самарқанд вилоятларида кузатилади. Аҳолисининг 10 ва 7,25 фоизи бахтсиз деб топилган ҳудудлар мос равишда Қорақалпоғистон Республикаси ва Тошкент шаҳрига тўғри келади.

Қорақалпоғистон Республикаси, вилоятлар ва Тошкент шаҳри бўйича тўртлик ўлчовда ўртача бахт даражаси баҳоланди. 3-жадвалда вилоятлар бўйича бахт даражаси юқоридан куйига рейтинг сифатида берилган. Унга кўра, Бухоро вилояти рейтингда пешқадамлик қилмоқда. Тошкент шаҳри энг паст кўрсаткич билан рейтингнинг куйи поғонасидан жой олган. Тадқиқот натижалари хорижий рейтинглар билан солиштирилди. Жаҳон бахт ҳисоботида кўра, шаҳарлар рейтингда Тошкент шаҳрининг бахт (субъектив фаровонлик) даражаси жуда паст эмаслиги кузатилди. Бу ҳисоботда 186 та шаҳарда истиқомат қилувчиларнинг ҳозирги ва келажакдаги бахт ҳолати ўрганилган. Шаҳарларнинг субъектив фаровонлик рейтингига кўра, Тошкент шаҳри 6,04 кўрсаткич билан 75-ўринни эгаллаган. Шунингдек,

тошкентликларнинг москваликларга нисбатан субъектив фаровонлиги юқори эканлиги аниқланган [24].

Натижалардаги фарқни тадқиқот манбаси орқали изоҳлаш мумкин. Жаҳон бахт ҳисоботи, одатда, Гэллап дунё сўровномасидан фойдаланади. Мазкур тадқиқотда “Дунё кадриятлар сўровномаси”дан фойдаланилган. Шунингдек, ўртача кўрсаткични ҳисоблашда эътиборга олинган саволларда ҳам фарқ кузатилади. Бу илмий адабиётлардаги бахт билан боғлиқ атамаларнинг бир-бири ўрнида фойдаланиши ва аниқ таърифлар орқали ажратилмаганлиги натижасида келиб чиқади.

Натижаларни таққослашда эътиборга олиш лозим бўлган жиҳат сўровномаларнинг турли ўлчовларда амалга оширилганлигидир. Буни ҳал этиш учун натижалар ўнлик ўлчовга айлантирилди. Бунда тўртлик ўлчов интерваллари эътиборга олиниб, ўртача тортилган қиймат ўнлик ўлчовда ҳисобланди [25]. Ўнлик ўлчовдаги ўртача бахт кўрсаткичлари куйидаги расмда кўрсатилган. Ўлчовлар ўзгартирилганда, рейтингда кескин ўзгариш кузатилмаган. Фақат Сирдарё ва Самарқанд вилоятлари рейтингда ўрин алмашганини кўриш мумкин.

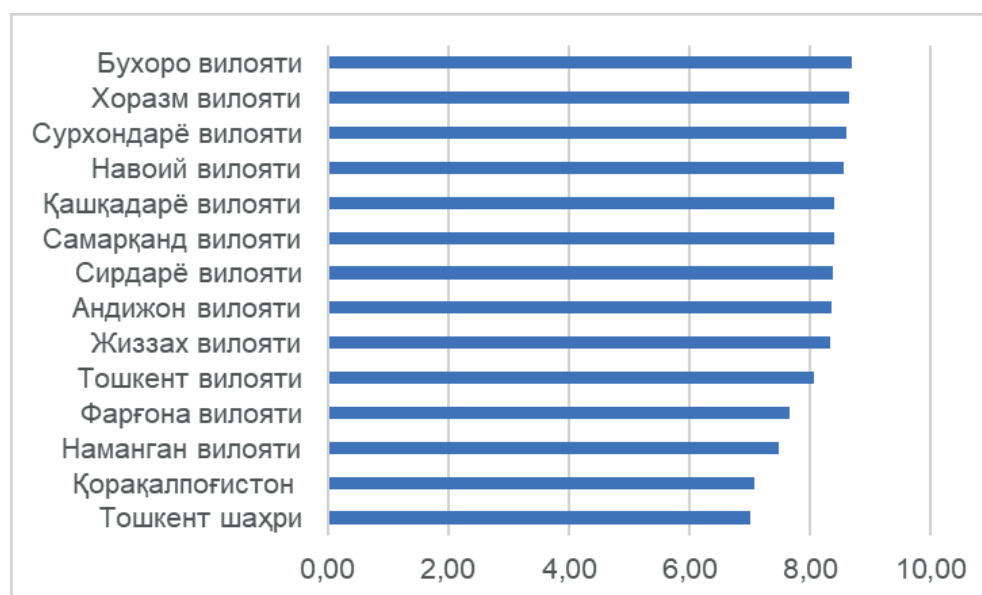


Вилоятларнинг бахт даражасига кўра рейтинг

Рейтинг	Вилояти	Ўртача бахт даражаси
1	Бухоро вилояти	3,81
2	Хоразм вилояти	3,80
3	Сурхондарё вилояти	3,79
4	Навоий вилояти	3,78
5	Қашқадарё вилояти	3,73
6	Сирдарё вилояти	3,73
7	Самарқанд вилояти	3,72
8	Андижон вилояти	3,70
9	Жиззах вилояти	3,70
10	Тошкент вилояти	3,61
11	Фарғона вилояти	3,49
12	Наманган вилояти	3,44
13	Қорақалпоғистон	3,30
14	Тошкент шаҳри	3,28

Расмдаги вилоятлар бўйича ўртача бахт даражасига қаралса, 8.69 қиймат билан Бухоро энг бахтли вилоят, Тошкент шаҳри эса 7.01 қиймат билан энг бахтсиз шаҳардир.

Йирик ва пойтахт шаҳарлардаги бахт даражаси инфратузилма, гавжумлик, транспортда сарфланган вақт каби омилларнинг таъсири натижасида пасаяди.



Тадқиқот натижалари таҳлили

Ҳаётдан қониқиш ва ижтимоий-иқтисодий омиллар орасидаги боғлиқлик тартибланган логит моделида баҳоланди (4-жадвал). Моделдан кўриниб турибдики, жинсийат ва ҳаётдан қониқиш орасидаги боғлиқлик статистик аҳамиятга эга эмас. Ёш ва ҳаётдан қониқиш ўртасида негатив боғлиқлик мавжуд бўлиб, статистик жиҳатдан аҳамиятга

эга. Негатив боғлиқлик ёш ортгани сари ҳаётдан қониқиш даражаси пасайишини кўрсатади. Илмий адабиётларда ёш ва ҳаётдан қониқиш ўртасида U (қаварик) шаклида боғлиқлик борлиги кузатилади [26]. Шу сабабли моделда ёшнинг квадрати ва ҳаётдан қониқиш орасидаги боғлиқлик ҳам баҳоланди. Ёш квадрати ва ҳаётдан қониқиш ўртасида ижобий боғлиқлик борлиги кузатилди.



Оилавий аҳволи бўйича модель натижалари турмуш қуришнинг ҳаётдан қониқишга сезиларли ижобий таъсири борлигини кўрсатади. Аниқроғи, оилалиларнинг турмуш

қурмаган, бирга яшовчи ва ажрашган/бева респондентларга нисбатан ўртача ҳаётдан қониқиш даражаси юқори эканлиги кузатилди.

4-жадвал

Регрессия натижалари¹

	А			В		
	Коэффициент	Коэффициент нисбати	z қиймати	Коэффициент	Коэффициент нисбати	z қиймати
Аёл	0,1314721	1,140506	1,28	0,01531804	1,015436	0,13
Ёш	-0,11048909***	0,895396	-4,93	-0,09631283***	0,9081799	-4,04
Ёш квадрати	0,00125757***	1,001258	5,29	0,00108845***	1,001089	4,25
Оилали	1,3486087**	3,852063	2,93	1,3358342**	3,803167	2,89
Турмуш қурмаган	1,0855244*	2,960992	2,25	1,1611352*	3,193557	2,39
Ажрашган	0,66708415	1,948547	1,38	0,68413255	1,982052	1,42
Фарзандлар сони	0,05544294	1,057009	1,38	0,04883059	1,050042	1,21
Ўрта/ўрта-маҳсус	0,56512222	1,759663	0,56	0,57826853	1,782949	0,57
Олий	0,44055455	1,553569	0,44	0,45232532	1,571963	0,45
Даромад	0,27608111***	1,317955	9,33	0,27664013***	1,318692	9,31
Соғлиқ	0,6012127***	1,82433	8,54	0,61153392***	1,843257	8,62
Иш билан банд				0,19083396	1,210258	1,19
Иқтисодий нофаол аҳоли				0,39320304*	1,481719	2,25
cut1_cons	-2,1598815			-1,6972474		
cut2_cons	-1,7007743			-1,2372463		
cut3_cons	-0,93099567			-0,46485978		
cut4_cons	-0,15013119			0,3194223		
cut5_cons	0,86832445			1,3391014		
cut6_cons	1,8304634			2,3041541		
cut7_cons	2,7060016*			3,1832707**		
cut8_cons	3,6210846**			4,0999873***		
cut9_cons	4,3569681***			4,8367661***		
Кузатувлар сони	1,329			1,329		
Pseudo R2	0,0527			0,0538		
Log likelihood	-2342,8303			-2340,1397		

Фарзандлар сони ўзгарувчиси бўйича таҳлил қилинганда, фарзандлар сони ва ҳаётдан қониқиш ўртасидаги боғлиқлик статистик аҳамиятга эга эмас. Маълумот даражаси бўйича таҳлил натижалари ҳам статистик аҳамиятга эга эмаслиги кузатилди.

Даромад даражаси ва ҳаётдан қониқиш ўртасида ижобий боғлиқлик мавжуд бўлиб, даромаднинг ошиши ҳаётдан қониқиш ортишига ижобий таъсир кўрсатади. Соғлиқ

ҳолати ҳам ҳаётдан қониқишга ижобий таъсир кўрсатиши аниқланди: соғлиқ ҳолатининг яхшиланиши бахт даражасини орттиради. Ўз навбатида, бахт даражаси ҳам соғлиққа ижобий таъсир кўрсатади, бахтли инсонлар узок (соғлом) яшаши кузатилган [27].

Бандлик тури бўйича ишсизлар реферанс гуруҳ сифатида олинди. Иш билан бандларнинг ҳаётдан қониқиш даражаси статистик

***, **, * мос равишда 1%, 5% ва 10%лик статистик аҳамиятга эга.

Эркак, бирга яшовчи, бошлангич маълумотли, ишсиз реферанс ўзгарувчи.



жихатдан аҳамиятсиз натижа кўрсатди. Иқтисодий нофаол аҳолининг ишсизларга нисбатан ҳаётдан қониқиш даражаси юқори эканлиги кузатилди.

Тадқиқотда мустақил (эркли) ўзгарувчиларнинг боғлиқ (эрксиз) ўзгарувчини тушунтиришга нисбати 0,0538 (Псевдо-R²) ни ташкил этди. Тадқиқот натижалари илмий адабиётдаги мавжуд натижаларни тасдиқлайди.

Хулоса

Мазкур мақолада бахт иқтисодиёти ва бахтга таъсир қилувчи омиллар ҳақида маълумот берилди. Ўзбекистонда бахт/ҳаётдан қониқишга таъсир қилувчи омиллар “Дунё қадриятлар сўровномаси” статистик маълумотларидан фойдаланган ҳолда, тартибланган логит модели асосида баҳоланди. Моделда ҳаётдан қониқишга жинсият, ёш, ёш квадрати, оилавий аҳволи, фарзандлар сони,

соғлиқ, даромад, маълумот даражаси ва иш билан бандликнинг таъсири ўрганилди.

Модель натижаларига кўра, соғлиқ ва даромаднинг ҳаётдан қониқишга ижобий таъсири, ёшнинг ҳаётдан қониқишга негатив таъсири кузатилди. Оилали респондентларнинг ҳаётдан қониқиш даражаси энг юқори эканлиги аниқланди. Маълумот даражаси, фарзандлар сони ва жинсиятнинг ҳаётдан қониқиш билан боғлиқлиги статистик жихатдан аҳамиятсиз эканлиги кузатилди.

Шунингдек, ҳудудларга кўра, ўртача бахт даражаси ўрганилиб, миллий бахт рейтингга ишлаб чиқилди. Рейтингда Бухоро вилояти энг юқори поғонани эгаллаган бўлиб, бу бухороликларнинг ўртача бахт даражаси Ўзбекистон бўйича юқори эканлигини кўрсатади. Мазкур рейтингда Тошкент шаҳри энг паст кўрсаткич билан қуйи поғонани эгаллаган.

REFERENCES

1. McMahon, D. M. (2008). The pursuit of happiness in history. *The Science of Subjective Well-Being*, pp. 80-93.
2. Sušić, K. (2017). Pojam sreće u filozofiji al-Fârâbîja: Klasični izvori i utjecaji na srednji vijek [PhD Thesis]. <http://darhiv.ffzg.unizg.hr/id/eprint/9514/>.
3. Holowchak M. A. (2004). *Happiness and Greek ethical thought*. A&C Black.
4. Bruni, L. (2007). *Handbook on the Economics of Happiness*. Edward Elgar Publishing.
5. Veenhoven R. (1984). The concept of happiness. In *Conditions of Happiness*, pp. 12-38, Springer.
6. Easterlin, R. A. (1995). Will raising the incomes of all increase the happiness of all? *Journal of Economic Behavior & Organization*, 27(1), 35–47.
7. Di Tella, R., & MacCulloch, R. (2008). Gross national happiness as an answer to the Easterlin Paradox? *Journal of Development Economics*, 86(1), 22–42.
8. Ferrer-i-Carbonell, A. (2005). Income and well-being: An empirical analysis of the comparison income effect. *Journal of Public Economics*, 89(5–6), 997–1019.
9. Easterlin, R. A. (1974). Does economic growth improve the human lot? Some empirical evidence. In *Nations and households in economic growth* (pp. 89–125). Elsevier.
10. Rojas M. (2019). *The Economics of Happiness*. Springer.
11. Blanchflower, D. G. (2007). Is unemployment more costly than inflation? *National Bureau of Economic Research*.
12. Böckerman, P., & Ilmakunnas, P. (2006). Elusive effects of unemployment on happiness. *Social Indicators Research*, 79(1), 159–169.
13. Di Tella, R., MacCulloch, R. J., & Oswald, A. J. (2001). Preferences over inflation and unemployment: Evidence from surveys of happiness. *American Economic Review*, 91(1), 335–341.



14. Lucas, R. E., Clark, A. E., Georgellis, Y., & Diener, E. (2003). Reexamining adaptation and the set point model of happiness: Reactions to changes in marital status. *Journal of Personality and Social Psychology*, 84 (3), 527.
15. Clark, A. E., & Oswald, A. J. (2002). A simple statistical method for measuring how life events affect happiness. *International Journal of Epidemiology*, 31(6), 1139–1144.
16. Snopce L. (2008). Religiousness and happiness in three nations: A research note. *Journal of Happiness Studies*, 9 (2), 207-211.
17. Lewis, C. A., Maltby, J., & Burkinshaw, S. (2000). Religion and happiness: Still no association. *Journal of Beliefs & Values*, 21 (2), 233-236.
18. Helliwell J. F., & Putnam, R. D. (2004). The social context of well-being. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 359(1449), 1435–1446.
19. Dorn, D., Fischer, J. A., Kirchgässner, G., & Sousa-Poza, A. (2007). Is it culture or democracy? The impact of democracy and culture on happiness. *Social Indicators Research*, 82(3), 505–526.
20. Hudson J. (2006). Institutional trust and subjective well-being across the EU. *Kyklos*, 59(1), 43–62.
21. Frey B. S., & Stutzer, A. (2000). Happiness Prospers in Democracy. *Journal of Happiness Studies*, 1(1).
22. Нурдинова Ш. (2021). Ўзбекистонда бахтга таъсир қилувчи омиллар таҳлили. *Экономическое обозрение* 255 (3), 16-27.
23. DeMaris, A. (1995). A tutorial in logistic regression. *Journal of Marriage and the Family*, 956–968.
24. De Neve, J.-E., & Krekel, C. (2020). Cities and happiness: A global ranking and analysis. *World Happiness Report 2020*, 14.
25. DeJonge, T., Veenhoven, R., & Kalmijn, W. (2017). Diversity in survey questions on the same topic. *Social Indicators Research Series*, 68.
26. Blanchflower, D. G. (2020). Is happiness U-shaped everywhere? Age and subjective well-being in 145 countries. *Journal of Population Economics*, 1–50.
27. Veenhoven R. (2008). Healthy happiness: Effects of happiness on physical health and the consequences for preventive health care. *Journal of Happiness Studies*, 9(3), 449–469.
28. Inglehart R., C. Haerpfer, A. Moreno, C. Welzel, K. Kizilova, J. Diez-Medrano, M. Lagos, P. Norris, E. Ponarin & B. Puranen et al. (eds.). 2018. *World Values Survey: Round Six - Country-Pooled Datafile*. Madrid, Spain & Vienna, Austria: JD Systems Institute & WVSA Secretariat. doi.org/10.14281/18241.8/.

Тақризчи:



DOI:

UDC: 616.8-07+616.441-008.64

ЗАВИСИМОСТЬ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ ПАЦИЕНТОВ С ГИПОТИРЕОЗОМ ОТ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ И ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Рахимбаева Гульнора Саттаровна,
доктор медицинских наук, профессор,
заведующая кафедрой «Неврология-1»
Ташкентской медицинской академии;
e-mail: gulnora.rakhimbaeva@mail.ru;
ORCID: 0000-0002-1502-406X

Рахимбердиев Шохрухбек Равшанбекович,
базовый докторант (PhD) кафедры «Неврология»
Андижанского государственного медицинского института;
e-mail: rshohr@gmail.com;
ORCID: 0000-0002-6247-9470

***Аннотация.** В данном исследовании была изучена когнитивная сфера у пациентов молодого и среднего возрастного периода с гипофункцией щитовидной железы. Целью исследования было определение зависимости когнитивных нарушений от степени тяжести гипотиреоза и длительности анамнеза заболевания. Несмотря на успехи в понимании метаболизма и действия гормона щитовидной железы на мозг человека, научные споры по поводу обратимости психоневрологических расстройств при гипотиреозе продолжаются. Было проведено много исследовательских работ о связи психоневрологических нарушений и гипотиреоза среди новорожденных, детей, лиц пожилого возраста, а также при наличии другой патологии, такой как инсульт, инфаркт миокарда, хроническая ишемия мозга, метаболический синдром и др. Но нейропсихологическое исследование при гипотиреозе у пациентов молодого и среднего возрастного периода при исключении другой патологии не проводилось. Проведено нейропсихологическое обследование 61 пациента с клинико-биохимическими признаками гипотиреоза до и после заместительной терапии, которые были разделены на исследуемые группы согласно степени тяжести гипотиреоза и длительности анамнеза. Результаты обследования показали преобладание когнитивных расстройств в исследуемых группах больных по сравнению с контрольными. Интересным фактом является то, что разные виды когнитивных функций страдают в различной степени. Полученные результаты могут быть использованы в эндокринологии, неврологии, терапии, практике семейных врачей, при обучении студентов, магистров и клинических ординаторов. Установлено, что расстройства высших корковых функций прямо пропорционально зависят от степени тяжести гипотиреоза и длительности заболевания, и, кроме того, заместительная терапия недостаточно эффективна для восстановления когнитивных функций.*

***Ключевые слова:** когнитивные функции, гипотиреоз, эутиреоз, нейропсихологическое исследования, заместительная терапия.*



ГИПОТИРЕОЗ ҲОЛАТИДАГИ БЕМОРЛАРДА КОГНИТИВ ФАОЛИЯТНИ ҚАЛҚОНСИМОН БЕЗНИНГ ФУНКЦИОНАЛ ҲОЛАТИ ВА КАСАЛЛИК ДАВОМИЙЛИГИГА БОҒЛИҚЛИГИ

Раҳимбаева Гулнора Саттаровна,
т.ф.д., профессор, 1-Неврология кафедраси мудири,
Тошкент тиббиёт академияси

Раҳимбердиев Шохруҳбек Равшанбек ўғли,
Неврология кафедраси таянч докторанти (PhD),
Андижон давлат тиббиёт институти

***Аннотация.** Ушбу тадқиқотда қалқонсимон без фаолияти пасайган ёш ва ўрта ёшли беморларда когнитив қобилиятлар ўрганилди. Когнитив бузилишларнинг гипотиреознинг оғирлик даражаси ва касаллик тарихи давомийлигига боғлиқлигини аниқлаш тадқиқотнинг мақсади эди. Қалқонсимон гормонларнинг метаболизми ва инсон миясига таъсирини тушунишдаги ютуқларга қарамай, гипотиреоздаги психоневрологик бузилишлар қайтариловчи эканлиги ҳақидаги илмий баҳслар ҳали давом этмоқда. Янги тугилган чақалоқларда, болаларда, қарияларда, шунингдек, инсульт, миокард инфаркти, сурункали мия ишемияси, метаболик синдром ва бошқа патологиялар мавжуд бўлганда, психоневрологик бузилишлар ва гипотиреоз синдроми ўртасидаги боғлиқлик бўйича кўплаб тадқиқотлар ўтказилган. Аммо бошқа патологияни ҳисобга олмаган ҳолда, ёш ва ўрта ёшли беморларда гипотиреоз ҳолатида нейрпсихологик тадқиқотлар ўтказилмаган. Гипотиреоз синдроми биокимёвий таҳлиллар билан тасдиқланган 61 та беморда нейрпсихологик текширувлар ўрин босувчи терапиядан олдин ва кейин ўтказилди. Беморлар гипотиреознинг оғирлик даражаси ва касалликнинг давомийлигига кўра тадқиқот гуруҳларига бўлинган. Тадқиқот натижалари асосий гуруҳдаги беморларда когнитив бузилишлар тарқалиши назорат гуруҳидан кўра устунлик қилаётганини кўрсатди. Қизиқарли томони шундаки, ҳар хил турдаги когнитив функциялар ҳар хил даражада зарарланади. Олинган натижаларни эндокринология, неврология, терапия, оилавий шифокорлар амалиётида, талабалар, магистрлар ва клиник ординаторлар ўқув жараёнида қўллаш мумкин. Тадқиқот давомида олий кортикал функцияларнинг бузилиши гипотиреознинг оғирлик даражаси ва касаллик давомийлигига тўғридан-тўғри пропорционал боғлиқ эканлиги, шунингдек, когнитив функцияларни тиклаш учун ўрин босувчи терапия етарли даражада самарадор эмаслиги аниқланди.*

***Калит сўзлар:** когнитив фаолият, гипотиреоз, эутиреоз, нейрпсихологик текширувлар, ўрин босувчи терапия.*

THE DEPENDENCE OF COGNITIVE FUNCTIONS IN PATIENTS WITH HYPOTHYROIDISM ON THE FUNCTIONAL STATE OF THE THYROID GLAND AND LENGTH OF THE DISEASE

Rakhimbaeva Gulnora Sattarovna
MD, DSc, Professor, Head of the Department of 1-Neurology
Tashkent Medical Academy

Rakhimberdiev Shokhrukhbek Ravshanbekovich
PhD student of the Department of Neurology
Andijan State Medical Institute



Abstract. *This study investigated the cognitive sphere in young and middle-aged patients with hypothyroidism. The aim of the study was to determine the dependence of cognitive impairment on the severity of hypothyroidism and the duration of the disease history. Despite advances in understanding the metabolism and the impact of thyroid hormone on the human brain, the scientific debate over the reversibility of neuropsychiatric disorders in hypothyroidism continues. There have been many studies about the relationship between neuropsychiatric disorders and hypothyroidism among newborns, children, the elderly, as well as in conjunction with other pathologies such as stroke, myocardial infarction, chronic cerebral ischemia, metabolic syndrome, etc. However, a neuropsychological study in young and middle age period patients suffering hypothyroidism, with the exclusion of another pathology, was not carried out. The neuropsychological examination was carried out in 61 patients with clinical and biochemical signs of hypothyroidism before and after replacement therapy. Patients were divided into test groups according to the severity of hypothyroidism and the duration of the history. The research findings showed the prevalence of cognitive impairments in basic groups of patients compared with the test ones. It is interesting, that different types of cognitive functions are affected in varying degrees. The findings can be used in endocrinology, neurology, therapy, practice of family doctors, in teaching university- and master course students as well as physicians. It has been established that disorders of higher cortical functions are directly proportional to the severity of hypothyroidism and the duration of illness; moreover, replacement therapy is not effective enough to restore cognitive function.*

Keywords: *cognitive functions, hypothyroidism, euthyroidism, neuropsychological research, replacement therapy.*

Введение

Проблема когнитивных расстройств является одной из наиболее актуальных с медико-социальной точки зрения, с которой встречаются врачи различных специальностей в своей практической деятельности. Когнитивные расстройства оказывают физическое, психологическое и социально-экономическое влияние не только на пациента, но и на окружающих его людей, семью и общество в целом.

Последние годы в проведенных исследованиях познавательной сферы все большее внимание уделяется когнитивным нарушениям, причиной которых является системные метаболические нарушения, в частности эндокринопатии. Одной из наиболее частых эндокринологических патологий является гипотиреоз, характеризующийся неспособностью щитовидной железы вырабатывать достаточное количество гормонов щитовидной железы.

Несмотря на успехи в понимании метаболизма и действия гормона щитовидной железы на мозг человека, научные споры по поводу обратимости психоневрологических

расстройств при гипотиреозе продолжают-ся. Было проведено много исследовательских работ о связи психоневрологических нарушений и гипотиреоза среди новорожденных, детей, лиц пожилого возраста, а также при наличии других патологий, таких как инсульт, инфаркт миокарда, хроническая ишемия мозга, метаболический синдром и др. Но нейропсихологическое исследование при гипотиреозе у пациентов молодого и среднего возрастного периода, другими словами, среди пациентов наиболее трудоспособного возраста, при исключении другой патологии, которая может оказать влияние на высшие корковые функции, не проводилось.

Целью нашего исследования являлось изучение зависимости когнитивной деятельности у пациентов молодого и среднего возрастного периода с синдромом гипотиреоза от функционального состояния щитовидной железы и длительности заболевания.

Гипотиреоз связан с психопатологическими нарушениями, такими как депрессия, беспокойство и нейропсихологические нарушения. Более того, пациенты с гипотирео-



зом жалуются на остаточные явления после заместительной терапии и при восстановлении до состояния эутиреоза. Эти остаточные симптомы, включая быстрые изменения настроения, депрессию (утомляемость, плаксивость, нарушение сна и потеря аппетита) и когнитивные расстройства (проблемы с концентрацией, умственная активность и раздражительность), могут перекрываться типичными симптомами психосоматических расстройств. В результате индекс качества жизни, связанного со здоровьем, может быть дополнительно снижен [1].

Безусловно, важной задачей современной медицины является ранняя диагностика когнитивных расстройств, что способствует более раннему назначению адекватной терапии и предотвращению ранней инвалидизации больных [2-4]. Легкое когнитивное нарушение, когнитивное снижение, не нормальное для возраста, но с практически сохраненной функциональной активностью считается самым ранним клиническим симптомом когнитивных расстройств и может быть этапом, на котором необходимо вмешаться в профилактическую терапию [5-7].

По данным ВОЗ, на 2020 год во всем мире насчитывается около 50 миллионов людей с когнитивными нарушениями, достигающими степени деменции, и ежегодно регистрируется почти 10 миллионов новых случаев [8].

Недавние исследования также показали, что дефицит гормона щитовидной железы может способствовать увеличению числа фенотипов аутизма, и эти расстройства, связанные с гипотиреозом и гипотироксинемией, такие как интеллектуальные нарушения, судороги и тревожность, являются коморбидными с расстройством аутистического спектра [9].

Важным дополнением к функциям щитовидной железы является наличие рецепторов гормонов щитовидной железы в мозге взрослого человека, которые могут участвовать в функционировании нервной системы, синаптической пластичности и когнитивной деятельности [10].

Таким образом, кажется, что нарушения настроения и когнитивные сферы часто связаны с предполагаемым нарушением метаболизма щитовидной железы в головном мозге, и эти расстройства обратимы при достижении статуса эутиреоза [11]. Однако исследования за последние десять лет опровергают эти суждения. Гипотиреоидные нейропсихологические расстройства в настоящее время перешли в число часто встречающихся и с течением времени выдвигаются на одно из первых мест, а совершенствование их диагностики и лечения стало одной из актуальнейших задач неврологии и эндокринологии [12-15]. Несмотря на успехи в понимании метаболизма и действия гормона щитовидной железы на мозг человека, взаимосвязь между этими психоневрологическими расстройствами и метаболической функцией мозга изучена недостаточно [11]. Поэтому важно улучшить наше понимание патофизиологии нервно-психических расстройств у пациентов с гипотиреозом и преобразовать эти результаты в более эффективные подходы к профилактике и лечению.

Материалы и методы исследования

Нами обследован 61 пациент в возрасте 18-45 лет, в среднем $28,6 \pm 5,4$ года; мужчин – 5, женщин – 56; с клиническими и биохимическими признаками гипотиреоза (в 1-й группе у 18 – субклинический гипотиреоз, во 2-й группе у 43 – явный (манифестный) гипотиреоз) и 30 контрольных пациентов с эутиреозом (18-45 лет, в среднем $27,3 \pm 6,8$ года). Длительность заболевания – 1-5 лет. Для определения зависимости когнитивных функций от срока течения заболевания с синдромом гипотиреоза пациенты основной группы были разделены на три подгруппы, учитывая период заболевания: А-подгруппа (24 пациента), период заболевания до 1 года; Б-подгруппа (32 пациента), период заболевания 1-3 лет; В-подгруппа (5 пациентов), период заболевания 3-5 лет. Мы оценили внимание, ориентацию в пространстве и времени, память, гнозис, способность к вычислению, речь, праксис и интеллект с помощью стандартизирован-



ных нейропсихологических тестов (MMSE, «Батарея лобной дисфункции», Maxi-mental test).

Нейропсихологические тестирования повторно проводились через 3, 6 и 9 месяцев после начала заместительной терапии гипотиреоза. Все пациенты с гипотиреозом получали только эндокринологическую помощь (заместительную терапию).

Результаты исследования

Пациенты с гипотиреозом показали более низкие баллы по всем нейропсихологическим тестам по сравнению с контрольной группой ($P < 0,05$).

На рисунке 1 показаны результаты нейропсихологического тестирования пациентов 1-й и контрольной групп до лечения и в процессе лечения через 3, 6, и 9 месяцев.

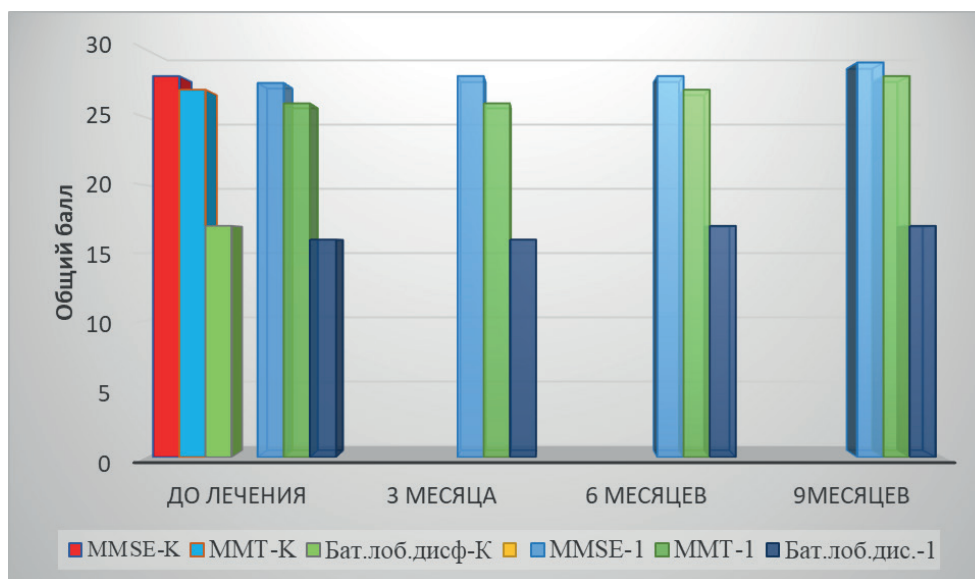


Рис. 1. Результаты нейропсихологического тестирования 1-й и контрольной групп практически здоровых лиц

При сравнении результатов 1-й и контрольной групп разница была незначительна. В процессе заместительной терапии у пациентов 1-й группы наблюдалось значительное восстановление когнитивных функций.

Статистически значимая корреляция между лабораторным показателем тяжести гипотиреоза (уровня Т4) и показателями нейропсихологических тестов выявлена у пациентов 2-й группы ($P < 0,05$) (рис. 2).

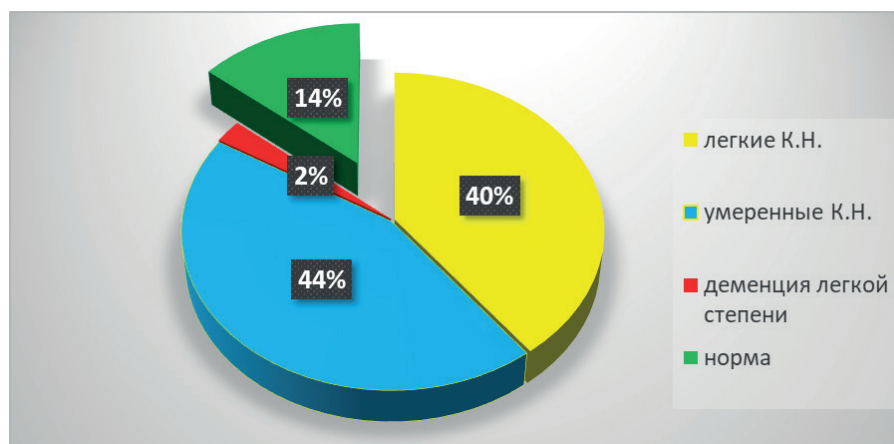


Рис. 2. Процентное соотношение когнитивных расстройств у пациентов 2-й группы



Согласно результатам тестирования, во 2-й группе были выявлены: у 2,32 % пациентов (1) – деменция легкой степени, у 44,18 % (19) – умеренные когнитивные нарушения, у 39,5 % (17) – легкие когнитивные нарушения, 14,0 % (6) – нормальные когнитивные функции.

Эти данные показывают серьезность влияния гипотиреоидного состо-

яния организма на когнитивные функции. При проведении заместительной терапии у пациентов 2-й группы и со временем при достигнутом состоянии эутиреоза улучшаются показатели когнитивных функций по сравнению с показателями до лечения ($P < 0,05$) (рис. 3).

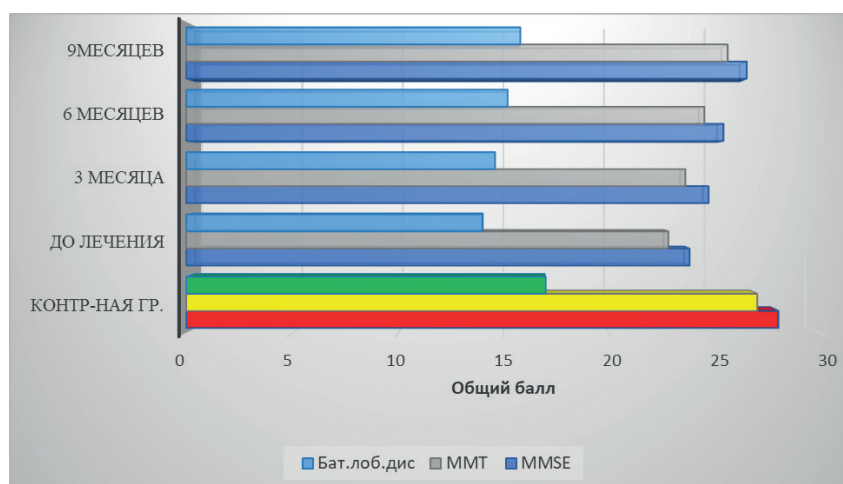


Рис. 3. Динамика улучшения когнитивных функций при проведении заместительной терапии

Но при рассмотрении параметров когнитивной деятельности отдельно существовало статистически значимое улучшение после 6 месяцев заместительной терапии в четырех показателях когнитивных функ-

ций, такие как ориентировка во времени и пространстве, внимание, восприятие и речь. Тогда как в других показателях, таких как интеллект, память, праксис, значимых улучшений не наблюдалось ($P < 0,05$) (табл.).

Таблица

Сравнительная оценка восстановления показателей когнитивной сферы у пациентов 2-й и контрольной групп при проведении заместительной терапии

Показатели	Контр. группа	До лечения	3 мес.	6 мес.	9 мес.
Ориентировка по времени и в пространстве	9,2 ± 0,4	8,1 ± 1,3	8,3 ± 0,9*	8,5 ± 0,7	9,0 ± 0,3
Восприятие	2,8 ± 0,2	2,3 ± 0,4	2,6 ± 0,3	2,8 ± 0,2	2,9 ± 0,1
Внимание	4,6 ± 0,2	3,5 ± 0,5	3,8 ± 0,4	4,1 ± 0,2*	4,3 ± 0,3
Память	4,5 ± 0,3	3,0 ± 0,5*	3,2 ± 0,6	3,5 ± 0,5*	3,8 ± 0,4*
Речевые функции	9,4 ± 0,3	7,3 ± 0,4	7,9 ± 0,5	8,7 ± 0,4	9,3 ± 0,4
Интеллект	8,9 ± 0,4	6,5 ± 1,3	6,8 ± 1,1*	7,1 ± 0,8	7,2 ± 0,6*
Праксис	8,8 ± 0,5	6,6 ± 1,2	6,9 ± 1,1	7,2 ± 0,9	7,3 ± 0,7*

Путем математического анализа показатели когнитивных функций были усреднены до среднеарифметического значения для

визуализации динамики изменения параметров когнитивной деятельности в виде графика ($P < 0,05$) (рис. 4).

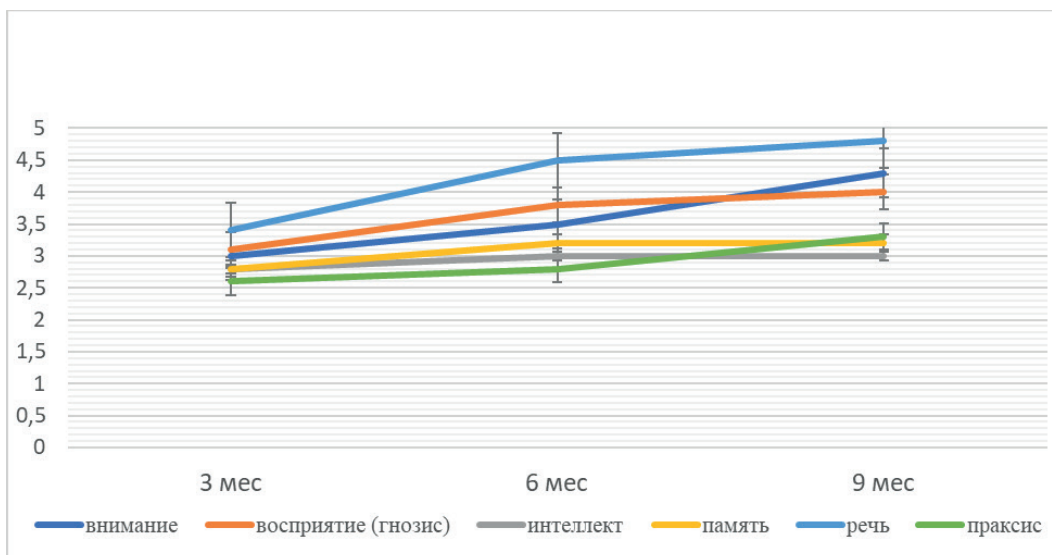


Рис. 4. Динамика изменения видов когнитивных функций у пациентов 2-й группы

При систематизации результатов нейропсихологического тестирования на основе длительности заболевания установ-

лена прямая зависимость познавательных функций от периода заболевания (рис. 5).

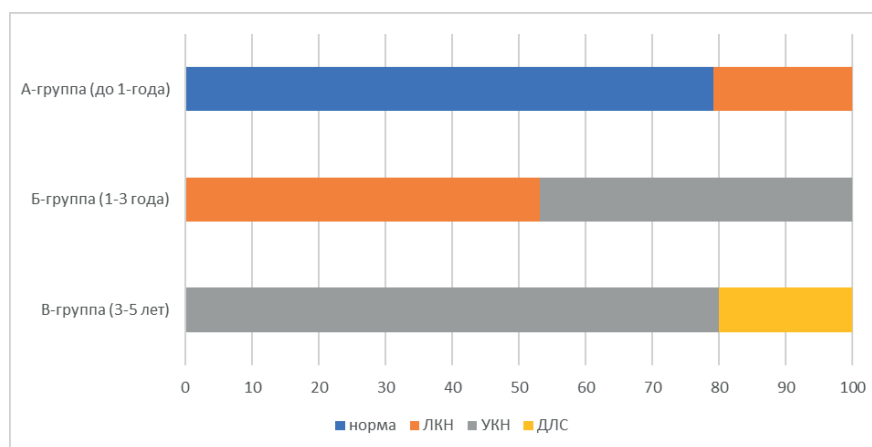


Рис. 5. Результаты нейропсихологического тестирования в разные сроки заболевания с синдромом гипотиреоза

Результаты тестирования А-группы показали, что у 79,2 % (19) пациентов – нормальные когнитивные функции, а у 20,8 % (5) – легкие когнитивные нарушения. У пациентов Б-группы: у 53,12 % (17) пациентов – легкие когнитивные нарушения, у 46,88 % (15) пациентов – умеренные когнитивные нарушения. Исследование В-группы показало следующие результаты: 80,0 % (4) пациентов с умеренными когнитивными

нарушениями и 20,0 % (1) пациентов с деменцией легкой степени. В процессе заместительной терапии у пациентов А-группы наблюдалось значительное улучшение когнитивных функций. Заметное улучшение после 6 месяцев заместительной терапии наблюдалось в Б-группе, тогда как в В-группе значимых улучшений не наблюдалось даже после 9 месяцев заместительной терапии ($P < 0,05$).



Анализ результатов исследования

В первой половине исследования мы оценивали когнитивные нарушения пациентов, разделив их на группы с учетом степени тяжести гипотиреоза. Результаты показывают, что, чем тяжелее протекает гипотиреоз, тем хуже проявляются когнитивные функции. При тестировании 1-й группы пациентов с субклиническим гипотиреозом когнитивные показатели в основном в пределах минимальной нормы, и эффективность заместительной терапии можно наглядно увидеть на рисунке 1, что, скорее всего, связано с отсутствием органического повреждения в нервной системе благодаря защитным механизмам нейрогуморальной регуляции организма и нейропластичности.

Данные исследования 2-й группы пациентов с манифестным гипотиреозом доказывают значение дефицита гормонов щитовидной железы при нарушении когнитивных функций. Эффект от заместительной терапии при достигнутом эутиреозе появился после 6 месяцев наблюдения, но должного результата не достигнуто, что связано с более глубокими повреждениями органического характера. Глубокие повреждения обусловлены нарушением механизмов нейрогуморальной регуляции организма и нехваткой ресурсов нейропластичности в результате длительного гипотиреоидного состояния, что также объясняет зависимость тяжести когнитивных нарушений от длительности анамнеза заболевания.

Следовательно, при явных и выраженных стадиях гипотиреоза применение только заместительной терапии недостаточно, необходимо дополнительное включение препаратов нейропротективного действия.

При проведении исследования пришлось столкнуться с рядом проблем, связанных с организацией рабочего процесса и набором пациентов. При обследовании некоторых пациентов был нужен особый подход и более расширенное информирование, так как у пациентов появлялось опасение за свое здоровье по поводу дополнительного неврологического осмотра. При наборе пациентов

затруднение вызвало исключение пациентов с иной патологией, которая может увеличить погрешность в нейропсихологическом тестировании. Частой причиной иной патологии являлись сердечно-сосудистые заболевания, что связано с омоложением данной группы заболевания.

Отличительными особенностями данного исследования являются: во-первых, возрастной диапазон – пациенты наиболее трудоспособного возраста (молодого и среднего возрастного периода), что имеет важное социально-экономическое значение; во-вторых, исключение других видов патологий, которые могут прямым и косвенным образом вызвать когнитивные нарушения [1, 4, 5, 9, 10, 12].

Выводы

Анализ результатов проведенного нейропсихологического исследования позволил сделать выводы об особенностях когнитивных расстройств у пациентов с гипотиреозом:

1. Прогрессирование расстройств высших корковых функций при гипотиреозе прямо пропорционально зависит от степени его тяжести.

2. При достижении уровня эутиреоза (т.е. нормального уровня гормонов щитовидной железы) на ранних этапах заболевания когнитивные нарушения обратимы со временем.

3. Когнитивные нарушения после достижения уровня эутиреоза частично обратимы при тяжелой степени гипотиреоза. Заместительная терапия гипотиреоза была связана со значительными улучшениями четырех наиболее чувствительных показателей когнитивных функций (ориентировка во времени и пространстве, внимание, восприятие, речь), но недостаточно эффективна в таких показателях, как интеллект, память, праксис.

4. Заместительная терапия гипотиреоза оказывала недостаточно эффективное влияние на восстановление когнитивных функций при тяжелых состояниях гипотиреоза и длительном анамнезе заболевания.



REFERENCES

1. Martino G., Caputo A., Vicario C.M., Feldt-Rasmussen U., Watt T., Quattropani M.C., Benvenga S., Vita R. Alexithymia, emotional distress and perceived quality of life in patients with Hashimoto's Thyroiditis. *Front. Psychol.*, 2021, no. 12, pp. 667237. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.667237/.
2. Djos Yu.S., Kalinina L.P. Kognitivnie vizvannie potenciali v neyrofiziologicheskikh issledovaniyah (obzor) [Cognitive Evoked Potentials in Neurophysiological Research (Review)]. *Jurn. med.-biol. issledovaniy – Journal of Biomedical Research*, 2018, vol. 6, no. 3, pp. 223-235. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.3.223/.
3. Evtushenko S.K., Morozova T.M., Shestova Ye.P., Tribat A.A., Morozova A.V. Narushenie kognitivnih funkciy u detey: neyrofiziologicheskaya otsenka i korrekciya [Disturbance of cognitive functions in children: neurophysiological assessment and correction]. *Mejdunar. nevrolog. jurn. – International neurological journal*, 2010, no. 1 (31), pp. 64-70.
4. Zueva I.B., Vanaeva K.I., Sanes Y.L. Kognitivniy vizvanniyy potencial R300: rol' v ocenke kognitivnih funkciy u bolnih s arterialnoy gipertenziey i ojireniem [Cognitive evoked potential P300: a role 'in the assessment of cognitive functions in patients with arterial hypertension and obesity]. *Byul. SO RAMN – Bulletin of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences*, 2012, vol. 32, no. 5, pp. 55-62.
5. Carole R., Daniel S., Bruno R. Subclinical Thyroid Dysfunction and the Risk of Cognitive Decline: a Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. *J Clin Endocrinol Metab.*, 2016, Dec 1, no.101(12), pp. 4945-4954.
6. Petersen R.C., Roberts R.O., Knopman D.S. Mild cognitive impairment: Ten years later. *Arch Neurol.*, 2009, no. 66 (12), pp. 1447-1455.
7. Voisin T., Touchon J., Vellas B. Mild cognitive impairment: A Nosological Entity? *Curr Opin Neurol.*, 2003, no. 16 (Suppl. 2), pp. 43-45.
8. Vsemirnaya organizatsiya zdravooxraneniya. Demensiya [World Health Organization. Dementia]. Available at: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/dementia/>.
9. Berbel P., Navarro D., Román G.C. An evo-devo approach to thyroid hormones in cerebral and cerebellar cortical development: etiological implications for autism *Frontiers in Endocrinology. Thyroid Endocrinology*, 2014, September, vol. 5, article 146, p 1. DOI: 10.3389/fendo.2014.00146/.
10. Bikova O.N., Guzeva V.I., Guzeva V.V., Guzeva O.V., Razumovskiy M.A., Chokmosov M.S. Kognitivnie narusheniya u pacientov, stradayushih gipotireozom, perenesshih ishemicheskiy insult v bassejne levoy vnutrenney sonnoy arterii [Cognitive impairments in patients with hypothyroidism who have had an ischemic stroke in the basin of the left internal carotid artery]. *Vestnik rossiyskoy voenno-meditsinskoy akademii – Bulletin of the Russian military medical academy*, 2016, no. 2 (54).
11. Pak K., Kim M., Kim K., Kim B.H., Kim S.-J., Kim I.J. Cerebral glucose metabolism and Cerebral blood flow in thyroid dysfunction: An Activation Likelihood Estimation Meta-analysis. *Scientific Reports*, 2020, no. 10, p. 1335. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58255-5/>.
12. Baranova G.A. Kognitivnie rasstroystva u bolnih s hronicheskoy nedostatochnostyu mozgovogo krovoobrasheniya pri gipotireoze [Cognitive disorders in patients with chronic cerebrovascular insufficiency in hypothyroidism]. *Medicinskie nauki. Klinicheskaya meditsina – Medical sciences. Clinical medicine*, 2011, no. 2 (18), pp. 65-73.
13. Damulin I.V., Strusenko A.A. Umerennie kognitivnie rasstroystva sosudistogo geneza [Moderate cognitive impairment of vascular origin]. *Trudniy pacient – Difficult patient*, 2018, no. 10, issue 16, pp. 28-31. DOI: 10.24411/2074-1995-2018-10017/.



14. Dedov I.I., Melnichenko G.A., Fadeev V.V. Endokrinologiya. Moscow, Medicina, 2000, 632 p.
15. Romanenkova Yu.S., Kuzminova T.I., Kizimko M.I. Differencialnaya diagnostika nevrologicheskogo deficita pri gipotireoze [Differential diagnosis of neurological deficit in hypothyroidism]. Mejdunarodniy nauchno-issledovatel'skiy jurnal – International research journal, 2017, August, no. 08 (62), vol. 3. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.058/>.
16. Prescott T.L., Thomas J.G. Thyroid hormone signaling: Contribution to neural function, cognition, and relationship to nicotine. Neurosci Biobehav Rev. Author manuscript; available in PMC, 2016, October 1.
17. Kalinin A.P., Kotov S.V., Rudakova I.G. Nevrologicheskie rasstroystva pri endokrinnih zabolevaniyah : rukovodstvo dlya vrachej [Endocrine Disorders: A Guide for Physicians]. 2nd ed., Rev. and add. Moscow, Medical news agency, 2009.
18. Melnichenko G.A., Rybakova A.A. Kak ocenivat' funktsionalnoe sostoyanie shhitovidnoy jelezi, i chto delat' v situacii, kogda testi okazivayutsya neadekvatnimi? [How to assess 'the functional state of the thyroid gland, and what to do' in a situation when the tests turn out to be inadequate?]. Klinicheskaya i eksperimental'naya tireoidologiya – Clinical and experimental thyroidology, 2018, issue 14, no. 2, pp. 86-91. DOI: 10.14341/ket9671/.
19. Garber J.R., Cobin R.H., Gharib H., Hennessey J.V., Klein I., Mechanick J.I., Pessah-Pollack R., Singer P.A., Woeber K.A. American Association of Clinical Endocrinologists; et al. Clinical practice guidelines for hypothyroidism in adults: Cosponsored by the American Association of clinical Endocrinologists and the American Thyroid Association. Endocr. Pract., 2012, no. 18, pp. 988-1028.
20. Jonklaas J., Bianco A.C., Bauer A.J., Burman K.D., Cappola A.R., Celi F.S., Cooper D.S., Kim B.W., Peeters R.P., Rosenthal M.S. Guidelines for the treatment of hypothyroidism: Prepared by the American Thyroid Association Task Force On Thyroid Hormone Replacement. Thyroid, 2014, no. 24, pp. 1670-1751.

Тақризчи:



DOI:

UDC: 541.64; 547.458.81

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БАКТЕРИЦИДНЫХ ИМПЛАНТ-ПЛЕНОК НАТРИЙ-КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ, СОДЕРЖАЩИХ НАНОЧАСТИЦЫ СЕРЕБРА

Сарымсаков Абдушкур Абдухалилович,
доктор технических наук, профессор;
ORCID: 0000-0003-4562-7280;

Юнусов Хайдар Эргашевич,
доктор технических наук, старший научный сотрудник;
e-mail: haydar-yunusov@rambler.ru;
ORCID: 0000-0002-4646-7859;

Жалилов Жавлон Зафар угли,
младший научный сотрудник;
ORCID: 0000-0003-0146-4504;

Рашидова Сайёра Шарафовна,
академик Академии наук Республики Узбекистан,
доктор химических наук, профессор, директор;
e-mail: polymer@academy.uz;
ORCID: 0000-0003-1667-4619

Институт химии и физики полимеров
Академии наук Республики Узбекистан

Аннотация. В процессе исследования синтезированы наночастицы серебра, стабилизированные в растворе натрий-карбоксиметилцеллюлозы (Na-КМЦ) со степенью замещения 0,65-0,85 и степенью полимеризации 200-600. Изучены структура, физико-химические, механические свойства и бактерицидная активность пленок, полученных из растворов Na-КМЦ, содержащих наночастицы серебра. Методами атомно-силовой микроскопии и УФ-спектроскопии определены форма и размеры наночастиц серебра, присутствующие в пленках Na-КМЦ. Установлено, что с увеличением концентрации нитрата серебра в растворах и пленках Na-КМЦ в процессе фотооблучения происходит изменение размера и формы наночастиц серебра. Исследования показали, что форма, размер и количество наночастиц серебра определяют их биологическую активность. Установлено, что увеличение количества наночастиц серебра с размерами 5-25 нм способствует повышению бактерицидной активности пленок Na-КМЦ. Разработана принципиальная технологическая схема и технология производства биоразлагаемых бактерицидных пленок Na-КМЦ, содержащих наночастицы серебра с заданными размерами, которые обладают бактерицидными и бактериостатическими свойствами и предназначены для лечения ожогов и трофических язв.

Ключевые слова: наночастицы серебра, натрий-карбоксиметилцеллюлоза, степень замещения, степень полимеризации, имплант-пленка, ожоговые раны, бактерицидные свойства, фотолиз.



ТАРКИБИДА КУМУШ НАНОЗАРРАЛАРИ МАВЖУД НАТРИЙ-КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗА АСОСИДА БАКТЕРИЦИД ИМПЛАНТ-ПЛЁНКА ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

Саримсаков Абдушкур Абдухалилович,
техника фанлари доктори, профессор;

Юнусов Хайдар Эргашович,
техника фанлари доктори, катта илмий ходим;

Жалилов Жавлон Зафар ўғли,
кичик илмий ходим;

Рашидова Сайёра Шарафовна,
кимё фанлари доктори, профессор, академик

Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси
Полимерлар кимёси ва физикаси институти

Аннотация. Тадқиқотда алмашини даражаси 0,65-0,85 ва полимерланиш даражаси 200-600 бўлган натрий-карбоксиметилцеллюлоза (Na-КМЦ) эритмасида барқарор кумуш нанозарралари синтез қилинди. Таркибида кумуш нанозарралари мавжуд Na-КМЦ эритмасидан олинган плёнкаларнинг физик-кимёвий, механик хоссалари, тузилиши ва бактерицид фаоллиги ўрганилди. Na-КМЦ структурасида шакланган кумуш нанозарраларининг ўлчами, шакли, миқдори атом кучланиши микроскопия ва УБ-спектроскопия усуллари орқали аниқланди. Na-КМЦ эритмаларида ва у асосида олинган имплант плёнкаларда кумуш нитрат тузи концентрацияси ортиши билан фотоқайтарилиш натижасида шакланаётган кумуш нанозарраларининг ўлчам ва шакллари ўзгариши аниқланди. Кумуш нанозарраларининг ўлчами, шакли, миқдори уларнинг биологик фаоллигини аниқлаши кўрсатиб берилди. Ўлчамлари 5-25 нм бўлган кумуш нанозарралари миқдорининг ортиши Na-КМЦ плёнкасининг бактерицид фаоллиги ошишига олиб келиши аниқланди. Куйган ва чуқур яраларни даволашга мўлжалланган бактерицид ва бактериостатик хоссали, олдиндан режаслаштирган ўлчамдаги кумуш нанозарралари мавжуд Na-КМЦ асосидаги биопарчаланувчан плёнкалар олишининг принципиал технологик схемаси ва ишлаб чиқариш технологияси яратилди.

Калит сўзлар: кумуш нанозарралари, натрий-карбоксиметилцеллюлоза, алмашини даражаси, полимерланиш даражаси, имплант-плёнка, куйган яра, бактерицид хосса, фотолиз.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF BACTERICIDAL SODIUM - CARBOXYMETHYLCELLULOSE IMPLANT FILMS CONTAINING SILVER NANOPARTICLES

Sarymsakov Abdushkur Abdukhalilovich,
Doctor of Technical Sciences, Professor;

Yunusov Khaydar Ergashovich,
Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher;

Jalilov Javlon Zafar o`gli,
Junior Researcher;



Rashidova Sayyora Sharafovna,
Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician

Institute of Polymer Chemistry and Physics,
Uzbekistan Academy of Sciences

Abstract. Silver nanoparticles stabilized in sodium-carboxymethylcellulose (Na-CMC) solution with degree of substitution 0,65-0.85 and degree of polymerization 200-600 were synthesized. The structure, physico-chemical, mechanical properties and bactericidal activity of films obtained from solutions of Na-CMC containing silver nanoparticles were studied. The shape and size of silver nanoparticles in structure of Na-CMC films were determined using atomic force microscopy and UV - spectroscopy. It is established that with an increase in silver nitrate concentration in Na-CMC solutions and film, the size and shape of silver nanoparticles changed during photo-irradiation. Studies have shown that the shape, size and number nanoparticles of silver determined their biological activity. It was found that an increase in the number of silver nanoparticles with sizes of 5-25 nm contributes to an increase in the bactericidal activity of Na-CMC films. A basic technological scheme and production technology for the biodegradable bactericidal Na-CMC films contained silver nanoparticles with specified dimensions with bactericidal and bacteriostatic properties, intended for the treatment of burns and trophic ulcers, have been developed.

Keywords: silver nanoparticles, sodium-carboxymethylcellulose, degree of substitution, degree of polymerization, implant-film, burn wound, bactericidal properties, photolysis.

Введение

Одним из перспективных направлений в области создания новых химико-фармацевтических препаратов является разработка лекарственных форм биоразлагаемых полимерных пленок, содержащих наночастицы серебра. Такие пленки обладают пролонгированными лечебными и бактерицидными свойствами [1]. Бактерицидные свойства серебра и его производных хорошо известны с глубокой древности и до сих пор используются в медицинской практике в терапии ряда заболеваний. В последнее время появились сообщения о наличии корреляционной зависимости бактерицидных свойств серебра от размера его частиц. При этом было показано, что с уменьшением размера наночастиц серебра происходит кратное увеличение их бактерицидной активности [2].

Одной из важнейших проблем является синтез достаточно стабильных наночастиц серебра заданной формы и размера, в течение длительного времени сохраняющих высокую химическую и биологическую активность [3].

Наночастицы серебра подавляют деятельность фермента, обеспечивающего кис-

лородный обмен у простейших микроорганизмов болезнетворных бактерий, вирусов и грибков (порядка 700 видов патогенной флоры и фауны) [4].

Переход от ионной формы Ag^+ к металлическим нанокластерам позволяет снизить его токсичность к клеткам высших организмов, не подавляя антимикробной активности в отношении патогенной микрофлоры. Наночастицы серебра, особенно в тех случаях, когда они стабилизированы, обладают большей устойчивостью и могут оказывать действие длительное время. В качестве стабилизатора наночастиц серебра представляет большой интерес использование водорастворимого пленкообразующего, биоразлагаемого полимера Na-КМЦ, широко используемого в производстве оральных фармацевтических препаратов и препаратов для наружного применения, в первую очередь для повышения вязкости мазей, паст как гидрогелевая основа, а также препаратов для парентерального применения. Na-КМЦ используется также как связывающее и разрыхляющее вещество в производстве таблеток. Na-КМЦ – один из главных ингредиентов адгезивно-поглоща-



ющих систем при лечении проблемных ран, для удаления раневого содержимого, экссудатов, потовыделений, а также для модификации кинетики высвобождения действующих веществ систем, контактирующих со слизистыми оболочками.

Производство бактерицидных перевязочных средств нового поколения в виде пленок превратилось в интенсивно развивающуюся отрасль химии полимеров медицинского назначения [5].

Пленки медицинского назначения по эксплуатационным свойствам должны соответствовать следующим требованиям: должны разрабатываться из малотоксичных полимеров, обладающих пролонгирующим эффектом; обладать хорошими изолирующими, бактерицидными и антимикробными действиями, достаточной воздухо- и паропроницаемостью и в тоже время предотвращать испарение жидкости с раны или ожога и связанную с этим плазмо- и теплопотерю; быть прозрачными, позволяющими контролировать процесс заживления без снятия покрытия; плотно прилегать к поверхности раны или ожога, что будет препятствовать скоплению экссудата; легко удаляться с поверхности, безболезненно смываться водой; содержать в структуре тиксотропные агенты, предохраняющие их от высыхания [6].

На основании вышеизложенного разработка технологии производства новых форм оригинальных полимерных бактерицидных имплант-пленок является актуальной задачей.

Целью данной работы является разработка технологии производства биоразлагаемых, бактерицидных имплант-пленок на основе высокоочищенной Na-КМЦ, содержащих наночастицы серебра, для лечения различных ожогов и определение их состава, физико-химических и медико-биологических свойств.

Материалы и методы

Для формирования пленок были выбраны 2-4 % водные растворы очищенных образцов Na-КМЦ с степенью замещения (СЗ) – 0,65-0,85 и степенью полимеризации (СП) – 200-600. Для удаления из растворов Na-КМЦ гелевой фракции использовали ла-

бораторную центрифугу с скоростью вращения 6000 об/мин. В освобожденные от гелевой фракции растворы Na-КМЦ при перемешивании были добавлены расчетные количества 0,1-0,001 М водные растворы соли нитрата серебра (AgNO_3), 0,1-0,3% глицерина в качестве пластификатора и продолжали перемешивание до получения однородного гидрогеля Ag^+ -КМЦ.

Для получения дисперсий наночастиц серебра использовали ультразвуковое диспергирование гидрогеля на УЗ-диспергаторе марки УЗДН-1, У-4,2. Из однородного гидрогеля Ag^+ -КМЦ отливали пленки на поверхность обезжиренной стеклянной пластины при помощи устройства. Отлитый слой гидрогеля подвергали ультрафиолетовому облучению ртутной лампой ДБ-60 [7] или ДРШ-250 [8] в течение 30 минут и сушили при температуре 40-50 °С.

Механические свойства пленок определяли в режиме одноосного растяжения на образцах в виде полос шириной 20 мм и длиной 200 мм, на разрывной установке Zwick-1445 (Германия).

Оптические спектры поглощения снимались на приборе Specord M210 в диапазоне длин волн от 200 до 900 нм.

Морфологию поверхностных слоев нанометаллполимеров изучали с помощью атомно-силового микроскопа АСМ-5500 (Agilent-5500). Средний размер частиц металла на поверхности полимерной матрицы, коэффициент вариации определяли путем обчета соответствующих микрофотографий в программе MathCad. Бактерицидную активность образцов определяли по методике [9, 10].

Результаты и их обсуждение

На первом этапе исследований были получены пленки из водных растворов Na-КМЦ с СП = 200-600, СЗ = 0,65-0,85 и изучены их физико-механические показатели. Пленки отливали из 2 % водных растворов Na-КМЦ в стеклянные пластины. При удалении растворителя-воды формировалась пленка Na-КМЦ.

Экспериментально установлено что, с увеличением СП Na-КМЦ от 200 до 600 прочность полученных пленок возрастает



с 540 до 780 кгс/см². При этом показатель растяжения при разрыве увеличивается от 4,7 до 5,3 % [11].

Известно, что включение карбоксильных групп в макромолекулы полимера повышает их хрупкость. Хрупкость пленок из Na-КМЦ тем выше, чем ниже содержание ионов натрия в их структуре. Удовлетворительные эксплуатационные показатели пленок Na-КМЦ достигаются при значениях их разрывного удлинения 7-9 % [12, 13].

Далее для увеличения относительного удлинения при разрыве пленок Na-КМЦ в исходные растворы были добавлены различные количества пластификатора. В качестве пластификатора был выбран глицерин, который разрешен к применению в медицинской практике.

Выявлено, что при увеличении концентрации пластификатора от 0,1 до 0,3 % в пленках из Na-КМЦ происходит повышение относительного удлинения при разрыве независимо от СЗ и СП Na-КМЦ [14].

Вышеприведенные исследования явились основой для получения пленок Na-КМЦ, используемых в качестве полимерной подложки.

Далее были проведены исследования по получению полимерных пленок Na-КМЦ, содержащих стабилизированные наночастицы серебра, и изучены условия их формирования.

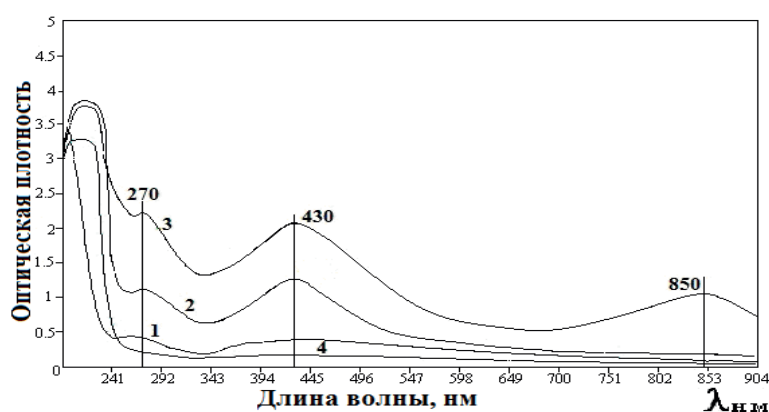
Изучением влияния концентрации исходного водного раствора AgNO₃ на форму и размер наночастиц серебра в интервале концентраций AgNO₃ 0,025 ÷ 2,5 масс. % в пленках Na-КМЦ установлено, что с ростом концентрации наночастиц серебра при фотохимическом восстановлении ионов серебра в пленках происходит увеличение оптической плотности и максимума поглощения при λ = 430 нм.

Окраска пленок после УФ-облучения изменяется от бледно-желтой до коричневой. Такие изменения, вероятно, связаны с увеличением количества и размеров образующихся наночастиц серебра.

Как сообщается в [8], форму и размер наночастиц серебра в различных полимерных пленках возможно определить методом УФ-спектроскопии.

УФ-спектроскопические исследования проведены на пленках Na-КМЦ, содержащих 0,025-2,5 масс. % нитрата серебра, подвергнутых фотооблучению. На рис. 1 представлены УФ-спектры пленок Na-КМЦ, содержащих различные количества нитрата серебра, полученных фотооблучением в течение 30 минут.

В исследуемом диапазоне концентраций ионов серебра время фотооблучения 30 минут характеризует предельную конверсию ионов серебра в наночастицы, что было установлено нами ранее [11].



(1-0,025; 2-0,25; 3-2,5) масс.%. AgNO₃; 4-пленка из исходной Na-КМЦ.

Рис. 1. Спектры поглощения фотохимически восстановленных образцов пленок Na-КМЦ, содержащих различные количества AgNO₃

Как видно из рисунка, при содержании в пленке Na-КМЦ, 0,025 масс. % соли серебра (рис. 1, кривая 1) в спектре появляется максимум при $\lambda = 270$ нм, который указывает на формирование кластеров димеризации частиц Ag_4^{2+} , а в пленках Na-КМЦ, содержащих 0,25 масс. % соли серебра (рис. 1, кривая 2), в спектре появляется новая полоса поглощения с максимумом при $\lambda = 430$ нм, отнесенный к наночастицам серебра с размерами 5-25 нм [14].

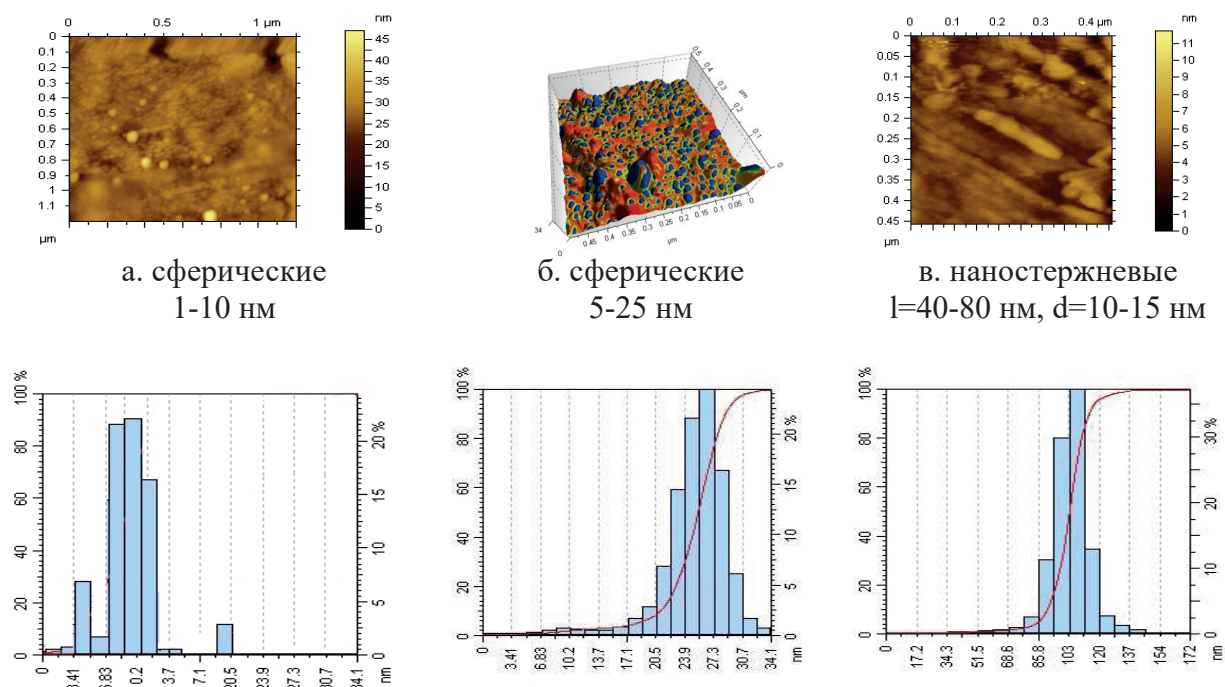
С увеличением концентрации соли серебра до 2,5 масс. % в гидрогелях, подвергнутых фотохимическому восстановлению с последующим формированием из них пленок, наблюдается увеличение интенсивности полосы поглощения с максимумом при $\lambda = 430$ нм (рис. 1, кривая 3), что объясняется увеличением количества наночастиц серебра с размерами 5-25 нм с одновременным появлением слабовыраженного максимума в ближней ИК-области ($\lambda = 850$ нм) УФ-спек-

тра, который характеризует наночастицы серебра исключительно стержневидной формы [11].

При этом исследуемом диапазоне концентраций ионов серебра время фотооблучения 30 минут характеризует предельную конверсию ионов серебра в наночастицы, что было установлено нами ранее результатами которых представлены в сообщении [14].

Атомно-силовая микроскопия показала, что в зависимости от концентрации ионов серебра в пленках Na-КМЦ формируются наночастицы серебра различного размера, от сферической до стержневидной формы.

Как видно из (рис. 2 а), при концентрации 0,025 масс. % $AgNO_3$ в структуре Na-КМЦ с СЗ = 0,85 и СП = 600 формируются кластеры серебра Ag_4^{2+} . При добавлении 0,25 масс. % $AgNO_3$ в структуре Na-КМЦ с СЗ = 0,85 и СП = 600 (рис. 2 б) формируются сферические наночастицы серебра с размером 5-25 нм.



Концентрации [Na-КМЦ] = 2 %; время УФ-облучения 30 мин.
(а-0,025, б-0,25, в-2,5 масс. % $AgNO_3$).

Рис. 2. АСМ снимки и распределение частиц по размерам для образцов пленок Na-КМЦ, содержащих стабилизированных наночастиц серебра



При увеличении концентрации азотно-кислого серебра в структуре Na-КМЦ с $C_3 = 0,85$ и СП = 600 до 2,5 масс. % (рис. 2 в), формируются наночастицы серебра стержневидной структуры с размером 40-80 нм по длине и 10-15 нм по ширине. На рис. 2 также представлены распределения частиц наносеребра по размерам для сферических и стержневидных их форм в пленках Na-КМЦ.

Бактерицидную активность образцов пленок Na-КМЦ, содержащих ионы и наночастицы серебра, изучали на условно патогенных тест-культурах *Staphylococcus epidermidis* и *Candida albicans*.

Установлено, что пленки Na-КМЦ, содержащие наночастицы серебра с размерностью 5-25 нм, полностью подавляют рост штаммов *Staphylococcus epidermidis* и дрожжевых грибов *Candida albicans* и являются наиболее активными.

Образцы пленок Na-КМЦ, содержащие стержневидные, относительно крупные ($l_1 = 40-80$ нм, $h_2 = 10-15$ нм) наночастицы, менее активны по отношению к наночастицам сферической структуры с размерностью 5-25 нм, что также объясняется низкими значениями их площади поверхности [14].

Пленки Na-КМЦ, содержащие кластеры Ag_4^{2+} , оказались также менее активными по отношению к пленкам Na-КМЦ, содержащим наночастицы серебра с размерностью 5-25 нм.

Данный факт может быть объяснен тем, что общее содержание наночастиц серебра в данных образцах пленок Na-КМЦ оказалось почти на порядок меньше, чем в образцах пленок, содержащих наночастицы серебра с размером 5-25 нм. Это может быть объяснено тем, что при концентрации ионов серебра в гидрогелях Na-КМЦ, использованных для формирования пленок 0,0025 масс. %, они практически полностью связаны с карбоксилат анионами Na-КМЦ, и из-за ограничения скорости их подвижности формирование наночастиц серебра протекает с меньшей скоростью, видимо только в структуре нанореактора [8].

Таким образом, установлено, что активность пленок Na-КМЦ по отношению к штаммам *Staphylococcus epidermidis* и дрожжевым грибкам *Candida albicans* определя-

ется как формой и размером наночастиц серебра, так и их общим содержанием в структуре пленок Na-КМЦ.

На основании результатов исследований выбраны следующие оптимальные условия формирования наночастиц серебра в пленках «Нанодерм». Время УФ-облучения 30 минут, содержание Na-КМЦ в растворе 0,008 моль, а содержание $AgNO_3$ в растворе 0,00003 моль и глицерин 0,3 %. В выбранных условиях формируются сферические наночастицы серебра с размером 5-25 нм.

На опытном производстве Института химии и физики полимеров Академии наук Республики Узбекистан наработаны 5 серий стерильных имплант-пленок в количестве 50 штук толщиной 60-300 мкм, размером по ширине 12 см и длине 16 см.

Описание. Цвет пленок от светло-желтого до светло-коричневого, без запаха и вкуса, растворимый в воде, получены из водорастворимой высокоочищенной Na-КМЦ, содержащих 0,0012 % наночастицы серебра. при осаждении растворов пленок в ацетон и спирт выпадает в осадок в форме серой массы. рН 1 % водных растворов пленок – в пределах 7,5 до 8,5.

Подлинность. К разделу «Подлинность» предложена качественная оценка определения пленок ИК- и УФ-спектроскопическими методами.

Количественное определение наночастиц серебра. К 0,1 г анализируемых пленок «Нанодерм» прибавляют 50 мл воды (1), 2 мл азотной кислоты (2), 2 мл раствора железоммониевых квасцов (3) и титруют 0,05 моль/л раствором роданида аммония. При этом цвет раствора изменяется от желто-зеленого до желто-розового окрашивания.

Массовую долю серебра (% С) в пленке определяют по формуле:

$$C = T \times V \times 100 / V_1 \times \rho,$$

где Т – титр раствора роданида аммония, выражающийся в г серебра в 1 мл раствора (г/мл); V – объем раствора 0,05 моль/л роданида аммония, пошедшего на титрование, анализируемого раствора, мл; V_1 – объем анализируемого раствора, мл; ρ – плотность анализируемого раствора, г/см³.



Содержание серебра ($C_{\%}$) в пленке должно находиться в пределах:

$$C_{\%} = 0,0012 \pm 0,0004 \%$$

Хранение. В прохладном, сухом и защищенном от света месте, при температуре от 18 до 28 °С.

Срок годности. Срок годности пленок определяли ускоренным методом хранения, при которой отклонений от научно-технической документации не наблюдалось. На основании фактических данных срок годности препарата рекомендуется 2 года.

Область применения. Пленка «Нанодерм» обладает высокой бактерицидной активностью против широкого круга бактерий, вирусов, грибков и предназначена для лечения трофических язв, ожогов.

Рынок и концепция маркетинга. «Нанодерм» является аналогом зарубежного бактерицидного раневого покрытия «Фолидерм» на основе альгината натрия (Германия) и «Камбутек» на основе калогена (Россия).

Характеристика производимой продукции. Готовым продуктом, производимым по технологическому регламенту, является пленка «Нанодерм», на основе натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы и стабилизированных наночастиц серебра, обладающая бактерицидными и бактериостатическими свойствами, предназначенная для лечения ран и ожогов. Препарат «Нанодерм» должен отвечать требованиям, представленным в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические свойства биоразлагаемой бактерицидной пленки «Нанодерм»

Показатель	Методы	Нормы
Внешний вид и цвет	Визуально	Пленка без запаха. Цвет от светло-желтого до светло-коричневого.
Подлинность	ИК-спектр	ИК-спектр высушенного до постоянной массы в таблетке с калием бромидом в области от 4000 до 400 см^{-1} должен иметь полосы поглощения (3410 ± 5), (2940 ± 5), (1600 ± 10), (1410 ± 10), (1310 ± 10), (1060 ± 10), (580 ± 10) см^{-1} .
	УФ-спектр	УФ-спектр снятой пленки в кювете с толщиной слоя 10 мм должен иметь максимумы поглощения при (270 ± 10) нм, (433 ± 10) нм и минимумы поглощения при (330 ± 10) нм.
Средняя масса и отклонения от средней массы	Взвешивание на весах с точностью 0,001 г.	Чистая масса пленки в упаковке должна быть ($0,6 \pm 1,1$) г. Отклонение от установленной средней массы не должно превышать $\pm 3,7 \%$.
pH, 1 % водного раствора	ГФ XI, вып. 1, с. 113	От 7,5 до 8,5.
Содержание сухого остатка	ГФ XI, том 2, с. 142	Потеря массы не должна превышать 98 %.
Определение тяжелых металлов	ГФ XI, вып. 1, с. 171	Не более 0,002 % в сухом препарате после вычета содержания серебра.
Количественное определение серебра в пленке	ГФ XI, вып. 2, стр. 63, 115, 87	Содержание наночастиц серебра $0,0012 \pm 0,0004$ г.
Микробиологическая чистота	ГФ XI, вып. 2, с. 193 изменение № 1	Аэробные бактерии не более 10^3 , число грибов не более 10^2 , не допускается бактерии семейства <i>Escherichia coli</i> .
Упаковка.		В полимерные пленки размером шириной 12 см длиной 16 см.
Маркировка.		В соответствии с ВФС.
Транспортирование.		В соответствии с ГОСТ 17768-90
Хранение.		В сухом, защищенном от света месте.
Срок годности.		2 года.

Материальные ресурсы и технология производства «Нанодерм». Пленка «На-

нодерм» производится исключительно на основе местного сырья. В качестве сырья



используются промышленно производимая в Республике техническая Na-КМЦ после очистки и соль азотнокислого се-

ребра. Основные характеристики сырья и используемых материалов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристики сырья и используемых материалов для производства бактерицидных пленок «Нанодерм»

Наименование сырья и материалов	НД на продукт	Показатели, обязательные для проверки	Примечание
Na-карбоксиметил-целлюлоза (очищенная)	Ts 19515439-06:2020	- внешний вид; - степень замещения; - массовая доля основного вещества; - pH; - растворимость в воде.	Основное сырье
Азотнокислое серебро	ГОСТ 1277-75	- содержание основного вещества.	Основное сырье
Глицерин марок Т94	ГОСТ 6824-96	- прозрачность; - запах.	Вспомогательный материал
Вода дистиллированная	ГОСТ 6709-72	- общая жесткость.	Вспомогательный материал

Упаковка. Пленки «Нанодерм» упаковывают в специальные полимерные пленки с размерами: шириной 12 см, длиной 16 см. ГОСТ 12302. Масса нетто препарата в упаковке должна быть 0,6 г. Упаковка, маркировка, транспортировка и хранение пленки должно соответствовать требованиям опытно-промышленного регламента на бактери-

цидную пленку «Нанодерм».

На основании результатов физико-химических и медико-биологических исследований разработана принципиальная технологическая схема производства имплант-пленок «Нанодерм», содержащих стабилизированные наночастицы серебра, которая представлена на рисунке 3.

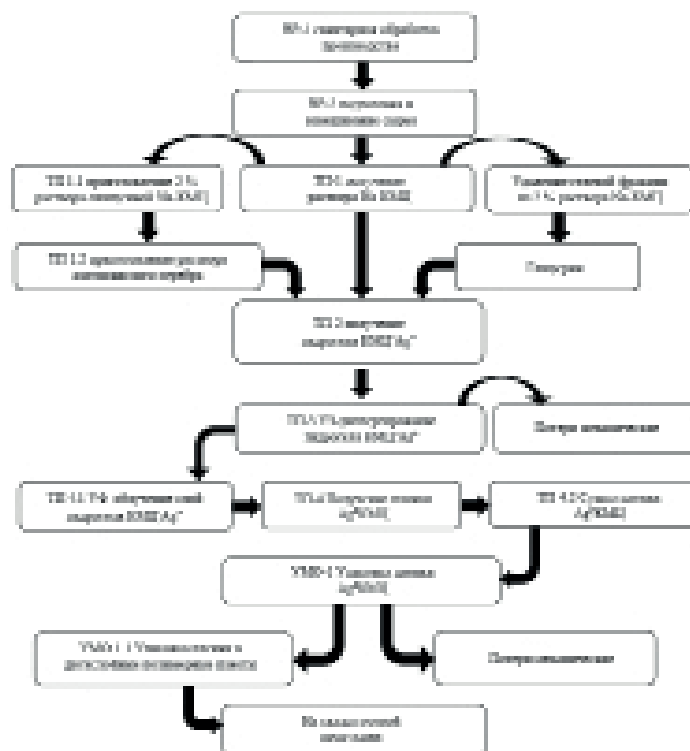
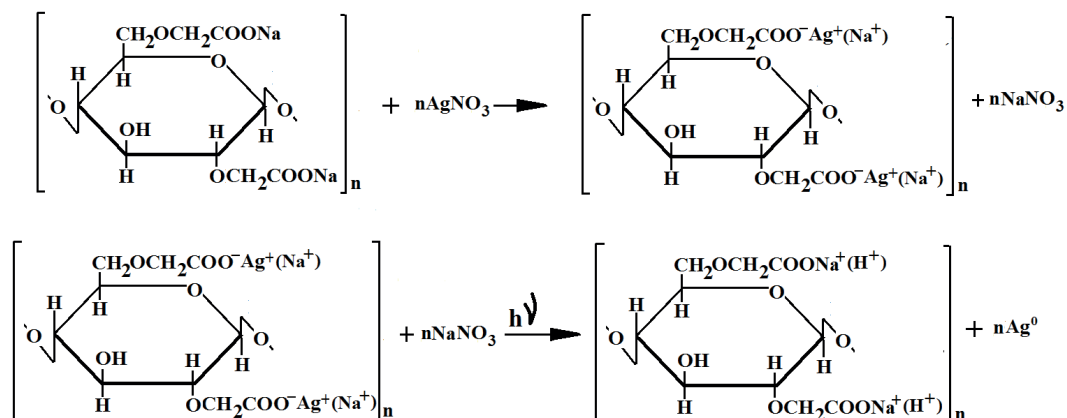


Рис. 3. Принципиальная технологическая схема производства имплант-пленок «Нанодерм»

При производстве имплант-пленок «Нанодерм», формирование наночастиц серебра в

структуре Na-КМЦ протекает по химической схеме, которая представлена на рисунке 4.

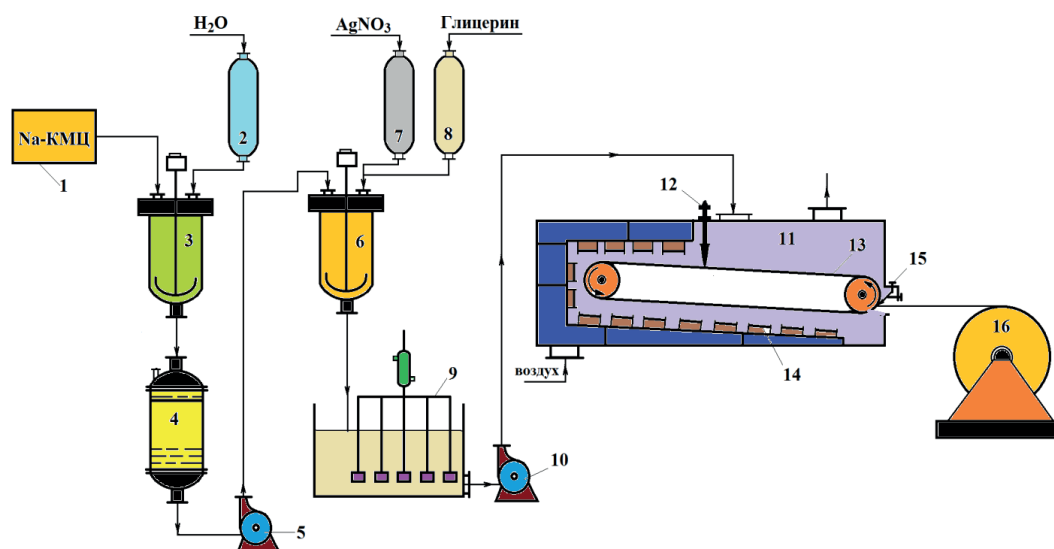


Эмпирическая формула $[(C_6H_9O)_n-OCH_2-COO^-Na^+(H^+)Ag^0]_n$
Молекулярная масса - 46000-138000.

Рис. 4. Химическая схема производства бактерицидных имплант-пленок «Нанодерм»

На основании результатов лабораторных исследований разработана технологическая схема производства биоразлагаемых, бак-

терицидных пленок Na-КМЦ, содержащих стабилизированные наночастицы серебра, которая представлена на рис. 5.



1 – весовая для очищенной Na-КМЦ; 2 – мерник для дистиллированной воды; 3 – реактор для приготовления раствора Na-КМЦ; 4 – пневмофильтрационный узел для фильтрации раствора Na-КМЦ; 5 – насос; 6 – реактор для получения полимерного комплекса $Ag^+КМЦ$; 7 – мерник для раствора азотнокислого серебра; 8 – мерник для раствора азотнокислого серебра; 9 – ультразвуковой диспергатор полимерного комплекса $Ag^+КМЦ$; 10 – насос; 11 – система для формирования и облучения полимерного комплекса $Ag^+КМЦ$; 12 – регулятор толщины слоя гидрогеля $Ag^+КМЦ$; 13 – барабан для отливки пленки $Ag^+КМЦ$; 14 – ультрафиолетовая лампа для восстановления иона серебра до наночастиц; 15 – регулируемый нож; 16 – приемный барабан для бактерицидной пленки «Нанодерм».

Рис. 5. Технологическая схема производства биоразлагаемых, бактерицидных пленок «Нанодерм» с наночастицами серебра



В соответствии с разработанной технологией производства бактерицидных пленок расчетное количество очищенной Na-КМЦ взвешивается на позиции (1), которое загружают в реактор (3), куда при перемешивании добавляют из мерника (2) расчетное количество дистиллированной воды.

Процесс перемешивания продолжают при температуре 25-45 °С до полного растворения Na-КМЦ. Полученный раствор Na-КМЦ переводят в пневмофльтрационный узел (4), где под давлением производится удаление макро- и микрогелей из раствора Na-КМЦ. Отфильтрованный раствор Na-КМЦ при помощи насоса (5) перекачивают в реактор 6, куда из мерника (7) подают расчетное количество водного раствора азотнокислого серебра и глицерин из мерника (8), затем перемешивание продолжают до получения однородной массы.

Далее полученный гидрогель $Ag^+КМЦ^-$ подают на установку ультразвукового диспергирования полимерного комплекса $Ag^+КМЦ^-$ (9). Полученный диспергированный комплекс $Ag^+КМЦ^-$ при помощи насоса (10) подают в систему (11) для формирования и УФ-облучения бактерицидной имплант-пленки. Данная система снабжена механизмом-регулятором толщины гидрогеля (12), барабанным (ленточным) механизмом для нанесения гидрогеля и формирования пленки (13), ультрафиолетовыми лампами ДРШ-250 или ДБ-60 и регулируемые ножами для отливки имплант-пленок (15).

Гидрогель $Ag^+КМЦ^-$ наносится на полированную поверхность барабана (13) ровным слоем, толщина которого регулируется при помощи регулятора толщины (12), далее слой гидрогеля еще раз регулируется при помощи регулируемого ножа (15) и подвергается УФ-облучению при помощи лампы ДРШ-250 или ДБ-60. Скорость вращения барабана (13) подбирается так, чтобы при одном его обороте формирующаяся пленка успевала высохнуть за счет подачи тока горячего воздуха, подаваемого в систему формирования пленки, и было обеспечено восстановление ионов серебра до наночастиц серебра заданной размерности и формы. Да-

лее сформированная биоразлагаемая, бактерицидная имплант-пленка наматывается в рулон в приемный механизм (16).

Из полученной бактерицидной пленки при помощи вырубного прессы получают пленку с необходимыми размерами, которые упаковывают в двухслойные полимерные пакеты, которые подвергают термосвариванию и стерилизации при помощи УФ-облучения в течение 30 минут.

В готовом изделии определяют ее качественные показатели: размер и толщину пленки, ее прочность и разрывное удлинение, содержание, размер и форму наночастиц серебра, показатель бактерицидности и стерильность имплант-пленки.

Имеющиеся условия, необходимые для производства пленок «Нанодерм». В Институте химии и физики полимеров Академии наук Республики Узбекистан создана пилотная установка для получения пленок «Нанодерм» с мощностью, обеспечивающей проведение клинических испытаний и производство опытных партий имплант-пленок «Нанодерм».

Также на базе технологической лаборатории имеются площади, часть модульного технологического оборудования, энергоресурсы для освоения опытно-промышленного производства имплант-пленок «Нанодерм».

В настоящее время бактерицидные, биоразлагаемые раневые покрытия в республике не производятся. Потребность покрывается за счет импорта. Раневые покрытия «Фолидерм» на основе альгината натрия получают из Германии по цене 22 000 сумов за упаковку и пористые покрытия «Комбутек» из калогена по цене 25 000 сумов за упаковку.

Расчетная стоимость одной упаковки разработанных нами раневых бактерицидных, биоразлагаемых пленок «Нанодерм» составляет 14 000 сумов за упаковку.

Один только Республиканский научный центр экстренной медицинской помощи Министерства здравоохранения Республики Узбекистан в год использует до 10 000 упаковок раневых покрытий. Расчетная потреб-



ность страны в раневых покрытиях составляет 150-200 тыс. упаковок. Для сравнения, в США ежегодно используются 2,0-2,5 млн упаковок раневых покрытий.

Экономический эффект от производства раневых покрытий с учетом только разницы в цене импортной и разработанной пленок в год составляет:

$$\mathcal{E} = (C_{\text{и}} - C_{\text{р}}) \cdot N,$$

где \mathcal{E} – экономический эффект сум./год; $C_{\text{и}}$ – цена упаковки импортного покрытия, сум.; $C_{\text{р}}$ – цена упаковки разработанного покрытия, сум.; N – количество упаковок, производимых в год, шт.

$$\mathcal{E} = (22\,000 - 14\,000) \times 150\,000 = 1,2 \text{ млрд сум.}$$

$$\mathcal{E} = (25\,000 - 14\,000) \times 150\,000 = 1,6 \text{ млрд сум.}$$

После завершения клинических испытаний при организации производства пленок «Нанодерм» в промышленных масштабах годовой расчетный экономический эффект за счет только импортозамещения составит 1,2-1,6 млрд сумов.

Выводы

1. Впервые показана возможность получения образцов биоразлагаемых пленок Na-КМЦ, обладающих бактерицидными свойствами, посредством формирования в их структуре наночастиц серебра под воздействием ультрафиолетового облучения.

2. Экспериментально установлено, что в зависимости от концентрации полимерной подложки, ионов серебра и условий УФ-облучения в структуре Na-КМЦ формируются

стабилизированные наночастицы серебра от сферической до стержневидной формы с различными величинами их размеров. Найдены оптимальные условия формирования как сферических, так и стержневидных структур наночастиц серебра с заданной величиной их размеров в зависимости от параметров реакции.

3. Разработана принципиальная технологическая схема и технология производства биоразлагаемых бактерицидных пленок Na-КМЦ, содержащих наночастицы серебра, с заданными размерами, обладающие бактерицидными и бактериостатическими свойствами, предназначенные для лечения ожогов и трофических язв.

4. Расчетный экономический эффект от внедрения разработанных бактерицидных имплант-пленок «Нанодерм» составляет 1,6 млрд сум./год.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства инновационного развития РУз по ГНТП программе А-ФА-2019-34 «Разработка нового поколения нанополимеров для лечения различных видов ожогов» на 2019–2022 гг. и программы фундаментальных работ Института химии и физики полимеров Академии наук Республики Узбекистан на 2020–2024 годы “Фундаментальные аспекты создания наноструктурных полимерных форм лекарственных средств и изделий медицинского назначения – будущее наночастиц в организме”.

REFERENCES

1. Zhubanov B.A., Batirbekov E.O., Iskakov R.M. Polimernye materialy s lechebnym dejstviem [Polymeric materials with therapeutic effect]. Almaty, Complex, Publ., 2000, 220 p.
2. Morones J.R., Elechiguerra J.L., Camacho A., Holt K. Kouri J.B., Ramirez J.T., Yacaman M.J. The bactericidal effect of silver nanoparticles. Nanotechnology, 2005, vol. 16, pp. 2346-2353.
3. Sherbakov A.B. Preparaty srebra vchera, segodnja, zavtra [Silver preparations yesterday, today, tomorrow]. Pharmaceutical journal, 2006, no. 5, pp. 45-57.
4. Soni I., Salopek-Bondi B. Silver nanoparticles as antimicrobial agent: a case study on E. coli as a model for Gram-negative bacteria. J. Colloid Interface Sci, 2004, no. 27, pp. 70-82.



5. Livshits V.S. Polimernye pokrytija na rany i ozhogi (obzor) [Polymer coatings for wounds and burns (review)]. Chem-farm. Magazine, 1988, vol. 22, no. 7, pp. 790-798.
6. Shapovalov S.G. Sovremennye ranevye pokrytija v kombustiologii [Modern wound dressings in combustiology]. PHARMindex-Praktik, 2005, vol. 8, pp. 38-46.
7. Sergeev B.M., Kirjuhin M.V., Prusov A.N., Sergeev V.G. Poluchenie nanochastits serebra v vodnyh rastvorah poliakrilovoj kisloty [Preparation of silver nanoparticles in aqueous solutions of polyacrylic acid]. Moscow, 1999, vol. 40, no. 2, pp. 129-133.
8. Kirjuhin M.V., Sergeev B.M., Prusov A.N., Sergeev V.G. Photochemical reduction of silver cations in a polyelectrite matrix. High-molecular compounds, Series B. Russia, 2000, vol. 42, no. 6, pp. 1069-1073.
9. Junusov H.E., Atahanov A.A., Sarimsakov A.A., Rashidova S.Sh., Lobanova K.V., Tashpulatov Zh.Zh. Nanochastitsi serebra, formirovannye na polimernyh matritsah i ih bakteritsidnye svoystva [Silver nanoparticles, formation on polymer matrices and their bactericidal properties]. Pharmaceutical journal, Tashkent, 2010, no. 1, pp. 55-59.
10. Mirzoeva A.E. Metody obshej bakteriologii [Methods of general bacteriology]. Moscow, 2002, 62 p.
11. Junusov H.E., Rashidova S.Sh., Sarimsakov A.A. Struktura i svoystva biorazlagayemyh plenok karboksimetiltsejjulozy, soderzhashhih nanochastitsy serebra [Structure and properties of biodegradable carboxymethylcellulose films containing silver nanoparticles]. High-molecular compounds. Series A. Moscow, 2014, vol. 56, no. 3, pp. 1-6.
12. Itogi nauki i tehniki [Results of science and technology]. Chemistry and technology of macromolecular compounds, Moscow, 1973, vol. 4, pp. 203-205.
13. Semchikov Ju.D. Visokomolekularnie soyedineniya [High molecular weight compounds]. Moscow, 2003, pp. 156-160.
14. Junusov Kh.E., Sarymsakov A.A., Rashidova S.Sh. Metal-polymeric hydrogels based on carboxymethylcellulose and silver nanoparticles: obtaining and properties. Nano science and nanotechnology. Indian journal (NSNTAIJ). India, 2014, vol. 8, issue 5, pp. 161-168.

Тақризчи:



DOI:
UDC: 535.361

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТИ И СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ МИКРОПОРОШКОВ ДИОКСИДА ТИТАНА

Рахматуллаев Илёс Арзимуродович,
доктор физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник;
e-mail: ilyoss@rambler.ru;
ORCID: 0000-0002-2348-7099;

Турсункулов Ойбек Муйдинович,
кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник;
e-mail: oybtm09@gmail.com;
ORCID: 0000-0003-0034-6645;

Назаров Хамдам Турсункулович,
кандидат физико-математических наук,
заведующий лабораторией;
e-mail: nazarov1111@mail.ru;
Центр передовых технологий
при Министерстве инновационного развития Республики Узбекистан

Давронов Маъмуржон Хамроевич,
ассистент,
e-mail: mamurjon-88-88@mail.ru;

Курбонов Абдулла Кенжаевич,
доктор философии (PhD) по физико-математическим наукам,
заведующий кафедрой;
e-mail: abdulla101926@mail.ru;
Каршинский государственный университет

Тукфатуллин Оскар Фаритович,
доктор философии (PhD) по техническим наукам,
старший научный сотрудник
Физико-технического института
Академии наук Республики Узбекистан;
e-mail: oskar.tukfatullin@gmail.com;
ORCID: 0000-0001-6197-7884

Рахматуллаев Мубин Рахманович,
кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник;
Института ионно-плазменных и лазерных технологий



Академии наук Республики Узбекистан;
 e-mail: mubinmr@mail.ru

Аннотация. Методами сканирующей электронной микроскопии и Рамановской спектроскопии исследованы морфология поверхности и структурные свойства микропорошков диоксида титана. Возбуждение спектров комбинационного рассеяния осуществлялось зеленой линией лазера на парах меди ($\lambda = 510,6$ нм), работающем в импульсно-периодическом режиме. Исследовались порошки, состоящие из плотноупакованных частиц сферической формы размерами 29-63 мкм. Регистрируемые спектры комбинационного рассеяния порошков диоксида титана характеризовались аномально большой интенсивностью, что связывалось с пленением возбуждающего излучения в минирезонаторах кюветах. Обнаружено, что в микропорошках диоксида титана в минирезонаторных кюветах (фотонных ловушках) наблюдается эффект «комбинационной опалесценции», приводящей к резкому (на 5-6 порядков) возрастанию интенсивности спектров комбинационного рассеяния в порошке. Установлено, что интенсивность рамановской линии оптических фононов при моде E_{g1} (144 см^{-1}) более чем в 1000 раз превышает интенсивность спектров комбинационного рассеяния микропорошков TiO_2 , зарегистрированных при обычных условиях (в цилиндрической кювете с большим диаметром). Высокая эффективность преобразования возбуждающего излучения в сигнал спектра комбинационного рассеяния объясняется большим значением полного пути, который фотон возбуждающего излучения проходит в дисперсной среде, находящейся в фотонной ловушке. Разработанный оригинальный метод усиления слабых сигналов спектров комбинационного рассеяния на основе минирезонаторов (фотонных ловушек) открывает большие перспективы для регистрации слабых сигналов вторичного излучения порошков неорганических и органических веществ, а также для создания малогабаритных лазерных анализаторов химических соединений, необходимых для решения многих прикладных задач.

Ключевые слова: диоксид титана, порошок, лазер, сканирующая электронная микроскопия, комбинационное рассеяние света, элементный анализ.

МИКРО ЎЛЧАМЛИ ТИТАН ДИОКСИДИ КУКУНЛАРИНИНГ СИРТ МОРФОЛОГИЯСИ ВА СТРУКТУРА ХУСУСИЯТЛАРИНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ

Рахматуллаев Илѐс Арзимуродович,
 физика-математика фанлари доктори,
 етакчи илмий ходим;

Турсункулов Ойбек Муйдинович,
 физика-математика фанлари номзоди,
 катта илмий ходим;

Назаров Хамдам Турсункулович,
 физика-математика фанлари номзоди,
 лаборатория мудири,

Ўзбекистон Республикаси Инновацион ривожланиш вазирлиги хузуридаги
 Илфор технологиялар маркази

Давронов Маъмуржон Хамроевич,
 ассистент;



Курбонов Абдулла Кенжаевич,
физика-математика фанлари бўйича (PhD) фалсафа доктори,
кафедра мудир

Қарши давлат университети

Тукфатуллин Оскар Фаритович,
техник фанлар бўйича (PhD) фалсафа доктори,
Физика-техника институти катта илмий ходими,

Рахматуллаев Мубин Рахманович,
физика-математика фанлари номзоди,
Ион-плазма ва лазер технологиялари институти
катта илмий ходими

Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси

Аннотация. Мақолада сканерли электрон микроскопия ва Раман спектроскопияси усуллари билан титан диоксиди микро ўлчамли кукунларининг сирт морфологияси ва структура хусусиятлари тадқиқ қилинган. Ёруғликнинг комбинацион сочилиши спектрлари импульс-даврийли режимда ишлайдиган мис буғларидаги лазернинг яшил нури ($\lambda = 510,6$ нм) орқали уйғотилган. Тадқиқ қилинган кукунлар сферик шакллардаги маълум ўлчамли (29-63 мкм) зич қадоқланган заррачалар кўринишига эга бўлган. Қайд қилинган титан диоксиди кукунларида ёруғликнинг комбинацион сочилиши спектрлари ўта катта интенсивликка эга бўлиб, минирезонаторли кюветаларда уйғотувчи нурнинг қамалиши билан бевосита боғлиқдир. Минирезонаторли кюветалар (фотонли тузоқлар) ичига жойлаштирилган микро ўлчамли титан диоксидлари кукунларида ёруғликнинг комбинацион сочилиши спектрлари интенсивликларининг кескин (5-6 тартибгача) ошиб кетиши – кукунларда “комбинацион опалесценция” эффекти кузатишган. Eg1 (144 см⁻¹) моддада оптик фонларнинг раман линияси интенсивлиги одатдаги шароитлар (катта диаметрли цилиндрик кюветалар)да микро ўлчамли TiO₂ кукунларида кузатиладиган ёруғликнинг комбинацион сочилиши спектрлари интенсивликларига нисбатан 1000 баробар кучли бўлиши қайд этилган. Уйғотувчи нурланишининг ёруғлик комбинацион сочилиши сигналига ўта самарали айланиши сабаби фотонли тузоқда жойлашган дисперсли муҳитда уйғотувчи нур фотонининг катта тўлиқ йўл босиб ўтиши билан боғлиқлиги орқали тушунтирилган. Минирезонаторлар (фотонли тузоқлар) асосида ёруғликнинг комбинацион сочилиши спектрлари султ сигналларини кучайтириши учун ишлаб чиқилган ушбу оригинал усул муҳим ноорганик ва органик моддалар кукунларидаги иккиламчи нурланишининг султ сигналларини қайд этиши ҳамда кўп амалий масалалар ечишда, кимёвий бирикмаларни таҳлил этишида зарур бўлган кичик ўлчамли лазерли анализаторларни яратиши учун улкан истиқболли имкониятлар яратади.

Калит сўзлар: титан диоксиди, кукун, лазер, сканерли электрон микроскопия, ёруғликнинг комбинацион сочилиши, элемент таҳлил.



STUDY OF SURFACE MORPHOLOGY AND STRUCTURAL PROPERTIES OF TITANIUM DIOXIDE MICROPOWDERS

Rakhmatullaev Ilyos Arzimurodovich,
Doctor of Sciences in Physics and Mathematics,
Leading Researcher;

Tursunkulov Oybek Myudinovich,
Doctor of Philosophy (Ph.D.) in Physics and Mathematics,
Senior Researcher;

Nazarov Hamdam Tursunkulovich,
Doctor of Philosophy (PhD) in Physics and Mathematics,
Head of Laboratory

Center for Advanced Technologies under the
Ministry of Innovative Development of the Republic of Uzbekistan

Davronov Mamurjon Khamroevich,
Assistant;

Kurbonov Abdulla Kenjaevich,
Doctor of Philosophy (Ph.D.) in Physics and Mathematics,
Head of Department

Karshi State University

Tukfatullin Oskar Faritovich,
Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences, Senior Researcher
Physicotechnical Institute of the Academy of Sciences of the
Republic of Uzbekistan

Rakhmatullaev Mubin Rakhmanovich,
Doctor of Philosophy (PhD) in Physics and Mathematics, Senior Researcher
Institute of Ion-Plasma and Laser Technologies of the
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

Abstract. *The surface morphology and structural properties of titanium dioxide micro-powders have been investigated by scanning electron microscopy and Raman spectroscopy. The Raman scattering was excited by the green line of a copper vapor laser ($\lambda = 510.6 \text{ nm}$) which operates in a repetitively pulsed mode. Powders, consisting of close-packed particles in the form of spherical particles of specified sizes (29-63 μm), were investigated. The recorded Raman spectra of titanium dioxide powders were characterized by an anomalously high intensity, which was associated with trapping of exciting radiation in the mini-resonators of the cells. It was found that in titanium dioxide micro-powders in mini-resonator cells (photon traps), the effect of “combination opalescence” is observed, leading to a sharp (by 5–6 orders of magnitude) increase in the Raman scattering intensity within the powder. It was revealed that the intensity of the Raman line of optical phonons at the Eg1 mode (144 cm^{-1}) is more than 1000 times higher than the one of the Raman spectra of TiO₂ micro-powders recorded under normal conditions (in a cylindrical cell*



with a large diameter). The high conversion efficiency of the exciting radiation into the Raman signal is explained by the large value of the total path that the exciting radiation photon travels in the dispersed medium in the photon trap. The developed original method for amplifying weak Raman signals based on mini-resonators (photon traps) opens up great prospects for recording weak signals of secondary radiation of powders of important inorganic and organic substances, as well as for creating small-sized laser analyzers of chemical compounds necessary for solving many applied problems.

Keywords: titanium dioxide, powder, laser, scanning electron microscopy, Raman scattering, elemental analysis.

Введение

В настоящее время порошки диоксида титана (TiO_2) широко применяются в различных отраслях промышленности (изготовление лакокрасочных изделий, целлюлозно-бумажное производство, катализ, косметическая промышленность, медицина и др.). Широкое применение связано с уникальным комплексом свойств TiO_2 . В частности, оксиды титана, в основном в виде наиболее часто встречающихся форм рутила ($I4_1/amd$) и анатаза ($P4/mnm$) [1, с. 26], отличаются высокой каталитической и биологической активностью и считаются перспективными материалами для осуществления искусственного процесса фотосинтеза [2, с. 4]. Кроме того, в последние годы проводятся исследования по их использованию в качестве фотопреобразователей солнечных батарей [3, с. 4; 4, с. 64-66]. Но наибольшее по объему применение они нашли в качестве пигментов бытовых красок [3, с. 4; 5, с. 2891-2959]. Известно, что функциональные характеристики (фотоактивность, реакционная способность и т. д.) TiO_2 в значительной степени зависят от метода его получения [6, с. 118].

Рамановская спектроскопия как мощный инструмент исследования микроструктуры ультрадисперсных материалов является многообещающим методом исследования микро- и нанопорошков TiO_2 [7, с. 365]. Оценка изменения размеров колебательных спектров (комбинационного рассеяния света (КР) и инфракрасного излучения (ИК)) представляет собой привлекательный подход в исследованиях микро- и нанокристаллического TiO_2 , поскольку не только позволяет улучшить понимание процессов, про-

исходящих в подобных системах, но также поможет найти практическое применение колебательной спектроскопии как доступного и эффективного метода для изучения кристаллической структуры и размера кристаллитов. В последние годы с помощью Рамановской спектроскопии были исследованы порошки TiO_2 [8, с. 74305; 9, с. 184302]. Влияние размерных эффектов на спектры КР были исследованы в работах [10, с. 75-78; 11, с. 134102]. Однако в этих работах изменения в спектрах КР нанокристаллического анатаза интерпретировались по-разному.

Но несмотря на большое количество литературных данных по исследованию TiO_2 , тем не менее отсутствуют данные по комплексному изучению различных физических свойств микропорошков TiO_2 , что является актуальной задачей. Например, слабо изучены вопросы по влиянию размеров частиц на оптические свойства порошков. К настоящему времени отсутствуют данные о закономерностях и особенностях формирования спектров КР микропорошков TiO_2 в фотонных ловушках [12, с. 430; 13, с. 176-217; 14, с. 104; 15, с. 1468-1469].

В связи с этим целью настоящего исследования является комплексное изучение морфологии и структурных свойств микропорошков TiO_2 методами сканирующей электронной микроскопии и Рамановской спектроскопии.

Материалы и методы исследования

Микропорошки TiO_2 произведены на Санкт-Петербургском заводе «Красный химик» (марка ОСЧ 7-3). Морфология поверхности и элементный анализ микропорошков TiO_2 изучались с помощью сканирующего



электронного микроскопа SEM – EVO MA 10 (Carl Zeiss, Германия). Измерения проводились в режиме детектирования вторичных электронов (SED). Элементный состав на локальном участке определялся с помощью энергодисперсионного элементного анализатора марки AZtec (Oxford Instruments, Великобритания).

В процессе изучения элементного состава получены электронные фотографии интересующих локальных участков, процентное соотношение элементов, характерное для данных участков, а также спектральные распределения. Особенность методики изучения образцов посредством сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) заключается в следующем. Для проведения процесса пробоподготовки на предметный столик СЭМ устанавливался держатель из металлического сплава, поверх которого приклеена алюминиевая фольга с двухсторонней клейкой поверхностью. На эту фольгу наносились исследуемые порошки, после чего предметный столик устанавливался в рабочую камеру микроскопа, из которой откачивался воздух для создания вакуума. Во время измерения подавалось ускоряющее напряжение (ЭНТ – Extra High Tension) 20 кВ.

Рабочее расстояние (WD-working distance) составляло 8,5 мм. Изображения были получены в масштабе 20 мкм с помощью программного обеспечения SmartSEM.

Для регистрации спектров КР использовалась волоконно-оптическая методика (рис. 1). В качестве источника возбуждения использовался лазер на парах меди (1), генерирующий излучение в видимой области спектра с длинами волн 510,6 и 578,2 нм. Генерация осуществлялась в монохроматическом режиме ($\lambda = 510,6$ нм), при этом желтая линия ($\lambda = 578,2$ нм) была подавлена фильтром. Возбуждающее излучение лазера (1) с помощью световода (5) направлялось внутрь кюветы с образцом (4). Вторичное излучение (ВИ) входило в другой световод (5) диаметром 100 мкм и направлялось к входной щели волоконно-оптического миниспектрометра (6). С миниспектрометра цифровая информация о спектре ВИ (в частности, КР) посредством USB-кабеля (7) передавалась на компьютер (8). Средняя мощность излучения лазера 10 Вт. Излучение генерируется в импульсно-периодическом режиме с большой частотой следования (10^4 Гц) коротких (20 нс) импульсов генерации с пиковой мощностью 10^5 Вт.

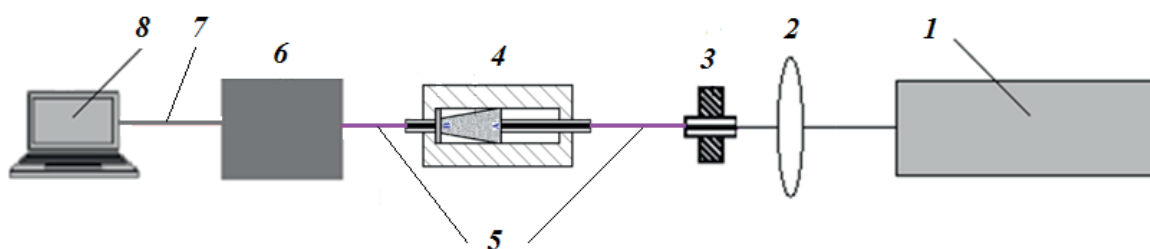


Рис. 1. Схема экспериментальной установки:

- 1 – лазер на парах меди; 2 – собирающая линза; 3 – держатель световода;
 4 – минирезонаторная кювета (фотонная ловушка) с порошком;
 5 – кварцевые световоды; 6 – миниспектрометр FSD-8;
 7 – USB-кабель; 8 – компьютер**

Для усиления сигнала КР в порошках нами были изготовлены специальные конструкции различных типов металлических кювет. Минирезонаторные кюветы различных видов представляют собой фотонные ловушки, т. е. кюветы, в которых излучение

претерпевает многократное отражение и рассеяние. Кюветы имели диаметр капилляра 1,5-3 мм и длину 20-50 мм (рис. 2). Эти минирезонаторные кюветы впервые были разработаны нами, и на данное устройство был получен патент на изобретение [16, с. 34].



Рис. 2. Минирезонаторные кюветы с образцами

Использование устройства позволило реализовать «мягкий» режим возбуждения порошка лазерным излучением, обеспечить проведение многократных измерений образцов без их деструкции. Кюветы использовались для работы по схеме «на просвет». Для метода «на просвет» оказалось возможным регистрировать КР без использования каких-либо фильтров, т. к. при этом лазерное излучение сильно ослаблялось на выходе из кюветы из-за процессов многократного рассеяния в порошке. Кювета выполнена в форме замкнутой полости с двумя отверстиями для ввода возбуждающего (первичного) и вывода ВИ. Идея использования фотонных ловушек (рис. 3) состоит в том, что значительная часть доли первичного (лазерного) света, попадая в ловушку, переходит во ВИ. В корпусе фотонной ловушки была вырезана полость, являющаяся рабочим объемом и заполняемая исследуемым порошком. Было установлено, что конусообразная полость оказалась самым

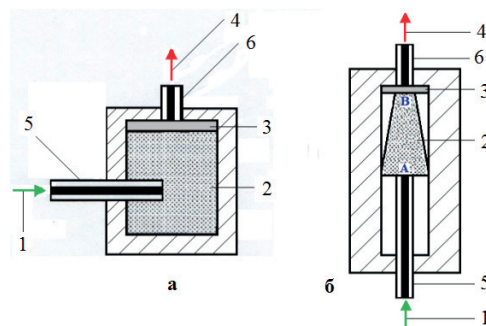
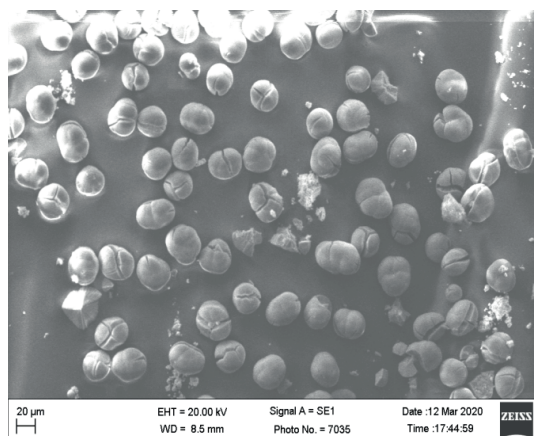


Рис. 3. Устройство минирезонаторной кюветы (фотонной ловушки) с цилиндрическим (а) и конусным (б) резонаторами: 1 – возбуждающее излучение; 2 – исследуемое вещество (порошок); 3 – абсорбционный светофильтр; 4 – вторичное излучение; 5 – входной световод; 6 – выходной световод

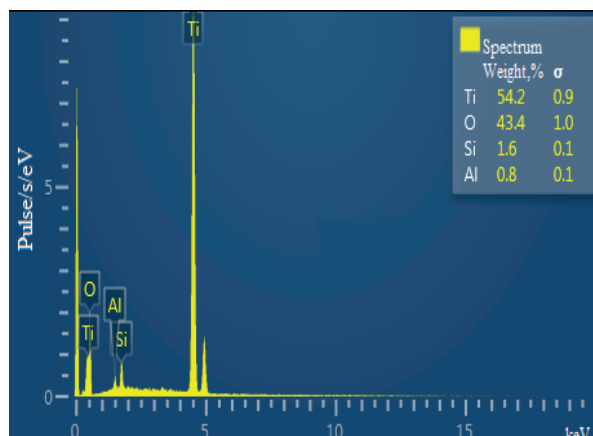
оптимальным вариантом для усиления сигналов КР (рис. 3, б). Кроме того, разработанный нами малогабаритный портативный спектрометр [17, с. 2-3], работающий в автоматическом режиме, позволил уменьшать влияние фоновой засветки, увеличить точность измерения и регистрировать слабые спектры КР порошкообразных образцов [18, с. 46-51].

Результаты и их обсуждение

На рис. 4, а приведено изображение микропорошка TiO_2 , полученное на СЭМ. Образцы представляют собой образования в виде агломератов сферической формы с поперечными размерами от 29 до 63 мкм. Средний размер частиц по данным метода составлял 46 мкм. Результаты энергодисперсионных рентгеновских спектров (рис. 4, б), показывают процентное соотношение в изучаемых образцах элементов титана и кислорода, а также демонстрируют присутствие примесей кремния (Si – 1,6 %) и алюминия (Al – 0,8 %).



а



б

Рис. 4. СЭМ-изображение (а) и энергодисперсионные рентгеновские спектры (б) микропорошков TiO_2 с примесями кремния и алюминия

Спектры КР изученных порошков TiO_2 , имеющих в своем составе частицы различных размеров, представлены на рисунке 5. Исследуемые микрочастицы TiO_2 , присутствующие в порошках, имели сферическую форму (рис. 4, а). Из рисунка 5 видно, что спектры КР всех образцов практически совпадают, и интенсивность КР во всех образцах сравнима с интенсивностью возбуждающей линии лазера. Самые интенсивные сигналы КР наблюдаются для микропорошков TiO_2 , с размером 29 мкм (кривая 1). Это связано с тем, что при попадании в такие структуры возбуждающего излучения с длиной волны, меньшей размера микрочастиц, возможно пленение излучения в результате многократного отражения от стенок микрорезонаторных кювет (рис. 3). Как выяснилось из наших экспериментов, это приводит к возрастанию интенсивности КР в микрокристаллах TiO_2 , что позволило реализовать так называемый «эффект комбинационной опалесценции» [13, с. 176-217; 14,

с.104; 18, с. 46-51; 19, с. 68-80] – явления, при котором большая часть квантов возбуждающего света преобразуется в кванты КР. Подобный резонаторный эффект может быть реализован для акустических и оптических фононов, соответствующих критическим точкам зоны Бриллюэна [12, с. 430]. Согласно литературным данным [1, с. 27; 6, с. 118; 20, с. 26-27; 21, с. 321-322], в спектре КР анатаза можно наблюдать три E_g -пика, которые располагаются при 144, 197 и 639 cm^{-1} (они обозначены как $E_g(1)$, $E_g(2)$ и $E_g(3)$ соответственно), два B_{1g} -пика (399 и 519 cm^{-1}) и A_{1g} -пик (513 cm^{-1}). Пики, расположенные вблизи 513 и 519 cm^{-1} , разрешаются только при низкой температуре, а пик 197 cm^{-1} имеет относительно малую интенсивность. Наиболее информативным и самым интенсивным является пик 144 cm^{-1} (E_{g1}) [20, с. 26-27; 21, с. 321-322]. В нашем случае мы наблюдаем все пики, характерные для спектра КР анатаза при комнатной температуре.

с.104; 18, с. 46-51; 19, с. 68-80] – явления, при котором большая часть квантов возбуждающего света преобразуется в кванты КР. Подобный резонаторный эффект может быть реализован для акустических и оптических фононов, соответствующих критическим точкам зоны Бриллюэна [12, с. 430]. Согласно литературным данным [1, с. 27; 6, с. 118; 20, с. 26-27; 21, с. 321-322], в спектре КР анатаза можно наблюдать три E_g -пика, которые располагаются при 144, 197 и 639 cm^{-1} (они обозначены как $E_g(1)$, $E_g(2)$ и $E_g(3)$ соответственно), два B_{1g} -пика (399 и 519 cm^{-1}) и A_{1g} -пик (513 cm^{-1}). Пики, расположенные вблизи 513 и 519 cm^{-1} , разрешаются только при низкой температуре, а пик 197 cm^{-1} имеет относительно малую интенсивность. Наиболее информативным и самым интенсивным является пик 144 cm^{-1} (E_{g1}) [20, с. 26-27; 21, с. 321-322]. В нашем случае мы наблюдаем все пики, характерные для спектра КР анатаза при комнатной температуре.

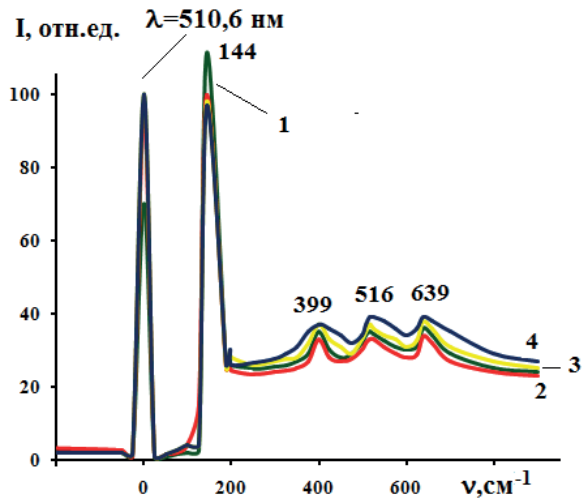


Рис. 5. Спектры КР микропорошков TiO_2 различных размеров при их возбуждении зеленой линией лазера на парах меди ($\lambda_{\text{возб}}=510,6$ нм): а) – $d_{\text{ср}}=29$ мкм; б) – $d_{\text{ср}}=40$ мкм; в) – $d_{\text{ср}}=51$ мкм; г) – $d_{\text{ср}}=63$ мкм ($I_{\text{возб}} \sim 10^5$ Вт/см 2)

Как видно из рисунка 6, сигнал КР в резонаторной кювете почти в 1000 раз больше, чем в цилиндрической кювете с большим диаметром (спектры получены при одинаковых режимах регистрации). Кривая 1 соответствует цилиндрической кювете со сравнительным большим объемом (диаметр кюветы – 18 мм), а кривая 2 – минирезонаторной кювете (рис. 3, б), в которой диаметр капилляра составлял 3 мм. Перед щелью монохроматора был установлен светофильтр OG-1, ослабляющий возбуждающую линию лазера на парах меди ($\lambda_{\text{возб}}=510,6$ нм) в 100 раз при полном пропускании сигнала КР на расстояние 800 см^{-1} от возбуждающей линии.

Таким образом, проведенные нами исследования показали, что в минирезонаторных кюветах (в фотонных ловушках) интенсивность КР микропорошков TiO_2 на выходе из кюветы резко возрастает (рис. 5 и 6). Наблюдается резкое возрастание относительной интенсивности КР в сравнении с интенсивностью возбуждающей (лазерной) линии. Это связано со значительным увеличением полного пути, который фотон возбуждающего излучения проходит в исследуемом веществе, за счет многократного отражения от стенок металлической кюветы и рассеяния на неоднородностях среды.

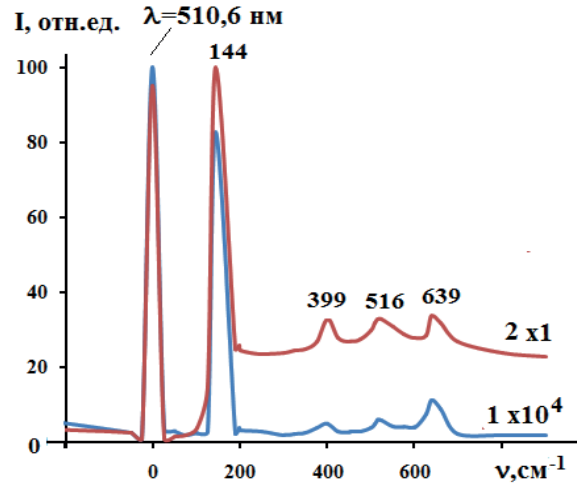


Рис. 6. Спектры КР микропорошков TiO_2 ($d_{\text{ср}}=40$ мкм) в цилиндрической кювете (1) и в резонаторной кювете (2) ($I_{\text{возб}} \sim 10^5$ Вт/см 2)

Отношение интенсивности КР $I_{\text{КР}}$ в спектре ВИ к интенсивности возбуждающего излучения $I_{\text{возб}}$ в однородной среде записывается в виде [15, с. 1468-1470; 18, с. 46-51]:

$$\frac{I_{\text{КР}}}{I_{\text{возб}}} = \sigma \cdot N \cdot L \cdot \delta\Omega \quad (1)$$

где σ – эффективное сечение КР ($\sigma \sim 10^{-28}$ см 2), N – концентрация частиц, L – путь, пройденный фотоном возбуждающего излучения в веществе, $\delta\Omega$ – телесный угол, в котором анализируется исследуемое излучение (угол сбора).

При исследовании веществ в обычных кюветах длиной ~ 1 см отношение интенсивности КР $I_{\text{КР}}$ в спектре ВИ к интенсивности возбуждающего излучения $I_{\text{возб}}$ при концентрации частиц $N \sim 10^{22}$ см $^{-3}$ и угле сбора рассеянного излучения $\delta\Omega \approx 1$ ср составляет:

$$\frac{I_{\text{КР}}}{I_{\text{возб}}} = 10^{-6} \quad (2)$$

Таким образом, на выходе из кюветы с однородной средой интенсивность КР в миллион раз слабее интенсивности возбуж-



дающего излучения. Для определения пути, который проходит фотон возбуждающего излучения в ультрадисперсной среде, было использовано приближение броуновского движения. Модель броуновского движения обычно применяется для описания хаотического теплового движения мельчайших частиц в жидкости. В работе в качестве броуновской частицы рассматриваются фотоны, траектории которых в ультрадисперсной среде формируются в результате многократного рассеяния на неоднородностях среды [15, с. 1468-1470; 18, с. 46-51]. В качестве длины свободного пробега $\Delta x_i = \Delta x$ фотона используется характерный размер оптических неоднородностей в ультрадисперсной среде. Полагая, что за некоторый промежуток времени $\Delta t_i = \Delta t$ фотон проходит расстояние Δx в произвольном направлении, можно записать значение квадрата окончательного удаления (l^2) фотона от исходного положения за n промежутков времени Δt :

$$l^2 = \sum_{i=1}^n (\Delta x_i^2) + \sum_{i=2}^n (2\Delta x_i l_{i-1} \cos \alpha_i), \quad (3)$$

где l_i – полное перемещение фотона за i промежутков времени Δt , α_i – угол между Δx_i и продолжением l_{i-1} . Учитывая, что фотон проходит за определенный промежуток времени Δt приблизительно одинаковое расстояние Δx (длина свободного пробега) в произвольном направлении и что $\cos \alpha_i$ равновероятно может иметь как положительный, так и отрицательный знак, поскольку значения углов α_i равновероятны, получим для среднего значения квадрата окончательного удаления ($\langle l^2 \rangle$):

$$\langle l^2 \rangle = n(\Delta x)^2, \quad (4)$$

Обозначим через t время, в течение которого произошло n перемещений Δx , измеренных через промежутки времени Δt , тогда:

$$n = \frac{t}{\Delta t}, \quad \langle l^2 \rangle = \frac{(\Delta x)^2}{\Delta t} t. \quad (5)$$

Отсюда получаем для перемещения l $l_0 = \sqrt{\langle l^2 \rangle}$ фотона за время t :

$$l_0 = \sqrt{\frac{(\Delta x)^2}{\Delta t}} \sqrt{t}. \quad (6)$$

При этом перемещение l_0 с одинаковой вероятностью может иметь любое направление в пространстве.

Таким образом, при рассмотрении данной модели можно полагать, что фотон, находившийся в начальный момент времени в определенной точке, через t секунд окажется вблизи поверхности шара радиусом $R = l_0$:

$$R = \sqrt{\frac{(\Delta x)^2}{\Delta t}} \sqrt{t}. \quad (7)$$

Отсюда путь, пройденный фотоном в веществе, равен:

$$L = t = \frac{R^2 \Delta t}{(\Delta x)^2} = \frac{R^2}{\Delta x}, \quad (8)$$

где c – скорость света в веществе.

Для фотонной ловушки, используемой в нашей работе, расстояние между входным и выходным торцами световодов, т. е. перемещение фотона в фотонной ловушке, равнялось $R = 1$ см. Длина свободного пробега фотона в ультрадисперсной среде может считаться сравнимой с размерами частиц, т. е. $\Delta x \approx 10^{-4}$ см. Тогда полный путь, пройденный фотоном возбуждающего излучения в фотонной ловушке, равен $L \approx 10^4$ см. В то же время при использовании фотонной ловушки телесный угол рассеянного излучения $\delta\Omega \approx 4\pi$. Такой выбор $\delta\Omega$ обусловлен тем, что возбуждающее излучение, попадая в фотонную ловушку, многократно отражается от ее стенок и поверхностей частиц ультрадисперсной среды.

Подставив полученные значения в (1), получим следующее:

$$\frac{I_{KP}}{I_{вход}} = 10^{-1}. \quad (9)$$

Таким образом, в результате использования разработанной фотонной ловушки контрастность КР на выходе из кюветы для микропорошков TiO_2 по сравнению с обычными типовыми кюветами возрастает на пять



порядков. При этом наблюдается эффект комбинационной опалесценции, т. е. сигнал КР в спектре ВИ оказывается сравнимым по интенсивности с возбуждающим излучением.

Выводы

Таким образом, зарегистрированы КР-спектры микропорошков TiO_2 размером 29–63 мкм. Микрорекристаллы диоксида титана, присутствующие в порошке, имеют вид сферической формы, т. е. являются оптическими и акустическими резонаторами. В наших исследованиях мы наблюдали все пики, характерные для спектра КР анатаза при комнатной температуре. Однако наиболее информативным и самым интенсивным является пик 144 см^{-1} (E_{g1}): интенсивность данного пика в спектрах КР микропорошков TiO_2 более чем в 1000 раз превышает интен-

сивность спектров КР микропорошков TiO_2 , зарегистрированных при обычных условиях (в цилиндрической кювете с большим диаметром). Это обусловлено многократным рассеянием возбуждающего излучения в минирезонаторах-кюветах, что можно классифицировать как явление комбинационной опалесценции.

Таким образом, проведенные нами исследования показали, что разработанный метод усиления слабых сигналов КР (на примере микропорошков TiO_2) на основе разработанных минирезонаторов (фотонных ловушек) открывает широкие возможности для создания в дальнейшем малогабаритных лазерных анализаторов химических соединений, необходимых для решения многих практических задач.

REFERENCES

1. Shul'ga Yu.M., Matyushenko D.V., Golyshev A.A., Shakhrai D.V., Molodets A.M., Kabachkov E.N., Kurkin E.N., Domashnev I.A. Issledovanie metodom kombinatsionnogo rasseyaniya fazovykh prevrashcheniina nostrukturirovannogo anataza TiO_2 v rezul'tate udarnogo szhatiya [Research by the method of Raman scattering phase transformations nanostructured anatase TiO_2 as a result of shock compression]. Pis'ma v ZHTF, 2010, vol. 36, no. 18, pp. 26-31.
2. Gurov A.A. Formirovanie fazovogo sostava, mikrostrukturi i poverxnosti funktsionalnix materialov pri konsolidatsii nanoporoshka dioksida titana. Diss. kand. texn. nauk [Formation of phase composition, microstructure and surface of functional materials during consolidation titanium dioxide nanopowder. Ph.D. tech. sci. diss.]. Perm, 2018, 122 p.
3. Yuryev S.A. Opticheskie svoystva i radiatsionnaya stoykost poroshkov dioksida titana, modifitsirovannix nanochastisami oksidnix soedineniy. Diss. kand. texn. nauk [Optical properties and radiation stability of titanium dioxide powders modified with nanoparticles of oxide compounds. Ph.D. tech. sci. diss.]. Tomsk, 2015, 157 p.
4. Baraton M.I. Nano- TiO_2 for solar cells and photocatalytic water splitting: scientific and technological challenges for commercialization. The Open Nanoscience Journal, 2011, vol. 5, pp. 64-77.
5. Chen X., Mao S.S. Titanium dioxide nanomaterials: synthesis, properties, modifications and applications. Chemical Reviews, 2007, vol. 107, no. 7, pp. 2891-2959.
6. Kiselyova E.S., Sypchenko V.S., Nikitenkov N.N., Pozdeeva E.V., Zeylun V. Study of the composition and structure of titanium dioxide based coatings deposited by the method of reactive magnetic sputtering. Letters on materials, 2017, vol. 7, no. 2, pp. 117-119. DOI: 10.22226/2410-3535-2017-2-117-119.
7. Šćepanović M.J., Grujić-Brojčin M., Dohčević-Mitrović Z.D., Popović Z.V. Temperature dependence of the lowest frequency E_g Raman mode in laser-synthesized anatase TiO_2 nanopowder. Journal of Applied Physics, A, 2007, vol. 86, pp. 365-371. DOI: 10.1007/s00339-006-3775-x.



8. Bassi A.Li., Cattaneo D., Russo V., Bottani C.E. Raman spectroscopy characterization of titania nanoparticles produced by flame pyrolysis: The influence of size and stoichiometry. *Journal of Applied Physics*, 2005, vol. 98, p. 074305.
9. Swamy V., Kuznetsov A., Dubrovinsky L.S., Caruso R.A., Shchukin D.G., Muddle B.C. Finite-size and pressure effects on the Raman spectrum of nanocrystalline anatase TiO₂. *Physical Review B*, 2005, vol. 71, p. 184302. DOI: 10.1103/PhysRevB.71.184302.
10. Wang Z., Saxena S.K. Raman spectroscopic study on pressure-induced amorphization in nanocrystalline anatase (TiO₂). *Solid State Communications*, 2001, vol. 118, pp. 75-78.
11. Hearne G.R., Zhao J., Dawe A.M., Pishedda V., Maaza M., Nieuwoudt M.K., Kibasomba P., Nemraoui O., Comins J.D., Witcomb M.J. Effect of grain size on structural transitions in anatase TiO₂: A Raman spectroscopy study at high pressure. *Physical Review B*, 2004, vol.70, pp.134102. doi: 10.1103/PhysRevB.70.134102.
12. Gorelik V.S., Scrabatun A.V., Bi D. Raman Scattering of Light in Diamond Microcrystals. *Crystallography Reports*, 2019, vol. 64, pp. 428-432. DOI: 10.1134/S106377451903009X.
13. Rakhmatullaev I.A. Vtorichnoe izluchenie v kondensirovannykh sredakh pri impul'sno-periodicheskom lazernom vzbuzhdenii. Diss. dokt. fiz.-mat. nauk [Secondary radiation in condensed media under pulse-periodic laser excitation. Dr. phys. and math. sci. diss.]. Tashkent, 2008, 260 p.
14. Kurbonov A.K. Vtorichnoe izluchenie v mikro – i nanoporoshkakh pri impul'sno-periodicheskom lazernom vzbuzhdenii. Diss. PhD. fiz.-mat. nauk [Secondary radiation in micro- and nanopowders under pulsed-periodic laser excitation. Dr. phys. and math. PhD. diss.]. Tashkent, 2020, 156 p.
15. Goncharov A.P., Gorelik V.S., Krawtsov A.V. Raman scattering in condensed media placed in photon traps. *Technical Physics*, 2007, vol. 52, pp. 1466-1470. DOI: 10.1134/S1063784207110138.
16. Gorelik V.S., Rakhmatullaev I.A. Ustroystvo dlya vzbujdeniya vtorichnogo izlucheniya v molekulyarnix sredax [Device for exciting secondary radiation in molecular media]. Patent RF, no. 2289121, 2006.
17. Rakhmatullaev I.A. e.a. Mnogokanalniy spektrometr [Multichannel spectrometer]. Patent RUz, no. FAP 01158, 2016.
18. Rakhmatullaev I.A., Gorelik V.S., Muminov R.A., Tursunkulov O.M., Tukfatullin O.F., Rakhmatullaev M.R. and Kurbonov A.K. (2021) "Photoluminescence and Raman spectra of diamond micropowders placed in photon traps". *Scientific-technical journal*, vol. 4: Iss. 1, Article 7. Available at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi/vol4/iss1/7> (accessed 28.05.2021).
19. Gorelik V.S., Rakhmatullaev I.A. Combination optical processes in superdispersed media under pulse – periodic laser excitation. *Journal of Russian Laser Research*, 2005, vol. 26, no. 1, pp. 66-82. DOI: 10.1007/s10946-005-0007-3.
20. Gurov A.A., Karmanov V.I., Porozova S.E., Shokov V.O. Sintez i svoystva nanoporoshkov dioksida titana dlya polucheniya funktsionalnix materialov [Synthesis and properties of nanopowder of titania for receiving functional materials]. *Vestnik PNRPU*, 2014, vol. 16, no. 1, pp. 23-29.
21. Ohsaka T., Izumi F., Fujiki Y. Raman Spectrum of Anatase, TiO₂. *Journal of Raman Spectroscopy*, 1978, vol. 7, no. 6, pp. 321-324. DOI: <https://doi.org/10.1002/jrs.1250070606/>.

Тақризчилар:



DOI:

UDC: 631.811.98.816.10.20.547.55.+633.511

ВЛИЯНИЕ ДОЗ ПРЕПАРАТА «ЗЕРОКС» НА КАЧЕСТВО ВОЛОКНА И УРОЖАЙНОСТЬ ХЛОПЧАТНИКА НА РАЗЛИЧНЫХ СРОКАХ ВЕГЕТАЦИИ И ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ГУСТОТЕ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ

Икрамова Махбуба Латибовна,

кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник;
e-mail: ikramova55@mail.ru;
ORCID: 0000-0001-8880-131X

Рахматов Бахтиёр Ниматович,

кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник;
e-mail: davlat_0024@mail.ru;
ORCID: 0000-0002-9669-4451

Научно-исследовательский институт селекции,
семеноводства и агротехнологий выращивания хлопка
Бухарской научно-опытной станции

Атоева Рухсора Одиловна,

докторант,
Бухарского государственного университета,
e-mail: kumushzokirjonova@mail.ru

***Аннотация.** В статье приводятся данные о применении в сельском хозяйстве на среднесоленых лугово-аллювиальных почвах Бухарской области Республики Узбекистан иммуностимулятора контактного и тройного действия «Зерокс» в условиях глубины грунтовых вод 2-2,5 м над уровнем моря. Препарат применялся в различных дозах (1-3 л/т; 1-3 л/га + ПАВ 0,15 л/га), в разный период вегетации хлопчатника (при предпосевной обработке семян, появлении 2-4 настоящих листочков, бутонизации и цветении), при различной густоте стояния растений (80-90; 100-110; 120-130 тыс. куст./га). Самый высокий урожай (52,5 ц/га) и лучшее качество волокна и масличности семян (длина волокна – 35,3 мм; выход волокна – 40 % и масличность – 22,6 %) были получены при применении «Зерокс» в дозе 2 л/т; 2 л/га + ПАВ 0,15 л/га при густоте стояния хлопчатника 80-90 тыс. куст./га. Это способствовало высокой экономической эффективности в сельском хозяйстве: доля первого сбора – 28,7 %, увеличение урожайности – на 11,7 ц/га (1,5 %), качества волокна – на 1,1 мм, масличности семян – на 2,5 % по сравнению с контрольным образцом.*

***Ключевые слова:** «Зерокс», показатели качества.*



“ЗЕРОКС”НИНГ ТУРЛИ МЕЪЁР МУДДАТЛАРДА ВА КЎЧАТ СОНИДА ҒЎЗАДА ҚЎЛЛАШНИНГ ТОЛА СИФАТИГА ТАЪСИРИ

Икрамова Махбуба Латибовна,
биология фанлари номзоди, катта илмий ходим;

Раҳматов Бахтиёр Ниматович,
қишлоқ хўжалик фанлари номзоди, катта илмий ходим

Пахта селекцияси, уруғчилиги ва етиштириш агротехнологиялари илмий-тадқиқот
институту Бухоро илмий-тажриба станцияси

Атоева Рухсора Одилевна,
Бухоро давлат университети докторанти

Аннотация. Мақолада контактли ва уч ёқлама таъсир этувчи “Зерокс” иммуностимуляторини турли меъёр (1 – 2 – 3 л/т; 1 – 2 – 3 л/га + ПАВ 0,15л/га), муддатларда (экиш олдидан чигитига ишлов, 2-4 чинбарг чиқариш, шоналаш ва гуллаш фазаларида), кўчат сониди (80-90; 100-110; 120-130 минг туп/га) “Бухоро-10” ғўза навида қўллашнинг тола (узунлиги ва чиқишига) ва мойдорлик сифатига ижобий таъсири бўйича маълумотлар Бухоро вилоятининг ўртача иўрланган, ер ости сизот сувлари 2,0-2,5м да жойлашган ер шароитида олинганлиги келтирилган. “Зерокс” чигитига ишлов беришида 2 л/т ва ғўза вегетация (2-4 чинбарг, шоналаш ва гуллаш)сида 2л/га + ПАВ 0,15л га меъёрларда суспензиялаб, кўчат сони 80-90 минг туп/га қолдирилганда, энг юқори пахта ҳосили (52,5 ц/га), тола сифати (узунлиги-35,3 мм; чиқиши -40 %) ва чигит мойдорлиги (22,6 %)ни ташиқил этиб, шу кўчат сонидидаги назоратга нисбатан 11,7 ц/га қўшимча ҳосил, толанинг сифати (узунлиги 1,1 мм; чиқиши 2,5 %) ва чигитнинг мойдорлиги 1,5% га юқори бўлганлиги боис аграр соҳада қўлланилганда, юқори самарадорликка эришиши мумкин эканлиги бўйича маълумотлар келтирилган.

Калим сўзлар: «Зерокс», сифат кўрсаткичлари.

APPLICATION OF «ZEROX» IN DIFFERENT RATES, TIMES, COTTON DENSITY ON THE INFLUENCE OF FIBER QUALITY

Ikramova Makhbuba Latibovna,
PhD biol. Sciences Associate Professor

Rakhmatov Bakhtiyor Nimatovich,
PhD Agricultural Sciences, Associate Professor

Scientific Research Institute for Seed Breeding and Agricultural Technology of
Cotton Growing Bukhara Scientific Experimental Station

Atoeva Rukhsora Odilovna
Bukhara State University,
Doctoral Student

Abstract. The article provides data that the depth of groundwater located at 2-2.5 m above sea level in the moderately saline meadow-alluvial soil of the Bukhara region of the Republic of



Uzbekistan, which is applied in agriculture immunostimulant contact and triple action - "Zerox" norms (1 - 2 - 3 l / t; 1 - 2 - 3 l / ha + surfactant 0.15 l / ha) and terms (in pre-sowing treatment of seeds, in the appearance of 2-4 true leaves, budding and flowering) of cotton vegetation, and in various densities (80-90; 100-110; 120-130 thousand pcs. bush / ha) standing, the highest yield (52.5 c / ha) and quality (fiber length 35.3 mm; fiber yield - 40% and 22.6% oil content) fiber and seed oil content were obtained when using Zerox at 2 l / t; 2l / ha + surfactant 0.15 l / ha at a plant density of 80-90 thousand pcs. bush / ha, which leads to high economic efficiency, the share of the first harvest (28.7%) and the constituent crop additives (by 11.7 c/ha), the quality (1.1 mm; 2.5%) of the fiber and oil content of seeds (1.5%) more than the control variant.

Keywords: "Zerox"; Indicators quality fiber.

Введение

Исследования природы стимулирующего или контактного действия регуляторов роста на растение хлопчатник интенсивно проводятся во многих странах мира. За рубежом и узбекскими учеными [1-10] была проведена большая научная работа по изучению влияния стимуляторов роста на урожайность, скороспелость, улучшение качества волокна и масличности семян [11-13].

Известно еще одно свойство регуляторов роста – повышение устойчивости растений к экстремальным факторам среды [14; 15]. В последние годы усилия в мировой науке направлены на поиск именно таких универсально действующих регуляторов (иммуностимуляторов) роста [16; 17].

Химическая регуляция роста и развития хлопчатника является одним из интересных и перспективных направлений [18]. Регуляторы роста можно применять как при предпосевной обработке семян, так и при опрыскивании вегетативных и генеративных органов растений. И одновременно они могут служить фунгицидами, бактерицидами и стимуляторами. В связи с этим научные разработки в области создания и применения иммуностимуляторов для повышения качества и продуктивности важнейших сельскохозяйственных культур, в том числе хлопчатника, являются очень актуальными.

Повышение урожайности, качества хлопчатника и снижение себестоимости, как правило, можно достигнуть в результате применения всех передовых агротехно-

логий возделывания сельхозкультуры, однако немаловажное значение имеет применение иммуностимуляторов роста и развития растений.

Все физиологические (интенсивность дыхания, обмен веществ, испарение воды, продуктивность фотосинтеза и др.) и биохимические процессы в растительном организме, водоснабжение клеток, питание, вид стимулятора или иммуностимулятора, нормы и сроки их применения, сортность хлопчатника, засоленность почвы зависят от густоты стояния растений. Если этот процесс проводится нормально, показатели урожайности и качества будут высокими [19; 20].

Альтернативным контактно-действующим иммуно- и росторегулирующим может служить препарат «Зерокс» с тройным действием серебра. «Зерокс» действует на хлопчатник как иммунизатор еще до контакта его с патогеном и способствует физиологической регуляции генетически детерминированного свойства адаптации растений.

Препарат особенно незаменим в годы с неблагоприятными погодными условиями, уничтожает возбудителей бактериальных и грибковых заболеваний, выработавших резистентность к системным фунгицидам, повышает устойчивость к стрессовым факторам – засухе, высоким (гармсил) температурам, укрепляет иммунную систему хлопчатника, способствует снижению пестицидной нагрузки, обладает мощным ростостимулирующим действием, благо-



приятно действует на физиологические и биохимические процессы, тем самым ускоряет созревание, повышает урожайность и качество сельскохозяйственной продукции [21].

Целью и задачами исследования являются изучение и выявление влияния оптимальных доз и сроков применения «Зерокс» 3000 мг/л коллоидного серебра при различной густоте стояния растений хлопчатника на урожайность, темпы раскрытия коробочек, качество семян, длину и выход волокна в средnezасоленной почве Бухарской области Республики Узбекистан.

Материалы и методы

Объектами исследований являлись сорт хлопчатника «Бухара-10», иммуностимулятор «Зерокс» 3000 мг/л коллоидного серебра и три различных дозы, срок применения и густоты стояния растений хлопчатника.

Исследования проводились по методике, принятой в Научно-исследовательском институте селекции, семеноводства и агротехнологий выращивания хлопка Бухарской научно-опытной станции (НИИС-СиАВХ), – «Методика полевых и вегетационных опытов с хлопчатником» (1973) [22], «Методика проведения полевых исследований» (Ташкент, 2007) [23; 24]. Данные результатов по урожайности дисперсионно проанализированы по методике Б. Доспехова «Методика полевого опыта» (Москва, 1989) [25].

Расстояние между рядью составляет 90 см. Площадь каждой делянки – 72 м². Глубина залегания грунтовых вод – 2 м по механическому составу среднего веса. Контрольным фоном служили необработанные растения хлопчатника. В качестве эталонного образца выбран иммуностимулятор «Фитовак» 200 мл/т и 200 мл/га при разных сроках его применения. Всего изучались 15 вариантов.

Распределение опытных вариантов о повторениям на поле были проведены по методу рандомизации. В таблице 1 показано распределение опытных вариантов по повторениям на поле по методу рандомизации.

Таблица 1

Распределение опытных вариантов по повторениям на поле

Количество вариантов	Повторение опыта		
	I повтор	II повтор	III повтор
1	1 вар.	15 вар.	7 вар.
2	2 вар.	14 вар.	8 вар.
3	3 вар.	13 вар.	9 вар.
4	4 вар.	12 вар.	10 вар.
5	5 вар.	11 вар.	12 вар.
6	6 вар.	10 вар.	11 вар.
7	7 вар.	9 вар.	13 вар.
8	8 вар.	7 вар.	14 вар.
9	9 вар.	8 вар.	15 вар.
1	10 вар.	6 вар.	1 вар.
11	11 вар.	5 вар.	2 вар.
12	12 вар.	4 вар.	3 вар.
13	13 вар.	3 вар.	4 вар.
14	14 вар.	2 вар.	5 вар.
15	15 вар.	1 вар.	6 вар.

При использовании иммуностимулятора «Зерокс» в опыте применяли разные дозы (1-3 л/т; 1-3 л/га + ПАВ 0,15 л/га) и сроки (в период предпосевной обработки семян, появления 2-4-х настоящих листьев, бутонизации и цветения хлопчатника) на трех (80-90; 100-110; 120-130 тыс. куст/га) различной густоты стояния растений.

При исследовании для опрыскивания растений использовали ручной автоспрейер, при норме расхода рабочей жидкости 1000 л/га.

Сбор урожая проводили ручным способом по методу взвешивания со всей площади делянки. Качества волокна определяли в областной лаборатории «Сифат», масличность семян – методом экстрагирования петролейным эфиром на аппарате Сокслета. Схема опытов приведена в таблице 2.

С целью изучения и определения эффективности препарата «Зерокс»: какая густота стояния растений хлопчатника, какой расход, каковы сроки применения иммуностимуляторов роста растений являются самым оптимальным вариантом, брали 3 различных варианта густоты стояния (80-90; 100-110; 120-130 тыс. куст/га), 3 различные дозы расхода препарата «Зерокс» (1-3 л/т;



1-3 л/га + ПАВ 0,15 л/га) и 4 варианта сроков применения (предпосевная обработка семян, появление в 2-4-х листочков, бутонизация и фаза цветения). Для того чтобы иммуностимулятор «Зерокс» эффективно действовал на хлопчатник в течение вегетации, использовали прилепающее средство ПАВ 0,15 л/га.

Таблица 2

Схема опыта

№	Варианты опыта	Густота стояния растений тыс. куст./га	Применение доз в сроки, л/т; л/га			
			предпо-севная обработка семян	появление 2-4-х листочков	в фазе бутонизации	в фазе цветения
1	Контроль	80-90	Замачивание семян водой	Надземные органы хлопчатника суспендировали с питьевой водой		
2		100-110				
3		120-130				
4	«Фитовак» Эталон	80-90	200 мл/т	200 мл/га	200 мл/га	200 мл/га
5		100-110				
6		120-130				
7	«Зерокс»	80-90	1 л/т	1 л/га + ПАВ 0,15л/га	1 л/га+ ПАВ 0,15 л/га	1 л/га + ПАВ 0,15 л/га
8		100-110				
9		120-130				
10	«Зерокс»	80-90	2 л/т	2 л/га + ПАВ 0,15л/га	2 л/га+ ПАВ 0,15л/га	2 л/га + ПАВ 0,15 л/га
11		100-110				
12		120-130				
13	«Зерокс»	80-90	3 л/т	3 л/га + ПАВ 0,15 л/га	3 л/га + ПАВ 0,15 л/га	3 л/га + ПАВ 0,15 л/га
14		100-110				
15		120-130				

Определение влияния в период предпосевной обработки семян различных доз «Зерокса» (испытываемые варианты) и Фитовака (эталон) на энергию прорастания и всхожести семян проводили на опущенных семенах хлопчатника сорта Бухара-10. Семена замачивали в течение десяти часов в различных дозах раствора «Зерокса» (1-3 л/т) и Фитовака (200 мл/т), а в контрольном варианте – в воде. А в течение вегетации хлопчатника (в фазе появления 2-4-х настоящих листочков, бутонизации и цветения) этими же препаратами суспендировали в дозах 1-3 л/га + ПАВ 0,15 л/га и 200 мл/га соответственно (табл. 2).

Результаты исследования и их анализ

Опыты проводились в 2018–2020 гг. на среднесоленых, лугово-аллювиальных почвах в экспериментальном хозяйстве НИИССиАВХ Бухарской НОС. Изучение «Зерокс» в качестве иммуностимулятора проводили, используя препарат в различ-

ных дозах (1-3 л/га + ПАВ 0,15 л/га) и при различной густоте стояния растения сорта хлопчатника «Бухара-10» (80-90; 100-110; 120-130 тыс. куст./га).

В таблице 3 приведены данные по урожайности, качеству волокна и масличности семян.

Последовательное применение препарата «Зерокс» (2 л/т) при густоте стояния 80-90 тыс. куст./га) в период предпосевной обработки семян и затем опрыскивания вегетирующих растений (на 2 л/га + ПАВ 0,15 л/га) способствовало проявлению синергизма активности «Зерокса». В вариантах его последовательного использования все изучаемые показатели превышали не только контрольный вариант, но и варианты, на которых применялись дозы расходов «Зерокс» на 1-3 л/т и 1-3 л/га + ПАВ 0,15 л/га и при густоте стояния 100-110, 120-130 тыс. куст./га.



Таблица 3

Влияние расхода доз препарата «Зерокс» при различной густоте стояния растений и сроков на урожай и качество хлопчатника (данные за 2020 г.)

Густота стояния растений, тыс. куст/га	Норма расхода мл/г, л/г; мл/га, л/га + ПАВ 0,15 л/га	Кол-во коробочек на 1 кусте, шт.	Вес одной коробочки, г	Вес 1000 шт. семян, г	Урожай, ц/га						Качество волокна	
					1-й сбор		2-й сбор		Валовой сбор	Масличность, %	Длина волокна, мм	Выход волокна, %
					Всего, ц/га	± в %	Всего, ц/га	± в %				
80-90	0,0	12,7	6,5	136	36,3	89,0	4,5	11,0	40,8	21,1	34,2	37,5
100-110		9,7	6,3	133	32,0	87,7	4,5	12,3	36,5	21,0	34,1	37,2
120-130		5,7	6,0	132	30,4	84,7	5,5	15,3	35,9	20,8	34,0	37,2
80-90	200 мл/г; 200 мл/га	15,7	7,0	138	44,3	95,7	2,0	4,3	46,3	21,2	35,1	40,0
100-110		10,6	6,7	137	39,8	90,0	4,4	10,0	44,2	21,1	35,1	39,4
120-130		7,9	6,4	136	37,6	93,1	2,8	6,9	40,4	21,0	35,0	37,2
80-90	1 л/г; 1 л/га + ПАВ 0,15 л/га	15,3	6,8	138	42,1	95,5	2,0	4,5	44,1	21,2	35,0	38,5
100-110		10,1	6,5	135	37,6	88,5	4,9	11,5	42,5	21,0	34,8	38,1
120-130		6,9	6,3	133	36,0	89,8	4,1	10,2	40,1	20,9	34,6	37,2
80-90	2 л/г; 2 л/га + ПАВ 0,15 л/га	24,1	7,1	140	51,0	97,1	1,5	2,9	52,5	22,6	35,3	40,0
100-110		14,4	7,1	139	47,0	92,5	3,8	7,5	50,8	22,2	35,2	39,2
120-130		13,0	6,8	137	45,4	91,3	4,3	8,7	49,7	22,0	35,1	38,4
80-90	3 л/г; 3 л/га + ПАВ 0,15 л/га	16,8	7,1	139	49,0	97,0	1,5	3,0	50,5	21,4	35,1	40,0
100-110		15,2	7,1	137	44,0	88,9	5,5	11,1	49,5	21,3	35,0	39,0
120-130		14,2	6,9	135	43,8	92,0	3,8	8,0	47,6	21,1	35,0	38,3
S _x									1,26	0,08	0,09	
НСР ₀₅									2,8	1,2	0,8	

Формирование большего числа коробочек на хлопчатнике при применении препарата «Зерокс» в вариантах предпосевной обработки семян 2 л/г, в течение вегетации (появление 2-4-х настоящих листочков, бутонизация и цветение) и при густоте кустов 80-90 тыс. куст./га, которые суспензировали по 2 л/га + ПАВ 0,15 л/га, предопределило большое количество коробочек (24,1 шт. на растение) по сравнению с контролем (12,7 шт. на растение). Применение «Зерокс» с нормой расхода 1-3 л/г; 1-3 л/га + ПАВ 0,15 л/га при густоте стояния 80-90 тыс. куст/га позволило получить малое количество коробочек – 15,3–16,8 шт./раст., прибавка к урожаю хлопка-сырца составила на 3,3 ц/га и 9,7 ц/га соответственно (табл. 3).

Регулирующее действие иммуностимулятора «Зерокс» на формирование коробочек и их созревание способствовало получению качественного дополнительного урожая, не только в валовом сборе, но и при первом сборе хлопка-сырца, длина и выход волокна и масличность семян отличались более высокими технологическими качествами. Если в контрольном варианте собирали в среднем 40,8 ц/га валового урожая, из которых 36,3 ц/га являются первым сбором, то при применении «Зерокс» (период предпосевной обработки семян, появления 2-4-х настоящих листочков, бутонизации и цветения) в нормах расхода 2 л/г; 2 л/га + ПАВ 0,15 л/га, густота кустов 80-90 тыс. куст./га – 52,5 ц/га, 1-м сбором было собрано 51,0



ц/га, что больше на 11,7 ц/га (28,8 %) контрольного.

Анализируя данные таблицы 3, отмечено, что положительное воздействие «Зерокс» при применении в нормах расхода на 2 л/т; 2 л/га + ПАВ 0,15 л/га в зависимости от густоты стояния хлопчатника (80-90 тыс. куст./га) формировалось большее количество коробочек, чем в контрольных вариантах. Количество и вес одной коробочки и 1000 шт. семян на 10-м варианте в среднем соответственно составили: 24,1 шт./раст.; 7,1 г и 140 г, что больше по сравнению с контрольным на 11,4 шт./раст., 0,6 г и 4 г соответственно.

Подобная картина отмечалась при применении «Зерокс» 1-3 л/т; 1-3 л/га + ПАВ 0,15 л/га дозы расхода и с такой же густотой растений, количество коробочек и вес одной коробочки и 1000 шт. семян составили соответственно: 15,3-16,8 шт./раст.; 6,8-7,1 г и 138-139 г.

Также при проведенных опытах выявилось, что с увеличением густоты стояния (100-110; 120-130 тыс. куст./га) понизилась длина, выход волокна и процент масличности семян на каждом растении во всех вариантах (табл. 3).

Как свидетельствуют данные таблицы 3, при применении «Зерокс» в дозах 2 л/т и 2 л/га + ПАВ 0,15 л/га на 100-110 тыс. и 120-130 тыс. куст./га с повышением густоты стояния снижается количество сформированных коробочек на одном кусте, так как в этом варианте количество коробочек в фазе созревания составляло 14,4-13,0 шт./раст., что на 9,7-11,1 шт./раст. меньше оптимального варианта.

Большое образование коробочек и их более раннее созревание при вариантах применения «Зерокса» в дозах 2-3 л/т; 2-3 л/га

+ ПАВ 0,15 л/га и прежней густоте стояния растений 80-90 тыс. куст./га привело к получению большего количества урожая как раннего сбора, так и валового (52,5-50,5 ц/га; первого сбора урожая – 51-49 ц/га соответственно.

В 10-м варианте применения «Зерокса» (2 л/т; 2 л/га + ПАВ 0,15 л/га, густота стояния растений 80-90 тыс. куст./га) стимулирующее действие препарата выразилось не только в получении дополнительного урожая, но и значительных прибавок в первом сборе, урожай которого отличается высоким качеством волокна.

Так, в 10-варианте обработки «Зероксом» валовой урожай и первый сбор урожая привысили контрольные показатели на 11,7 и 14,7 ц/га. Таким образом, в вариантах с применением «Зерокса» доля хлопка-сырца более высокого качества значительно превалировала над долей урожая меньшего качества в сравнении с контрольным.

Проведенные нами исследования по влиянию стимуляторов роста в зависимости от густоты стояния растений на технологические качества волокна и масличность семян показали, что испытуемый иммуностимулятор «Зерокс» оказал положительное влияние на эти показатели.

Результаты исследования показали, что регуляторы роста растений не только улучшают качество волокна и масличность, но и незначительно повышают его выход. Отмечено положительное действие «Зерокса» и на вес 1000 семян, длину и выход волокна. В контрольном варианте они составляли соответственно: 136 г; 34,2 мм и 37,5 %; в испытуемом 10-м варианте – 140 г; 35,3 мм и 40 %, что больше контрольного на 4 г; 1,1 мм; 2,5 %.



Рис. 1. Общий вид накопления урожайности на одном кусте хлопчатника в контрольном варианте при густоте стояния 80-90 тыс. куст./га



Рис. 2. Общий вид накопления урожайности на одном кусте хлопчатника при применении иммуностимулятора «Зерокс» в дозах 2 л/т; 2 л/га + ПАВ 0,15 л/га при густоте стояния 80-90 тыс. куст./га

На рисунках 1 и 2 показано накопление урожайности на одном растении, не обработанном иммуностимулятором «Зерокс» (контрольный вариант) и обработанном иммуностимулятором «Зерокс» в дозах 2 л/т и 2 л/га + ПАВ 0,15 л/га в течение вегетации хлопчатника, при густоте стояния 80-90 тыс. куст./га.

Выводы

Подводя краткие итоги проведенного исследования, можно отметить, что использование стимулятора «Зерокс» в различных дозах, при различных сроках веге-

тации, различной густоте стояния растений способствует лучшему развитию хлопчатника, формирует большее количество плодовых органов, вследствие чего повышаются: количество коробочек на 1 кусте, вес одной коробочки, вес 1000 шт. семян, качество волокна, масличность семян и урожайность хлопка-сырца. При этом препарат ускоряет созревание хлопковых коробочек, что предопределяет получение большего количества раннего урожая, отличающегося более ценным волокном.

REFERENCES

1. Ikramova M.L., Rahmatov B.N. Hlopkovodstvo i spetsificheskaja agrotehnologija po vyrashhivaniju Buharskogo sorta hlopchatnika [Cotton growing and specific agricultural technology for growing Bukhara cotton varieties]. Bukhara, Durdona Publ., 2020, 385 p.
2. AgroChemProm. Fungitsid i bakteritsid kontaktnovo deystviya na osnove kolloidnovo serebra [Fungicide and bactericide contact action based on colloidal silver]. Moscow, Scientists of Moscow State University Publ., 2016, 15 p.
3. Smashevskiy N.D. Vlijanie sochetanij vitaminov i fitogormonov na uluchshenie rosta i metobolizma tomatov pri zasolenii [Influence of Vitamin and Phytohormone Combinations



on Improving Tomato Growth and Metabolism under Salinization]. *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya – Advances in modern natural science*. Astrahan, Astrahan University Publ., 2011, no. 4, p. 61.

4. Smashevskiy N.D., Smirnova O.S. Vliyanie sochetaniya fitogormonov i vitaminov na rost i produktivnost hlochatnika v usloviyah Volgo-Akhtubinskoj pojmy Astrahanskoj oblasti [Influence of the combination of phytohormones and vitamins on the growth and productivity of cotton in the conditions of the Volga-Akhtubinskaya floodplain of the Astrakhan region]. *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya – Advances in modern natural science*. Astrahan, Astrahan University Publ., 2012, no. 2, pp. 45-50.

5. Zhang D.M. Lint yield and nitrogen use efficiency of field-grown cotton vary with soil salinity and nitrogen application rate. D.M. Zhang, W.J. Li, C.S. Xin et al. *Field crops research* Publ., 2012, vol. 138, pp. 63-70, 244.

6. Zhang H. Root Development of Transplanted Cotton and Simulation of Soil Water Movement under Different Irrigation Methods. H. Zhang, H. Liu, C. Sun et al. *Water*, 2017, vol. 9, issue 7, Art. no. 503.

7. Ikramova M.L., Raxmatov B.N., Karimova M.F. Znachenie universalnogo dejstviya kompozitsionnyh suspenzij na zernovye kultury dlja zashhity ot razlichnyh neblagoprijatnyh faktorov [The value of the universal action of composite suspensions on cereals for protection from various adverse factors]. FSBEI HE “Kuban State University named after“ I.T. Turbilina ”, Moscow State University named after M.V. Lomonosov. *Agrarian landscapes, their stability and development features. Collection of scientific papers based on the materials of the International Scientific Environmental Conference*. Krasnodar, 2020, pp. 238-241 (In Russ.).

8. Jardin D.P. Plant biostimulants: definition, concept, categories main and regulation. *Scientia Horticulturae.*, 2015, issue 196, no. 3, p. 14.

9. Vasilyeva C.V. Jefferktivnost primenenija reguljatorov rosta rastenij na kartofele [The effectiveness of using plant growth regulators on potatoes]. C.V. Vasilyeva, V.N. Zeyruk, M.K. Derevyagina, G.L. Belov, B.A. Barkov. *Agrohimiya – Agrochemistry*, 2019, no. 7, pp. 45-51. DOI: 10.1134/S0002188119070135/.

10. Zhurayev B.Ch. Vliyanie na urozhaynost tonkovoloknistogo sorta hlochatnika pri primenenii v razlichnih dozah i srokah preparata PIKS na chekanku [Influence on the yield of fine-fiber cotton varieties when used in various doses and periods of the preparation PIKS for minting]. Dr. (PhD). agric. sci. diss. Tashkent, 2006, pp. 8-16.

11. Danilov V. Vliyanie stimuljatorov rosta na urozhajnost i kachestvo produktsii zernovih kultur [The influence of growth stimulants on the yield and quality of grain crops]. *Vestnik Mariyskovo gosuniversiteta – Mari State University Bulletin*, 2017, issue 3, no. 1 (9), pp. 28-32.

12. Zakirova R.P., Kurbonova N.K., Hidirova N.K. Jefferktivnost kompozitsii biostimuljatora “Uchkun plyus” na culture hlochatnika [The effectiveness of the composition of the biostimulant Uchkun plus on cotton culture]. *Agroximiya – Agrochemistry*, 2020, no. 5, pp. 26-30.

13. Ikramova M.L., Atoeva R.O., Atoeva D.O. Influence of Zerox immunostimulant on cotton production. *Scientific Research Publishing. American Journal of Plants Sciences*, 2020, January, no. 11 (04), pp. 564-568. Available at: <https://www.scirp.org/journal.ajips>. DOI: 10.4236/ajips2020.114041/.

14. Rahmatov B.N, Ikramova M.L., Gaffarov I.Ch., Allakulov D.B., Yunusov R. Primenie jekologicheski bezopasnogo biopreparata kompleksnogo dejstvija “Kompozitsionnaja kasha” dljja vzdelyvaniya hlochatnika [Application of environmentally friendly biological product of complex action “Composite porridge” for the cultivation of cotton]. *Materials of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists, dedicated to the 25th anniversary of the FSBSI “Caspian Research Institute of Arid Agriculture”*. Priority directions



of development of modern science of young agricultural scientists. The village of Salty Zaymishy, Russia, 2016, May 11-13, pp. 54-57 (In Russ.).

15. Ertani A., Schiavon M., Muscolo A., Nardi S. Alfalfa plant-derived biostimulant stimulate short-term growth of salt stressed *Zea mays* L. plants. *Plant Soil*, 2013, no. 364, pp. 145-158.

16. Ikramova M.L., Rahmatov B.N., Yunusov P., Karimova M.F. Vliyanie universalno dejstvujushhej kompozitsionnoj suspenzii na urozhajnost i kachestvo zerna v uslovijah Buharskoj oblasti [Influence of the universally acting composite suspension on the yield and quality of grain in the conditions of the Bukhara region]. Eurasian Scientific Association. Integration of science in the modern world. Collection no. 64. International conference. Moscow, 2020, June, part 6, pp. 494-496. DOI: 10.5281/zenodo.3938671/.

17. Karimov Sh.A. G'o'zada yangi stimulyatorlarni qo'llashning maqbul me'yor va muddatlarini ishlab chiqish. Dis. Dr. (PhD). [Development of optimal doses and timing of new cotton stimulants]. Tashkent, 2019, pp. 5-19.

18. Romanov E.V., Gins M.S. Vliyanie biostimuljatorov na rost i produktivnost rasteniy [The influence of biostimulants on the growth and productivity of plants]. Peoples' Friendship University of Russia Bulletin, ser. "Agronomy and Livestock", Moscow, 2006, no. 1, pp. 82-88.

19. Guzhvin S.A., Kumacheva V.D., Kamenev R.A. Fiziologiya i biohimiya rasteniy [Physiology and biochemistry of plants]. Persianovsky, Don State Agrarian University Publ., 2019, 172 p.

20. Davronov Q.A. Agrotexnik omillar orqali g'o'zada hosil elementlari to'kilishining oldini olish choralarini takomillashtirish [Improving measures to prevent the shedding of crop elements in cotton through agrotechnical factors. Dr. agric. sci. diss.]. Tashkent, 2019, pp. 5-10.

21. Kotlyarov V.V., Fedulov Yu.P., Dotsenko K.A., Kotlyarov D.V., Yablonskaja E.K. Primenenie fiziologicheski aktivnih veshhestv v agrotekhnologiyah [The use of physiologically active substances in agricultural technologies]. Krasnodar, Kuban Agrarian University Publ., 2014, 169 p.

22. Metodika polevyh i vegetatsionnyh opytov s hlochatnikom [Methodology of field and vegetation experiments with cotton]. Tashkent, SOYUZNIKHI., 1973, 225 p.

23. Metodika provedeniya polevyh issledovaniy [Field research methodology]. Tashkent, UzNIIX Publ., 2007, 147 p.

24. Smashevskiy N.D. Praktikum po fiziologii rasteniy [Workshop on Plant Physiology]. Astrahan, Astrahan University Publ., 2011, 77 p.

25. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta [Methods of passing field experiments]. Moscow, Kolos Publ., 1989, 423 p.

Тақризчи:



DOI:

UDC: 677.03.021.153.0.1.07

ПИЛЛАКАШЛИК САНОАТИ КОРХОНАЛАРИДА МАҲСУЛОТ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ЖАРАЁНЛАРИДА КИМЁВИЙ ПРЕПАРАТЛАРНИНГ ЎРНИ

Сулаймонов Шарифжон Абдуманобович,

т.ф.ф.д. (PhD) доцент,

Андижон машинасозлик институти,

e-mail: Sulaymon.72@mail.ru

Аннотация. Тадқиқотлар натижасида пиллани қайта ишлаш жараёнида таркибидани табиий полимерларнинг сув таъсирида етарли даражада бўқиши ҳамда йил давомида уни сақлашда ташиқи муҳит таъсири, иқлим ҳарорати, намликка қараб пилла ипидаги серицин бугланмайди, сувда яхши бўкмайди, макромолекулаларда турли конформацион ўзгаришлар кузатилмайди. Бунинг натижасида пилланинг ҳўлланувчанлик даражаси камайиб, ёмон чувилиши ҳисобига ипларда кўп узилишлар бўлади, толали чиқиндилар кўпаяди. Бу каби жараёнларнинг олдини олиш мақсадида маҳсулот ишлаб чиқаришда пиллакашликда ишлатиладиган кимёвий моддаларнинг аҳамияти катталиги инобатга олинган ҳолда, пилла хомашёга модификация қилиш орқали сифатли хом ипак олиш усуллари ёритилган. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти пиллани сақлаш ва чувии жараёнига салбий таъсир қиладиган турли хил омиллар таъсирдан ҳимоя қилиш орқали янги яратилган сиртни фаоллаштирувчи моддалар таъсирида хом ипак чиқишини кўпайтириш сифат кўрсаткичларини яхшилаш, пиллани сақлаш ҳамда чувии жараёнида ҳосил бўладиган нуқсонли ҳолатларни бартараф этиш усуллари ишлаб чиқилгани, сиртни фаоллаштирувчи моддалар билан оптимал концентрацияда пилла хомашёсига ишлов бериш орқали сифатли хом ипак олиш жараёни самарадорлигини оширишга эришилгани билан изоҳланади.

Калит сўзлар: пилла, ҳўлланувчанлик, сивуш мойи, бардо – қолдиқ фракция, модификация, хом ипакнинг чиқиши.

РОЛЬ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССАХ ПРЕДПРИЯТИЙ ШЕЛКОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Сулаймонов Шарифжон Абдуманобович,

доктор философии по техническим наукам (PhD),

доцент Андиганского машиностроительного института

Аннотация. Исследования показали, что в коконе природные полимеры набухают достаточно под воздействием воды, а серицин не испаряется из пряжи кокона вне зависимости от внешней среды, климатической температуры, влажности и плохо испаряется в воде, различных конформационных изменений макромолекул не наблюдается. В результате содержание влаги в коконе уменьшается, а в пряже возникает множество разрывов из-за плохого прядения, увеличивается количество отходов волокна. Чтобы предотвратить эти процессы, с учетом важности химических веществ, используемых в производстве шелка, описаны методы получения качественного шелка-сырца путем модификации коконного сырья. Научная значимость результатов исследований состоит в том, что достигается эффективность процесса получения качественного шелка-сырца путем обработки коконного сырья в оптимальной концентрации веществ.



Ключевые слова: кокон, смачивание, ситовое масло, остаточная фракция бардо, модификация, выход шелка-сырца.

THE ROLE OF CHEMICALS IN THE PRODUCTION PROCESSES OF THE SILK INDUSTRY

Sulaimonov Sharifzhon Abdumanabovich,
Doctor of Philosophy in Engineering Sciences (PhD),
Associate Professor of the Andijan Machine-Building Institute

Abstract. Studies reveal that during processing of cocoons, natural polymers in the cocoon become sufficiently swollen under water, and depending on the external ambience, climatic temperature, humidity, the sericin contained in the cocoon does not evaporate, does not suffocate well in water. As a result, the moisture content of the cocoon decreases and there are many breaks in the yarn due to poor spinning, which increases the fiber waste. In order to prevent these processes, taking into account the importance of chemicals used in the production of silkworms in the production of products, methods for obtaining quality raw silk by modification of cocoon raw materials are described. The scientific significance of the research findings is explained by the fact that the efficiency of the process of obtaining quality raw silk is achieved by processing the cocoon raw material in optimal concentrations with substances.

Keywords: cocoon, wetting, sieve oil, bardo residual fraction, modification, raw silk output.

Кириш

Жаҳон бозорида табиий толалар, айниқса, пилла ипак толасига бўлган талаб йилдан-йилга ортиб бормоқда. “Хом ипак бўйича Халқаро консултатив қўмита (ISAC)” маълумотларига қараганда, сўнгги йилларда дунё бўйича 153 минг тонна атрофида тирик пилла етиштирилган [1]. Интенсив равишда ортиб бораётган аҳоли сони ҳисобига ипак толаси истеъмоли ва унга бўлган талабнинг истиқболда ҳам ортиб бориши кутилмоқда. Шунга кўра, республикамизда пилла, хом ипак ва ипакли маҳсулотлар сифатини яхшилаш, таннархини камайтириш учун ипак маҳсулотларини ишлаб чиқаришнинг барча босқичларида, шунингдек, пилла етиштириш, қуриштириш, сақлаш ва чувиш жараёнларида маҳсулот сифатига салбий таъсир кўрсатувчи омилларни аниқлаш ва уларни бартараф қилишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Ўзбекистон Республикаси жаҳонда пилла етиштириш ва хом ипак ишлаб чиқариш бўйича Хитой (104 минг тонна) ва Ҳиндистондан (29,6 минг тонна) кейин учинчи ўринда бўлиб, 2019 йил якуни бўйича

19,5 минг тонна тирик пилла етиштирган ва шунга мос равишда республикамиз бўйича хом ипак ишлаб чиқариш ҳажми 770,5 тоннани ташкил этди.

Биз учун энг муҳим масалалардан бири бу пилладан юқори сифатли мўл хом ипак ишлаб чиқариш учун тирик ва қуруқ пиллаларни сақлаш, қайта ишлаш технологик жараёнларида экологик муҳит, метеорологик шароитлар, ҳар хил ҳашаротлар ҳамда турли хил бошқа омилларнинг пилла ва пилла пўстлоғининг технологик хусусиятларига салбий таъсиридан сиртни фаоллаштирувчи моддалар ёрдамида яхшилашдан иборатдир. Натижада пилла пўстлоғидаги ипак толалар шикастланиши, ипак толаларни ташкил қилувчи фиброин ва серицин эскиришининг олдини олиш ҳамда пилланинг чувилиш хусусиятларини яхшилаш, шунингдек, нуқсонли пиллаларнинг намланиш ва бўкиш даражасини орттириш орқали сифатли хом ипак ишлаб чиқаришга эришилади.

Чунки пиллакашлик корхоналарига келиб тушаётган пиллаларнинг кўп қисмини нуқсонли пиллалар ташкил қилмоқда. Бу муаммони сиртни фаоллаштирувчи модда-



лар билан модификация қилиш орқали хом ипак чиқиш миқдорининг сезиларли даражада кўпайишини таъминлаш билан бирга пиллакашлик корхоналарининг иқтисодий самарадорлигини ошириш мумкин.

Охирги йилларда республикада пиллачилик ва пиллакашлик тармоқларида пилла етиштиришдан бошлаб то ипак маҳсулотлари ишлаб чиқаришгача бўлган технологик жараёнлар ва бу жараёнларда қўлланиладиган машина механизмлар мунтазам равишда такомиллашиб бормоқда. Бироқ етиштирилган тирик ва куруқ пиллаларнинг сифат кўрсаткичлари мавжуд техника ва технологияларга мос келмаслиги туфайли асосий эътибор чет элдан келтириладиган ипак курти дурагайлари кўпайтиришга қаратилмоқда. Бу эса, ўз навбатида, республикада иқтисодиётга салбий таъсир кўрсатишига олиб келади. Шунинг учун элита ипак курт уруғларида маҳаллийлаштириш ишлари бошлаб юборилган.

Бироқ пиллаларни сақлаш ва уларни чувиш жараёнларида сиртни фаоллаштирувчи моддалар қўллашга кам эътибор қаратилмоқда. Бу муаммони ҳал этишда академиклар Ҳ.У. Усмонов, М.А. Асқаров, профессорлар Х.А. Алимова, Б.И. Ойхужаев, Л.Ю. Юнусов, М.Н. Абдукаримоваларнинг илмий мактабларида ипакчиликда ишлатиладиган сиртни фаоллаштирувчи моддаларнинг қатор авлодлари яратилиб, улар Япония, Ҳиндистон, Покистон, Вьетнам, Жанубий Корея каби давлатларнинг патентларини олишга эришганлар. Бироқ этил спирти олиш технологик жараёнида ҳосил бўладиган чиқиндилари бардо – қолдиқ фракцияси ва сивуш мойи асосида янги сиртни фаоллаштирувчи моддаларни синтез қилиш ва пиллаларни қайта ишлашда қўллаш технологиялари ўрганилмаган. Шунинг учун сиртни фаоллаштирувчи моддалар асосида пиллани сақлаш ва чувиш технологияларини такомиллаштиришдаги олиб борилган тадқиқотларни таҳлил этиб, этил спирти олиш технологик жараёнида ҳосил бўладиган чиқиндилари бардо – қолдиқ фракцияси ҳамда сивуш мойи асосида синтез қилиб олинган янги сиртни фаоллаштирувчи мод-

далар билан пилла пўстлоғининг технологик хусусиятларини эскиришдан сақлаш ва чувилиш жараёнларини яхшилаш пиллакашлик корхоналари учун ҳозирги кунда долзарб масалалардан бири ҳисобланади.

Материал ва методлар

Илмий ишнинг мавзуси бўйича назарий ва амалий тадқиқотлар ўтказилди. Ишдаги тадқиқот натижаларини таҳлил қилишда математик статистика услубидан фойдаланилди. Амалий тадқиқотлар бир неча йиллар давомида Андижон вилояти Булоқбоши ва Хўжабод туманининг “Бош пиллахоналари”га қарашли хўжаликларда Ўзбекистон-6 ва Хориж ипак курти уруғи дурагайларида пилла етиштириш ва етиштирилган пиллаларни “Булоқбоши ипаги” очик турдаги ҳиссадорлик жамияти ва Ҳарир тола масъулияти чекланган жамиятида чувиш йўли билан олиб борилди.

Олинган натижалар Андижон машинасозлик институти ҳамда Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институтининг “CENTEXUZ” сертификация марказида аниқлиги юқори даражадаги замонавий асбоб-ускуна ва жиҳозларда синаб кўрилди. Амалий тадқиқотлар натижалари рухсат этилган чегарасида ишончли (95%).

Пиллаларнинг ҳар бир сараланган ишлаб чиқариш партиялари учун уларни буғлаш, белгиланган чизиқли зичлиги ва бу кўрсаткич бўйича нотекислиги, хом ипак чувиш тезлиги, ипак ишлаб чиқариш меъёри ва толали чиқиндилар чиқиш миқдори белгилаб олинади. Ишлаб чиқаришга тайёрланган сара пиллалардан намуналар олиб буғланади ва ипак чувилади ҳамда олинган натижаларга кўра технологик ўлчамлари белгиланади.

Пиллалар партиясини буғлаш ва чувиш учун сараланган пиллаларнинг 1/5 қисми намуна қилиб олинади ва улардан йириклаштирилган пиллалар намунаси ҳосил қилинади. Бунинг учун ҳар бешинчи қопдан намуналар олинади. Улар яхшилаб араштирилгандан сўнг ҳар биттаси 1 килограмми иккита намунача олинади: биринчи 1 килограмми намунача – ишлаб чиқариладиган хом ипакнинг чизиқли зичлиги



ва бу кўрсаткич бўйича нотекислигини белгилаш учун; иккинчиси – 6 килограммли намуна пиллаларни буғлаш режимини белгилаш учун. Қолган пиллалар пиллаларни чувишнинг мақбул тезлигини аниқлаш, ипак ишлаб чиқариш меъёри, ипак ва толалли чиқиндиларнинг чиқиш миқдорини белгилаш учун ишлатилади [2, 3, 4, 5].

Тадқиқот натижалари

Илмий техник тараққиётни янада жадаллаштиришни амалга ошириш кўп ҳолларда янги техника ва технологияларни яратиш, уларни тўлақонли ўрганиш билан узвий боғлиқдир [6]. Гап, асосан, ҳозирги кунда мустақил Республикамиз иқтисодиётини мустаҳкамлаш, саноат корхоналарини модернизация қилиш орқали янги техника ва технологияларга ўтказиш, фан ва техника ютуқларидан фойдаланиш, юқори самарадорлик ва иш унумдорлигига эга бўлган сўнгги русумдаги дастгоҳлар ҳамда ускуналардан тўла фойдаланиш кераклигини кўрсатмоқда. Чунки ҳозирги кунда тез суръатда ошиб бораётган харидорлар талабларига саноат корхоналарининг ишлаб чиқариш имкониятлари мос келмаётганлиги бунга мисолдир.

Пилла мавсумий хомашё. Унинг узок вақт пиллакашлик омборларида сақланиши ва қайта ишланишида ҳам ўзига хос муаммолар ҳозиргача мавжуд. Уларни ечиш эса ўта муҳим аҳамиятга эга [7].

Олиб борилаётган тадқиқот ишларининг кўрсатишича, пиллани сақлаш жараёнида иқлим шароитлари ва атроф-муҳитнинг доимий ўзгариши ҳисобига пилла қобиғидаги серицин қатламига нам ҳаво, ўзгарувчан ҳарорат, ҳаводаги кислород таъсир қилиб, унинг кимёвий технологик хусусиятларини ўзгартиради ва вақт ўтиши билан пилла қобиғининг эскиришига олиб келади. Натижада серициннинг сувда юмшаши ёмонлашиб, пилланинг чувилишига салбий таъсир қилади ва кўп миқдорда чиқинди (лос, санноҳ, чувилмайдиган пиллалар чиқиши, чувиш жараёнида узилишлар сони ортишига) кўпайишига олиб келиши кузатилган.

Булардан ташқари, пиллани сақлаш жараёнида пилла қобиғига куя тушиши, моғор

босиши ва ҳашаротлар таъсир қилиши пилла қобиғи технологик хусусиятларининг бузилишига сабаб бўлади. Шунинг учун республикада етиштирилаётган тўқимачилик саноатининг қимматбаҳо пилла хомашёсидан сифатли хом ипак маҳсулотлари олиш учун пилла қобиғининг технологик хусусиятларини сақлаш мақсадида ҳар хил сувда эрувчи полимер ва сиртни фаоллаштирувчи моддалардан фойдаланиш ҳисобига амалга оширишни илмий ёндошган ҳолда амалий тадқиқот ишларида қуйидаги асосий масалалар кўйилган [8].

- пиллага дастлабки ишлов беришдан олдин сиртни фаоллаштирувчи моддалар билан уни модификация қилиш ва пилла қобиғи намланишини ўрганиш;

- сиртни фаоллаштирувчи моддалар билан модификация қилинган пиллани узок муддат сақлаш ва чувиш жараёнига таъсирини ўрганиш;

- пиллага дастлабки ишлов беришдан олдин сиртни фаоллаштирувчи моддалар билан модификация қилиш технологиясини яратиш;

- ишлов берилган пиллалардан олинган хом ипакнинг физик-механик хусусиятларини ўрганиш.

Республикада этил спирти чиқиндилари – бардо – колдиқ фракцияси ҳамда сивуш мойи маҳаллий кўп тоннали иккиламчи хомашёлардан бири бўлиб, улар асосида сиртни фаоллаштирувчи моддалар ва спирт – фаол маҳсулотлар олиш мумкин, чунки уларнинг таркиби турли кўйи молекуляр спиртлар, юқори молекуляр оксиллар, ёғ кислоталар ва ҳар хил бошқа муҳим кутбли гуруҳлар сақланадиган кимёвий бирикмаларга бой. Кенг миқёсда сиртни фаоллаштирувчи моддалар ишлатувчи ва бунинг асосида тармоқ самарадорлигини оширувчи соҳалардан бири ипакчилик саноати ҳисобланади [9].

Тадқиқотлар натижасида пиллани қайта ишлаш жараёнида таркибидаги табиий полимерларнинг сув таъсирида етарли даражада бўқиши ҳамда йил давомида уни сақлашда ташқи муҳит таъсири, иқлим ҳарорати, намликка қараб пилла ипидаги се-



рицин бугланмайди, сувда яхши бўкмайди, макромолекулаларда турли конформацион ўзгаришлар кузатилмайди. Бунинг натижасида пилланинг ҳўлланувчанлик даражаси камайиб, ёмон чувилиши ҳисобига ипларда кўп узилишлар бўлиб, толали чиқиндилар кўпаяди [10]. Бу эса қимматбаҳо пилладан оқилона фойдаланиш ва хом ипак сифати ҳамда дастгоҳ иш унуми пасайишига олиб келади. Шулардан келиб чиққан ҳолда, пиллаларни қайта ишлаш жараёнида қобик чувилишини яхшилаш ва хом ипак чиқиши ортишида қўлланиладиган янги сиртни фаоллаштирувчи моддаларни ички ресурс-

лардан фойдаланган ҳолда синтез қилиб [11], пилла хомашёсига қўллаш учун тайёрланган кимёвий препаратлар ёрдамида модификация қилиниб, қуйидаги натижаларга эришилди (1-жадвал).

1-жадвал таҳлилидан маълум бўлишича, сунъий дасталарда етиштирилган пиллаларга сиртни фаоллаштирувчи моддалар билан ишлов бериб, ҳар 5 кг пилла чувилганда, ўрта ҳисобда табиий дасталарда етиштирилиб ишлов берилган пиллаларга нисбатан 30 грамм, назорат намуналарига нисбатан 45 грамм хом ипак чиқиши кўп бўлган.

1-жадвал

Турли кимёвий препаратлар билан модификацияланиб, омборларда сақланган пиллалардан чувилган хом ипак массаси

Вариант	Сиртни фаоллаштирувчи моддалар турлари	Ҳар 5 кг пиллалардан чувилган хом ипак, кг			
		1-ой	3-ой	6-ой	9-ой
Сунъий дасталар билан олинган пиллалар					
1	Сивуш (10%) + Бардо (40%)	1,769	1,764	1,719	1,661
2	Сивуш (10%) + Бардо (40%) + ПЭГ 115 (1,5%) + ШК (0,5%)	1,780	1,771	1,742	1,679
3	Сивуш (10%) + ПЭГ 115 (1,5%) + ШК (0,5%)	1,771	1,762	1,727	1,669
4	Бардо (30%) + ПЭГ 115 (1,5%) + ШК(0,5%)	1,773	1,760	1,709	1,650
5	Бардо (30%) + ПЭГ 115 (1,5%) + Сивуш (5%)	1,766	1,754	1,703	1,643
6	Сивуш (10%) + ПЭГ 115(1,5%) + Бардо (25%)	1,768	1,759	1,671	1,654
Табиий дасталар билан олинган пиллалар					
1	Сивуш (10%) + Бардо (40%)	1,750	1,657	1,643	1,611
2	Сивуш (10%) + Бардо (40%) + ПЭГ115 (1,5%) + ШК (0,5%)	1,761	1,773	1,719	1,618
3	Сивуш (10%) + ПЭГ 115 (1,5%) + ШК (0,5%)	1,756	1,729	1,700	1,620
4	Бардо (30%) + ПЭГ 115 (1,5%) + ШК (0,5%)	1,768	1,724	1,704	1,611
5	Бардо (30%) + ПЭГ 115 (,5%) + Сивуш (5%)	1,751	1,712	1,691	1,674
6	Сивуш (10%) + ПЭГ 115(1,5%) + Бардо (25%)	1,746	1,720	1,651	1,611
Ишлов берилмаган назорат		1,745	1,672	1,643	1,608

Пиллаларни қайта ишлаш ва уларга дастлабки ишлов бериш ниҳоятда аҳамиятли технологик жараёнлардан бири. Пилла ғумбагини ўлдириш, қуритиш услуби ва сифати келгусида пилланинг технологик хоссалари –пиллани чувиб, ундан ипак олиш, ипак чиқиш миқдори, пилла ипининг узлуксиз узунлиги, пилла ипининг чизиқли зичлиги бўйича нотекислиги, хом ипак сиртида нуқсон ҳосил бўлиши ва ҳоказо кўрсаткичларни белгилаб беради. Пиллага дастлабки ишлов бериш технологиясига эса хом ипак ишлаб чиқариш технологиясининг қолган барча

технологик жараёнлари боғлиқдир.

Пиллаларга дастлабки ишлов бериш технологияси, у қандай усул бўлмасин, тирик пиллаларга нисбатан хом ипак чиқиш миқдорини камайтиради. Пилла қобиғининг бошланғич табиий хусусиятларини сақлаб қолиш учун унинг таркибида мавжуд бўлган 92-95% намликни йўқотиш зарур. Қолган намлик пилла қобиғида сақланиб, у ҳаводаги намликка яқин бўлади. Шунинг учун пилла ғумбагини қуритиб, унинг намлиги 10-15; га келтирилаётганда, пилладан ипак чиқиш миқдори камаяди [12].



Маълумки, юқори намликда сақланган пилла қобиғининг табиий хусусияти узок сақланади, бироқ 15% дан юқори намликда сақланган пиллалар қобиғида моғор пайдо бўлиб, бу хом пилланинг технологик хусусиятларини пасайтиради [13].

Пилланинг қобиғида 15 % намликни сақлаш учун уни 0,1 соат давомида қуритиш зарур. Табиийки, иссиқлик манбаи ҳарорати бир хил ҳолатда сақланганда ҳам пилла қобиғи ғумбакка нисбатан тезроқ қурийд. Шунинг учун ҳам қуритиш жараёнини такомиллаштириш жуда мураккаб [14].

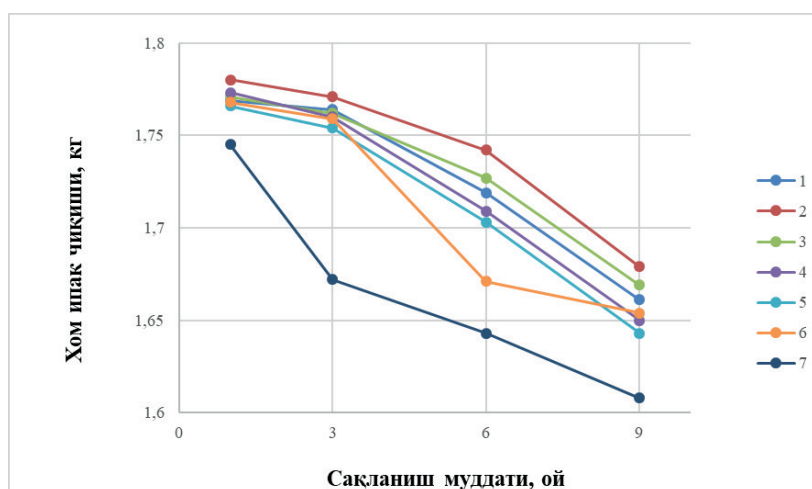
Маълумки, юқори ҳароратда қисқа муддатда пиллаларни қуритиш ҳам пиллакашлик технологиясига ижобий эмас, балки салбий таъсир кўрсатади. Бир сўз билан таъриф берилганда, пиллалар юқори ҳароратда қисқа муддатда қуритилса, унинг ғумбагидан газ ҳолатида ажраб чиққан аммиак ҳисобига пилла қобиғи қизғиш жигарранг тус олиб, ўзининг табиий ялтироқлигини йўқотади. Шунингдек, пилланинг чувилувчанлиги ёмонлашади, пилла ипини улашдан ҳосил бўладиган тугунлар кўпайиб, ипакнинг сифати пасаяди.

Юқори ҳароратда, қисқа муддатда қуритилган пиллалар ўзининг табиий рангини йўқотади, қуритиш ҳарорати қанча юқори бўлса, пилланинг табиий рангини йўқотиши шунча юқори бўлади. Айниқса, бундай ҳолат пиллаларни қуритиш жараёнидаги ҳа-

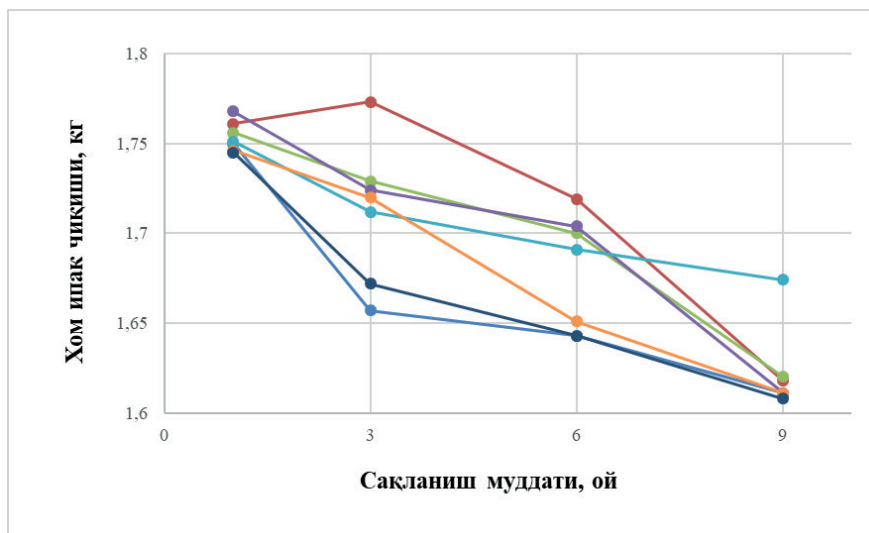
рорат 120 градус ва ундан юқори бўлганда яққол кузатилади [15].

Юқорида баён этилганларга таяниб, пиллаларни қуритишнинг мақбул кўрсаткичини тажриба асосида аниқлаш вазифасини ўз олдимизга мақсад қилиб олдик. Пиллаларни ярим қуритиш учун “СК-150 К” қуритиш конвейерининг учинчи қуйи зонаси танланди. Бу ерда пиллалар энг юқори намликка эришган бўлиб, бу зонадаги ҳарорат 60-70 градусни ташкил этади. Бундай режимда ишлов берилган пиллаларнинг дастлабки табиий хусусиятлари сақланган ҳолда қолади. Бунинг учун қуритиш конвейерининг танланган зонасида пиллаларга сиртни фаоллаштирувчи моддаларни пуркаш мосламаси ишлаб чиқилган бўлиб, технологик параметрлар асосида бажарилган [16].

Олиб борилган тадқиқотлар натижасида этил спирти ишлаб чиқаришда олинган янги сиртни фаоллаштирувчи моддаларни татбиқ қилиб, пиллани сақлаш ва чувиш жараёнларини яхшилаш орқали сифатли ипак маҳсулотлари чиқишини кўпайтириш мумкинлиги ва шу билан бирга, пиллалар узок муддат сақланган ҳолларда ҳам сиртни фаоллаштирувчи моддалар таъсири ижобийлиги исботланди. Тажрибаларга кўра, сунъий дасталарда етиштирилган пиллаларга 2-вариантдаги сиртни фаоллаштирувчи моддалар ишлатилганда хом ипакнинг чиқиши энг юқори натижа берди.



а) сунъий дасталар;



б) табиий дасталар.

Расм. Пиллаларга сиртни фаоллаштирувчи модда билан ишлов бериб, омборларда сақлаш муддатининг хом ипак чиқишига таъсири

Олиб борилган тадқиқотларда этил спирти чиқиндилари бардо – қолдиқ фракцияси ва сивуш мойи асосида синтез қилиб олинган янги сиртни фаоллаштирувчи моддалар билан пиллани модификация қилиш орқали пилла қобиғининг устки қисмида юпқа плёнка ҳосил қилиши [17], пилланинг узок вақт сифатли сақланиши ва чувилиши жараёнида яхши натижаларга эришгани кузатилди.

Чиқиндиларни синтезлаш йўли билан олинган янги сиртни фаоллаштирувчи моддаларни пилла хомашёсини қайта ишлаш жараёнида қўллаш натижасида уларнинг ипак миқдори чиқишига ижобий таъсири аниқланиб, пилла хомашёсидан сифатли хом ипак олишга эришилди [18].

Амалий тадқиқотлар жараёнида ипакчилик саноатида ишлатилиши мумкин бўлган сиртни фаоллаштирувчи моддаларнинг пилла қобиғини модификация қилишга яроқли бўлган концентрацияси аниқланди.

Модификация қилинган пиллаларнинг сақланиш муддати аргумент, ишлаб чиқариладиган хом ипак миқдори функция сифатида қиёсий таққосланди ва тегишли тавсиялар ишлаб чиқилди.

Хулоса

Олиб борилган назарий ва амалий тажрибаларга таяниб, қуйидаги хулосаларга келиш мумкин:

1. Сиртни фаоллаштирувчи моддалар ва сувда эрийдиган препаратлар пиллаларнинг қобиғини гидрофоб ҳолатидан гидрофил ҳолатига айлантириш учун хизмат қилади. Гидрофил ҳолати, ўз навбатида, пилла қобиғини кам меҳнат ва энергия манбалари сарфлаб, пиллани ивитиш, серицин моддасини бўктириш, қисман эритиш имкониятларини беради.

2. Республика туманларида етиштирилдиган пиллаларга дастлабки ишлов бериш жараёнида, уларни сақлашдан олдин сиртни фаоллаштирувчи моддалар билан модификациялаб, 3 ойдан 9 ойгача муддатда сақлаб, модификацияни хом ипак чиқиш миқдорига боғлиқ эканлиги ишлаб чиқариш шароитида текширилди ва исботланди.

3. Назарий ва амалий тадқиқотлар асосида эришилган натижаларни саноат миқёсида жорий этиш учун пиллаларни қуритадиган контейнерли агрегатларга, пиллаларга сиртни фаоллаштирувчи моддалар ёки сувда эрийдиган препаратларни пуркаш мосламаси зарурлиги аниқланди ва бу мослама ишлаб чиқариш жараёнида синовдан ўтказилди.



REFERENCES

1. Silk Road Chamber of international committee Zhangjiajie, China From the Secretariat of the ISAC. cooperation@srcic.com, December 17, 2019
2. Алимова Х.А. Безотходная технология переработка шелка. // -Т.: Фан, АНРУ. 1994.
3. Рахимов.А.Ю., Сулайманов Ш.А., Юнусов Л.Ю. Пиллани саклашдаги муаммолар. //Ж. Ипак. -1999. -№2. – 28-29.
4. Рахимов А.Ю., Сулайманов Ш.А. Абдурахманов А.А. Сирт фаол моддалар билан модификацияланган пиллаларни саклашни хом ипак чиқишига таъсири. //Тўқмачилик Муаммолари. № 3, 2009 йил 47-50 бетлар
5. Sulaimonov, Sh. (2019). Use of chemical preparations made from biochemical plant waste in the production of cocoons. Bulletin of Science and Practice, 5(3), 168-172. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/40/22>. (in Russian).
6. Бахриддинов А. Озиқа базаси пиллачилиқ тармоғи самарадорлигини оширишда асосий омил. //Зооветеринария. Т.: 2014. №11. Б.34-35.
7. Zhou Z, Shi Z, Cai X. The use of functionalized silk fibrin films as a platform for optical diffraction-based sensing applications. Adv.Mater 22(2017) 1746-1749 Chemical Engineering Journal.
8. Перепелкин К.Е. Физико-химические принципы формирования природных фиброино-вых нитей и пути их применения в развитии технологий химических волокон // Химические волокна. 2007, Ч 1. № 4 и Ч 2. № 5 - в печати.
9. Сафаров Ж.Э., Дадаев Г.Т., Эркинов Д.Д. Исследование первичной обработки коконов тутового шелкопряда // Universum: Технические науки : электрон. научн. журн. 2018. № 9(54). URL:
10. Zhou W, Chen X, Shao Z. Conformation studies of silk-proteins with infrared and Raman spectroscopy. Prog.Chem 2016; 18(11); 1514-22
11. Исламбекова Н.М. Смачиваемость коконной оболочки, модифицированной ПАВ // Композиционные материалы. -Ташкент. - 2010. - №4. -С. 6-9.
12. Мирзаходжаев. Б. А. Совершенствование технологии отбора кокона на племя. Дисс... канд.тех наук.-тошкент: ТИТЛП. 2011. 120 с.
13. Rakhimov A.Yu., Sulaymonov Sh.A., Rakhimov A.A.. Study of the Influence of silkwarm Feeding conditions on the quality of cocoons and properties of the cocoon shell. Journal Engineering. Vol.11, №11,USA November, 2019.
14. Сулаймонов Ш.А., Рахимов А.Ю., Абдурахмонов А.А. Изучение состояния использования ваты-сдира и пути повышения качества коконного сырья// Журнал научных публикации аспирантов и докторантов. - №-4. - Апрель. - 2015 год. - Курск (Россия) стр. 152-157.
15. Ахмедов Н.А., Данияров У.Т. Пиллачилиқни ривожлантиришда янги технологиялар. Магистратура талабалари учун ўқув кўлланма. ТошДАУ. Тошкент. 2014. 146. бет.
16. Корабельников А.В., Гуламов А.Э., Азаматов У.Н. Пути улучшения фабричного хранения коконов. //Ж. Проблемы текстиля. №2. 2014. –С. 28-32.
17. Шуклорлу Ш.Г. «Структурные белки» Монография Баку «Элм» 2006 г. 380 с
18. Исламбекова Н.М., Каримов Ш.И., Абдуазимов Ш.Б. Набухание и растворение серицина коконной оболочки. //Проблемы. текстиля. -2010. -№2. С. 57-60.

Тақризчи:



DOI:

UDC: 541.183:661.183.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИМЕСНЫХ МЕТАЛЛОВ В СОСТАВЕ ПОЛУПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ “УСРЕДНЕННОЙ” НЕФТИ

Тешабаев Зафаржон Алимович,

кандидат технических наук, научный сотрудник,
ORCID: 0000-0002-0371-9622;

Джалалова Шахноза Бадамбаевна,

доктор технических наук, старший научный сотрудник,
ORCID: 0000-0001-6794-0425;

Гуломов Шухраткадир Ташматович,

доктор философии по техническим наукам (PhD),
старший научный сотрудник,
ORCID: 0000-0002-5793-3018;

Насуллаев Хикматулло Абдулазизович,

PhD по химическим наукам,
старший научный сотрудник,
ORCID: 0000-0001-6829-3397;

Эргашев Махмуджон Мамаджанович,

кандидат технических наук,
научный сотрудник,
ORCID: 0000-0001-8463-6265

Узбекский научно-исследовательский химико-фармацевтический институт

Рахимжонов Бекмуроджон Бахтиёржон угли,

докторант PhD,
ORCID: 0000-0002-5206-8598

Ташкентский химико-технологический институт

***Аннотация.** Целью исследования являлось изучение особенностей распределения примесных металлов в продуктах перегонки ряда типов тяжелой нефти, добываемых в Узбекистане, смешанных с газовым конденсатом. Выявлено, что основная масса примесей в исходной нефти представлена преимущественно кальциевыми солями нефтяных кислот. Термическое разложение нафтенатов примесных металлов сопровождается образованием органических кислот с высокой коррозионной активностью. Концентрация металлоорганических соединений V, Ni, Fe и других d-элементов в нефти Узбекистана на порядок меньше, чем в тяжелой нефти известных месторождений Ближнего Востока и России. Однако коррозионная агрессивность нефтяных кислот в совокупности с наличием в реакционной среде сероводорода обуславливает резкий рост примесей в сырье,*



поступающем на гидроочистку, в виде смеси $FeO(OH)$, FeO , Fe_2O_3 , Fe^0 , $Fe_{1-x}S$, FeS и CaS . Доказано, что для производства экологически чистого товарного топлива и масел, а также обеспечения длительной эксплуатации катализаторов гидроочистки дистиллятных и остаточных фракций, полученных переработкой местного углеводородного сырья, необходимо использовать специальные защитные слои, активно извлекающие продукты коррозии, наряду с соединениями типа нафтенатов кальция, никеля и железа.

Ключевые слова: переработка тяжелой нефти, нефтяные остатки, дистиллятные фракции, примесные металлы.

УМУМЛАШТИРИЛГАН НЕФТЛАР ЯРИМ ТАЙЁР МАҲСУЛОТЛАРИ ТАРКИБИДАГИ МЕТАЛЛ ЗАРРАЛАРИ КОНЦЕНТРАЦИЯЛАРИ ЎЗГАРИШИНИ ЎРГАНИШ

Тешабаев Зафаржон Алимович,
техника фанлари номзоди,
илмий ходим;

Джалалова Шахноза Бадамбаевна,
техника фанлари доктори,
катта илмий ходим;

Ғуломов Шухратқодир Ташматович,
техника фанлари бўйича фалсафа доктори,
катта илмий ходим;

Насуллаев Хикматулло Абдулазизович
кимё фанлари бўйича фалсафа доктори
катта илмий ходим;

Эргашев Махмутжон Мамаджонович,
техника фанлари номзоди,
илмий ходим

Ўзбекистон кимё-фармацевтика илмий тадқиқод институти

Рахимжонов Бекмуроджон Бахтиёржон ўғли,
PhD докторант

Тошкент кимё-технология институти

Аннотация. Тадқиқотнинг мақсади Ўзбекистонда қазиб чиқариладиган ва газ конденсати билан аралаштирилиб енгил фракциялар ҳайдаб олишида фойдаланиладиган бир қатор оғир нефть намуналари таркибидаги металл қолдиқлари тақсимланишини ўрганишдан иборат. Нафтенатлардаги металл бирикмаларнинг термик парчаланиши юқори фаолликка эга органик кислоталар ҳосил бўлиши билан изоҳланади. Нефть хомашёсидаги асосий металл қолдиқлари нефть кислоталарининг кальций тузлари шаклида эканлиги аниқланди. V , Ni , Fe металлорганик бирикмалари ва бошқа Ўзбекистон нефтларидаги d -элемент бирикмалари концентрацияси Яқин Шарқ ва Россиянинг маълум конларидаги оғир нефть таркибига нисбатан анча пастлиги тадқиқ этилди. Аммо $FeO(OH)$, FeO , Fe_2O_3 , Fe^0 ,



FeI-xS, FeS и CaS турдаги аралашмалар гидротозалаш жараёналарига тушганда, реакция ораллигида нефть кислоталарининг коррозия бекарорлиги сабабли хомашё таркибидаги зарарли зарралар миқдорининг тезкор кўтарилишига сабаб бўлиши кўрсатилди. Экологик тоза товар маҳсулотлари ёқилги ва мойлар олиши ҳамда маҳаллий углеводород хомашёсини қайта ишлаш жараёнида олинган дистиллат ва қолдиқ фракцияларни гидротозалаш учун катализаторлардан узоқ муддатли фойдаланишни таъминлаш мақсадида, кальций, никель ва темир нафтенатлар каби бирикмалар билан бирга коррозия маҳсулотларини ютиши учун махсус ҳимоя қатламларидан фойдаланиш лозимлиги исботланди.

***Калим сўзлар:** оғир нефтни қайта ишлаш, нефть қолдиқлари, дистиллят фракциялари, металл зарралари.*

RESEARCH OF CHANGES IN THE CONCENTRATION OF IMPURITY METALS IN THE COMPOSITION OF SEMI-PRODUCTS OF PROCESSING “AVERAGED” OIL

Teshabaev Zafar Alimovich,
Candidate of Technical Sciences,
Researcher

Djalalova Shakhnoz Badambaевна,
Doctor of Technical Sciences,
Senior Researcher

Gulomov Shukhratkadir Tashmatovich,
PhD, in technical sciences,
Senior Researcher

Nasullaev Khikmatullo Abdulazizovich
PhD, in Chemical sciences,
Senior Researcher

Ergashev Makhmudjon Mamadjanovich,
Candidate of Technical Sciences

Uzbek Scientific Research Chemical-Pharmaceutical Institute

Rakhimjonov Bekmurodjon Bakhtiyorjon uglu,
Doctorate Student

Tashkent Chemical-Technological Institute

***Abstract.** The aim of the research was to study the features of distribution of impurity metals in the distillates of several types of heavy oil produced in Uzbekistan, mixed with gas condensate. It has been revealed that the basic mass of impurities in the original oil is represented mainly by calcium salts of petroleum acids. Thermal decomposition of impurity metal naphthenates is accompanied by formation of highly corrosive organic acids. The concentration of organometallic compounds V, Ni, Fe and other d-elements in the oils produced in Uzbekistan is comparatively less than of the heavy oils in the known deposits of the Middle East and Russia. However, the corrosion activity of petroleum acids, together with the presence of hydrogen sulfide in the reaction*



medium, causes a sharp increase in impurities in the feedstock supplied to hydrotreating, in the form of a mixture of $FeO(OH)$, FeO , Fe_2O_3 , Fe_0 , $Fe_{1-x}S$, FeS and CaS . It has been proven that for producing of environmentally friendly commercial fuels and oils, as well as ensuring long-term operation of catalysts for hydrotreating distillate and residual fractions obtained by processing local hydrocarbon raw materials, it is recommendable to use special protective layers that actively extract corrosion products, along with compounds such as naphthenates of calcium, nickel and iron.

Keywords: processing of heavy oils, oil residues, distillate fractions, impurity metals.

Введение

Общемировой тенденцией нефтяной отрасли является необходимость широко вовлекать в глубокую переработку тяжелые, вязкие сернистые виды нефти и нефтяные остатки. Тяжелая нефть состоит преимущественно из крупных молекул, характеризуется высокой динамической вязкостью (до 10000 мПа·с) и плотностью (от 920 до 1000 кг/м³), а также повышенным содержанием серы и примесей металлов и пониженным содержанием топливных фракций [1, с. 47]. К этой категории относятся залежи нефти в Сурхандарьинском и Бухара-Хивинском регионах, содержащие по 50 % смол и асфальтенов [2, с. 40]. Из-за проблем, возникающих при добыче высоковязкой нефти и сравнительно низкой эффективности стандартных термических и гидрогенизационных процессов, ее переработка отличается повышенной энергоемкостью и низкой рентабельностью. Поэтому во всем мире разрабатываются принципиально новые технологии облагораживания тяжелой нефти [3, с. 220; 4, с. 219]. Основной задачей при этом является получение так называемой полусинтетической нефти непосредственно на нефтепромыслах.

Трансформация тяжелой нефти в менее вязкую, пригодную для транспортировки по нефтепроводу, может быть достигнута снижением содержания углерода в сырье в таких процессах, как деасфальтизация, замедленное коксование, висбрекинг, различные виды крекинга и гидрогенизация. Но реализация гидропроцессов и каталитического крекинга затруднительна на местах добычи из-за сложного аппаратурного оформления [5, с. 226; 6, с. 23], хотя применение совре-

менных катализаторов и ужесточение режима позволило существенно уменьшить размеры технологического оборудования термокаталитических процессов [7, с. 36; 8, с. 441].

Перспективным направлением переработки тяжелой нефти является каталитический паровой крекинг [1, с. 47; 9, с. 315]. В этом случае проявляются основные преимущества дисперсных систем на основе 3d-металлов [10, с. 274; 11; 12, с. 409; 13, с. 305; 14, с. 370; 15, с. 92; 1, с. 47].

Высокое содержание смол, асфальтенов (САВ) и гетероатомов металлов обуславливает необходимость предварительной деметаллизации тяжелой нефти [16, с. 393].

Спецификой переработки нефти на Ферганском и Бухарском НПЗ является использование так называемой среднетрубной или усредненной нефти, получаемой путем смешения вязкой нефти различных месторождений с газовым конденсатом. Газовые конденсаты, нефть и тяжелые нефтяные остатки (мазут, гудрон) представляют собой сложные коллоидно-дисперсные системы, свойства которых переменны и зависят от множества факторов, где основными являются состав и свойства углеводородов. Смеси нефти, отличающиеся по фракционному и химическому составу, тем более с добавкой газового конденсата, проявляют неаддитивное изменение свойств в зависимости от соотношения компонентов и нелинейное проявление в процессах прямой перегонки [17, с. 141].

Накопление и обобщение сведений о поведении САВ и примесных металлов в составе усредненной нефти на различных стадиях термических и термокаталитичес-



ких процессов имеют большое значение при оптимизации технологии переработки как высокомолекулярных остатков перегонки, так и естественного тяжелого нефтяного сырья. Настоящая работа ориентирована на получение экспериментальных данных, необходимых при выборе систем защитного слоя для катализаторов гидрообессеривания высококипящих дистиллятов и деасфальтированного гудрона.

Материалы и методы

Плотность исследуемых образцов нефти, поступавшей на Ферганский НПЗ в различные периоды времени, и продуктов их переработки на промышленных установках (табл. 1) и перегонки в лабораторных условиях (табл. 2) при 20 °С определяли на вибрационном измерителе плотности ВИП-2М, а вязкость с помощью автоматической системы АКВ-202.

Содержание серы и металлов в сырье и продуктах его переработки определяли рентгенофлуоресцентным методом. Кислотность нефти и продуктов ее переработки (К.Ч.; мг КОН/100 см³) определяли методом Гольде, основанном на прямом титровании спиртовой вытяжки кислых компонентов раствором гидроксида натрия.

Содержание асфальтенов в составе исследуемых образцов оценивали гравиметрически, путем их осаждения 10-кратным количеством петролейного эфира в течение трех часов, с последующей фильтрацией и сушкой при температуре не выше 40 °С.

Групповой химический анализ углеводородов и содержания смол в деасфальтизате,

полученном после выделения асфальтенов, осуществляли хроматографическим колоночно-адсорбционным методом с использованием дробных растворителей, состоящих из бензола и петролейного эфира. К смолистым веществам относили фракции после выделения аренов с $n_D^{20} > 1,59$, у которых из-за темного цвета не представлялось возможным определить показатель преломления.

Количество микропримесей металлов оценивали с помощью атомно-абсорбционного спектрометра SP 9 PYEUNICAM. Нефтяные кислоты выделяли в форме натриевых солей [18, с. 68]. Для этого навески исследуемых образцов разбавляли бензолом, смешивали с 1н спиртовым раствором гидроксида натрия и кипятили в течение 40 минут. После охлаждения смесь разбавляли водой, отделяли водный слой, который упаривали и подкисляли 10 % раствором серной кислоты до pH = 5-6. Из подкисленного раствора нефтяные кислоты экстрагировали хлороформом, высушивали и взвешивали.

Результаты исследования

В экспериментах использовали по 3 образца нефти и продуктов ее переработки, отличающиеся значением плотности и содержанием серы. Экспериментально установлено, что групповой химический состав исследованных смесей нефти значительно различается. Малосернистая нефть I с минимальной среди изученных образцов плотностью отличается довольно низким содержанием парафинов, полициклических ароматических углеводородов и смол.

Таблица 1

Анализ различных образцов нефти и продуктов ее переработки в промышленных условиях

Шифр образца нефти	Плотность, г/см ³	Содержание						
		%, масс.		К.Ч.	металлов, ppm			
		сера	САВ		Ca	Fe	Ni	V
Товарная усредненная нефть								
I	0,840	0,53	9,85	0,011	10,7	0,2	3,7	0,5
II	0,860	1,02	25,8	0,017	39,4	1,2	4,5	4,8
III	0,890	1,28	32,4	0,032	45,8	1,3	7,9	26,5
Прямогонный дизельный дистиллят, T _к 160-360 °С								
I	0,8322	0,52	0,001	0,064	0,03	0,17	Нет	Нет



II	0,8380	0,78	0,002	0,152	0,04	0,23	Нет	Нет
III	0,8392	1,06	0,004	0,453	0,17	0,71	Нет	Нет
Остаток атмосферной перегонки нефти (мазут); $T_c > 350$ °C								
I	0,922	1,72	5,13	0,022	50,3	12,8	12,5	1,5
II	0,925	2,15	13,4	0,057	183,4	13,3	21,2	22,0
III	0,931	3,32	16,2	0,124	198,2	13,6	28,2	92,7
Вакуумный газойль, $T_c 370-490$ °C								
II	0,860	1,03	1,8	0,074	0,1	0,08	0,01	Нет
III	0,886	1,34	2,9	0,137	0,14	0,13	0,02	Нет
Остаток вакуумной перегонки (Гудрон)								
I	0,942	2,14	16,1	Нет	120,2	39,5	18,4	3,7
II	1,002	2,54	36,2	0,008	440,0	123	50,2	53,4
III	1,023	3,68	48,3	0,006	467,2	133	75,8	220
Деасфальтизированный остаток вакуумной перегонки								
I	0,878	0,81	1,7	0,003	5,7	4,9	0,4	Нет
II	0,898	1,12	2,5	0,011	13,8	5,8	1,2	0,3
III	0,902	1,5	4,9	0,013	11,4	5,4	1,7	0,4
Газойль коксования								
I	903	0,35	1,7	0,082	0,009	0,31	Нет	Нет
II	843	2,03	12,7	0,145	0,042	1,32	Нет	Нет
III	901	2,46	13,6	0,173	0,170	2,45	0,03	0,05

Высокий выход углеводородов, выкипающих до 350 °C, и вакуумного газойля обуславливают ее перспективность при получении узких дистиллятов дизельных и легких масляных фракций. Типичный вакуумный газойль, полученный из нефти I, имеет следующие характеристики: температура кипения 350-500 °C, плотность 0,860 г/см³, цвет по ЦНТ 4,5, содержание серы (S) 1,05 % масс., коэффициент рефракции $n_D^{50} = 1,4850$, кинематическая вязкость 8,63 сСт при 100 °C, температура застывания -15 °C.

Средняя по плотности и вязкости среднесернистая нефть II характеризуется меньшим выходом топливных фракций при увеличении количества мазута как в промышленных, так и в лабораторных условиях. В составе дистиллятных фракций преобладают парафиновые углеводороды (до 70 % масс.), на долю нафтеновых и ароматических углеводородов приходится около 10 и 20 % соответственно. Кинематическая вязкость промышленного вакуумного газойля возрастает до 35 сСт при 50 °C, а деасфальтизированной остаточной фракции колеблется в пределах 18,83 до 28,43 сСт при 100 °C.

При перегонке тяжелой по плотности среднесернистой нефти III количество прямых дистиллятов, полученных в лабораторных условиях, снижается на 22 и 18 % по сравнению с нефтью I и II соответственно и составляет всего 16 % от массы исходной нефти.

Благодаря повышенному содержанию смол в мазуте (19,5 %) и гудроне (25,8 % масс.) остатки атмосферной и вакуумной перегонки нефти III являются перспективным сырьем для производства базовых масел с высокой вязкостью. Деасфальтизированная остаточная фракция, полученная из указанной нефти на Ферганском НПЗ, имеет следующие характеристики: температура кипения 500-590 °C, удельная плотность 0,902 г/см³, цвет по ЦНТ больше 8,0, содержание серы (S) 1,5 % масс., содержание азота (N) 0,145 % масс., йодное число (й.ч.) 0,7 г J₂/100 г, содержание смолисто-асфальтеновых веществ 4,9 % масс., коэффициент рефракции $n_D^{50} = 1,4980$, кинематическая вязкость 23,54 сСт при 100 °C, температура застывания -14 °C.

Ранее нами было отмечено, что среди причин, обуславливающих необратимую дезактивацию катализаторов гидрообессе-



ривания дизельных и масляных фракций, ведущее место принадлежит отложениям с аномально высоким содержанием соединений железа и кальция [19, с. 325]. Периодический анализ усредненной нефти, поступавшей в течение нескольких последних лет на Ферганский НПЗ, выявил следующие колебания состава примесных элементов, ppm: Ca – 8-50, Cl – 7-25, Si – 5-22, Na – 5-11, Ni – 2-8, Fe – 0,1-1,5, V – 0,0 -27, Pb – 0,0-1,4, K – 0,0-1,1, Cu – 0,0-0,5, Zn – 0,01-0,5, Ti – 0,0- 0,4, Cr – 0,0-0,1.

Таким образом, спецификой перерабатываемой нефти являлась довольно низкая концентрация металлоорганических соединений ванадия и никеля – типичных каталитических ядов. Например, нефть Волго-Уральского региона России содержит от 250 до 1400 ppm пятиоксида ванадия. В некоторых типах нефти содержание ванадия может достигать 1200 ppm, и содержание порфиринового ванадия может меняться от 20 до 50 % от суммарного ванадия [20, с. 217]. По данным Kuwait Institute for Scientific Research [21, с. 41], после переработки ближневосточной нефти отработанные катализаторы могут содержать от 4 до 26 % масс. ванадия и 4-5,6 % масс. никеля. Чаще всего в образцах местной усредненной нефти среди примесей переходных металлов преобладал никель, лишь иногда были обнаружены довольно высокие концентрации ванадия, но никогда содержание железа не превышало 1,5 ppm.

Анализ промышленных продуктов переработки трех типов нефти с различным исходным содержанием основных примесных металлов выявил близкое к пропорциональному увеличению концентрации Ca, Ni и V

в составе остаточных фракций атмосферной (в 3,0-4,7 раза) и вакуумной (в 5-11 раз) перегонки (табл. 1). Эти результаты хорошо согласуются с литературными источниками о концентрировании большей части примесных металлов в нефтяных остатках и данными анализа кубовых остатков после отгона дистиллятов при температуре 350 °С, атмосферном давлении и под вакуумом (табл. 2).

Указанная закономерность сильно нарушалась по отношению к изменению содержания железа. Концентрация железа в мазуте – остатке атмосферной перегонки – возрастала в 10-60 раз, а в гудроне – в 100-200 раз по сравнению с исходной нефтью. Относительное увеличение концентрации железа по сравнению с прочими металлами наблюдалось и в составе прямогонных дистиллятов. Содержание железа в дизельном дистилляте, поступающем на установку гидроочистки, в 4-6 раз превышало количество кальция (табл. 1). При этом концентрация никеля и ванадия была ниже чувствительности метода анализа. В газойле коксования массовое содержание железа было уже в 14-34 раза больше, чем кальция. Однако вакуумный газойль содержал почти одинаковое количество железа и кальция.

Сопоставление результатов изменения кислотного числа в процессе переработки исследуемых образцов усредненной нефти с количеством выделенных из них свободных нафтеновых кислот позволило прийти к заключению, что в исходной нефти большая часть соединений, содержащих карбоксильную группу, находится в форме нафтенатов кальция и натрия [22, с. 104].

Таблица 2

Анализ продуктов перегонки различных образцов нефти, а также осадков, отобранных на установках Ферганского НПЗ

Шифр образца из нефти (год)	Плотность; г/см ³	Содержание						
		%, масс.		К.Ч.	металлов, ppm			
		серы	САВ		Ca	Fe	Ni	V
Остаток атмосферной перегонки нефти (мазут); T _г > 350 °С								
I	0,909	1,74	5,34	0,020	49,5	0,9	12,6	1,3
II	0,913	2,03	13,6	0,064	175,1	5,6	20,5	22,8
III	0,928	3,23	16,8	0,127	205,4	4,7	28,6	90,3
Остаток вакуумной перегонки мазута (гудрон) ; T _г > 350 °С								



I	0,942	2,14	16,1	0,006	123,1	2,4	28.9	4,6
II	1,002	2,54	36,2	0,017	488,6	16,5	45.9	42,2
III	1,023	3,68	48,3	0,014	581,7	18,1	82.2	201
Осадок с промышленного фильтра установки ГДС			25,7	0,03	7800	180000	0,09	0,01
Осадок в промышленном дизельном дистилляте			15,2	0,004	3750	68600	0,03	Нет
Осадок в промышленном деасфальтизованном остатке			29,6	0,096	8300	Нет	0,04	0,01

Из прямогонного дизельного дистиллята было выделено не более 1,5 % масс. свободных

нафтеновых кислот, их высокая активность при высоких температурах обуславливала взаимодействие с материалом оборудования и формирование взвешенных частиц продуктов коррозии, в основном улавливаемых на фильтре установки ГДС (табл. 2). Большая часть продуктов коррозии, преимущественно в виде соответствующих сульфидов, концентрировалась в остатках атмосферной и вакуумной перегонки. Эти данные показывают, что, несмотря на удаление значительной части металлов в процессе деасфальтизации, сырье для производства вязких базовых масел представляет серьезную опасность для эффективного функционирования катализаторов гидроочистки из-за высокой концентрации примесных металлов.

Учитывая общемировую тенденцию к утяжелению добываемой нефти, а следовательно, увеличение количества тяжелых остатков, обогащенных металлами, технология переработки проблемного сырья непременно должна включать стадию деметаллизации, в первую очередь специфичных для конкретного сырья соединений металлов.

Выводы

1. Близкое содержание смолисто-асфальтеновых веществ и примесей металлов в составе вязкой нефти, добываемой в Узбекистане, и остаточных продуктах перегонки их смесей с газовым конденсатом указывают на общность проблем при реализации гидрокаталитических процессов и необходимость разработки соответствующих защитных слоев, адаптированных к свойствам конкретного углеводородного сырья.

2. Выявлено, что основной причиной аномально высокого содержания примесного железа в дистиллятных и остаточных фракциях при переработке исследуемой усредненной нефти является повышенное содержание нафтенов щелочных и щелочноземельных металлов, наряду с нефтяными кислотами.

3. Для улучшения технико-экономических и экологических показателей топлива и масел, производимых на базе усредненной тяжелой нефти Узбекистана необходимо в первую очередь применять защитные слои, эффективно удерживающие соединения кальция и железа.

REFERENCES

- Galilullin E.A., Fahhrudinov R.Z. *Noviye tehnologii pererabotki tyajolih neftey i prirodnih bitumov* [New technologies for processing heavy oils and natural bitumen]. Вестник технологического университета – Technological University Bulletin, 2016, vol. 19, no. 4, pp. 47-51.
- Alimov M.M. *Otkritiye mestorojdeniy tyajolih neftey i prirodnih bitumov v Surhandarinskom neftegazonosnom regione* – ogromniy potentsial dlya neftegazopererabotki i



neftegazohimii. Materiali Respublikanskoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii. Pererabotka nefti I gaza, alternativnoe toplivo [Discovery of deposits of heavy oils and natural bitumen in the Surkhandarya oil and gas region – a huge potential for the development of oil and gas processing and petrochemicals. Materials of the Republican Scientific and Technical Conference. Oil and gas processing, alternative fuels]. Tashkent, 2016, pp. 39-42.

3. Castañeda L.C., Muñoz J.A.D., Ancheyta J. Current situation of emerging technologies for upgrading of heavy oils. *Catalysis Today*, 2014, vol. 220–222, pp. 248-273.

4. Muraza O., Galadima A. Aquathermolysis of heavy oil: a review and perspective on catalyst development. *Fuel*, 2015, vol. 157, pp. 219-231.

5. Hussain A.I., Altani A.M., Kubu M., Cejka J. et al. Catalytic cracking of Arabian Light VGO over novel zeolites as FCC catalyst additives for maximizing propylene yield. *Fuel*, 2016, vol. 167, pp. 226-239.

6. Hussain A.I., Palani A., Aitani A.M., Cejka J., Shamzhy M., Kubu M., Al-Khattaf S.S. et al. Catalytic cracking of vacuum gasoil over –SVR, ITH, and MFI zeolites as FCC catalyst additives. *Fuel. Processing Technology*, 2017, vol. 161, pp. 23-32.

7. Tian M., Zhao T.Q., Chin P.L., Liu B.S., Cheung A.S.-C. Methane and propane co-conversion study over zinc, molybdenum and gallium modified HZSM-5 catalysts using time-of-flight mass-spectrometry. *Chemical Physics Letters*, 2014, vol. 592, pp. 36-40.

8. Parthasarathi R.S., Alabduljabbar S.S. High-severity fluidized catalytic cracking: a newcomer to the FCC family. *Applied Petrochemical Research*, 2014, no. 4, pp. 441-444.

9. Gai X.K. Catalytic bitumen cracking in sub- and supercritical water. *Fuel, Processing Technology*, 2016, vol. 142, pp. 315-318.

10. Angeles M.J. A review of experimental procedures for heavy oil hydrocracking with dispersed catalyst. *Catalysis Today*, 2014, vol. 220-222, pp. 274-294.

11. Emad A.S., Bdwi S.A. Ali M.R., Quddus S.A., Al-Bogami Sh.A., Hossain M. Kinetics of Promotional Effects of Oil-Soluble Dispersed Metal (Mo, Co, and Fe) Catalysts on Slurry Phase Hydrocracking of Vacuum Gas Oil. *Energy & Fuels*, 2017, no. 31 (3), pp. 3132-3142. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.6b03322/>.

12. Eshraghian A., Husein M.M. Catalytic thermal cracking of Athabasca VR in a closed reactor system. *Fuel*, 2018, vol. 217, pp. 409-419.

13. Lim S.H. Effect of reaction temperature and time on the products and asphaltene dispersion stability in slurry phase hydrocracking of vacuum residue. *Fuel*, 2018, March, vol. 234, pp. 305-311.

14. Du J. Multimetal catalysts for slurry-phase hydrocracking of coal-tar vacuum residue: Impact of inherent inorganic minerals. *Fuel*, 2018, vol. 215, pp. 370-377.

15. Go K.S. Characteristics of slurry phase hydrocracking for vacuum residue with reaction temperature and concentrations of MoS₂ dispersed catalysts. *Catalysis Today*, 2018, vol. 305, pp. 92-101.

16. Don A.R., Voronetskaya N.G., Grinko A.A. Golovka A.K. Vliyaniye smolisto-asfaltanovih veshestv na termicheskiye prevrasheniya uglevodorodov prirodnihi bitumov [Influence of resinous-asphaltene substances on thermal transformations of hydrocarbons of natural bitumen]. *Вестник Томского университета – Tomsk University Bulletin*, 2015, no. 393, pp. 240-249. DOI: [10.17223/15617793/393/39/](https://doi.org/10.17223/15617793/393/39/).

17. Komarova E.V., Evdokimova N.G., Mardanova M.R. Regulirovaniye svoystv sirya atmosferno-vakumnoy peregonki s selyu uvelicheniya vihoda svetlyih nefteproduktov [Regulation of the properties of raw materials of atmospheric vacuum distillation in order to increase the yield of light oil products]. *Neftgazovoe delo – Oil and gas Work*, 2013, vol. 11, no. 4, pp. 141-144.

18. Ivanova L.V., Koshelev V.N., Socova N.A., Burov E.A. Neftyaniye kisloti i ih primeneniye [Petroleum acids and their use]. *Trudy RGU nefti i gaza im. I.M. Gubkina – Proceedings of the*



Gubkin Russian State University of Oil and Gas, 2013, no. 1 (270), pp. 68-80.

19. Yunusov M.P., DjalalovaSh.B., NasullaevKh.A., Teshabaev Z.A., Gulomov Sh.T., Rakhimjanov B.B. Synthesis and industrial application of protective layer catalysts based on kaolin for hydroclean installations. Chemical problems, 2020, no. 3 (18), pp. 325-335.

20. Ongarbayev E.K., Oteuli Sh.A., Muratov D. Demetilizatsiya i deasfaltizatsiya tyajologo neftyanogo sirya [Demetallization and deasphalting of heavy petroleum feedstocks]. Gorenje i plazmohimija – Combustion and Plasma Chemistry, 2018, no. 16, pp. 217-225.

21. Marafi M.M., Rana M.S. Refinery waste: the spent hydro processing catalyst and its recycling options. This paper is part of the Proceedings of the 8 International th Conference on Waste Management and The Environment. WM, 2016.

22. Evdokimov I.N., Loseva A.P. Komplekt uchebnykh posobiy po programme masterskoy podgotovki. Neftegazoviye nanotehnologii dlya razrabotki i ekspluatatsii mestorojdeniy [A set of teaching aids for the master's program. Oil and gas nanotechnology for the development and operation of fields]. Issue 5, tutorial. Moscow, Russian State University of Oil and Gas. I.M. Gubkina, 2008, 104 p.

Тақризчи:



ЗАВИСИМОСТЬ ШЕРОХОВАТОСТИ ЗУБЬЕВ ШЕСТЕРЕН ОТ ПАРАМЕТРОВ ЗУБЧАТОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ

Иргашев Амиркул Иргашевич,
доктор технических наук, профессор,
ORCID: 0000-0002-7826-1687;

Иргашев Бехзод Амиркулович,
доктор философии по техническим наукам (PhD),
и.о. доцента

Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова

***Аннотация.** Приведена методика расчета шероховатости зубьев шестерен в зависимости от параметров зубчатого зацепления шестерен при трении качения с проскальзыванием. Предложена модель для расчета равновесной шероховатости поверхности в виде усеченного конуса, выполненная на основе модели шероховатости сферической формы. Разработаны методики определения выступа технологической шероховатости; расчета глубины внедрения выступа равновесной шероховатости в поверхность контртела; оценки закономерности изменения шероховатости зубьев шестерен в зависимости от модуля зацепления и нагрузки в зацеплении. Предложена методика оценки изменения соотношения фактической и номинальной площадей контакта в зависимости от степени относительного проскальзывания между зубьями шестерен, изменения фактической площади контакта зубьев шестерен в зависимости от модуля зацепления зубчатой передачи.*

***Ключевые слова:** шероховатость, зубчатое зацепление, контакт зубьев шестерен, технологическая шероховатость, равновесная шероховатость, модуль зацепления, степень относительного проскальзывания, номинальная площадь контакта, фактическая площадь контакта.*

ШЕСТЕРНЯ ТИШЛАРИ ҒАДИР-БУДУРЛИГИНИНГ ТИШЛИ ИЛАШМА ТУТАШУВ КЎРСАТКИЧЛАРИГА БОҒЛИҚЛИГИ

Иргашев Амиркул Иргашевич,
техника фанлари доктори, профессор;

Иргашев Бехзод Амиркулович,
техника фанлари бшйича фалсафа доктори (PhD),
доцент в.в.б.

И. Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети

***Аннотация.** Мақолада сирпаниб думалаб шиқаланиш шестерня тишли илашма кўрсаткичларига боғлиқ бўлган ҳолат учун шестерня тишларининг ғадир-будурликларини ҳисоблаш методикаси келтирилган. Сферик шаклдаги ғадир-будурлик модели асосида кесик конус кўринишида бажарилган сиртидаги мувозанатлашган ғадир-будурликни ҳисоблаш модели таклиф этилган. Технологик ғадир-будурликнинг бўртламасини аниқлаш; контур жисм сиртига мувозанатлашган бўртламанинг ботиш чуқурлигини ҳисоблаш; илашиш модули ва*



илашмадаги юкламага боғлиқ бўлган ҳолда шестерня тишларининг гадир-будурлигининг ўзгариши қонуниятларини баҳолаш имконини берувчи услубиятлар ишлаб чиқилган. Шестерня тишлари орасидаги нисбий сирпаниши даражасини боғлиқ бўлган ҳолда амалдаги ва номинал туташув майдонлари ўзаро нисбатининг ўзгариши; тишли узатманинг илашими модулига боғлиқ бўлган ҳолда шестерня тишларининг амалдаги туташув майдони ўзгаришини баҳолаш имконини берувчи услубиятлар таклиф этилган.

Калим сўзлар: гадир-будурлик, тишли илашма, шестерня тишларининг туташуви, технологик гадир-будурлик, мувозанатлашган гадир-будурлик, илашими модули, нисбий сирпаниши даражаси, номинал туташув майдони, амалдаги туташув майдони.

THE DEPENDENCE OF GEAR TEETH ROUGHNESS ON GEARING PARAMETERS

Irgashev Amirkul Irgashevich,
Doctor of Technical Sciences, Professor;

Irgashev Behzod Amirkulovich,
Doctor of Philosophy in Engineering Sciences (PhD),
and about. Associate Professor

Tashkent State Technical University named after I. Karimova

Abstract. *The method of calculating the roughness of gear teeth depending on the parameters of gear meshing of gears at rolling friction with slippage. A model for calculating the equilibrium roughness of the surface in the form of a truncated cone, made on the basis of a spherical roughness model. Methods of determining the technological roughness protrusion; calculation of the depth of implementation of the protrusion of equilibrium roughness in the surface of the counter body; assessment of the pattern of change in the roughness of the gear teeth depending on the meshing module, load in the meshing. A method of evaluating the change in the ratio of the actual and nominal contact area depending on the degree of relative slip between the teeth of the gears, changes in the actual contact area of the gear teeth depending on the meshing module of the gear.*

Keywords: *roughness, gear meshing, gear teeth contact, technological roughness, equilibrium roughness, meshing module, degree of relative slippage, nominal contact area, actual contact area.*

Введение

В проведенных исследованиях по моделированию шероховатости поверхностей трения наиболее широко используется модель, имеющая сферическую форму, которую можно рассматривать как равновесную, образованную после приработки технологической шероховатости. В литературных источниках не рассмотрен механизм перехода технологической шероховатости в равновесную. Рассмотренные модели равновесной шероховатости имеют некоторые недостатки, которые связаны с последовательным расположением шероховатости по длине и

ширине поверхностей контакта, так как в действительности расположение шероховатости поверхностей трения не подчиняется никакой стандартной закономерности [1].

Результаты исследования

Предположим, после технологической обработки на поверхностях зубьев шестерен образуются шероховатости, имеющие конусообразную форму. В процессе трения зубьев шестерен у выступов шероховатости под воздействием нормальной и окружной сил в зацеплении, сопровождающемся при качении и проскальзывании, происходит пластическая деформация поверхностей

[2; 3; 4]. В результате чего в острых гранях выступов, смоделированных в конусообразной шероховатости, образуется площадь их контакта. По мере увеличения продолжительности эксплуатации зубьев шестерен в стабильных нагрузках, не превышающих предела прочности на сжатие поверхностей трения, площадь контакта шероховатостей в зависимости от продолжительности работы пары трения равномерно увеличивается [5]. Стабилизация площади контакта между выступами и впадинами шероховатостей поверхностей трения способствует их работе без дополнительных энергетических затрат, что демонстрирует завершение процесса приработки и образование равновесной шероховатости на рабочих поверхностях зубьев шестерен. При этом наиболее вероятной моделью образованной равновесной шероховатости поверхностей зубьев шестерен, работающих в указанных нагрузочно-скоростных режимах работы зацепления, является модель в виде усеченного конуса [6; 7].

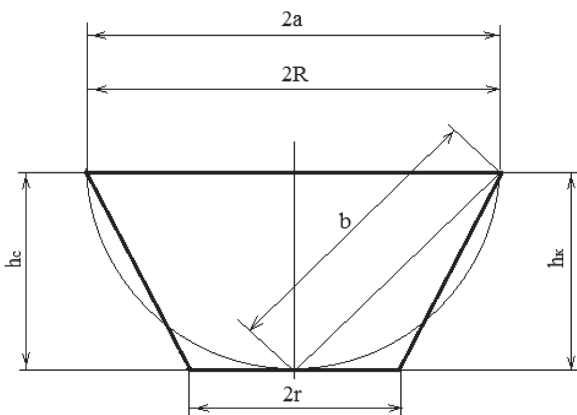


Рис. 1. Схема модели равновесной шероховатости поверхности в виде усеченного конуса, выполненной на основе шероховатости сферической формы

Моделирование выступа шероховатости в конусообразной форме

В целях обеспечения равенства объем деформации и скорость изнашивания при трении поверхностей трения зубьев шестерен, имеющих сферическую и в виде усеченного конуса форму, принимались согласно рис.

1. Принято, что выступы шероховатости указанных форм при обеспечении равных объемов деформации имеют равные глубины внедрения к поверхностям трения, т. е. $h_c = h_k$, и равное пятно контакта по наибольшему диаметру основания усеченного конуса и сферической модели шероховатости поверхностей трения, т. е. $2R = 2a$ [6]. Согласно выражению, приведенному в справочнике по математике И.Н. Бронштейна, объем внедрения выступов шероховатости к поверхностям трения равен:

для выступа шероховатости, имеющего форму усеченного конуса:

$$V_k = \frac{1}{3} \pi h_k (R^2 + r^2 + Rr), \quad (1)$$

где R – радиус наибольшего основания усеченного конуса; h_k – глубина внедрения усеченного конуса; r – радиус наименьшего основания усеченного конуса;

для внедренного выступа шероховатости, имеющего форму шарового сегмента:

$$V_c = \frac{1}{6} \pi h_c (3a^2 + h_c^2), \quad (2)$$

где h_c – наибольшая глубина внедрения выступа шероховатости в поверхность трения, равная глубине внедрения шарового сегмента; a – радиус пятна контакта шарового сегмента.

Учитывая принятые условия $V_k = V_c$, $h_k = h_c$ и $R = a$, приравнявая выражения (1) и (2) и заменив a на R и h_c на h_k , получим уравнения:

$$R^2 + 2Rr + 2r^2 - h_k^2 = 0 \quad (3)$$

Решив уравнение (3) относительно R , r и h_k , получим выражение для расчета: радиуса наибольшего основания усеченного конуса:

$$R_{u,k} = r_{u,k} + \sqrt{3r_{u,k}^2 - h_{u,k}^2}$$

радиуса наименьшего основания усеченного конуса:

$$r_{u,k} = \frac{\sqrt{3R_{u,k}^2 + 2h_{u,k}^2} - R_{u,k}}{2}. \quad (4)$$



В процессе изнашивания зубьев шестерен соотношение между радиусом наибольшего пятна контакта и глубиной внедрения выступа шероховатости в виде усеченного конуса составляет:

$$R_{ш,к} = 2,7 \cdot h_{ш,к}. \quad (5)$$

Соотношение между наименьшим радиусом выступа шероховатости, смоделированной в виде усеченного конуса, и глубиной ее внедрения в поверхность контакта, согласно выражению (4), равно:

$$r_{ш,к} = 1,1 \cdot h_{ш,к}. \quad (6)$$

В выражении (4) значение наибольшего радиуса пятна контакта a , смоделированного в виде усеченного конуса, определяется:

$$h_{ш,к} = \sqrt{3r_{ш,к}^2 - (a - r_{ш,к})^2}. \quad (7)$$

Учитывая равенство глубин внедрения в поверхность трения зуба шестерен, работающих в условиях жидкостного трения, смоделированных конического и сферического выступов шероховатости равно:

$$h_{кс} = h_{ш,к} - h_0 = \sqrt{2R_{ш,к} - 3a} - (h_0). \quad (6)$$

В дальнейшем для расчета скорости изнашивания зубьев шестерен без участия абразивных частиц используем модель выступов шероховатости в виде усеченного конуса.

Если зубчатая передача работает в масле, то толщина масляной пленки в зоне контакта зубьев шестерен при трении, когда происходит эластическая деформация поверхностей, получена в виде зависимости:

$$h_0 = \frac{2,24\mu_0 e^{ap} A \sin \alpha_0 v_{сум} L}{P} + s_c, \quad (7)$$

где s_c – величина упругой деформации поверхностей контакта зубьев шестерен; μ_0 – вязкость масла; α – пьезокоэффициент вязкости масла, 1/МПа; контактное давление, МПа; A – межосевое расстояние зубчатой передачи, мм; α_0 – угол зацепления зубчатой

передачи; v – суммарная скорость качения зубчатой передачи, м/с; L – длина зуба, мм; P – окружная сила в зубчатом зацеплении, Н.

Тогда глубина внедрения выступов шероховатости, имеющих вид круглого прямого конуса, в поверхность контакта зубьев шестерен равна:

$$h_{кс} = h_k - h_0 = \sqrt{2R - 3a} - \left(\frac{2,24\mu_0 e^{ap} A \sin \alpha_0 v_{сум} L}{P} + s_c \right). \quad (8)$$

Вначале на основе ожидаемой равновесной шероховатости, смоделированной в виде усеченного конуса, определяется средняя высота выступа начальной (технологической) шероховатости, имеющей форму правильного конуса, она приведена на рисунке 2.

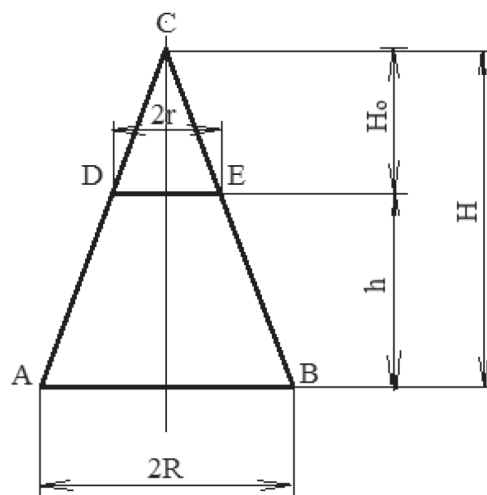


Рис. 2. Схема расчета высоты выступа технологической шероховатости

На рисунке 2 $2R$ – это диаметр приработанной поверхности выступов шероховатости, образованных в процессе обкатки зубчатых колес, возникающей в условиях силового взаимодействия при контакте технологических шероховатостей высотой равной H в результате их трения. При этом средняя высота равновесной шероховатости составляет h . В результате внедрения выступов шероховатости зубчатого колеса на поверхности контртела образуется пятно контакта диаметром, равным $2R$. Высота выступа шероховатости, равная $H-h$, изнашивается в процессе приработки поверхностей трения [8].



Обозначим через H высоту выступов технологической шероховатости, через h – показывающую высоту равновесной шероховатости.

Из подобия треугольников ABC и DEC (рис. 2),

$$\frac{H_{u,k}}{H_{u,k} - h_{u,k}} = \frac{2R}{2r},$$

получим:

$$H = \frac{R(H_{u,k} - h_{u,k})}{r}.$$

Обозначим $x = H$; $y = x - (H - h)$, тогда:

$$rx = R(x - h_{u,k}).$$

Решив уравнение относительно x , получим:

$$x = \frac{Rh_{u,k}}{R - r}.$$

Подставив значение x в уравнение

$$h = (x - y),$$

получим:

$$y = h_{u,k} \left(\frac{R}{R - r} - 1 \right).$$

Тогда высота технологической шероховатости с учетом значений R и r (рис. 2), выраженных через равновесную шероховатость h , получится:

$$H_{u,k} = \frac{Rh_{u,k}}{R - r} = 1,69h_{u,k},$$

а высота технологической шероховатости, подверженной изнашиванию в процессе обкатки:

$$H_{o(u,k)} = h_{u,k} \left(\frac{R}{R - r} - 1 \right) = 0,69h_{u,k}.$$

Таким образом, высота изношенной части технологической шероховатости H_o в процессе полной обкатки поверхности трения составляет 69 % от высоты равновесной шероховатости.

Износостойкость зубьев шестерен зависит от высоты выступа равновесной шеро-

ховатости, смоделированного в виде усеченного конуса.

Решив выражение для расчета скорости изнашивания, происходящего в условиях образования равновесной шероховатости, относительно глубины внедрения выступа шероховатости в поверхность контртела получим:

$$h_{u,k} = \frac{1}{21,2} \sqrt{\frac{\gamma_{o(u,k)} \cdot L^{0,5} \cdot z_{u,k} \cdot \psi_{u,k}^t \cdot P^{0,5} \cdot \rho_{np}^{0,5} \cdot (1 - \mu^2)}{m \cdot \psi_{1,2} \cdot n_{u,k} \cdot E_{np}^{0,5}}}.$$

Решение задачи, связанное с определением скорости изнашивания ($\gamma_{o(u,k)}$) зубьев шестерен, производится на основе предельно допустимой величины их износа, определенной по глубине упрочненной цементацией поверхности, равной 1 мм, происходящего в течение срока службы, равного эксплуатационному ресурсу зубчатого колеса – 8000 часов, и обеспечивается при скорости изнашивания 0,000125 м/ч.

Длина зуба (L) зубчатого колеса определяется по значению коэффициента ширины венца, рекомендованному в курсе «Детали машин», его значение принималось $\psi_L = 20-30$. Тогда длина зуба:

$$L = \psi_L \cdot m, \text{ мм.}$$

Число зубьев ведущего и ведомого зубчатого колеса ($z_{u,k}$) и модуля зацепления (m) определяется по конструктивной особенности зубчатой передачи на основе передаточного отношения с учетом износостойкости и ресурса зубчатых колес и условий их работы в агрегате.

Количество циклов нагружения – $z_{u,k}^t$, они приводят к разрушению деформированного объема металла с поверхности трения зубьев шестерен выступами шероховатости контртела. Значение, которое принимается на основе результатов полученных при испытании материалов на прочность, зависит от их механических свойств материала, из которого изготовлено зубчатое колесо.

Окружная сила в зацеплении (P) определена по крутящему моменту, подводимому к зубчатой передаче, действующей на зубья шестерен, находящихся в зацеплении в пер-



пендикулярном направлении, проходящем касательно через поверхности контакта зубьев.

Значение приведенного радиуса (ρ_{np}) определено с учетом радиусов эвольвентного профиля контактируемых зубьев ведущего и ведомого колеса.

Коэффициент относительного проскальзывания между зубьями шестерен ($\psi_{1,2}$) показывает степень относительного скольжения контактируемых зубьев ведущего и ведомого колеса с момента входа в контакт и до момента их выхода из контакта. Коэффициент относительного проскальзывания между зубьями шестерен рассчитывается отдельно для головки и ножки зубьев. По мере удаления контакта зубьев от головки и ножки зубьев в направлении полюса зацепления проскальзывание между зубьями шестерен уменьшается, в полюсе зацепления коэффициент

относительного проскальзывания зубьев равен нулю [9].

Для выполнения расчета износостойкости зубьев шестерен используется средняя взвешенная частота вращения зубчатых колес ($n_{u,k}$), значение которой принимается на основе конструктивных и эксплуатационных решений, с учетом тягово-скоростных свойств агрегатов машин.

Модуль упругости E_{np} показывает, в каких пределах напряжения на поверхностях контакта зубчатых колес происходит их упругая деформация.

Таким образом, результаты расчета выступов шероховатости поверхности зубьев с модулем зацепления 1 мм соответствуют: ведущего колеса – 8; ведомого зубчатого колеса – 7 классам шероховатости.

Рассмотрим влияние параметров зацепления зубчатой передачи на шероховатость поверхностей трения зубьев шестерен (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Изменение шероховатости зубьев шестерен в зависимости от модуля зацепления и нагрузки в зубчатой передаче

Модуль зацепления, мм	Скорость изнашивания зубьев, мм/час	Длина зуба, мм	Нагрузка в зацеплении, ГН	Приведенный радиус кривизны, мм	Высота выступов шероховатостей после приработки поверхностей, мкм	
					ведущей шестерни	ведомого колеса
1,0	0,000025	13	0,075	6,33	0,13	0,14
2,0	0,000050	26	0,150	12,66	0,22	0,24
4,0	0,000100	52	0,300	25,32	0,36	0,39
6,0	0,000150	78	0,450	37,98	0,50	0,54
8,0	0,000200	104	0,600	50,64	0,62	0,67
10,0	0,000250	130	0,750	63,30	0,73	0,77
12,0	0,000300	156	0,900	75,96	0,83	0,88

В расчетах в качестве исходных данных использованы: число зубьев ведущей шестерни $z_u = 19$; число зубьев ведомого зубчатого колеса $z_k = 38$; коэффициент относительного удлинения материала ведущей шестерни $\psi_u = 7$; коэффициент относительного удлинения материала ведомого зубчатого колеса $\psi_k = 8$; коэффициент фрикционной усталости материала зубчатых колес $t = 1,3$; приведенный ради-

ус кривизны зубчатого зацепления; коэффициент Пуассона $\mu = 0,03$; коэффициент относительного проскальзывания между головкой ведущей шестерни и ножкой зуба ведомого зубчатого колеса $\psi_1 = 4,24$; частота вращения ведущей шестерни $n_u = 2 \text{ с}^{-1}$; частота вращения ведомого зубчатого колеса $n_k = 1 \text{ с}^{-1}$; приведенный модуль упругости материала зубчатых колес $E_{np} 215000 \text{ МПа}$.



Таблица 2

Изменение шероховатости зубьев шестерен в зависимости от степени относительного проскальзывания между зубьями шестерен

Коэффициент высоты зуба	Относительное проскальзывание между зубьями шестерен	Высота выступов шероховатостей после приработки поверхностей, мкм	
		ведущей шестерни	ведомого колеса
1,00	4,24	0,73	0,79
0,70	3,16	0,84	0,91
0,30	1,53	1,21	1,32
0,00	0,00	1,78	1,89
-0,30	1,47	1,23	1,44
-0,70	2,90	0,88	0,96
-1,00	3,76	0,77	0,84

Для расчета высоты выступа шероховатости использованы следующие исходные данные: скорость изнашивания зубчатых коле с $\gamma_{d(u,k)} = 0,000250$ мм/ч; длина зубьев шестерен $L = 130$ мм; число зубьев ведущей шестерни $z_u = 19$; число зубьев ведомого зубчатого колеса $z_k = 38$; коэффициент относительного удлинения материала ведущей шестерни $\psi_u = 7$; нагрузка в зацеплении $P = 0,75$ ГН; коэффициент относительного удлинения материала ведомого зубчатого колеса $\psi_k = 8$; коэффициент фрикционной усталости материала зубчатых колес $t = 1,3$; приведенный радиус кривизны зубчатого зацепления $\rho_{np} = 63,3$ мм; модуль зацепления $m = 10$ мм; коэффициент Пуассона $\mu = 0,03$; частота вращения ведущей шестерни $n_u = 2$ с⁻¹; частота вращения ведомого зубчатого колеса $n_k = 1$ с⁻¹; приведен-

ный модуль упругости материала зубчатых колес $E_{np} = 215000$ МПа.

Решив выражения для расчета скорости изнашивания зубьев шестерен в зоне качения относительно высоты выступа шероховатости, получим:

для зубьев ведущей шестерни:

$$h_{u,k} = \frac{1}{121,14} \cdot \sqrt[3]{\frac{n_{p(u,k)} \cdot z_{u,k} \cdot \gamma_{d(u,k)} \cdot \sqrt{0,5 \cdot L \cdot P \cdot m \cdot z_{np}} \cdot (1 - \mu^2)}{n_{u,k} \sqrt{E_{np}}}} \text{ мм.}$$

Исходные данные для расчета $\gamma_{d(u,k)} = 0,00025$ мм/час; $L = 130$ мм; $z_u = 19$; $z_k = 38$; $\psi_u = 7$; $\psi_k = 8$; $P = 0,75$ мН; $z_{np} = 12,67$; $\mu = 0,03$; $n_u = 2$ об/с; $n_k = 1$ об/с; $E_{np} = 215000$ МПа.

Рассмотрим изменение высоты выступа шероховатости в зависимости от количества циклов нагружения, приводящих к разрушению деформированной поверхности, и окружной силы в зацеплении (табл. 3 и 4).

Таблица 3

Изменение шероховатости зубьев шестерен в зависимости от коэффициента относительного удлинения материала шестерен

Коэффициент относительного удлинения материала шестерен, %		Количество циклов нагружения, приводящих к разрушению поверхности трения		Высота выступов шероховатостей после приработки поверхностей, мкм	
ведущей шестерни	ведомого колеса	ведущей шестерни	ведомого колеса	ведущей шестерни	ведомого колеса
7	8	12,55	14,93	0,73	0,79
9	10	17,40	19,95	0,86	0,92
11	12	22,58	25,29	0,98	1,03
13	14	28,06	30,90	1,09	1,14
15	16	33,80	36,76	1,19	1,25
17	18	39,77	42,84	1,29	1,34
19	20	45,96	49,13	1,39	1,44



Расчет высоты выступа шероховатости выполнялся при скорости изнашивания зубчатых колес $\gamma_{\partial(u,\kappa)} = 0,000250$ мм/ч; длине зубьев шестерен $L = 130$ мм; числе зубьев ведущей шестерни $z_u = 19$; числе зубьев ведомого зубчатого колеса $z_\kappa = 38$; нагрузке в зацеплении $P = 0,75$ ГН; коэффициенте фрикционной усталости материала зубчатых колес $t = 1,3$; приведенном радиусе кри-

визны зубчатого зацепления $\rho_{np} = 63,3$ мм; модуле зацепления $m = 10$ мм; коэффициенте Пуассона $\mu = 0,03$; частоте вращения ведущей шестерни $n_u = 2$ с⁻¹; частоте вращения ведомого зубчатого колеса $n_\kappa = 1$ с⁻¹; приведенной модули упругости материала зубчатых колес $E_{np} = 215000$ МПа:

$$h_{u,\kappa} = \frac{1}{21,2} \sqrt{\frac{\gamma_{\partial(u,\kappa)} \cdot L^{0,5} \cdot z_{u,\kappa} \cdot \psi_{u,\kappa}^t \cdot P^{0,5} \cdot \rho_{np}^{0,5} \cdot (1 - \mu^2)}{m \cdot \psi_{1,2} \cdot n_{u,\kappa} \cdot E_{np}^{0,5}}}$$

Таблица 4

Изменение глубины внедрения выступа шероховатости в поверхность зубчатых колес в зависимости от окружной силы, действующей на зубчатое зацепление

Окружная сила, действующая на зубчатое зацепление, МН	Высота выступов шероховатостей после приработки поверхностей, мкм	
	ведущей шестерни	ведомого колеса
0,15	0,49	0,53
0,30	0,58	0,63
0,45	0,65	0,70
0,60	0,69	0,75
0,75	0,73	0,79
0,90	0,77	0,83
1,05	0,79	0,86

Значения исходных данных для расчета высоты выступа шероховатости составили: скорость изнашивания зубчатых колес $\gamma_{\partial(u,\kappa)} = 0,000250$ мм/ч; длина зубьев шестерен $L = 130$ мм; число зубьев ведущей шестерни $z_u = 19$; число зубьев ведомого зубчатого колеса $z_\kappa = 38$; нагрузка в зацеплении $P = 0,75$ ГН; коэффициент фрикционной усталости материала зубчатых колес $t = 1,3$; приведенный радиус кривизны зубчатого зацепления $\rho_{np} = 63,3$ мм; модуль зацепления $m = 10$ мм; коэффициент Пуассона $\mu = 0,03$; частота вращения ведущей шестерни $n_u = 2$ с⁻¹; частота вращения ведомого зубчатого колеса $n_\kappa = 1$ с⁻¹; приведенный модуль упругости материала зубчатых колес $E_{np} = 215000$ МПа.

В общем виде фактическая площадь контакта зубьев после приработки шероховатостей составляет:

$$F = \pi \cdot r_{u,\kappa}^2 \cdot M_L \cdot M_B = \pi \cdot r_{u,\kappa}^2 \cdot M_{o(u,\kappa)},$$

где M_L – количество выступов шероховатости, находящихся на длине зуба; M_B – ко-

личество выступов шероховатости, находящихся на ширине контакта зубьев.

Предположим, что выступы шероховатости расположены по длине и ширине контакта зубьев равномерно, тогда общее количество выступов шероховатости, находящихся на площади контакта зубьев, равно:

$$M_o = M_L M_B.$$

Количество выступов шероховатости, находящихся на 1 мм длины зуба:

$$M_c = \frac{0,39 \cdot c \cdot H_{u,\kappa}}{k \cdot m \cdot [\sigma_{из}]_{u,\kappa}}.$$

Количество выступов шероховатости, находящихся на длине зуба:

$$M_L = \frac{0,39 \cdot c \cdot L \cdot H_{u,\kappa}}{k \cdot m \cdot [\sigma_{из}]_{u,\kappa}}.$$

Количество выступов шероховатости, находящихся на ширине контакта зубьев:

$$M_B = \frac{1190 \cdot c \cdot H_{u,\kappa} \cdot \sqrt{P \cdot \rho_{np}} \cdot (1 - \mu^2)}{k \cdot m \cdot [\sigma_{из}]_{u,\kappa} \cdot \sqrt{L \cdot E_{np}}}.$$

Тогда общее количество выступов шероховатости, находящихся на площади контакта зубьев, составляет:

$$M_{o(u, \kappa)} = \frac{464,1 \cdot c^2 \cdot H_u \cdot H_\kappa \cdot \sqrt{P \cdot L \cdot \rho_{np}} \cdot (1 - \mu^2)}{k^2 \cdot m^2 \cdot [\sigma_{из}]_u \cdot [\sigma_{из}]_\kappa \cdot \sqrt{E_{np}}}$$

Фактическая площадь контакта зубьев после обкатки поверхности зубьев:

$$F_{n(u, \kappa)} = \pi \cdot r_u \cdot r_\kappa \cdot M_{o(u, \kappa)} = \frac{1763300 \cdot c^2 \cdot h_u \cdot h_\kappa \cdot H_u \cdot H_\kappa \cdot \sqrt{P \cdot L \cdot \rho_{np}} \cdot (1 - \mu^2)}{k^2 \cdot m^2 \cdot [\sigma_{из}]_u \cdot [\sigma_{из}]_\kappa \cdot \sqrt{E_{np}}}$$

где $[\sigma_{из}]_u$ и $[\sigma_{из}]_\kappa$ – соответственно, предельно допустимые напряжения изгиба возникающего в ножке зубьев ведущего и ведомого

зубчатого колеса; h_u и h_κ – соответственно, глубина внедрения выступов шероховатости в поверхность ведущего и ведомого зубчатого колеса.

Номинальная площадь контакта зубьев:

$$F_n = \frac{3040 \cdot \sqrt{P \cdot \rho_{np}} \cdot (1 - \mu^2) \cdot \sqrt{L}}{\sqrt{E_{np}}}$$

Относительная площадь фактического контакта [4; 6]:

$$K_{om} = \frac{F_{n(u, \kappa)}}{F_n} = \frac{58000 \cdot c^2 \cdot h_u \cdot h_\kappa \cdot H_u \cdot H_\kappa}{k^2 \cdot m^2 \cdot [\sigma_{из}]_u \cdot [\sigma_{из}]_\kappa}$$

Таблица 5

Изменение соотношения фактической и номинальной площадей контакта в зависимости от степени относительного проскальзывания между зубьями шестерен

№	Коэффициент высоты зуба	Относительное проскальзывание между зубьями шестерен	Соотношения фактической и номинальной площадей контакта шестерен, %
1	1,00	4,56	0,201
2	0,70	3,16	0,543
3	0,30	1,53	6,183
4	0,00	0,00	9,096
5	-0,30	1,47	6,856
6	-0,70	2,90	0,601
7	-1,00	4,18	0,225

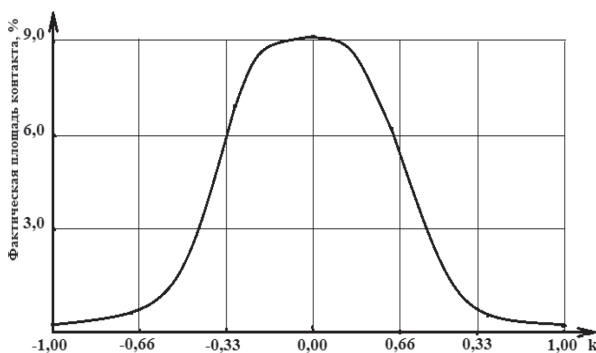


Рис. 3. Изменение фактической площади контакта зубьев шестерен в зависимости от коэффициента высоты зуба

Исходные данные для расчета: модуль зацепления $m = 10$ мм; длина зуба $L = 130$ мм; приведенный радиус кривизны $\rho_{np} =$

63,3 мм; коэффициент Пуассона $\mu = 0,3$; коэффициент деформации $c = 3$; приведенный модуль упругости $E_{np} = 215000$ МПа; коэффициент высоты зуба для ведущей шестерни твердость материала $H_u = 630$ МПа, $[\sigma_{из}]_u = 75$ МПа, $h_u = 0,73$ мм для ведомого колеса $H_\kappa = 580$ МПа; $[\sigma_{из}]_\kappa = 73$ МПа, $h_\kappa = 0,79$ мм. Результаты расчета приведены в таблице 5 и на рисунке 3 [10].

С увеличением модуля зацепления соотношение фактической площади контакта к номинальной площади уменьшается, это связано с тем, что, согласно данным таблицы 6, увеличение модуля зацепления приводит к уменьшению глубины внедрения выступов шероховатости ведущей и ведомой шестерен.



Таблица 6

Изменение фактической площади контакта зубьев шестерен в зависимости от модуля зацепления зубчатой передачи при $k = 1,0$

№	Модуль зацепления, мм	Глубина внедрения выступов шероховатости в поверхность, мкм		Отношения фактической и номинальной площадей контакта шестерен, %
		ведущей шестерни	ведомого зубчатого колеса	
1	1,0	0,13	0,14	0,634
2	2,0	0,22	0,24	0,460
3	4,0	0,36	0,39	0,306
4	6,0	0,50	0,54	0,261
5	8,0	0,62	0,67	0,226
6	10,0	0,73	0,77	0,201
7	12,0	0,83	0,88	0,177

Выводы

Таким образом, полученные результаты исследования показывают, что:

- внедряемые в поверхность трения шероховатости, имеющие конусообразную форму по высоте и по диаметру, и выступы шероховатости без приработки в среднем в 2,45 раза больше, чем выступы шероховатости по высоте и диаметру основания с приработкой;

- при трении качения с проскальзыванием – повышение модуля зацепления приводит к росту высоты выступов шероховатости после приработки ведущей и ведомой шестерен, в зубчатых передачах с мелким

модулем зацепления рост высоты выступов шероховатостей происходит более интенсивно по сравнению с зубчатыми передачами с более крупным модулем зацепления; снижение относительного проскальзывания между зубьями шестерен приводит к повышению высоты выступов шероховатостей после приработки зубьев ведущей и ведомой шестерен;

- отношения фактической и номинальной площадей контакта растет с понижением относительного проскальзывания между зубьями шестерен, значение которого снижается с повышением модуля зацепления.

REFERENCES

1. Tigetov D.G., Gorickij Ju.A. Markovskaja model' mehanicheskogo vzaimodejstvija sherohovatyh poverhnostej v processe trenija [Markov model of mechanical interaction of rough surfaces in the process of friction]. *Trenie i smazka v mashinah i mehanizmah – Friction and lubrication in machines and mechanisms*. Moscow, Publishing house of mechanical engineering, 2010, no. 3, pp. 4-13.
2. Mirzayev Q.Q., Irgashev A. Wear resistance of rolling-ball bearings operating in an abrasive medium. *Journal of Friction and Wear*, 2014, no. 35 (5), pp. 439-442.
3. Starzhinskij V.E., Solimterman Ju.L., Tesker E.I., Goman A.M., Osipenko S.A. Vidy povrezhdenij zubchatyh koles: tipologija i rekomendacii po preduprezhdeniju povrezhdenij [Types of gear damage: typology and recommendations for preventing damage]. *Trenie i iznos – Friction and wear*, 2008, no. 5, pp. 465-482.
4. Ikramov U.A., Irgashev A., Makhkamov K.Kh. Calculation model to assess wear resistance of tooth gears. *Trenie i iznos – Friction and wear*, 2003, no. 24 (6), pp. 620-625.
5. Grib V.V. Diagnosticheskoe modelirovanie mehanicheskix sistem [Diagnostic modeling of mechanical systems]. Saint Petersburg, Expert solutions, 2014, 448 p.



6. Irgashev B.A. Forecasting the Consumption of Spare Parts in Machines Based on the Content of Wear Particles in Oil Journal of Friction and Wear. Allerton Press, 2015, vol. 36, no. 5, pp. 441-447.

7. Tigetov D.G. O vlijanii mehanizma razrusheniya na ravnovesnuju sherohovatost' pri modelirovanii treniya s pomoshh'ju markovskih sluchajnyh processov [On the influence of the fracture mechanism on the equilibrium roughness when modeling friction using Markov random processes]. Vestnik MJeI – Bulletin MPEI, 2008, no. 6. Moscow, MPEI Publ., 2008, pp. 119-128.

8. Ishmuratov H K, Irgashev B A. Assessment of the Wear Resistance for Gearwheel Teeth in an Open Toothed Gear under the Conditions of a High Level of Dust. Trenie i iznos – Friction and wear, 2020, January 1, vol. 41, issue 1, pp. 85-90.

9. Bezjazychnyj V.F. Jeksperimental'noe podtverzhdenie malociklovoj ustalostnoj prirody fretting-iznashivaniya poverhnostnyh sloev metallov [Experimental confirmation of the low-cycle fatigue nature of fretting wear of surface layers of metals]. V.F. Bezyazychnyj, B.M. Drapkin, R.V. Lyubimov, M.V. Timofeev. Trenie i iznos – Friction and wear, 2000, vol. 2, no. 3, pp. 9-16.

10. Chudakov K.P., Dombrovskaja I.K., Voldos V.V. Opredelenie iznosa detalej mashin metodom negativnyh slepkov [Determination of the wear of machine parts by the method of negative impressions]. Vestnik mashinostroeniya – Bulletin of mechanical engineering, 2002, no. 1, pp. 7-12.

Тақризчи: Астаноқулов К.Д., техника фанлари доктори, профессор, “Қишлоқ хўжалиги машиналари” кафедра мудири, Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти.



DOI:
UDC: 001.8

RELEVANCE OF THE CREATION OF THE NATIONAL INDEX OF CITATION OF SCIENTIFIC ARTICLES IN UZBEKISTAN

Azamov Temur Narzullaevich,

Doctor of Philosophy in Engineering Sciences (PhD),
director of PE “Perspective team”;
uziric@gmail.com,
ORCID: 0000-0002-0991-0241

Razhabov Narzullo Agzamovich,

Candidate Of Physical and Mathematical Sciences,
Associate Professor of the Department of Information Technologies,
Samarkand State Architectural and Construction Institute
rna18@mail.ru,
ORCID: 0000-0002-1585-0214

Sultonov Yuldoshboy Urazmetboyevich

Doctoral Student,
Tashkent University of Information Technologies
yura_sultonov@mail.ru,
ORCID: 0000-0003-4285-0225

Annotation. *Manufacturing processes in the publishing industry have long gone digital. Today, it is natural that scientometric research and methods are almost entirely focused on the processing of data presented on the Internet. Provide the ability to conduct quantitative and qualitative analysis by comparing key indicators of bibliometric, altrometric and publishing activities for scientific publications, authors and organizations. To address this problem, the database, in addition to bibliographic information about articles and links, should include current verified and normalized information and constantly update it.*

From this point of view, the level of quality of scientific publications is determined by a number of criteria put forward by modern publishing practice and international standards of scientific periodicals. The article analyzes the relevance of creating a national index of citing scientific articles in Uzbekistan, taking into account the experience of developed countries.

Key words: *article, edition, rating, citation index, editorial office, scientific journal, electronic edition.*

АКТУАЛЬНОСТЬ СОЗДАНИЯ НАЦИОНАЛЬНОГО ИНДЕКС ЦИТИРОВАНИЯ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ В УЗБЕКИСТАНЕ

Аъзамов Темур Нарзуллаевич,

доктор философии по техническим наукам (PhD),
директор ЧП “Perspective team” ;

Ражабов Нарзулло Агзамович,

кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры «Информационные технологии»,
Самаркандский государственный архитектурно-строительный институт



Султонов Йулдошбой Уразметбоевич
докторант,
Ташкентский университет информационных технологий

Аннотация. Производственная деятельность в издательской индустрии давно перешла в цифровое пространство. Сегодня естественно, что наукометрические исследования и методы почти полностью сосредоточены на обработке данных, представленных в Интернете. Обеспечить возможность провести количественный и качественный анализ путем сравнения ключевых показателей библиометрические, алтметрики и издательская деятельность для научных публикаций, авторов и организаций. Для решения этой проблемы база данных, помимо библиографической информации о статьях и ссылках, должна включать актуальную проверенную и нормализованную информацию и постоянно обновлять его.

С этой точки зрения уровень качества научных публикаций определяется рядом критериев, выдвигаемых современной издательской практикой и международными стандартами научной периодики. В статье анализируется актуальность создания национального индекса цитирования научных статей в Узбекистане с учетом опыта развитых стран.

Ключевые слова: статья, издание, рейтинг, индекс цитирования, редакция, научный журнал, электронное издание.

ЎЗБЕКИСТОНДА ИЛМИЙ МАҚОЛАЛАРНИНГ МИЛЛИЙ ИҚТИБОС ИНДЕКСИНИ ЯРАТИШНИНГ АКТУАЛЛИГИ

Аъзамов Темур Нарзуллаевич,
техника фанлари бўйча фалсафа доктори (PhD),
“Perspective team” ХК директори;

Ражабов Нарзулло Агзамович,
ф-м.ф.н., доцент,
“Ахборот технологиялари” кафедраси доценти

Самарқанд давлат архитектура қурилиш институти

Султонов Йулдошбой Уразметбоевич,
докторант,
Тошкент ахборот технологиялари университети

Аннотация. Нашриёт соҳасида ишлаб чиқариш фаолияти узоқ вақт давомида рақамли маконга ўтди. Бугунги кунда илмиётриқ тадқиқотлар ва услублар деярли тўлиқ Интернетда тақдим этилган маълумотларни қайта ишлашга йўналтирилганлиги табиийдир. Илмий нашрлар, муаллифлар ва ташкилотларга нисбатан асосий библиометриқ кўрсаткичлар, алтметрикалар ва нашр фаолиятини таққослаш орқали миқдорий ва сифат таҳлилларини ўтказиш имкониятини таъминлаш муҳимдир. Мазкур муаммони ҳал қилиш учун маълумотлар базаси, мақолалар ва келтирилган маълумотномалар ҳақидаги библиографик маълумотлар тегишли текширилган ва нормаллаштирилган маълумотларни ўз ичига олиши ҳамда доимий равишда янгиланиб туриши керак. Шу нуқтаи назардан қараганда,



илмий нашриётлар ва улар нашр этаётган нашрларнинг сифат даражаси замонавий нашриёт амалиёти ва илмий даврий нашрларнинг халқаро стандартлари томонидан илгари сурилган қатор мезонларга қараб белгиланади. Ушбу мақолада ривожланган давлатлар тажрибасини инобатга олган ҳолда, Ўзбекистонда илмий мақолаларнинг миллий иқтибос индексини яратишнинг актуаллиги таҳлил қилинган.

Калит сўзлар: мақола, нашриёт, рейтинг, иқтибос индекси, таҳририят, илмий журнал, рақамли нашр.

Production processes in the publishing industry has shifted to the digital space since a long time ago. The vast majority of traditional media are represented in it by their electronic counterparts, and publishing business processes are carried out through telecommunication networks. It is natural that current scientometric research and methods are almost completely focused on processing of data presented on the Internet.

From this point of view, the quality level of scientific publishing houses and publications they publish are determined by a number of criteria put forward by modern publishing practice and international standards of scientific periodicals. The basic conditions for the functioning and successful promotion of a reputable scientific publishing house imply the following:

1. Automation of the editorial and publishing process
2. Placing information about a periodical on the Internet
3. Placement of publications on the Internet

There are more than 200 scientific journals in Uzbekistan, which constitute the core of the most authoritative sources of scientific information and are listed in scientific publications recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan for publishing of major scientific findings.

However, only a few of these journals are properly represented on the Internet. The overwhelming majority of paper magazines published in Uzbekistan not only have public electronic versions, but even ordinary “business card” websites. “Informatization” in the editorial and publishing process of

scientific publications in Uzbekistan, at best, is limited only to the use of popular universal means, such as office suites, layout systems, e-mail for communications, which by today’s standards is equivalent to “manual labor”.

This state of affairs in modern conditions significantly complicates dissemination of research outcomes and the exchange of the latest scientific findings between members of the scientific community. Taking into account the growing trend and efforts to enhance presentation of domestic publications and publications in authoritative international bibliographic databases, the low level of informatization in the editorial and publishing process is a strong “inhibiting” factor.

In general, in addition to certain organizational requirements, the inclusion of a periodical, for example, in such an authoritative Scopus database, is also accompanied by a number of technical requirements for its electronic version (online system): site structure; the possibility of structured indexing of content; SEO-optimization, auto-tagging of site pages for search engines; the presence of a scientometric apparatus; functions and support of bibliographic information and scientometric data exchange formats (OAI-MPH, XML) for integration with databases (WorldCat, Google Scholar, DOAJ, CrossRef, etc.); mechanism for licensing electronic content; payment instruments; registration of DOI identifiers; support for various models of access to publications, including: immediate open access (Gold Open Access),

The current situation in the area under consideration is largely due to the nature of



funding for domestic scientific publications - editorial offices are almost entirely financed by the funds of the founders, most of which, in turn, are state institutions. In this case, the development of an electronic publication management system that meets international requirements becomes an extremely difficult task for any individual publishing house, both from a personnel and financial point of view. It should be borne in mind that the costs are not limited to one development - the life cycle of any software requires continuous technical support, further development, correction of possible errors and upgrade.

The idea of creating such a system at the republican level (a kind of hosting of Uzbek scientific journals), existing as a commercial project and managed by one company, seems to be more rational. With this option, the publishing houses of scientific periodicals get rid of the costs of their own IT infrastructure, and have relatively low costs for its rental and support in the form of outsourcing services.

Another important problem is related to enabling quantitative and qualitative analysis by comparing main bibliometric indicators, altmetrics and publication activity in relation to scientific publications, authors and organizations. To solve this problem, the database, in addition to bibliographic information about articles and cited references, must contain corresponding verified and normalized information and should be constantly updated.

From the point of view of long-term planning and management of the development of domestic science and education, the implementation of analytical tools within the system can provide opportunities for identifying the most relevant or, on the contrary, losing their relevance scientific areas based on a quantitative analysis of publications on various topics and the dynamics of their citation.

Comparative analysis of analogues of the created scientific and innovative development

The publication of scientific journals, collections of articles and proceedings of conferences, as well as the formation of electronic educational and scientific collections is an integral part of the research and educational activities of any leading university and research institute. To carry out this activity, a number of information systems for managing scientific journals and publications have been created in the world. The most intensive growth in the production of such systems occurred in 2004-2008. By now, many of the systems developed over 10 years ago have gained wide popularity and turned into successful continuously evolving software products. Some systems have even turned into an industry standard of sorts.

The world's largest publishing houses of scientific literature were among the first to use ICT in their work, introduced and constantly develop their own electronic publishing systems. Examples are Springer's information system, Science Direct platform (Scopus) publishing house Elsevier, as well as the system of electronic publications of the scientific archive arXiv.org. Two Russian projects - eLIBRARY.ru (RSCI) and the mathematical portal Math-Net.Ru - are innovative in a number of solutions used. We also note the project of automation of the electronic journal Lobachevskii Journal of Mathematics (www.ljm.ru), within the framework of which the process of reviewing scientific work by the editorial board of the journal was completely automated, including the automatic appointment of reviewers from the expert base, support of the notification system and control of deadlines. For the first time in an electronic mathematical journal, the conversion of incoming articles and their storage in the MathML format were organized, which made it possible to implement a search system by formulas.

The same is true for small publishers that publish one or two editions at a time. In most cases, small publishers order the development of functionally simple



publishing management systems that meet all their own needs.

However, from a practical point of view, the most interesting are free (free) open source systems. Open source facilitates refining of such systems and giving them the required functionality. It is also important that many of these systems have an active community of users and developers, which ensures the continuous development and improvement of systems, taking into account the emerging innovative methods and advanced information technologies.

Open Journal System (<https://pkp.sfu.ca/ojs/>) open source software system for managing electronic scientific journals; is being developed as part of the Public Knowledge Project by Simon Fraser University, the University of British Columbia, the University of Pittsburgh, the Ontario Council of University Libraries, the School of Education at Stanford University, and the California Digital Library.

OJS is licensed under the GNU / GPL license. The project is continuously evolving, new versions of the system keep being released, a stable full version is available for self-installation. As of December 2011, the OJS system is used by over 11,500 journals worldwide.

OJS is a unified e-journal management platform that supports a wide range of business models for periodicals and provisioning settings from fully open source resources to short annotations and commercial subscriptions. A clear separation allows the system to be used as a single common platform for managing all the periodic resources of a separate research or educational organization, since the journals being hosted are managed completely independently, and at the same time, the settings of one of them do not affect the work of the other in any way.

The functionality of the system allows online interaction between the participants in the editorial process. The OJS system is configured as a cloud-based software package,

can be deployed and managed locally, all business processes are configured directly by the editors of each particular edition.

The advantage of OJS as a basic platform is a streamlined method of use. The presence of a constantly updated gallery of modules also serves as an important circumstance and allows you to take into account the peculiarities of scientific publications and not try to unify the publishing activity as a whole. The technology for creating software modules is based on open code, which allows you to include services in the system that take into account the specifics of individual scientific publications.

ePublishing Toolkit (<http://dev.livingreviews.org/epubtk/>) a publishing toolbox developed by the Max Planck Society to manage the Living Reviews family of electronic scientific journals... There is no separate complete distribution kit for installation, however, all the source codes of the system are available in the developer's online repository.

Information space of system ePublishing Toolkit consists of a magazine family, which in turn is subdivided into individual magazines. Each magazine is a container for publications; almost all the functionality of the ePublishing system is associated with magazines. When created, each journal within the framework of one installation of the system is assigned a unique identifier, which is further used in various scenarios of the system operation.

Architectural system ePublishing Toolkit consists of components that can work independently. Each component contains a set of functions for working with a separate class of system objects. The basic functions required by many components are implemented as shared libraries. The individual components are responsible for creating publications from source material and presenting them to the Internet; to manage links; to manage the life cycle and business processes of the publishing house, etc.



In ePublishing Toolkit declares maximum compliance with the open standards OpenSearch, OAI-PMH, authorization is possible using OpenID. System ePublishing Toolkit has a role-based model of users with different access rights and a multi-step resource publishing process that supports all stages of the article lifecycle from initial draft upload to posting the final draft on the Internet, adapted for Living Reviews processes.

System ePublishing Toolkit can be installed on MS Windows and Linux operating systems; it requires Python (version 2.3 or higher) to be installed, as well as a number of Python packages, which makes the installation process quite laborious. Setting up the system requires highly qualified personnel.

Digital Publishing System (<http://dpubs.org/>) a free information system for online publication of academic scientific and educational journals, conference proceedings and monographs. It was developed in the USA by Cornell University and Pennsylvania State University. On the basis of this system, the Cornell University Library has implemented the Project Euclid project.

At the moment, about 10 projects have been implemented on the basis of DPubS, one way or another related to the organizations that developed this system. The main feature of the DPubS system can be considered that the initiator of its development was the Cornell University Library (with the aim of creating an electronic publishing system), and not various scientific and educational communities. This was reflected in the features of the system's functionality. In particular, the DPubS system is designed taking into account the problems of ensuring the safety of information resources and fault tolerance, which are acutely faced by all electronic libraries; in addition, there is support for working with publishing software and such repositories of information objects such as DSpace or FEDORA.

DPubS is a set of interconnected services and has a modular architecture. Functionally,

DPubS consists of a collection aggregation module, an editorial service, an indexing service, a search mediator, a feedback module, a repository, subscription services, and user interface and administration modules. The editorial service provides initial loading of articles and their transfer to reviewers, further preparation and publication of journal issues and their final upload to the repository.

DPubS implements a role model of users with different access rights. It is possible to provide both paid and free access to resources. Installation of DPubS requires taking into account the peculiarities of the architecture and the internal interconnections of the elements of the system. The lack of updates since 2008 and the corresponding documentation makes installation and implementation of this system a very non-trivial task.

Ambra Publishing System (<https://plos.github.io/ambraproject/>) an electronic publishing system developed by the non-profit organization Topaz. Ambra is a web application with a service-oriented architecture for publishing research materials in all fields of science and designed to help bring published scientific articles to life. Ambra is also used as a platform to host a number of PLOS magazines.

The information model of the Ambra system is based on the Topaz platform; specially configured FEDORA repository and Mulgara DBMS (open source RDF database) are used as data storage. The main feature of the Ambra system can be considered the use of object-relational mapping technology in the development of the system, as well as a non-relational DBMS as a storage for a part of information objects. Since the interaction between the individual modules of the Ambra system is carried out over the TCP protocol, the structure of the system can be distributed. The publication upload process is simplified and consists of only two steps (user upload and administrator confirmation), there are no special roles for



editors and reviewers. Since all articles are stored in the FEDORA repository,

The Ambra web application can be installed for both Windows and UNIX operating systems; however, the distribution kit does not contain an installer wizard, and therefore the installation of the complex becomes very difficult. The last release of the system is dated 2009, so it is difficult to draw conclusions about the further development of the project.

GAPWorks (<https://sourceforge.net/projects/gapworks.berlios/>) electronic publishing system, which was developed in the framework of a project of German academic publishing houses, funded by the German Research Foundation (DFG). GAPWorks provides components for electronic publishing (with support for the review process), user management, roles, etc. The GAPWorks system is implemented using PHP and PostgreSQL DBMS. It provides a review process, user management functions, OAI-PMH support, and a customizable set of templates. Despite the fact that the GAPWorks distribution kit is available for download, there is no information about the development of the system since 2006, and there is no data on the implemented projects either.

Drupal E-Journal (<https://www.drupal.org/project/ejournal>) - a specially designed module for managing electronic journal, created for the well-known content management system Drupal. Initially, this module was developed as an analogue of the OJS system for Drupal and provides functions for managing magazines, their issues and articles, there is also support for user roles and access rights. Since the Drupal E-Journal system is architecturally a separate Drupal module, it is possible to use other Drupal add-ons and modules with it, which seems to be very useful. The last version was released in 2011, a stable assembly of the module for Drupal versions 5.x and 6.x is also available.

Annotum (<http://annotum.org/about.html>) - a scientific publishing and

publishing platform based on WordPress. It is analogous to the Drupal E-Journal plugin. Annotum fills some of the gaps in WordPress functionality related to academic publishing. Among the possibilities Annotum includes: strict compliance with a subset of the set of tags for publishing journal articles; several import and export formats; export to PDF and XML formats; citing articles; editorial workflow; auto-generation and registration of documents CrossRef DOI, etc.

Scholastica (<https://scholasticahq.com/>) is a cloud-based journal and manuscript management platform. Scholastica includes powerful built-in analytics, file versioning, built-in email, customizable reviewer feedback forms, customer support for all users, and single / double-blind peer review options, as well as many other features to support the editorial and publishing process.

There are also many other electronic systems for managing scientific periodicals. As a rule, they are small autonomous systems that provide navigation through content, or they are part of some kind of comprehensive information system. Often these developments are functionally limited, do not take into account the specifics of different scientific journals and, as a result, do not provide automation of all the palette of business processes associated with the management of electronic scientific journals. The fact is that they were created to ensure the functioning of specific electronic publications, and this led to significant differences in both the architecture of systems and functionality.

Despite the fact that there is no universal model of an electronic journal management system describing specific requirements and services, almost all electronic scientific journal management systems, including those discussed above, support generally accepted standards in the field of data integration and exchange. If we talk directly about free open systems, then at the current moment in time



most projects have not received further significant development, the only exception is one actively developing project - the Open Journal Systems system.

REFERENCES

1. <http://dev.livingreviews.org/epubtk/>
2. <https://www.epublishing.com/what-is-an-eps>
3. <https://scholasticahq.com/>
4. <http://annotum.org/about.html>
5. <https://sourceforge.net/projects/gapworks.berlios/>
6. Arnol'd D. Gnusnie sifri [Elektronniy resurs] / D. Arnol'd, K. Fauler. Ros. akademiya nauk. URL: <http://www.ras.ru/news/shownews.aspx?id=e0587895-686c-42af-9e4e-334071d0be06>
7. Indeks sitirovaniya – instrument, a ne sel'! [Elektronniy resurs]. Ros. akademiya nauk. URL: <http://www.ras.ru/news/shownews.aspx?id=e0587895-686c-42af-9e4e-334071d0be06>
8. Kirillova O.V. Kak izmeryayut nauku: osnovnie pokazateli i indikatorii indeksov sitirovaniya [Elektronniy resurs]. URL: http://www.ihlik.lib.ru/tmp/Kirillova_Scopus.rar 96 TAMOJENNAYA POLITIKA ROSSII NA DAL'NEM VOSTOKE № 3(64)/2013
9. Murav'eva M. Gennadiy Mesyas: «Indeks sitirovaniya ne vseгда ob'ektivno otrajaet zaslugi uchenogo» [Elektronniy resurs]. URL: http://www.strf.ru/material.aspx?CatalogId=347&d_no=14318
10. Nauchnaya elektronnyaya biblioteka eLIBRARY.RU [Elektronniy resurs]. URL: http://elibrary.ru/projects/citation/cit_index.asp?
11. Pislyakov V.V. Effekt Matfeya v sitirovanii statey rossiyskix uchenix, opublikovannix za rubejom [Elektronniy resurs] / V.V. Pislyakov, Ye.L. D'yachenko. URL: <http://www.hse.ru/data/194/242/1240/Pislyakov2.pdf>
12. Rossiyskiy indeks nauchnogo sitirovaniya [Elektronniy resurs]: URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/>
13. Sokolov M. Chtobi indeksi sitirovaniya srabotali [Elektronniy resurs]. URL: <http://www.polit.ru/article/2009/12/10/index1/>
14. Shtern B.E. Indeks sitiruемости rossiyskix uchenix [Elektronniy resurs] // Nezavisimaya gazeta. URL: http://www.ng.ru/science/2003-05-14/13_citata.html
15. Citation Statistics [Elektronniy resurs] // International Mathematical Union (IMU). URL: <http://www.mathunion.org/fileadmin/IMU/Report/CitationStatistics.pdf>
16. Scopus [Elektronniy resurs] // Elsevier. URL: <http://elsevier.com/locate/scopus/>
17. Web-of-science [Elektronniy resurs] // Thomson Reuters. URL: <http://www.thomsonreuters.com/web-of-science/http://www.ras.ru/news/shownews.aspx?id=e0587895-686c-42af-9e4e-334071d0be06>
18. <http://www.hse.ru/data/194/242/1240/Pislyakov2.pdf>
19. <http://www.ras.ru/news/shownews.aspx?id=e0587895-686c-42af-9e4e-334071d0be06>
20. <http://www.hse.ru/data/194/242/1240/Pislyakov2.pdf>
21. <http://www.ras.ru/news/shownews.aspx?id=e0587895-686c-42af-9e4e-334071d0be06>

Тақризчи:

Якубов М.С., т.ф.д., профессор, Тошкент ахборот технологиялари университети “Ахборот технологиялари” кафедраси профессори.









**ИЛМ-ФАН ВА ИННОВАЦИОН
РИВОЖЛАНИШ**

**НАУКА И ИННОВАЦИОННОЕ
РАЗВИТИЕ**

**SCIENCE AND INNOVATIVE
DEVELOPMENT**

4 / 2021

Босишга рухсат этилди 2021 йил 2 июль.
Бичими 60 x 84 ¹/₈. Шартли босма табағи 14.1. Адади 500 нусха.
“Инновацион ривожланиш нашриёт-матбаа уйи”
давлат унитар корхонасида офсет қоғозда чоп этилди.

Таҳририят манзили:

Таҳририят манзили:

100174, Тошкент ш., Университет кўчаси, 7-уй.
Телефонлар: (99899) 373-90-35, (99899) 920-90-35;
Веб-сайт: www.indep.uz; e-mail: ilm.fan@inbox.ru.

Обуна индекси – 1318.

ISSN 2181-9637.