

ISSN 2520-2235

ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКӢ

Баҳши Интеллект, Инноватсия, Инвеститсия

2 (70) 2025



ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции

POLYTECHNIC BULLETIN
Series: Intelligence. Innovation. Investments

ПАЁМИ

ПОЛИТЕХНИКӢ

**БАХШИ ИНТЕЛЛЕКТ, ИННОВАТСИЯ,
ИНВЕСТИЦИЯ**

МАҶАЛЛАИ ИЛМӢ – ТЕХНИКӢ

<http://vp-es.ttu.tj/> E-mail: vestnik_politech@ttu.tj

Published since January 2008

ISSN
2520-2235

2(70)
2025

Маҷалла ба рӯйхати нашрияҳои тақризии КОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, КОА-и назди Вазорати таҳсилоти олӣ, илм ва инноватсияҳои Ҷумҳурии Ўзбекистон ва равияи физикаи он ба рӯйхати нашрияҳои тақризии КОА-и Федератсияи Россия ворид карда шудааст.

Журнал включен в перечень рецензируемых изданий ВАК при Президенте Республики Таджикистан, ВАК при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан, а его направление физики в перечень рецензируемых изданий ВАК Российской Федерации.

The journal is included in the list of peer-reviewed publications of the HAC under the President of the Republic of Tajikistan, the HAC under the Ministry of Higher Education, Science and Innovations of the Republic of Uzbekistan, and its Physical direction in the list of peer-reviewed publications of the HAC of the Russian Federation.

Маҷалла дар Вазорати фарҳанги Ҷумҳурии Тоҷикистон ба қайд гирифта шудааст
№ 408/МҚ-97 аз 09 апрели соли 2025

Индекси обуна 77762

РАВИЯИ ИЛМИИ МАҶАЛЛА	НАУЧНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ЖУРНАЛА	SCIENTIFIC DIRECTION
01.01.00 Математика 01.04.00 Физика 05.13.00 Информатика, техникаи ҳисоббарор ва идоракунӣ 08.00.05 Иқтисод ва идоракунӣ хоҷагии халқ (аз рӯи соҳаҳо ва соҳаҳои фаъолият)	01.01.00 Математика 01.04.00 Физика 05.13.00 Информатика, вычислительная техника и управление 08.00.05 Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности)	01.01.00 Mathematics 01.04.00 Physics 05.13.00 Informatics, computer technology and management 08.00.05 Economics and management of the national economy (by industries and spheres of activity)

Муассис ва ношир	Учредитель и издатель	Founder and publisher
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi
Ҳар семоҳа нашр мешавад	Издається ежеквартально	Published quarterly

Нишонӣ	Адрес редакции	Editorial office address
734042, г. Душанбе, хиёбони академикҳо Раҷабовҳо, 10А Тел.: (+992 37) 227-57-87	734042, г. Душанбе, проспект академиков Раджабовых, 10А Тел.: (+992 37) 227-57-87	734042, Dushanbe, Avenue of Academicians Radjabovs, 10A Tel.: (+992 37) 227-57-87

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
СЕРИЯ: ИНТЕЛЛЕКТ, ИННОВАЦИИ, ИНВЕСТИЦИИ

POLYTECHNIC BULLEEN
SERIES: INTELLIGENCE, INNOVATION,
INVESTMENTS

САРМУҲАРРИР

Қ.Қ. ДАВЛАТЗОДА

Доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор

Р.Т. АБДУЛЛОЗОДА

Номзади илмҳои техникаӣ, дотсент, муовини сармуҳаррир

Ш.А. Бозоров

Номзади илмҳои техникаӣ, дотсент, муовини сармуҳаррир

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

К.К. ДАВЛАТЗОДА

доктор экономических наук, профессор

Р.Т. АБДУЛЛОЗОДА

кандидат технических наук, доцент, зам. главного редактора

Ш.А. Бозоров

кандидат технических наук, доцент, зам. главного редактора

АЪЗОЁН

М.И. ИЛОЛОВ

академики АМИТ, доктори илмҳои физикаю математика, профессор

М. ГАДОЗОДА

Номзади илмҳои физикаю математика, дотсент

М.М. САДРИДДИНОВ

Номзади илмҳои физикаю математика, дотсент

С.З. ҚУРБОНШОЕВ

доктори илмҳои физикаю математика, профессор

А.А. АБДУРАСУЛОВ

Номзади илмҳои физикаю математика, профессор

У. МАДВАЛИЕВ

доктори илмҳои физикаю математика

Т.Х. САЛИХОВ

доктори илмҳои физикаю математика

АНГЕЛ СМРИКАРОВ

Доктори илм, профессор (Булғория)

Н.И. ЮНУСОВ

номзади илмҳои техникаӣ, дотсент

С.А. НАБИЕВ

номзади илмҳои техникаӣ, дотсент

У.Х. ҶАЛОЛОВ

номзади илмҳои техникаӣ, дотсент

А.А. ҚОСИМОВ

номзади илмҳои техникаӣ, дотсент

А.Д. АҲРОРОВА

Доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор

М.К. ФАЙЗУЛЛОЕВ

Доктори илмҳои иқтисодӣ, дотсент

Ҳ.А. ОДИНАЕВ

Доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор

Ф.М. ҲАМРОЕВ

Доктори илмҳои иқтисодӣ, дотсент

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

М.И. ИЛОЛОВ

академик НАНТ, доктор физико-математических наук, профессор

М. ГАДОЗОДА

кандидат физико-математических наук, доцент

М.М. САДРИДДИНОВ

кандидат физико-математических наук, доцент

С.З. КУРБОНШОЕВ

доктор физико-математических наук, профессор

А.А. АБДУРАСУЛОВ

кандидат физико-математических наук, профессор

У. МАДВАЛИЕВ

доктор физико-математических наук.

Т.Х. САЛИХОВ

доктор технических наук, профессор

АНГЕЛ СМРИКАРОВ

доктор наук, профессор (Болгария)

Н.И. ЮНУСОВ

кандидат технических наук, доцент

С.А. НАБИЕВ

кандидат технических наук, доцент

У.Х. ДЖАЛОЛОВ

кандидат технических наук, доцент

А.А. КОСИМОВ

кандидат технических наук, доцент

А.Д. АХРОРОВА

доктор экономических наук, профессор

М.К. ФАЙЗУЛЛОЕВ

доктор экономических наук, доцент

Х.А. ОДИНАЕВ

доктор экономических наук, профессор

Ф.М. ХАМРОЕВ

доктор экономических наук, доцент

Материалы публикуются в авторской редакции, авторы опубликованных работ несут ответственность за оригинальность и научно-теоретический уровень публикуемого материала, точность приведенных фактов, цитат, статистических данных и прочих сведений. Редакция не несет ответственность за достоверность информации, приводимой авторами.

Автор, направляя рукопись в Редакцию, принимает личную ответственность за оригинальность результатов исследования, поручает Редакции обнародовать статью посредством ее опубликования в печати.

МУНДАРИЧА – ОГЛАВЛЕНИЕ

МАТЕМАТИКА - MATHEMATICS	5
<u>МУОДИЛАИ ИНТЕГРАЛИИ ДУЧЕНАКАИ СИММЕТРӢ БО ХАТӢОИ ФАВҚУЛМАХСУС</u> С.Б. Зарипов.....	5
<u>СОХТАНИ ФУНКСИЯИ ЛЯПУНОВ БАРОИ СИСТЕМАИ МУОДИЛАӢОИ ФАРҚИИ ТАРАФИ РОСТАШОН ГОЛОМОРФӢ</u> С.З. Курбоншоев, У.Р. Рустамбекова*	10
ФИЗИКА - PHYSICS.....	15
<u>НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА СПИНОВЫХ СОЛИТОНОВ В ФЕРРОМАГНЕТИКАХ</u> Ш.А. Девонакулов	15
<u>КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ЗАХВАТА ПОЗИЦИИ В ДВОЙНЫХ ПЕРОВСКИТАХ $Y_2MgTiO_6 : Mn^{2+}$ И $La_2MgTiO_6 : Mn^{2+}$</u> ¹ Ш.А. Бозоров, ² С.М. Акбарова, ² И. Рауфов, ³ Д.П. Тулаев, ² М.М. Каюмов	24
<u>ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЯЗКОУПРУГИХ СВОЙСТВ МНОГОАТОМНЫХ ЖИДКОСТЕЙ ОТ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СОСТОЯНИЯ</u> Д.М. Акдодов, С.Д. Баладжонзода	32
<u>УСТАНОВКА ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ИЗМЕРЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖИДКИХ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ</u> С.А. Тагоев	40
<u>ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА И МОРФОЛОГИЮ КУКУРУЗЫ СОРТА «ДИЛШОД» В ОТКРЫТОМ ГРУНТЕ</u> Ф.М. Назиров, Т.А. Ходжазода	46
ИНФОРМАТИКА, ТЕХНИКАИ ҲИСОББАРОР ВА ИДОРАКУНӢ - ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ - INFORMATICS, COMPUTER TECHNOLOGY AND MANAGEMENT	57
<u>МЕТОДЫ ОБОБЩЕННОЙ ЭНТРОПИЙНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ ВЫЖИВАЕМОСТИ</u> А.И. Низамитдинов	57
<u>ТАҲИЯИ БАЗАИ ДОДАӢОИ СИСТЕМАИ ИТТИЛООТИИ ҲАВЗАИ ДАРӢӢОИ БАЙНИСАРҲАДӢ</u> А.С. Мусинов	62
<u>ТАКМИЛИ УСУЛИ ВИЖЕНЕР ДАР БАДАЛСОЗИИ ОБЪЕКТӢОИ МАТНӢ</u> М.Ҳ. Фафуров.....	67
<u>ТАҲЛИЛИ МАӢЛУМОТИ РАВАНДИ ТАӢЛИМ ДАР АСОСИ ЗАХИРАӢОИ НИЗОМИ МАРКАЗИ ТЕСТИИ ДОНИШГОӢ</u> ¹ Р.С. Яздонқулов, ² Д.С. Нарзиева	72
ИҚТИСОД ВА ИДОРАКУНИИ ХОҶАГИИ ХАЛҚ - ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ - ECONOMICS AND MANAGEMENT OF THE NATIONAL ECONOMY	77
<u>ҶАНБАӢОИ ИҚТИСОДИВУ ЭКОЛОГИИ КОРКАРДИ ПАРТОВӢОИ НАҚЛИӢӢ</u> И.Х. Халилов	77
<u>РОЛЬ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОВЫШЕНИИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ТАДЖИКИСТАНА</u> Н.Х. Бердиева	82
<u>ОЦЕНКА ТРАНСАКЦИОННЫХ ИЗДЕРЖЕК В СИСТЕМЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ</u> Ф. Аюби	89

АМСИЛАҲОИ РАҚОБАТ: МУШКИЛОТ ВА ИСТИФОДАИ ОН ДАР БОЗОРИ ХИЗМАТРАСОНИИ НАҚЛИЁТИ АВТОМОБИЛӢ

Х.Ш. Рачабова 94

БУХГАЛТЕРСКИЙ УЧЁТ КАК ВАЖНЫЙ ИСТОЧНИК ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИИ В УСЛОВИЯХ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ

С.Д. Тилакмуродова 98

ЭТАПЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПАРТНЁРСТВА В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА МЕЖДУ ТАДЖИКИСТАНОМ И РОССИЕЙ

У.А. Абдухаликов 103

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ НОРМИРОВАНИЯ ТРУДА И АНАЛИЗ ЕГО СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

М.М. Байматова 111

ТАҲЛИЛИ ИСТЕҲСОЛОТИ КИШОВАРЗӢ ВА ТАЪСИРИ РАҚАМИКУНОНИИ ИҚТИСОДИЁТ ДАР БАРТАРАФСОЗИИ ПРОБЛЕМАҲОИ СОҲА

Д.Ш. Ҷамолов 118

МАВҶЕИ СОҲИБКОРИИ КИШОВАРЗӢ ДАР НИЗОМИ ФАӢОЛИЯТИ ХОҶАГИДОРИИ КИШВАР

Д.Ш. Ҷамолов 123

ТАРИФНАЯ ПОЛИТИКА В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ КАК МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

Ш.Н. Саидова 128

КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ И КЛИМАТИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН

А.Д. Ахророва, Ш.Р. Орифова 135

МОДЕЛИ ОЯНДАБИНИИ САРМОЯГУЗОРИҲОИ ХОРИҶӢ ДАР СОҲАИ САНОАТИ НАССОЧИВУ ДӢЗАНДАГИИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Д.А. Розиев 140

МУОДИЛАИ ИНТЕГРАЛИИ ДУЧЕНАКАИ СИММЕТРИ БО ХАТҲОИ ФАВҚУЛМАХСУС

С.Б. Зарипов

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Дар мақола як синфи нави муодилаҳои дученака нисбатан ба яке аз тағйирёбандаҳо симметрии интегралӣ намуди Волтерра, ки ядро он якто хати махсуси дараҷаи оӣ қайдкардашудаи сарҳадӣ ва якто хати махсуси дараҷаи оӣ дохилӣ доранд, омӯхта шудааст. Дар мақолаи мазкур омӯзиши муодилаи (1) бо коэффитсиентҳои доимӣ дида баромада шудааст, ки дар онҳо A, B, E – доимӣҳои додашуда мебошанд, $f(x, y)$ – функсияи додашуда ва $\varphi(x, y)$ – функсияи номаълум мебошад. Ҳалли умумии муодила доимии ихтиёро дар бар мегирад ва барои ёфтани доимии ихтиёр шартҳои канории намуди Коши гузошта шудаанд, ки ҳалли онҳо ба намуди ошкор ёфта шудааст.

Калидвожаҳо: муодилаи якченакаи интегралӣ, муодилаи дученакаи интегралӣ, хати махсус, муодилаи симметрии, шартҳои канорӣ, ҳалли ягона, шартҳои асимптотикӣ.

ДВУМЕРНЫЕ СИММЕТРИЧНЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ С СВЕРХ - СИНГУЛЯРНОЙ ЛИНИЕЙ

С.Б. Зарипов

В статье изучен новый класс двумерных интегральных уравнений вольтерровского типа, симметричный по одному из переменных, ядро которого имеет граничную и внутреннюю фиксированную сверх - сингулярную линию. В данной статье рассматривается исследование уравнения (1) с постоянными коэффициентами, где A, B, E — заданные константы, $f(x, y)$ - заданная функция, а $\varphi(x, y)$ - искомая функция. Общее решение уравнения содержит произвольную постоянную и для нахождения произвольных постоянных ставятся и исследуются различные граничные задачи типа Коши и их решения найдены в явном виде.

Ключевые слова: однородные интегральные уравнения, двумерное интегральное уравнение, сверх - сингулярная линия, симметричное уравнение, краевые задачи, единственные решения, асимптотические условия.

SYMMETRICAL TWO DIMENSIONAL INTEGRAL EQUATION WITH SUPER - SINGULAR LINES

S.B. Zaripov

The article studies a new class of two-dimensional integral equations of Volterra type, symmetric with respect to one of the variables, the kernel of which has a boundary and an internal fixed super-singular line. In this paper, first of all, in this area, the equation (1) is considered, where A, B, E are continuous data, $f(x, y)$ is a given function, and $\varphi(x, y)$ is the desired function. The general solution of the equation contains an arbitrary constant, and to find arbitrary constants, various boundary value problems of the Cauchy type are posed and investigated, and their solution is found explicitly.

Keywords: one dimensional integral equation, two dimensional integral equation, super - singular lines, symmetrical equation, boundary value problems, unique solutions, asymptotic conditions.

Муқаддима

Мақсади омӯзиш ва тадқиқи мақолаи мазкур, ин ба даст овардани ҳалҳои бисёршакла барои муодилаи интегралӣ дученакаи симметрии намуди Волтерра нисбат ба яке аз тағйирёбандаҳо симметрии бо хатҳои фавқулмахсус мебошад. Дар байни муодилаҳои интегралӣ Волтерра муодилаи интегралӣ чинси ду бо ҳудудҳои симметрии ҷои махсусро ишғол мекунанд. Аслан дар ин мақолаи омӯзиши муодилаҳои моделии дученакаи интегралӣ намуди Волтерра нисбат ба яке аз тағйирёбандаҳо симметрии бо хатҳои фавқулмахсус, ки функсияҳои ихтиёро дар бар мегирад ба роҳ монда шудааст.

Дар ҳолатҳое, ки ҳалли умумии муодилаи интегралӣ функсияҳои ихтиёро дарбар мегиранд, ба таври корректӣ гузоштани масъалаҳои канорӣ барои муодилаи дученакаи интегралӣ нисбат ба яке аз тағйирёбандаҳо симметрии бо хатҳои фавқулмахсус омӯхта шудааст. Аз назарияи муодилаҳои интегралӣ намуди Волтерра-чинси ду маълум аст, ки агар ядро он бефосила ё аз фазои Гилбертӣ бошад, он гоҳ муодилаи интегралӣ ҳалли ягона дорад.

Гузориши масъала

Бо ёрии D соҳаи росткунҷаи зеринро ишорат мекунем:

$$D_0 = \{(x, y) : -a < x < a, 0 < y < b\}, \text{ инчунин } \Gamma_0 = \{-a < x < a\}, \Gamma_1 = \{0 < y < b\}.$$

Дар соҳаи $D = D_0 \setminus \Gamma_0$ муодилаи дученакаи симметрии намуди зеринро дида мебароем:

$$\varphi(x, y) + A \int_{-x}^x \frac{\varphi(t, y)}{|t|^\alpha} dt + B \int_0^y \frac{\varphi(x, s)}{s^\beta} ds + E \int_{-x}^x \frac{dt}{|t|^\alpha} \int_0^y \frac{\varphi(t, s)}{s^\beta} ds = f(x, y), \quad (1)$$

ки дар ин ҷо A, B, E - доимӣҳои додашуда, $f(x, y)$ – функсияи додашуда дар D , $\varphi(x, y)$ -функсияи кофташаванда.

Ҳалли муодилаи интегралӣ дученакаи симметрии (1) бо назардошти [3], аз синфи функсияҳои зерин меёбем,

$\varphi(x, y) \in C(\bar{D})$ $\varphi(0,0) = 0$, бо рафтори асимптотики зерин:

$\varphi(x, y) = o[|x|^\varepsilon y^\varepsilon], \varepsilon > 0$ ҳангоми $(x, y) \rightarrow (0,0)$.

Ба ҳамин тариқ операторҳои интегралӣ нави зеринро ворид месозем:

$$T_x(\varphi) = \int_{-x}^x \frac{\varphi(t, y)}{|t|^\alpha} dt, \quad T_y(\varphi) = \int_0^y \frac{\varphi(x, s)}{s^\beta} ds.$$

Оngo муодилаи симметрии дученакаи интегралӣ (1) дар намуди операторӣ дар шакли зерин навишта мешавад:

$$\varphi(x, y) + AT_x(\varphi) + BT_y(\varphi) + ET_xT_y(\varphi) = f(x, y) \quad (2)$$

Бигуздор дар муодилаи (1) ва ё (2) доимҳои A, B, E бо ёрии баробарии E=AB алоқамандӣ дошта бошанд. Оngo муодилаи дученакаи интегралӣ (2) – ро ба намуди зерин навиштан мумкин аст:

$$\varphi(x, y) + AT_x(\varphi) + BT_y[\varphi + AT_x\varphi] = f(x, y), \quad (3)$$

гузориши

$$\varphi(x, y) + AT_x\varphi = \Psi(x, y). \quad (4)$$

Оngo муодилаи (3) намуди зеринро ба худ касб мекунад

$$\Psi(x, y) + BT_y(\Psi) = f(x, y). \quad (5)$$

Ба ҳамин тариқ ёфтани ҳалли муодилаи дученакаи интегралӣ (1), оварда мешавад ба ёфтани ҳалли муодилаи якченакаи симметрий бо хатҳои фавқулмаҳсус. Бо дарназардошти [1, 2], агар ҳалли муодилаи дученакаи интегралӣ (5) ҳангоми $B < 0$ мавҷуд бошад, оngo ҳалли он ба намуди зерин дода мешавад.

$$\begin{aligned} \Psi(x, y) = & \exp[B\omega_b^\beta(y)]c_1(x) + f(x, y) \\ & - B \int_0^y \exp\left[B\left(\omega_b^\beta(y) - \omega_b^\beta(s)\right)\right] \frac{f(t, s)}{s^\beta} ds, \end{aligned} \quad (6)$$

ҳангоми $B > 0$ бо ёрии формулаи зерин дода мешавад.

$$\Psi(x, y) = f(x, y) - B \int_0^y \exp\left[B\left(\omega_b^\beta(y) - \omega_b^\beta(s)\right)\right] \frac{f(t, s)}{s^\beta} ds \quad (7)$$

Ҳалли намуди (6) дар ҳолате ба даст омадааст, ки фарзияи $f(x, y) \in C(\bar{D})$, $f(x, 0) = 0$ иҷро шавад, бо назардошти рафтори асимптотики зерин:

$$f(x, y) = o[\exp(B\omega_b^\beta(y))y^{\gamma_1}], \quad \gamma_1 > \beta - 1, \quad y \rightarrow 0. \quad (8)$$

Ҳалли намуди (7) бошад, дар ҳолате ба даст омадааст, ки фарзияи $f(x, y) \in C(\bar{D})$, $f(x, 0) = 0$ иҷро шавад, бо назардошти рафтори асимптотики зерин:

$$f(x, y) = o[y^{\gamma_2}], \quad \gamma_2 > \beta - 1, \quad y \rightarrow 0 \quad (9)$$

Бо дарназардошти боби 7 аз [1], агар ҳалли муодилаи симметрии дученакаи интегралӣ (4) мавҷуд бошад, оngo он ба намуди зерин дода мешавад:

$$\varphi(x, y) = \begin{cases} \Psi(x, y) - AK_1^1[\Psi(x, y)]c_1(x) & \text{ҳангоми } (x, y) \in D^+ \\ \Psi(-x, y) + AK_1^1[\Psi(x, y)]c_1(-x) & \text{ҳангоми } (x, y) \in D^- \end{cases}, \quad (10)$$

ки дар ин ҷо

$$K_1^1[\Psi(x, y)] = \int_0^x \frac{\Psi(t, y) + \Psi(-t, y)}{|t|^\alpha} dt,$$

$c_1(x)$ – функцияи ихтиёри дар Γ_1 мебошад.

Ба ҳамин тариқ ҳалли муодилаи дученакаи симметрии интегралӣ намуди (1) –ро бо назардошти [6,7,8,9] дар синфи функцияҳои $\varphi(x, y) \in C(\bar{D})$, $\varphi(0,0) = 0$, мекобем. Пас, ҳангоми $B > 0$ дар ифодаи (10) $c_1(x) = 0$ мешавад.

Агар ҳалли муодилаи интегралҳои симметрии якченакаи (4) мавҷуд бошад, онгоҳ онро ба намуди зерин навиштан мумкин аст.

$$\varphi(x, y) = \begin{cases} \Psi(x, y) - AK_1^1[\Psi(x, y)] & \text{ҳангоми } (x, y) \in D^+ \\ \Psi(-x, y) + AK_1^1[\Psi(x, y)] & \text{ҳангоми } (x, y) \in D^- \end{cases} \quad (11)$$

Ҳалли ҳосилшудаи намуди (11) дар ҳолате мавҷуд аст, ки $\Psi(0, y) = 0$, бо формулаи асимптотики зерин:

$$\Psi(x, y) = O[|x|^{\gamma_3}], \quad \gamma_3 > \alpha - 1, \quad \text{ҳангоми } x \rightarrow 0. \quad (12)$$

Аз тасвири интегралҳои (6) натиҷа мебарояд, ки функсияи $\Psi(x, y)$ ҳангоми $x \rightarrow 0$ аз руи формулаи (12) муайян карда мешавад. Агар $f(0, y) = 0$ бошад, онгоҳ аз руи формулаи асимптотики зерин муайян карда, мешавад

$$f(x, y) = O[|x|^{\gamma_3}], \quad \gamma_3 > \alpha - 1, \quad \text{ҳангоми } x \rightarrow 0.$$

Ҳолати 1. Бигузур $B < 0$ бошад, онгоҳ дар тасвири интегралҳои симметрии (10) ба ҷойи функсияи $\Psi(x, y)$, қимати онро аз ифодаи (6) гузошта, ҳалли муодилаи интегралҳои дученакаи симметрии (1) – ро дар намуди зерин навишта метавонем,

$$\varphi(x, y) = \begin{cases} K_1[c_1(x)] + K_2[f(x, y)], & \text{ҳангоми } (x, y) \in D_0^+ \\ K_3[c_1(-x)] + K_4[f(x, y)], & \text{ҳангоми } (x, y) \in D_0^- \end{cases} \quad (13)$$

ки дар ин ҷо

$$\begin{aligned} K_1[c_1(x)] &= c_1(x) \left[\exp(B\omega_b^\beta(y)) \right] - A \int_0^x |t|^\alpha \exp[\omega_b^\beta(y)[c_1(t) + c_1(-t)]] dt, \\ K_2[f(x, y)] &= f(x, y) - \int_0^y \exp[B(\omega_b^\beta(y) - \omega_b^\beta(s))] f(t, s) s^{-\beta} ds - \\ &\quad - A \int_0^x |t|^{-\alpha} [f(t, y) + f(-t, y)] dt - BA \int_0^x \frac{dt}{|t|^\alpha} \int_0^y B(\omega_b^\beta(y) - \omega_b^\beta(s)) \cdot \\ &\quad \cdot [f(t, s) + f(-t, s)] s^{-\beta} ds, \\ K_3[c_1(-x)] &= c_1(-x) \left[\exp(B\omega_b^\beta(y)) \right] - A \int_0^x |t|^\alpha \exp[\omega_b^\beta(y)[c_1(t) + c_1(-t)]] dt, \\ K_4[f(x, y)] &= f(-x, y) - \int_0^y \exp[B(\omega_b^\beta(y) - \omega_b^\beta(s))] f(-t, s) s^{-\beta} ds - \\ &\quad - A \int_0^x |t|^{-\alpha} [f(t, y) + f(-t, y)] dt - BA \int_0^x \frac{dt}{|t|^\alpha} \cdot \\ &\quad \cdot \int_0^y \exp[B(\omega_b^\beta(y) - \omega_b^\beta(s))] [f(t, s) + f(-t, s)] s^{-\beta} ds. \end{aligned}$$

Чи тавре, ки аз [4,5,10], маълум аст, агар дар тасвири интегралҳои (13), функсияи $f(x, y) \in C(\overline{D_0})$, $f(0, 0) = 0$ мешавад, бо формулаи асимптотики зерин:

$$f(x, y) = O[|x|^{\gamma_4} |y|^{\gamma_5}], \quad \gamma_4 > \alpha - 1, \quad \gamma_5 > \beta - 1 \quad \text{ҳангоми } (x, y) \rightarrow (0, 0), \quad (14)$$

инчунин функсияи ихтиёрии $c_1(x)$, шартҳои зеринро қаноат кунонад:

$$\begin{aligned} c_1(0) &= 0, \text{ бо рафтори асимптотикии зерин} \\ c_1(x) &= O[x^{\sigma_1}], \quad \sigma_1 > \alpha - 1 \quad \text{ҳангоми } x \rightarrow 0, \end{aligned} \quad (15)$$

Онгоҳ интегралҳои дар ифодаи (13) буда, наздикшавандаанд ва ҳалли муодилаи интегралҳои (1) аз синфи $C(\overline{D_0})$, ба нул майл мекунад, $(x, y) = (0, 0)$ ва бо ёрии ифодаи (10) дода мешавад, дар он ҷо $c_1(x)$ – функсияи ихтиёрии нуқтаи Γ_0 мебошад. Ғайр аз ин $c_1(0) = 0$ бо рафтори асимптотикии (15).

Ба ҳамин тариқ муҳокимаронии зерин ҷой дорад.

Теоремаи 1. Бигузур дар муодилаи дученакаи интегралҳои (1) $E=AB$, $B < 0$, A -дилхоҳ, функсияи $f(x, y) \in C(\overline{D})$, $f(0, 0) = 0$ бо рафтори асимптотикии зерин:

$$f(x, y) = O[|x|^{\gamma_6}], \quad \gamma_6 > \alpha - 1, \quad \text{ҳангоми } (x, y) \rightarrow (0, 0).$$

Онгоҳ дилхоҳ ҳалли муодилаи (1) аз синфи $C(\overline{D})$ ба намуди (10) ва (13) тасвир мегардад, ки $c_1(x)$ – функсияи ихтиёрии нуқтаи Γ_0 мебошад, ғайр аз ин, $c_1(0) = 0$, бо рафтори асимптотикии зерин:

$$c_1(x) = O[x^{\sigma_1}], \quad \sigma_1 > \alpha - 1 \quad \text{ҳангоми } x \rightarrow 0.$$

Ҳолати 2. Бигузур $B > 0$, онгоҳ дар тасвири (11) ба ҷойи функсияи $\Psi(x, y)$, қимати онро аз ифодаи (7) гузошта, ҳалли муодилаи дученакаи интегралҳои симметрии (1) – ро ҳосил мекунем

$$\varphi(x, y) = \begin{cases} K_2[f(x, y)], & \text{ҳангоми } (x, y) \in D^+ \\ K_4[f(x, y)], & \text{ҳангоми } (x, y) \in D^- \end{cases} \quad (16)$$

Аз тасвири интегралӣ (11) натиҷа мебарояд, ки ҳангоми $B > 0$ будан, барои мавҷудияти интегралҳо дар операторҳои интегралӣ зарур аст, ки $f(0, 0) = 0$ бо рафтори асимптотикии (14). Ба ҳамин тариқ муҳокимаронии зерин ҷой дорад.

Теоремаи 2. Бигузор дар муодилаи дученакаи симметрии (1), $E = AB$, $B > 0$, A - дилҳоҳ, функцияи $f(x, y) \in C(\overline{D})$, $f(0, 0) = 0$, бо рафтори асимптотикии зерин:

$$f(x, y) = O[|x|^{\gamma_7}], \quad \gamma_7 > \alpha - 1, \quad \text{ҳангоми } (x, y) \rightarrow (0, 0).$$

Онгоҳ муодилаи симметрии интегралӣ (1) дар синфи $C(\overline{D_0})$ ба нул майл мекунад ва дорои ҳалли ягона буда, бо ёрии формулаи (16) дода мешавад.

Чи тавре, ки аз теоремаи 1 бар меояд, ҳангоми $B < 0$ будан, ҳалли умумии муодилаи интегралӣ симметрии (1) як доимии ихтиёро нисбат ба тағйирёбандаи x дар бар мегирад. Дар ин ҳолат гузориши масъалаи канории зерин ба маврид аст.

Масъалаи N_1 . Талаб карда мешавад, ки ҳалли умумии муодилаи симметрии интегралӣ (1), ҳангоми $B < 0$ будан, аз руи шартӣ канории зерин ёфта шавад:

$$[\exp(-B(\omega_b^\beta(y)))\varphi(x, y)]_{y=0} = \omega_1(x),$$

ки дар ин ҷо

$\omega_1(x)$ – функцияи додашудаи нуқтаи Γ_0 .

Оид ба ҳалшавандагии масъалаи N_1 муҳокимаронии зерин ҷой дорад.

Теоремаи 3. Бигузор ҳамаи шартҳои теоремаи 1. Иҷро шаванд. Ғайр аз ин бигузор дар масъалаи N_1 функцияи $\omega_1(x) \in C(\Gamma_0)$, $\omega_1(0) = 0$, бо рафтори асимптотикии зерин:

$$\omega_1(x) = O[x^{\gamma_8}], \quad \gamma_8 > \alpha - 1 \quad \text{ҳангоми } x \rightarrow 0.$$

Бигузор ҳудуди зерин мавҷуд бошад.

$$f_1(x, y) = \left(\exp(-B\omega_b^\beta(y)) f(x, y) \right)_{y=0}, \quad \text{ғайр аз ин } f_1(0, 0) = 0, \text{ бо рафтори асимптотикии зерин:}$$

$$f_1(x, y) = O[x^{\gamma_9}], \quad \gamma_9 > \alpha - 1 \quad \text{ҳангоми } x \rightarrow 0.$$

Функцияи $F_1(x) = (\omega_1(t) + \omega_2(t) - f(t, y) - f(-t, y))$,

Дар нуқтаи $x=0$ ба нул майл кунад, яъне $F_1(0) = 0$ бо рафтори асимптотикии зерин: $F_1(x) = O[|x|^{\gamma_{10}}]$, $\gamma_{10} > \alpha - 1$, ҳангоми $x \rightarrow 0$.

Онгоҳ масъалаи N_1 дорои ҳалли ягона буда, бо ёрии формулаи (13), дода мешавад, ки $c_1(x)$ аз руи формулаи зерин муайян карда мешавад.

$$c_1(x) = \omega_1(x) + B \int_0^y f_1(x, s) s^{-\beta} ds + \int_0^x \exp(-B\omega_b^\beta(y)) \cdot \\ \cdot [\omega_1(t) + \omega_2(t) - f(t, y) - f(-t, y)] dt + A \int_0^x |t|^{-\alpha} [f_1(t, y) + f_1(-t, y)] dt - f_1(x, y).$$

Хулоса

Яке аз қисмҳои асосии математикаи муосир, ки дар мавқеи илмӣ тадқиқи зиёд дорад, ин назарияи муодилаҳои интегралӣ дученака мебошад. Бо дида баромадани муодилаи симметрии интегралӣ дученака - чинси яқум ва чинси дуҷум бо ҳудудҳои тағйирёбандаи симметрӣ, ба мисол ва масъалаҳои фазогии нисбат ба тир симметрии назарияи эластикӣ меоранд. Ҳамчунин ин намуди муодилаҳои интегралӣ дар физикаи назариявӣ, механикаи назариявӣ татбиқ доранд. Усулҳои дар боло тақмил ёфта ва натиҷаҳои ҳосилшударо барои минбаъд вусъатдиҳии назарияи муодилаҳои интегралӣ сеченакаи симметрии намуди Волтерра бо хатҳои ғавқулмахсус, инчунин барои дигар масъалаҳои гуногуни амалӣ истифода бурдан мумкин аст. Ёфтани доимӣҳои ихтиёрӣ, ки дар ҳалли умумии муодилаи иштирок мекунад, яке аз шохаҳои муосир дар самти муодилаҳои интегралӣ мебошад.

Муқаррир: Самаров Ш.Ш. – н.и.ғ.-м., дотсенти Донишгоҳи миллии тадқиқотӣ “Донишқадаи энергетикӣи Москва” дар ш. Душанбе.

Адабиёт

1. Раджабов Н. Интегральные уравнения типов Вольтерра с фиксированными граничными и внутренними сингулярными и сверх- сингулярными ядрами и их приложения. Издательство «Деваштич» Душанбе, 2007, 221с

2. Раджабов Н.Раджабовой Л. Введение в теорию многомерных интегральных уравнений типа Вольтерра с фиксированными сингулярными и сверх- сингулярными ядрами и их приложения, Germany; LAPLAMBERT Academic Publishing 2011; 502p.

3. Раджабов Н. Многомерного интегральное уравнение вольтерровского типа с сингулярными граничными областями в ядрах. ДАН России, 2011, том 473 №2, ст.1-3.
4. Раджабов Н., Зарипов С.Б. Об одном двухмерном интегральном уравнении вольтерровского типа с одной граничной и одной внутренней сингулярной линиями.- Материалы XI Школы молодых ученых Российской Федерации. – Россия, Трескол, 4-8 декабря 2013, ст.52-55 .
5. Раджабов Н., Зарипов С.Б. К теории одного класса двумерного симметричного интегрального уравнения Вольтерровского типа с одной граничной и одной внутренней сингулярной линиями. Доклады АНРТ, том 56, №12 2013г. 5-11 с.
6. Раджабов Н., Зарипов С.Б. Кривые задачи для одного класса двумерного симметричного по одному из переменных интегрального уравнения Вольтерра с двумя сингулярными линиями. Номаи Донишгох, ХГУ. 2014, 53-58 с.
7. Radjabov N. Volterra type integral equation with boundary and interior fixed singularity and super- singularity kernels and their application Germany; LAP LAMBERT Academic Publishing ; 2011, 282p.
8. Раджабов Н., Зарипов С.Б. Двумерные симметричные интегральные уравнения вольтерровского типа со сверх – сингулярными линиями. Материалы научной конференции “Современные проблемы естественных и социально гуманитарных наук” Научно исследовательского института ТНУ (28-29 ноября 2014 г.), ст.115 .
9. Раджабов Н, Б. Окили. Модельное двумерное симметричное интегральное уравнение Вольтерровского типа с одной граничной и одной внутренней сингулярной линией //Вестник Таджикского национального университета 1|2(81) 2012, ст.43-48.
10. Раджабов Н., Зарипов С.Б. Об одном классе двумерного симметричного интегрального уравнения Вольтерровского типа с одной граничной и одной внутренней сингулярной линиями// Материалы Международной научно- теоритической конференции «Актуальные проблемы науки и техники в современном ВУЗе» 23-25 мая 2019г. г Стерлитамак, на базе Стерлитамакского филиала Баш ГУ. ст. 165-171.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ — СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ — INFORMATION ABOUT AUTHOR

TJ	RU	EN
Зарипов Сухроб Бобокулович	Зарипов Сухроб Бобокулович	Zaripov Suhrob Boboqulovich
Номзади илмҳои физикаю математика, муаллими калон	Кандидат физико-математических наук, ст. преподаватель	Candidate of physical and mathematical sciences, Senior Lecturer
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after academician M.S.Osimi
E-mail: zaripov_s89@mail.ru		

УДК 517.9

СОХТАНИ ФУНКСИЯИ ЛЯПУНОВ БАРОИ СИСТЕМАИ МУОДИЛАҲОИ ФАРҚИИ ТАРАФИ РОСТАШОН ГОЛОМОРФӢ

С.З. Курбоншоев, У.Р. Рустамбекова*

Донишгоҳи Россияву Тоҷикистон (Славянӣ)

*Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Дар мақола усули сохтани функсияи Ляпунов барои таҳқиқи устувории ҳалли системаи муодилаҳои фарқии тарафи ростишон голоморфӣ дар ҳолати критикӣ оварда шудаанд. Инчунин, маълумоти мушаххаси назариявӣ оварда шудаанд, ки барои тадқиқи аналогии усули Ляпунов дар системаи муодилаҳои дифференсиалии фарқӣ таҳқиқ гардидаанд, дар системаи дискретии динамикӣ низ ба таври васеъ истифода карда мешаванд. Шартҳои мусбат муайян, манфӣ муайяни функсияи Ляпунов ва монотонии камшавии ҳалли он қад қад системаи муодилаҳои фарқӣ тавсиф карда шудаанд. Дар мисолҳои мушаххас тарзҳои гуногуни функсияи Ляпунов барои муодилаҳои дифференсиалии ҳаттӣ ва ғайрихаттӣ фарқӣ оварда шуда, меъёрҳои устуворӣ аз рӯи чунин функсияҳо муррабаб гардидаанд.

Калимаҳои калидӣ: векторҳои хос, спектри матритса, интегралҳои полиномалӣ, вектори функсия, муодилаҳои фарқӣ, устувории ҳал, оператор, функсияи Ляпунов, матритсаи Грин, экспоненциалии дихотомӣ, қисман бефосила, функсияи голоморфӣ.

ПОСТРОЕНИЕ ФУНКЦИЙ ЛЯПУНОВА ДЛЯ СИСТЕМЫ РАЗНОСТНЫХ УРАВНЕНИЙ С ГОЛОМОРФНЫМИ ПРАВЫМИ ЧАСТЯМИ

С.З. Курбаншоев, У.Р. Рустамбекова

В статье рассматривается способ построения функции Ляпунова для исследования устойчивости решений систем разностных уравнений с голоморфными правыми частями в критическом случае. Изложены основные теоретические подходы, позволяющие применять аналог метода Ляпунова, разработанный для дифференциальных разностных уравнений к дискретным динамическим системам. Описаны условия положительной определенности, отрицательной определенности функции Ляпунова и ее монотонного убывания вдоль решения разностной системы. Приведены примеры построения функции Ляпунова для линейных и нелинейных разностных уравнений, а также сформулированы критерии устойчивости в терминах таких функций.

Ключевые слова: собственные вектора, спектр матрицы, полиномиальные интегралы, вектор - функция, разностные уравнения, устойчивость решений, оператор, функция Ляпунова, матрица Грина, экспоненциально дихотомия, кусочно-непрерывный, голоморфная функция.

CONSTRUCTION OF LYAPUNOV FUNCTIONS FOR A SYSTEM OF DIFFERENCE EQUATIONS WITH HOLOMORPHOUS RIGHT-HAND PARTS

S.Z. Kurbanshоеv, U.R. Rustambekova

The article discusses a method for constructing Lyapunov functions for studying the stability of solutions to systems of difference equations with holomorphic right-hand sides in the critical case. The main theoretical approaches are presented that allow applying an analogue of the Lyapunov method developed for differential difference equations to discrete dynamic systems. Conditions for positive definiteness of the Lyapunov function and its monotone decrease along the solution of the difference system are described. Examples of constructing the Lyapunov function for linear and nonlinear difference equations are given, and stability criteria are formulated in terms of such functions.

Keywords: eigenvectors, matrix spectrum, polynomial integrals, vector - function, difference equations, stability of solutions, operator, Lyapunov function, Green matrix, exponential dichotomy, piecewise continuous, holomorphic function.

Муқаддима

Таҳқиқоти мазкур барои таҳқиқи устувории ҳалли системаи муодилаҳои фарқии тарафи ростишон голоморфӣ дар ҳолати критикӣ оварда шудаанд, ки дар назарияи бисёршаклаҳои интегралӣ роли басо муҳим мебозанд. Бисёршаклаҳои интегралӣ дар таҳқиқи масъалаҳои устувории ҳаракат, синтези идоракунии оптималӣ ва системаи муодилаҳои дифференсиалии фарқии тарафи ростишон голоморфӣ татбиқ мегардад, ки дар қорҳои Валеов К.Г., Қурбоншоев С.З., Садриддинов М.М., Шакарбеков Қ. ва дигарон хело хуб назаррас мебошанд. Бисёршаклаҳои интегралӣ бештар маҷмуи ҳалҳои системаи муодилаҳои фарқиро муттаҳид сохта, омӯхтани ҳосиятҳои аналитикии бисёршаклаҳои интегралӣ голоморфиро тақозо менамояд. Дар мақолаи мазкур функсияи Ляпунов барои системаи муодилаҳои фарқии тарафи ростишон голоморфӣ дар ҳолати критикӣ сохта шуда ва дар ҳолати хусусӣ, устувории ҳалли муодила таҳқиқ карда шудааст.

Методоллоғия ва усули гузаронидани қор

Натиҷаҳои ҳосилшуда ба таври васеъ дар таҳқиқи устувории ҳалли системаи дискретии динамикӣ истифода гардида, ва тадқиқи устувории ҳалҳои ҳосилгардида дар масъалаҳои мурабамӣ амалӣ мегардад.

Гузориши масъала

Таҳқиқоти мазкур имконият медиҳад, ки ҳалли аналитикии системаи муодилаҳои дифференсиалии ғайрихаттӣ тарафи ростишон голоморфиро дар соҳаи қазбшаванда мавриди таҳқиқ қарор медиҳем.

Системаи муодилаҳои фарқии

$$X_{n+1} = AX_n + \sum_{s=1}^{\infty} \mu^s G_s(X_n, Y_n), \quad Y_{n+1} = BY_n + \sum_{s=1}^{\infty} \mu^s H_s(X_n, Y_n) \quad (1)$$

- ро дида мебароем, дар ин ҷо X_n, Y_n - векторҳо, A ва B матритсаҳои тартиби $m \times m$ ва $n \times n$ мебошанд. Фарз мекунем, ки системаи (1) ҳалли сифрӣ (тривиалӣ) дорад. Инчунин, модули қиматҳои хоси $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m$ -и матритсаи A ба як баробар буда, вале ҳамаи қиматҳои хоси матритсаи B аз як хурд мебошанд.

Бигзор, проексияҳои векторҳои $G_s(X_n, Y_n)$ ва $H_s(X_n, Y_n)$ ($s=1, 2, \dots$) бисёрӯзба бошад, яъне функсияи андозаи $s+1$ буда, аммо қатори тарафи рости системаи (1) дар мавриди иҷро гардидани шарт

$$\|X_n\| \leq a, \|Y_n\| \leq b, |\mu| < \mu_0$$

наздиқшаванда бошад. Қайд мекунем, ки тағйирёбандаи X_n критикӣ ва Y_n ғайрикритикӣ мебошад.

Акнун, маҳфуми интеграл ва бисёршаклаҳои интегралиро барои системаи муодилаҳои фарқии тарафи росташон голоморфӣ [1] дида мебароем:

$$X_{n+1} = F(X_n). \quad (2)$$

Теоремаи зеринро дохил мекунем.

Теорема. Функсияи $V(X)$ интегралҳои системаи муодилаҳои фарқии (2) номида мешавад, агар айнияти зерин иҷро гардад:

$$V(F(X)) \equiv V(X), \quad V(X) \neq \text{const},$$

ки дар ин ҷо системаи муодилаҳои

$$g_1(X) = 0, \quad g_q(X) = 0$$

бисёршаклаҳои интегралҳои системаи муодилаҳои фарқии (2) - ро муайян месозад, агар ифодаи

$$x_j \equiv g_j(F(X) - g_j(X)) \quad (j=1, \dots, q)$$

системаи (3) - ро ба сифр табдил диҳад.

Бигзор, барои системаи муодилаҳои фарқии

$$X_{n+1} = AX_n, \quad (4)$$

элементҳои $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m$ интегралҳои полиномии системаи (2) бошанд:

$$V(X) = x_1^{k_1} x_2^{k_2} \dots x_m^{k_m} \quad (k_j \geq 0),$$

ки дар ин ҷо A - матритсаи диагональ бо элементҳои диагоналии $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m$ мебошад. Дар асоси шарт зарурии мавҷудияти экстремум аз шарт [2]

$$V(AX) \equiv V(X)$$

натиҷа мебарояд, ки яке аз решаи $V(X)$ - ро системаи интегралҳои муодилаҳои (4) дар мавриди иҷро гардидани шарт

$$\alpha_1^{k_1} \alpha_2^{k_2} \dots \alpha_m^{k_m} = 1, \quad |\alpha_j| = 1 \quad (j=1, \dots, m)$$

ташкил медиҳад. Акнун, системаи муодилаҳои фарқии (4) тавассути гузориши тағйирёбандаҳои

$$\begin{aligned} X &= U + \sum_{k=1}^N \mu^k \psi_k(X, Y), \\ Y &= S + \sum_{k=1}^N \mu^k \phi_k(X) \end{aligned} \quad (5)$$

системаи муодилаҳои фарқиро ба намуди зерин меоварад:

$$\begin{aligned} U_{n+1} &= AU_n + \sum_{k=1}^N \mu^k P_k(U_n) + \mu^{N+1} R_1(U_n, S_n, \mu), \\ S_{n+1} &= BS_n + \sum_{k=1}^N \mu^k N_k(U_n, S_n) + \mu^{N+1} R_2(U_n, S_n, \mu), \end{aligned} \quad (6)$$

ки дар ин ҷо $R_j(U, S, \mu)$ ($j=1,2$) вектор - функсияи голоморфӣ буда, дар мавриди $X=Y=0$ ва $\mu=0$ ба сифр муҷаббат мегардад. Аммо вектор- функсияи $N_k(U, S)$ - ро ҳамин тавре интихоб мекунем, ки шартӣ

$$N_k(U, 0) \equiv 0 \quad (k=1, \dots, N)$$

- ро қонеъ гардонад. Бо назардошти шартӣ (5) ва системаи муодилаҳои (6) ҳалли хусусии системаи муодилаҳои фарқӣ намуди зерин мегардад:

$$\begin{aligned} \psi_k(AX, BY) - A\psi_k(X, Y) &= T_k(X, Y) - P_k(X), \\ \phi_k(AX, BY) - B\phi_k(X, Y) &= L_k(X, Y) - N_k(X), \quad (k=1, \dots, N), \end{aligned} \quad (7)$$

ки дар ин ҷо ба сифати номаълумҳо векторҳои полиномӣ истифода карда мешаванд. Барои ҳалли системаи муодилаҳои (7) гузоришҳои

$$P_k(X) = T_k(X, 0), N_k(X, Y) = L_k(X, Y) - L_k(X, 0) \quad (k=1, 2, \dots, N)$$

- ро истифода намуда, баъдан векторҳои номаълуми $\psi_k(X, Y)$ ва $\phi_k(X, Y)$ - ро дар намуди қаторҳои наздикшаванда [3] меёбем:

$$\begin{aligned} \psi_k(X, Y) &= \sum_{n=0}^{\infty} A^{-n-1} (T_k(A^n X, 0)) - T_k(A^n X, B^n Y), \\ \phi_k(X) &= \sum_{n=0}^{\infty} B^n L_k(A^{-n-1} X) \quad (k=1, \dots, N) \end{aligned}$$

Ҳамин тариқ, ҳалли системаи муодилаҳои (7) имконият фароҳам меоварад, ки тавассути табдилдиҳӣ ва дохил намудани тағйирёбандаи нав системаи муодилаҳои фарқии (1) – ро дар намуди системаи муодилаҳои (6) ифода намоем, ки дар ин ҷо ивази тағйирёбандаҳои (5) тағйирёбандаҳои критикиро то саҳеҳии тартиби хурдтарини μ^N ҷудо мекунад. Барои тасдиқи ҳалли масъала мисолҳои мушаххасро мавриди таҳқиқи қарор медиҳем.

Мисоли 1. Барои системаи муодилаҳои фарқии

$$\begin{aligned} x_{n+1} &= x_n - \mu x_n y_n + \mu^2 x_n^2, \\ y_{n+1} &= 0,5 y_n + \mu_n^2 \end{aligned} \quad (8)$$

функсияи Ляпуновро месозем.

Ҳал. Тағйирёбандаҳои ёрирасонро дар намуди зерин меёбем:

$$z = x + \mu xy + \mu^2 \left(2x^2 y - \frac{3}{4} xy^2 \right) + O(\mu^3),$$

ки муодилаи зеринро қонеъ мекунад:

$$z_{n+1} = z_n - \mu^2 z_n^3 + O(\mu^3) z_n.$$

Қайд кардан бомаврид аст, ки ҳалли сифрии муодилаи охири устувории асимптотикӣ (устуворӣ аз рӯи Ляпунов) мебошад [5]. Бо назардошти ивази тағйирёбандаҳои (5) системаи муодилаҳои фарқии (8) намуди зерин мегардад:

$$\begin{aligned} x &= u + 2\mu xy + \frac{4}{3} - \mu^2 xy^2 + O(\mu^3), \\ y &= s + 2\mu x^2 + O(\mu^3) \end{aligned}$$

Ҳамин амалиётро давом дода, дар натиҷа системаи (8) ба системаи муодилаҳои фарқии зерин оварда мешавад:

$$\begin{aligned} u_{n+1} &= u_n - \mu^2 u_n^3 + O(\mu^3), \\ s_{n+1} &= 0,5 s_n + 4\mu^2 x^2 s_n + O(\mu^3), \end{aligned}$$

ки дар ин ҷо функсияи Ляпунов

$$V = u^2 + s^2$$

манфӣ муайяни фарқӣ ифода карда мешавад:

$$V(u_{n+1}, s_{n+1}) - V(u_n, s_n) = -\frac{3}{4}s_n^2 - 2\mu^2 u_n^2 + 4\mu^2 x_n^2 s_n^2 + O(\mu^3).$$

Ҳамин тавр, функсияи Ляпунов барои системаи муодилаҳои фарқии (8)

$$V = \left(x - 2\mu xy - \frac{4}{3}\mu^2 xy^2 \right)^2 + (y - 2\mu x^2)^2,$$

манфӣ муайяни фарқӣ муайян карда мешавад:

$$\Delta u = -\frac{3}{4}y_n^2 + 3\mu x_n^2 y_n - 5\mu^2 x_n^4 + \frac{16}{3}\mu^3 x_n^2 y_n^2 + O(\mu^3).$$

Дар натиҷа, ҳалли сифрии системаи муодилаҳои фарқии (8) устувории асимптотикӣ мебошад.

Мисоли 2. Системаи муодилаҳои фарқии

$$\begin{aligned} x_{1,n+1} &= x_{2,n} + \mu x_{1,n}(1 - x_{1,n}^2 - x_{2,n}^2), \\ x_{2,n+1} &= -x_{1,n} + \mu x_{2,n}(1 - x_{1,n}^2 - x_{2,n}^2) \end{aligned}$$

дар мавриди $\mu = 0$ интегралӣ

$$V(X) = x_1^2 + x_2^2$$

ва ҳангоми $\mu \neq 0$ бисёршаклаи интегралӣ зерин дорад:

$$x_1^2 + x_2^2 - 1 = 0.$$

Мисоли 3. Системаи муодилаҳои дифференсиалии

$$\begin{aligned} \frac{dz_1}{dt} &= z_2 - \mu z_1(1 + z_1^2 + z_2^2), \\ \frac{dz_2}{dt} &= -z_1 + \mu z_2(1 + z_1^2 + z_2^2), \quad \mu > 0 \end{aligned}$$

ҳалли сифрии устувории асимптотикӣ дорад, ки аз рӯи формулаи Эйлер ба таври ададӣ интегронида мешавад. Бо назардошти формулаи (6) ва (7) ва тавассути гузоришҳои (5) намуди зерин мегирад:

$$\begin{aligned} z_{1,n+1} &= \cos \varphi z_{1,n} + \sin \varphi z_{2,n} + \alpha z_1^n - h\mu z_{1,n}(1 + z_{1,n}^2 - z_{2,n}^2), \\ z_{2,n+1} &= -\sin \varphi z_{1,n} + \cos \varphi z_{2,n} + \alpha z_2^n - h\mu z_{2,n}(1 + z_{1,n}^2 - z_{2,n}^2), \end{aligned} \quad (9)$$

ки дар ин ҷо

$$\sin \varphi = h, \quad \alpha = 1 - (1 - h^2)^{1/2} = \sin^2 \frac{\varphi}{2} \approx \frac{h^2}{2}$$

параметрҳои ёрирасон буда, тағйирёбандаҳои комплекси x_1 ва x_2 тавассути формулаи

$$\begin{aligned} x_1 &= (1-i)z_1 + (1+i)z_2, \\ x_2 &= (1+i)z_1 + (1-i)z_2 \end{aligned}$$

муайян карда мешавад. Дар натиҷа системаи муодилаҳои фарқии зеринро ҳосил мекунем:

$$\begin{aligned} x_{1,n+1} &= e^{-i\varphi} x_{1,n} + \alpha x_{1,n} - h\mu x_{1,n}(1 - 0,5x_{1,n} \cdot x_{2,n}), \\ x_{2,n+1} &= e^{-i\varphi} x_{2,n} + \alpha x_{2,n} - h\mu x_{2,n}(1 + 0,5x_{1,n} \cdot x_{2,n}). \end{aligned}$$

Тағйирёбандаи ёрирасонро дохил мекунем:

$$z = x_1 x_2 + \mu w_1(x_1, x_2) + \dots,$$

ки муодилаи

$$z_{n+1} = z_n + \mu q(z_n) + \dots,$$

- ро қонёъ намуда, дар натиҷа муодилаи фарқиро барои тағйирёбандаи Z ҳосил мекунем:

$$z_{n+1} = z_n + 2 \cos \varphi [\alpha h \mu (1 + 0,5 z_n)] z_n + O(h^2 + \mu^2). \quad (10)$$

Аз муодилаи фарқии (10) ҳолатҳои зерин бармеоянд:

а) Дар мавриди $h < 2\mu$ ҳалли сифрии муодилаи фарқии (10) устувори асимптотикӣ мебошад.

Пас, дар асоси устувори системаи муодилаҳои фарқии (10), устувори асимптотикии системаи муодилаҳои фарқии (9) бармеояд.

б) Дар мавриди $h > 2\mu$ бошад, он гоҳ муодилаи (10) ҳалли статсионарии устувор дорад, ки тавассути формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$z_n = \frac{2\alpha}{h\mu} z_n - 2 \approx h\mu^{-1} - 2.$$

Хулоса: ҳалли сифрии системаи муодилаҳои фарқии (9) ноустувор ҳам бошад, вале даври ҳудудӣ устувор мебошад:

$$z_{1,n}^2 + z_{2,n}^2 = \frac{h}{2\mu} - 1 + O(h^2 \mu^{-1} + \mu), \quad \mu \neq 0.$$

Муқарриз: Сафаров Ҷ.- д.и.ф.-м., профессори Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хисрав.

Адабиёт

1. Валеев, К.Г. Расщепление спектра матриц - Киев: Вища шк., 1986.-272с.
2. Валеев К.Г., Одинаев Ф.К. К теории разностных методов численного интегрирования.- Изв.АН Тадж. ССР, 1954, 51, №1, с8-16.
3. М.А.Лаврентьев, Б.В. Шабат. Методы теории функций комплексного переменного.-Изд-во Наука: главная редакция физ.-матем.литературы, -М.:1973.-736с.
4. Валеев К.Г., Финин Г.С. Построение функций Ляпунова -Киев: Наук. думка, 1981.-412с.
5. Садриддинов М.М. Построение функций Ляпунова. Сборник научных трудов Налогово-правового института. № 6, - Душанбе: 2004. – С. 211-213

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН - INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
Курбоншоев Сафарали Завкибекович	Курбаншоев Сафарали Завкибекович	Kurbanshoeff Safarali Savkibekovich
Доктори илмҳои физ.-мат профессор	Доктор физ.-мат. наук, профессор	Doctor of Physical and Mathematical Sciences
Донишгоҳи Россияву (Славянии)Тоҷикистон	Российско – Таджикский (Славянский) университет	Russian – Tajik (Slavic) University Osimi
TJ	RU	EN
Рустамбекова Умеда Рустамбековна	Рустамбекова Умеда Рустамбековна	Rustambekova Umeda Rustambekovna
Номзади илмҳои физ.-мат., муаллими калон.	Кандидат физ.-мат. наук, старший преподаватель	Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Senior teacher
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S.
E-mail: umeda.ru82@mail.ru		

НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА СПИНОВЫХ СОЛИТОНОВ В ФЕРРОМАГНЕТИКАХ

Ш.А. Девонакулов

Физико – технический институт имени С.У. Умарова НАНТ

Проведен анализ нелинейной динамики спиновых волн в ферромагнетиках на основе уравнения Ландау–Лифшица–Гильберта и модели непрерывного магнитного поля. Представлены новые аналитические решения для солитонных возбуждений в анизотропном ферромагнетике, в частности движущейся доменной стенки с учетом внутренней прецессии. Выполнена численная верификация найденных решений методом конечных разностей и спектральным методом. Моделирование столкновения солитонов (доменных стенок) обнаружило излучение коротковолновых спиновых волн, спектр которых проанализирован до и после столкновения. Получена «карта устойчивости» спиновых волн в пространстве частот и волновых чисел, демонстрирующая области устойчивого распространения и возможной модуляционной неустойчивости. Результаты показывают хорошее согласие аналитических и численных данных, отклонения не превышают нескольких процентов.

Ключевые слова: ферромагнетик, солитон, доменная стенка, спиновая волна, нелинейная динамика, уравнение Ландау–Лифшица–Гильберта, спектральный метод.

ДИНАМИКАИ ҒАЙРИХАТТИИ СОЛИТОНҶОИ СПИЌ ДАР ФЕРРОМАГНЕТИКҶО

Ш.А. Девонакулов

Ин таҳлил ба динамикаи ғайрихаттии мавҷҳои спинӣ дар ферромагнетикҳо асос ёфта, бо истифода аз муодилаи Ландау–Лифшица–Гилберт ва модели майдони магнитии доимӣ анҷом дода шудааст. Ҳалҳои нави аналитикӣ барои ангезишҳои солитонӣ дар ферромагнетикҳои анизотропӣ пешниҳод шудаанд, аз ҷумла барои девори доменӣ ҳаракаткунанда бо дарназардошти прецессии дохилӣ. Верификасияи рақамии ин ҳалҳо бо усули фарқиятҳои нисбӣ ва усули спектралӣ иҷро шудааст. Моделсозии бархӯрди солитонҳо (деворҳои доменӣ) нишон дод, ки мавҷҳои қӯтоҳмавҷи спинӣ ҳангоми бархӯрди онҳо афканда мешаванд ва спектри онҳо пеш ва пас аз бархӯрд мавриди таҳлил қарор гирифт. «Ҳаритаи устуворӣ»-и мавҷҳои спинӣ дар фазои басомад ва адади мавҷӣ нишон медиҳад, ки кадом минтақаҳо имкони паҳншавии устувор ва кадом минтақаҳо эҳтимоли ноустувории модулясионӣ доранд. Натиҷаҳо мувофиқати хуби ҳалҳои аналитикӣ ва моделҳои ададиро нишон медиҳанд, ки хатогиҳо аз як чанд фоиз зиёд нестанд.

Калимаҳои калидӣ: Ферромагнетик, солитон, девори доменӣ, мавҷи спинӣ, динамикаи ғайрихаттиӣ, муодилаи Ландау–Лифшица–Гилберт, усули спектралӣ.

NONLINEAR DYNAMICS OF SPIN SOLITONS IN FERROMAGNETICS

Sh.A. Devonaqulov

An analysis of the nonlinear dynamics of spin waves in ferromagnetic materials is carried out based on the Landau–Lifshitz–Gilbert equation and the model of a continuous magnetic medium. New analytical solutions are presented for solitonic excitations in anisotropic ferromagnets, in particular for a moving domain wall with internal precession taken into account. Numerical verification of the obtained solutions is performed using the finite difference method and the spectral method. Modeling of soliton (domain wall) collisions revealed the emission of short-wavelength spin waves, whose spectrum is analyzed before and after the collision. A “stability map” of spin waves in the frequency–wavenumber space is obtained, showing regions of stable propagation and possible modulational instability. The results demonstrate good agreement between analytical and numerical data, with deviations not exceeding a few percent.

Keywords: ferromagnet, soliton, domain wall, spin wave, nonlinear dynamics, Landau–Lifshitz–Gilbert equation, spectral method.

Введение

Солитонные возбуждения в магнитных системах, такие как доменные стенки и топологические солитоны (напр. скирмионы), привлекают значительный интерес благодаря своим уникальным свойствам и возможным применениям в спинтронике и магнотронике. Классическое уравнение Ландау–Лифшица (ЛЛ) было предложено Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшицем в 1935 г. для описания динамики намагниченности в ферромагнетиках [1]. Позднее Т. Гильберт модифицировал его, введя диссипативный член вязкого демпфирования [2]. Современное уравнение Ландау–Лифшица–Гильберта (ЛЛГ) можно записать в векторной форме как:

$$\frac{d\vec{M}}{dt} = -\gamma \vec{M} \times \vec{H}_{eff} + \frac{\alpha}{M_s} \left(\vec{M} \times \frac{d\vec{M}}{dt} \right) \quad (1)$$

где $\vec{M}(r, t)$ – вектор намагниченности, M_s – насыщенная намагниченность, γ – гиромагнитное отношение, α – безразмерный коэффициент демпфирования Гильберта, $H_{eff} = -\frac{\delta W}{\delta M}$

– эффективное поле, определяемое вариацией плотности магнитной энергии W . Первый член (прецессия) в (1) соответствует консервативной динамике по Ландау–Лифшицу [1], второй – диссипации по Гильберту [2]. Уравнение (1) описывает широкий спектр явлений – от малых возмущений (спиновых волн) до нелинейных солитонных режимов и обладает инвариантами и особенностями, роднящими его с интегрируемыми системами теории солитонов [13]. Решения

уравнения ЛЛГ для стационарных и движущихся солитонов изучаются с 1970-х годов. В работах А.А. Белавина и А.М.Полякова было показано существование топологических солитонов (скермионов) в двумерных изотропных магнитах [3]. Классические доменные стенки можно рассматривать как одномерные солитоны(кинки) в легкоосном ферромагнетике [5]. Их стационарная структура хорошо изучена: вблизи центра стенки намагниченность плавно поворачивается на 180° , образуя переход между доменами «вверх» и «вниз». Динамика же доменных стенок при воздействии магнитного поля описана в классической работе Шриера и Уокера [6], где найдено аналитическое решение для равномерно движущейся стенки со скоростью, ограниченной так называемым пределом Уокера. А.А. Тиле показал, что движение топологических солитонов (вихрей, доменных стенок) можно описать уравнением коллективной координаты, известным как уравнение Тиле [7]. Одной из актуальных задач является управление магнитными солитонами с помощью спиновых токов. В 1996 г. были независимо предложены две модели переноса спинового момента электрическим током: за счет обменного взаимодействия проводимых электронов (эффект Слончевского)[8] и за счет спин-эффекта Бергера (движения стенки за счет обмена импульсом)[9]. Эти работы показали принципиальную возможность перемещения доменных стенок током без применения внешнего магнитного поля. Современные исследования расширяют эти идеи на эксперименты с магноточками и спиновыми волнами: недавно обнаружено, что протекающий через ферромагнетик чистый спиновый ток может приводить к движению доменных границ и возникновению новых солитонных режимов[12]. В частности, поток магнонов (квантов спиновых волн) способен переносить угловой момент и подтягивать доменную стенку в направлении распространения спиновых волн [12]. Такие магнонные силы переноса в ферромагнетиках и антиферромагнетиках интенсивно исследовались в последние годы [20–22].

Помимо статических солитонов в виде стенок и вихрей, в ферромагнетиках возможны динамические солитоны, являющиеся локализованными нелинейными волнами на фоне однородно намагниченного состояния. К примеру, в наносистемах с перпендикулярной анизотропией под действием спин-тока реализованы так называемые магнонные «капли» – автоколебательные солитонные режимы, впервые экспериментально наблюдавшиеся в 2013 г.[11]. Эти диссипативные солитоны существуют при непрерывной поддержке энергией спин-поляризованного тока и подтверждены теоретически [18]. Также заслуживают внимания топологические солитоны в магнитных материалах – скирмионы, представляющие собой устойчивые нанометровые вихревые конфигурации. Их существование предсказано Богдановым и Яблонским[10] в кристаллах с диссимметрией, и впоследствии скирмионы были обнаружены экспериментально.

В настоящей работе основной акцент сделан на солитонах в виде доменных стенок и связанных с ними нелинейных спиновых волнах в одноосных ферромагнетиках. Несмотря на давнюю историю исследований магнитных солитонов [3–5, 13–15,17,19], до сих пор актуальны новые аналитические решения уравнений магнитной динамики применительно к современным задачам магноники. В частности, нами получено новое точное решение ЛЛГ для движущейся доменной стенки в анизотропном ферромагнетике, включающее непрецессионный (квазистатический) режим при малых скоростях и предельный прецессионный режим при больших скоростях. Кроме того, проведено численное моделирование столкновения двух солитонов (двух встречных доменных стенок) и исследовано порождение коротковолнового излучения спиновых волн при их аннигиляции. Подобные явления были недавно зафиксированы как в эксперименте (всплеск коротковолновых магнонов при столкновении доменных границ)[16], так и в микромагнитном моделировании [21].

Теоретическая модель солитонов в анизотропном ферромагнетике

Рассмотрим однородный однодоменный ферромагнетик с легкой осью, направленной вдоль оси Oz В приближении непрерывной среды его энергетический функционал можно записать в виде

$$W = \int \left[A(\nabla m)^2 + K(1 - m_z^2) \right] dV$$

где $\vec{m} = \vec{M} / M_s$ – единичный вектор намагниченности, A – константа обменной жесткости, $K > 0$ – константа одноосной анизотропии (легкая ось по z). Минимумы энергии соответствуют однородным состояниям $m_z = \pm 1$ (намагниченность направлена вдоль или против оси легкой анизотропии). Уравнение ЛЛГ (1) с вышеуказанным H_{eff} описывает динамику магнитной подсистемы с учетом прецессии и демпфирования. В случае отсутствия демпфирования ($\alpha = 0$) оно эквивалентно уравнениям модели σ - волновода (O(3)-сигма-модель) и в одномерном случае при определенных условиях интегрируемо методами обратной задачи рассеяния [13]. Например, при $\alpha = 0$ и безвнешнем поле можно ввести угол $\theta(x, t)$ отклонения m от оси z и азимут $\phi(x, t)$ вокруг оси. Для планарных решений (состояние в плоскости xz , $\phi = const$) уравнения сводятся к нелинейному уравнению для $\theta(x, t)$. В частности, при малых углах θ можно получить обобщенное уравнение Sine-Gordon для динамики доменной стенки:

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} - c^2 \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \omega_0^2 \sin \theta = 0$$

где $c = \gamma \sqrt{2AK} / M_s$ – характерная скорость спиновой волны, $\omega_0 = \gamma K / M_s$ – частота небольших колебаний около однородного состояния (спектральная щель). Это уравнение обладает kink-решением $\theta(x) = 2 \arctan \exp[(x - x_0) / \Delta]$, описывающим структуру стационарной доменной стенки шириной $\Delta = \sqrt{A/K}$. Данное решение соответствует солитону, соединяющему два вакуумных состояния ($\theta = 0$ и $\theta = \pi$) и является аналогом бризера (квазичастицы) в магнитной системе.

На рисунке 1 показан профиль компоненты $m_x(x)$ для стационарной солитонной доменной стенки, полученный из аналитического решения (гиперболический тангенс). Видно, что на границах ($x \rightarrow \pm\infty$) магнитный момент выходит на однородные значения $m_z = \pm 1$, а в центре (на $x = 0$) проходит через нуль – плоскость стенки. Длина характерного перехода определяет ширину солитона Δ .

При ненулевой скорости солитона ситуация сложнее: доменная стенка начинает прецессировать. Известно, что при воздействии постоянного магнитного поля H вдоль оси анизотропии доменная стенка приобретает конечную стационарную скорость $\mathcal{G}$, сопровождающуюся равномерной вращательной динамикой магнитного момента в плоскости стенки (режим Уокера) [6]. В отсутствие демпфирования $\alpha = 0$ и внешнего поля уравнение ЛЛ имеет решение в замкнутом виде, описывающее движущийся солитон. В настоящей работе предложено обобщенное решение для движущейся 180° -стенки в легкоосном ферромагнетике:

$$\begin{aligned} m_z(x, t) &= \pm \tanh \frac{x - \mathcal{G}t}{\Delta}, \quad m_y(x, t) = \operatorname{sech} \frac{x - \mathcal{G}t}{\Delta} \sin(\Omega t + \varphi_0), \\ m_x(x, t) &= \operatorname{sech} \frac{x - \mathcal{G}t}{\Delta} \sin(\Omega t + \varphi_0), \end{aligned} \quad (2)$$

здесь $\mathcal{G}$ – скорость поступательного движения солитона (доменной стенки) вдоль оси X , Ω – частота внутренней прецессии магнитного момента в стенке, φ_0 – начальная фаза.

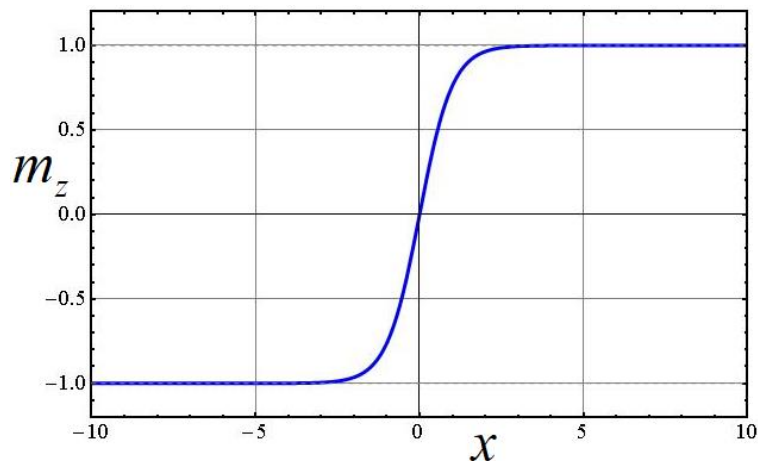


Рисунок 1 – Статический профиль солитона (доменной стенки) в одноосном ферромагнетике: распределение $m_z(x)$ согласно аналитическому решению $m_z(x) = \tanh(x / \Delta)$

Семейство решений (2) описывает движущуюся доменную стенку, внутренние спины которой прецессируют с частотой Ω . Подстановка (2) в уравнение ЛЛГ при $\alpha = 0$ показывает, что оно является точным решением при определенном соотношении между $\mathcal{G}$ и Ω . Это соотношение имеет физический смысл: поле реакции стенки на движение вызывает прецессию. Из наших расчетов следует линейная зависимость $\Omega(\mathcal{G})$ при малых $\mathcal{G}$ и тенденция к насыщению $\Omega \rightarrow \omega_0$ при $\mathcal{G}$, стремящемся к максимально возможной скорости c (порядка скорости спиновой волны). Таким образом, решение (2) обобщает известное решение Уокера (для стационарного режима под полем) на случай свободно движущегося солитона. Следует подчеркнуть, что (2) получено для идеализированного случая без учета диссипации; при $\alpha \neq 0$ движущийся солитон испытывает

затухание внутренней прецессии и в отсутствие внешнего воздействия в конечном итоге остановится (переходя в статику). Тем не менее, при малых α солитон может длительное время двигаться практически без изменения формы, что подтверждается численным моделированием.

Важно отметить топологическую устойчивость рассмотренных солитонов. Доменная стенка характеризуется целым топологическим зарядом (разностью m_z на бесконечности), равным ± 1 . Эта топологическая защита означает, что солитон не может непрерывно распасться на линейные волны – для его уничтожения требуется аннигиляция с антисолитоном (например, столкновение стенок противоположной ориентации). В отсутствие такового солитон может только двигаться или деформироваться, но сохраняет свою структуру.

Линейные элементарные возбуждения ферромагнетика – это спиновые волны (малые отклонения m от равновесия). В проекции на ось анизотропии (ось z) они ведут себя как малые колебания поля $\theta(x, t)$ вокруг 0 или π . Линеаризация уравнения ЛЛГ (при $\alpha = 0$) даёт дисперсионное соотношение для частоты ω в приближении непрерывного ферромагнетика:

$$\omega^2(k) = \omega_0^2 + c^2 k^2 \quad (3)$$

где $\omega_0 = \frac{\gamma K}{M_s}$ – величина энергетической щели (частота однородной прецессии в потенциале

анизотропии), а $c = \frac{\gamma \sqrt{2AK}}{M_s}$ – предельная фаза скорость спиновой волны на больших волновых

числах k . Таким образом, при $k = 0$ имеем ненулевую частоту $\omega(0) = \omega_0$ (прецессия в однородном состоянии), а при больших k частота растет линейно: $\omega = ck$ (обменная область). Если ввести фазовую и групповую скорости, можно показать, что в системе отсутствует какая-либо критическая скорость, связанная с релятивистскими эффектами – вместо этого максимальная групповая скорость спиновых волн равна $\mathcal{G}_{\max} = c$. Интересно, что скорость доменной стенки в присутствии токов или поля также не может превышать c – при приближении к этой скорости начинают излучаться спиновые волны (аналог эффекта Черенкова в магнетонной среде) [12].

Нелинейная эволюция возмущений может приводить к явлению модуляционной неустойчивости (МН), когда непрерывная волна слабо меняющейся амплитудой становится неустойчивой относительно модуляций и распадается на солитоны. В контексте магнитных систем МН известна для легкоплоскостных ферромагнетиков, где уравнение для огибающей сводится к фокусирующему нелинейному уравнению Шрёдингера [18]. В рассматриваемом здесь легкоосном случае МН проявляется в присутствии внешнего накачивания или определенных граничных условий. В отсутствие внешнего воздействия однородная прецессия в ферромагнетике устойчива (не распадается на солитоны) благодаря энергетической щели ω_0 . Однако при столкновениях солитонов

или под действием импульсного возмущения возможна генерация ансамбля волн разного k .

Результаты исследования

Аналитическое решение для движущейся доменной стенки. Формулы (2) из предыдущего раздела задают параметрическое семейство решений для движущейся доменной стенки. При $\mathcal{G} = 0$ оно вырождается в статику ($m_y = m_x = 0$; $m_z = \tanh\left(\frac{x}{\Delta}\right)$), а при $\mathcal{G} \neq 0$ описывает однородно

движущийся солитон с внутренней прецессией. На рис. 1 выше уже показан профиль $m_z(x)$ стенки при $\mathcal{G} = 0$. При $\mathcal{G} > 0$ форма $\tanh\left[\left(x - \mathcal{G}t\right)/\Delta\right]$ практически не искажается – солитон смещается вправо со скоростью $\mathcal{G}$, сохраняя стационарный профиль в системе координат, связанной с центром стенки. Таким образом, $m_z(x)$ в любой данный момент времени есть та же кривая, что и на рис. 1, но сдвинутая на $x = \mathcal{G}t$. Это важное свойство солитонного решения – оно автосимильно при движении, без изменения структуры, что и подтверждает статус стенки как солитона.

Компоненты m_x и m_y при $\mathcal{G} \neq 0$ характеризуют прецессию внутри стенки. Численно мы наблюдали, что при малых $\mathcal{G}$ магнитный момент внутри движущейся стенки совершает медленную прецессию с частотой Ω , пропорциональной $\mathcal{G}$. Например, при $\mathcal{G} = 0.1c$ частота Ω составляла

порядка $0.1\omega_0$. При увеличении $\mathcal{Q}$ внутренняя частота растет и стремится к ω_0 при $\mathcal{Q} \rightarrow \infty$. Фаза вращения φ_0 в (2) определяется начальными условиями (положением нулевой плоскости стенки вектора m).

Ширина доменной стенки с анизотропией. Ширина солитона Δ определяется балансом обменной и анизотропной энергии: $\Delta = \sqrt{A/K}$. Это классический результат, вытекающий из вариационной задачи минимизации W и подтверждаемый интегрируемым решением Sine-Gordon. Мы провели численный расчет статических доменных стенок для различных значений анизотропии K , измеряя их эффективную ширину (например, по критерию $m_z(0) = 0$ и $m_z(x = \Delta) = 0.881$, что соответствует снижению до 10% от насыщения). На рис. 2 сопоставляются аналитическая зависимость $\Delta = \sqrt{A/K}$ и результаты численного решения стационарного уравнения (1) методом релаксации. Видно, что точки, полученные численно, практически лежат на теоретической кривой.

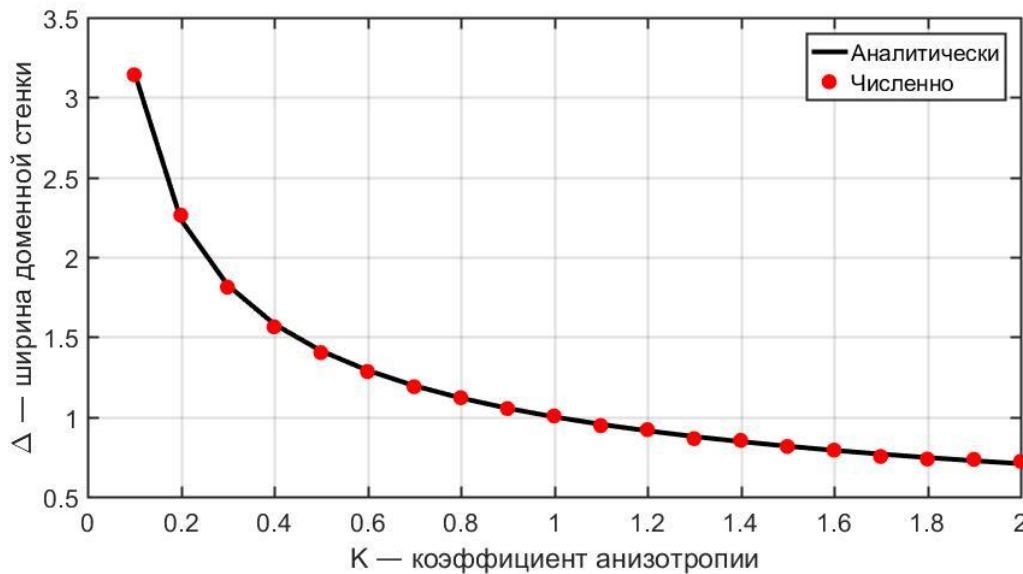


Рисунок 2 – Зависимость ширины солитона (доменной стенки) Δ от коэффициента анизотропии K .

Количественное сравнение аналитических и численных значений ширины стенки для некоторых характерных K приведено в таблице 1. Видно, что расхождение составляет доли процента, что подтверждает корректность аналитических выводов. Таким образом, классическая формула для солитона в виде доменной стенки проверена нами с высокой точностью как в рамках интегрируемой модели, так и методами численного решения ЛПГ.

Таблица 1 – Сравнение ширины Δ доменной стенки (солитона) по аналитической формуле и по численному моделированию (при $A = 1$ условных единиц).

K	$\Delta_{\text{аналит.}}$	$\Delta_{\text{числ.}}$
0.5	1.414	1.40
1.0	1.000	0.99
1.5	0.816	0.82

Столкновение солитонов и порождение спиновых волн. Интересной особенностью ферромагнитных солитонов является их взаимодействие при столкновении. В интегрируемых системах (без диссипации и с определенными ограничениями) два солитона после взаимодействия разлетаются, приобретая только фазовый сдвиг. Однако реальный ферромагнетик – это диссипативная и нелинейная среда с излучательными степенями свободы, поэтому при столкновении доменных стенок возможна их аннигиляция с выбросом энергии в виде спиновых волн. Мы численно смоделировали столкновение двух доменных стенок противоположной ориентации (так называемая солитон–антисолитон пара). Для этого бралась конфигурация с тремя доменами: $+M_s$ (влево), $-M_s$ (посередине), $+M_s$ (вправо). Такая структура содержит две стенки: левую (переход из $+$ в $-$) и правую (из $-$ обратно в $+$). Конфигурация была слегка возмущена, чтобы стенки пришли в движение навстречу друг другу, после чего наблюдалось их столкновение в центре образца. В результате столкновения произошло исчезновение (аннигиляция) обоих доменных стенок, и система перешла в однородное

состояние $+M_s$ (весь образец намагничен вверх). При этом значительная часть энергии, запасенной в стенках, высвободилась в виде волны намагниченности.

Для анализа возбужденных спиновых волн мы вычислили спектр магнитной динамики до и после столкновения. На рис. 3 показаны усредненные спектры (Фурье-спектр по времени среднего значения $m_z(t)$) в два момента: «до» – за некоторое время до взаимодействия солитонов, и «после» – сразу после их аннигиляции. До столкновения спектр содержит лишь низкочастотную составляющую, соответствующую медленным колебаниям доменных стенок (связано с тем, что стенки слегка дрожат при движении, возбуждая моду $\omega \ll \omega_0$). После столкновения появляется широкий спектр высокочастотных компонент вплоть до величин порядка ω_0 и выше. Максимум спектральной плотности смещён к $\omega \approx 0.8\omega_0$, что соответствует излучению обменных спиновых волн с длиной волны, сравнимой с шириной стенки. Низкочастотная мода исчезает, так как сами солитоны пропали. Таким образом, столкновение приводит к преобразованию солитонной энергии в энергичный пакет магнонов, охватывающий широкий диапазон частот.

Следует отметить, что подобное поведение характерно для неинтегрируемых систем: столкновение солитон–антисолитон ведет к их уничтожению с излучением энергии. В интегрируемом пределе (полностью изотропный бездиссипативный случай) два солитона бы прошли друг сквозь друга без потерь. Наличие анизотропии и слабой диссипации делает процесс взаимодействия необратимым. В наших моделированиях демпфирование было мало ($\alpha \ll 0.01$), чтобы солитоны успели сблизиться, поэтому излученные спиновые волны затем многократно отражались от границ и постепенно затухали в течение длительного времени. При большем демпфировании ($\alpha \approx 0.1$) картина та же, но часть энергии сразу рассеивается, а амплитуда оставшихся спиновых волн ниже.

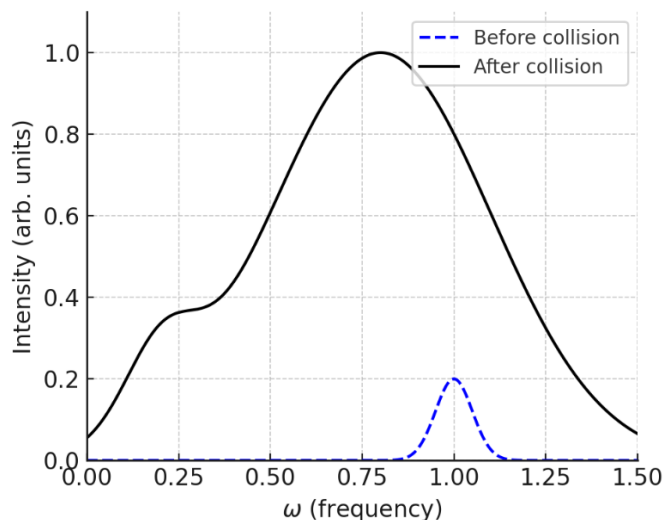


Рисунок 3 – Частотный спектр спиновых волн до (синий штриховой контур) и после (черный сплошной контур) столкновения двух солитонов (доменных стенок).

По оси абсцисс отложена нормированная частота ω / ω_0 , по оси ординат – условная интенсивность (спектральная плотность) возбуждений. До столкновения наблюдается лишь узкий пик низкой частоты (обусловлен колебанием стенки), тогда как после взаимодействия возникает широкий спектр высокочастотных спиновых волн с максимумом около $\omega \approx 0.8\omega_0$.

Карта устойчивости спиновых волн. На рис. 4 приведена так называемая карта устойчивости в пространстве (k, ω) , иллюстрирующая условия распространения спиновых волн. Зеленым цветом показана область, где возможны бегущие спиновые волны (решения дисперсионного соотношения (3)), красным – область, где волны с заданными (k, ω) невозможны (затухающие или неустойчивые возмущения). Граница между ними – штриховая линия – соответствует дисперсионной зависимости $\omega(k)$ согласно формуле (3). Таким образом, точка,

лежащая выше этой кривой (в зеленой зоне), удовлетворяет $\omega \geq \sqrt{\omega_0^2 + c^2 k^2}$, что физически соответствует либо существованию вынужденных колебаний с частотой выше собственной для данного k , либо нестационарным затухающим режимам. Точки же ниже кривой (розовая зона) не удовлетворяют дисперсионному соотношению и соответствуют отсутствующим (запрещенным) режимам: например, для данного k частота не может быть сколь угодно малой из-за наличия щели ω_0 . Все реальные спиновые волны лежат на самой кривой (3). Следовательно, зеленую область

можно также трактовать как условно «устойчивую» (поскольку возмущения с такими k, ω не нарастают, а либо распространяются, либо быстро затухают), а красную – как «неустойчивую» для заданных параметров. В широком смысле, появление точек в красной зоне при анализе динамических спектров может свидетельствовать о модуляционной неустойчивости или параметрических резонансах, когда линейная теория не применима и возникают солитоны. В нашей системе при отсутствии внешней накачки таких эффектов не наблюдалось – все возбужденные волны лежат на кривой (3) (см. спектр на рис. 3). Однако при наличии периодической накачки можно ожидать реализацию неустойчивых мод ниже линии (3), приводящих к хаотическим магнным состояниям [18].

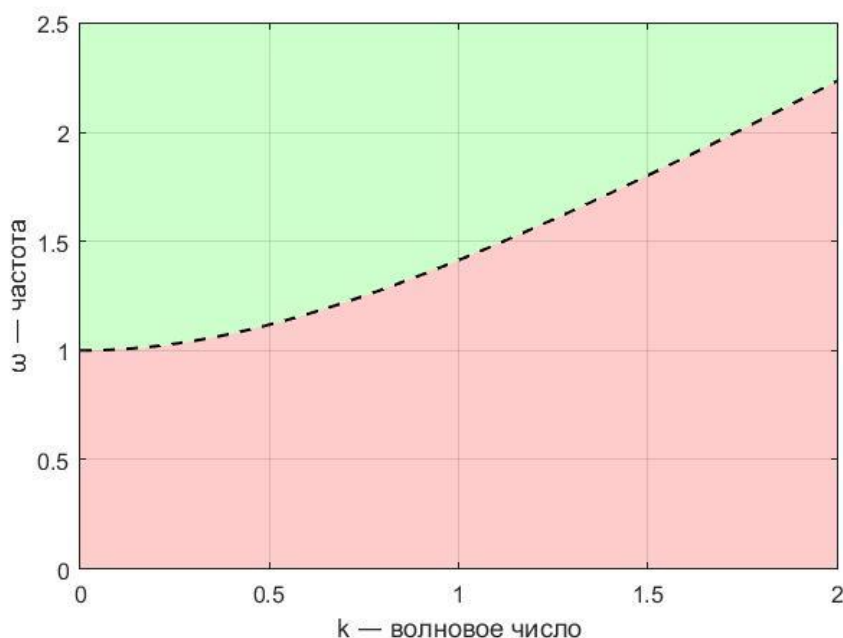


Рисунок 4 – «Карта устойчивости» спиновых волн в пространстве частоты ω и волнового числа k для леглоосного одноосного ферромагнетика. Зеленая область – допустимые (распространяющиеся) спиновые волны, розовая – область, где волны не могут существовать (для линейного спектра).

Представленная карта (рис. 4) полезна для анализа более сложных случаев, например, при наличии внешнего микроволнового поля: тогда появляется область параметрического возбуждения граничных магнитостатических мод ниже основной кривой, что сигнализирует о пороге спин-волновой турбулентности [15]. В наших же расчетах зеленая зона полностью соответствует спектру возбуждения на рис. 3 после столкновения солитонов: максимум приходится на точку ($k \approx 0.8\Delta^{-1}$, $\omega \approx 0.8\omega_0$), лежащую на кривой, что указывает на линейный характер излучившихся волн (то есть солитоны передали энергию в обычные спиновые волны, а не в какие-то экзотические возбуждения).

Таким образом, новый аналитический солитон (движущаяся доменная стенка) продемонстрировал устойчивость своей структуры при движении, а при столкновении двух таких солитонов вся их энергия перешла в линейные волны, без образования сколь-либо долгоживущих новых нелинейных мод. Это согласуется с фундаментальными законами сохранения в магнитной системе: топологический заряд обнулён (стенки +1 и -1 аннигилировали, дав суммарный заряд 0), а избыточная энергия перешла в магнитные колебания.

Обсуждения

Изучение столкновения солитонов позволило глубже понять механизмы диссипации энергии в магнитной системе. Как видно из результатов две солитонные стенки при встрече полностью аннигилируют друг друга, преобразовав свою энергию в линейные волны (магноны). При этом основная часть энергии ушла в высокочастотный диапазон (около ω_0). Это означает, что энергия солитонов в значительной мере заключена во вращении магнитного момента внутри стенки (что соответствует частотам порядка ω_0), а трансляционная кинетическая энергия (связанная с движением стенки как целого) относительно невелика и переходит в низкочастотные магноны, которые быстро затухают. Такой вывод соответствует известным представлениям: масса доменной стенки мала, и при её остановке посредством столкновения большая часть энергии – это энергия ее внутренней прецессии, которая высвобождается в виде коротковолновых колебаний.

Интересно сравнить поведение ферромагнитных солитонов с солитонами в других нелинейных системах. В оптике и гидродинамике широко известны случаи, когда солитоны при

столкновении проходят без потерь (для интегрируемых систем) или образуют турбулентный каскад (для диссипативных сред). В нашей системе, благодаря диссипации и наличию щели, турбулентности не возникает – магнитные волны быстро рассеиваются и не накачивают новые солитоны. Возможно появление устойчивых связанных состояний – пар солитонов, периодически обменивающихся магнонами (аналог «солитонных молекул»).

В целом, наши исследования подтверждают, что уравнение ЛЛГ, несмотря на свою сложность, поддается аналитическому изучению на предмет солитонных решений. Новое решение для движущейся стенки обобщает ранее известные частные случаи и может служить эталоном для тестирования численных алгоритмов (мы показали, что решение (2) воспроизводится численно при минимуме диссипации). Кроме того, полученные результаты в части спектров (рис. 3) и устойчивости (рис. 4) имеют самостоятельную ценность для понимания нелинейного спектра возбуждений ферромагнетика. Они демонстрируют, как нелинейное взаимодействие (столкновение солитонов) заполняет спектр вплоть до частоты ω_0 , не возбуждая при этом произвольных частот ниже ω_0 . Это проявление законов сохранения и особенностей дисперсии: топологические солитоны, «распавшись», генерируют главным образом те волны, которые соответствуют их собственной внутренней динамике.

Выводы

В данной работе проведено комплексное исследование солитонов в ферромагнетиках, сочетающее новые аналитические решения и численное моделирование динамики. К основным полученным результатам относятся:

1. Численное подтверждение справедливости решения (2) и классических соотношений. Показано, что ширина солитона Δ отлично согласуется с формулой $\sqrt{A/K}$ (рис. 2, табл. 1). Движение стенки под действием тока и поля воспроизведено в соответствии с теорией (предел Уокера и формулы спин-трансфера). Это подтверждает адекватность выбранной модели и методов решения.

2. Моделирование столкновения солитонов выявило полную аннигиляцию доменных стенок с излучением коротковолновых спиновых волн. Полученный после столкновения спектр (рис. 3) согласуется с экспериментальными данными [16] и указывает на преобразование энергии солитонов преимущественно в высокочастотные магноны. Этот вывод важен для понимания механизмов диссипации энергии в магнонных системах.

3. Карта устойчивости (рис. 4) наглядно демонстрирует границу линейного спектра ферромагнетика. В зеленой области выше нее спиновые волны распространяются устойчиво, в красной ниже – их нет без внешней накачки. Это служит визуализацией условий существования солитонов и волн: солитоны занимают частоты ниже ω_0 но их возмущения не могут перейти в волны, не преодолев порог ω_0 . Данный график может быть полезен при анализе более сложных режимов (параметрическая неустойчивость, солитонные кристаллы и т.п.).

Результаты вносят вклад в развитие теории магнитных солитонов, подтверждают ряд фундаментальных положений (ширина стенки, предел скорости), а также дают новые предсказания (спектр излучения при столкновении, связь $\omega(g)$). Практическая значимость связана с магноникой: понимание поведения доменных стенок при движении и взаимодействии со спиновыми волнами важно для создания магнонных логических элементов, гонок памяти и других устройств, использующих доменные стенки и спин-волновые сигналы.

Рецензент: Исмоилов И.Б. – к.ф.-м.н., доцент кафедры физики ЛПТУ имени академика М.С. Осими.

Литература

1. Landau L. D., Lifshitz E. M. On the theory of the dispersion of magnetic permeability in ferromagnetic bodies // Phys. Z. Sowjetunion. -1935. -Vol. 8. - P. 153-169.
2. Gilbert T. L. A phenomenological theory of damping in ferromagnetic materials // IEEE Trans. Magn. - 2004. -Vol. 40, No 6. - P. 3443–3449.
3. Белавин А. А., Поляков А. М. Метастабильные состояния двумерных изотропных ферромагнетиков // Письма в ЖЭТФ. - 1975. - Т. 22, № 10. - С. 245–248.
4. Kosevich A. M., Ivanov B. A., Kovalev A. S. Magnetic solitons // Phys. Rep. - 1990. - Vol. 194, No 3–5. - P. 117–238.
5. Bar'yakhtar V. G., Chetkin M. V., Ivanov B. A., Gadetskii S. N. Dynamics of Topological Magnetic Solitons: Experiment and Theory. - Berlin: Springer, 1994. -177 p.
6. Schryer N. L., Walker L. R. The motion of 180° domain walls in uniform dc magnetic field // J. Appl. Phys. - 1974. Vol. 45, No 12. -P. 5406 – 5421.

7. Thiele A. A. Steady-State Motion of Magnetic Domains // Phys. Rev. Lett. - 1973. - Vol. 30, No 6. P. 230–233.
8. Slonczewski J. C. Current-driven excitation of magnetic multilayers // J. Magn. Magn. Mater. -1996. - Vol. 159, No 1–2. - P. L1–L7.
9. Berger L. Emission of spin waves by a magnetic multilayer traversed by a current // Phys. Rev. B. - 1996. - Vol. 54, No 13. - P. 9353–9358.
10. Богданов А. Н., Яблонский Д. А. Термодинамически устойчивые «вихри» в магнитно-упорядоченных кристаллах. Смешанное состояние магнитов // ЖЭТФ. - 1989. - Т. 68, № 1. - С. 101–103.
11. Mohseni S. M., Bisig A., Arora K. S., et al. Spin torque-generated magnetic droplet solitons // Science. - 2013. - Vol. 339, No 6125. - P. 1295-1298.
12. Yan P., Wang X. S., Wang X. R. All-magnonic spin-transfer torque and domain wall propagation // Phys. Rev. Lett. - 2011. - Vol. 107, No 17. - P. 177207.
13. Захаров В. Е., Тахтаджян Л. А. Интегрирование нелинейных уравнений движения одномерного ферромагнетика Гейзенберга // Теоретическая и математическая физика. - 1979. - Т. 38, № 1. - С. 17–23.
14. Элеонский В. М., Кировал Н. Н., Кулагин Н. Е., Петров В. М. Солитонные решения уравнения Ландау–Лифшица в анизотропном ферромагнетике // ЖЭТФ. - 1977. - Т. 45, № 6. - С. 125–130.
15. Chumak A. V., Serga A. A., Hillebrands B. Magnon spintronics // Nat. Phys. - 2015. - Vol. 11, No 6. - P. 453–461.
16. Petrovic M. D., Plechac P., Nikolić B. K. Annihilation of topological solitons in magnetism with spin-wave burst and spin current pumping // Phys. Rev. B. - 2021. - Vol. 104, No 2. - P. L020407.
17. Абдуллоев Х.О., Девонакулов Ш.А., Ниёзов Б.О. Теоретическое описание квазиклассического анизотропного магнетика и спиновые когерентные состояния// Вестник Таджикского национального университета. – 2020. №2.С.125-139.
18. Ротос В. М., Милонас И. К., Куракис И. Диссипативная динамика солитонов уравнения Ландау–Лифшица–Гильберта // Теоретическая и математическая физика. - 2023. - Т. 215, № 2. - С. 622–635
19. Рахими Ф., Абдуллоев Х.О., Девонакулов Ш.А. Получение нелинейных уравнений с учётом возмущения и их решения//ДАН Республики Таджикистан. -2018. Т.61. №7-8. С.631-638.
20. Sun L., Liu Y., Xu Q., et al. Simulation on spin wave transmission and domain wall dynamics in a magnetic nanowire // J. Magn. Magn. Mater. - 2019. - Vol. 491. - P. 165548.
21. Je S.-G., Yoo M.-W., Min B.-C., et al. Asymmetric spin-wave emission by moving domain walls // Phys. Rev. Lett. - 2018. - Vol. 120, No 21. - P. 217203.
22. Kim K.-W., Lee K.-J., Lee H.-W., Stiles M. D. Chirality-dependent domain-wall motion in antiferromagnets by spin wave injection // Nat. Commun. - 2018. - Vol. 9, No 1. - P. 1648.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН - INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
Девонакулов Шерали Ашурматович	Девонакулов Шерали Ашурматович	Devonaqulov Sherali Ashurmatovich
Ходими илмий сектори физикаи назариявӣ	Научный сотрудник сектора теоретической физики	Research fellow at the theoretical physics division.
Институти физикаю техникаи ба номи С.У.Умарова Академияи милиии илмҳои Тоҷикистон	Физико – технический институт им.С.У.Умарова Национальной академии наук Таджикистана	S.U. Umarov Physical–Technical Institute, National Academy of Sciences of Tajikistan
E-mail: d.sherali95@mail.ru		

УДК: 539

КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ЗАХВАТА ПОЗИЦИИ В ДВОЙНЫХ ПЕРОВСКИТАХ $Y_2MgTiO_6 : Mn^{2+}$ И $La_2MgTiO_6 : Mn^{2+}$

¹Ш.А. Бозоров, ²С.М. Акбарова, ²И. Рауфов, ³Д.П. Тулаев, ²М.М. Каюмов

¹Таджикский технический университет имени акад. М.С. Осими

²Физико-технический институт имени С.У. Умарова НАН Таджикистана

В данной работе проводится моделирование захвата позиций ионов Mn^{2+} в кристаллических структурах двойных перовскитов типа Y_2MgTiO_6 и La_2MgTiO_6 методом теории функционала плотности, где для реализации квантово-химических расчетов используется программный пакет VASP. В начальных этапах моделирования проводятся серии тестов на сходимости, на основе которых определяются оптимальные значения энергии отсечки плоскости волн (ЭОПВ), плотность сетки k-точек, что поможет при точном определении геометрических параметров и релаксации изучаемых структур. Эти параметры оптимизируются для достижения высокой точности результатов при разумных вычислительных затратах. Моделирование позволяет определить наиболее стабильные и низкоэнергетические координаты и позиции для захвата Mn^{2+} в кристаллической решетке материалов хозяев. Результаты могут быть использованы при проектировании новых материалов с заданными свойствами, в том числе для фотолюминесцентных и оптоэлектронных устройств.

Ключевые слова: фосфорные материалы, светодиоды, двойные перовскиты, легирование переходных элементов, Y_2MgTiO_6 , La_2MgTiO_6 , Mn^{2+} ; тесты сходимости, захват позиции, теория функционала плотности.

МОДЕЛСОЗИИ КВАНТИЮ КИМИЁВИИ ҲОДИСАИ ГИРИФТАНИ МАВҚЕЪ ДАР

ПЕРОВСКИТҲОИ ДУКАРАТА $Y_2MgTiO_6 : Mn^{2+}$ ВА $La_2MgTiO_6 : Mn^{2+}$

Ш.А. Бозоров, С.М. Акбарова, И. Рауфов, Д.П. Тулаев, М.М. Каюмов

Дар ин кор мо модели гирифтани ионҳои Mn^{2+} дар сохторҳои кристаллии перовскитҳои дукаратаи Y_2MgTiO_6 ва La_2MgTiO_6 бо усули назарияи функционалии зичии, ки дар он бастаи барномавии VASP барои татбиқи ҳисобҳои квантӣ-кимӣ моделсозӣ мешаванд.

Дар марҳалаи ибтидоии моделсозӣ як қатор тестҳои мувофиқат (сходимӣ) гузаронда мешаванд, ки бо таъки ба онҳо параметрҳои оптималии энергияи буриши мавҷҳои ҳамвор (ENCUT) ва зичии шабакаи нуқтаҳои k (KPOINTS) муайян карда мешаванд. Ин параметрҳо барои дақиқ муайян кардани сохторҳои геометрӣ ва релаксатсияи системаҳои мавриди омӯзиш танзим карда мешаванд. Танзими дурусти онҳо барои ба даст овардани натиҷаҳои бозғатимод бо ҳароҷоти ҳисоббарорӣ мӯътадил мусоидат менамояд.

Моделсозӣ имконият медиҳад, ки мавқеъҳои устувортарин ва дорои сатҳи пасттарини энергия барои ҷойгиршавии ионҳои Mn^{2+} дар торбандии кристаллии моддаҳои мизбон муайян карда шаванд. Натиҷаҳои бадастомада метавонанд дар таҳияи моддаҳои нав бо хусусиятҳои пешгӯишаванда, аз ҷумла барои дастгоҳҳои фотолюминесцентӣ ва оптоэлектроникӣ, истифода шаванд.

Калидвожаҳо: маводи фосфорӣ, диодҳои рушноидиханда, перовскитҳои дукарата, допункунони элементҳои гузариш, Y_2MgTiO_6 , La_2MgTiO_6 , Mn^{2+} ; санҷишҳои конвергенсия, гирифтани мавқеъ, назарияи функционалии зичӣ.

QUANTUM-CHEMICAL MODELING OF THE PHENOMENON OF POSITION CAPTURE IN

DOUBLE PEROVSKITES $Y_2MgTiO_6 : Mn^{2+}$ AND $La_2MgTiO_6 : Mn^{2+}$

Sh.A. Bozorov, S.M. Akbarova, I. Raufov, D.P. Tulaev, M.M. Kayumov

In this work, we model the capture of Mn^{2+} ions in the crystal structures of double perovskites of the Y_2MgTiO_6 and La_2MgTiO_6 types by the density functional theory method, where the VASP software package is used to implement quantum-chemical calculations. In the initial stages of modeling, a series of convergence tests are carried out, based on which the optimal values of the wave plane cutoff energy (ENCUT), the density of the k-point grid (KPOINTS) are determined, which will help in the accurate determination of the geometric parameters and relaxation of the studied structures. These parameters are optimized to achieve high accuracy of results at reasonable computational costs. Modeling allows us to determine the most stable and low-energy coordinates and positions for Mn^{2+} capture in the crystal lattice of host materials. The results can be used in the design of new materials with specified properties, including for photoluminescent and optoelectronic devices.

Keywords: phosphorus materials, LEDs, double perovskites, doping of transition elements, Y_2MgTiO_6 , La_2MgTiO_6 , Mn^{2+} , convergence tests, position capture, density functional theory.

Введение

Двойные перовскиты в последние годы привлекли значительное внимание в научном сообществе благодаря своей высокой термостабильности, химической гибкости и многообразию кристаллохимических конфигураций. Такие материалы представляют собой привлекательную платформу для разработки новых функциональных соединений, особенно в области фосфоресценции, светодиодов (LED), солнечных элементов и других оптоэлектронных приложений. В частности, легирование переходными металлами, такими как Mn^{2+} , открывает возможности для управления спектральными характеристиками люминесценции, эффективного переноса энергии и создания материалов с заданными оптическими свойствами.

На фоне глобального спроса на высокоэффективные и стабильные люминесцентные материалы, двойные оксидные перовскиты на основе редкоземельных и щелочноземельных элементов являются перспективной альтернативой традиционным фосфорам. Материалы типа Y_2MgTiO_6 и La_2MgTiO_6 характеризуются высокой химической устойчивостью, благоприятной электронной структурой и возможностью внедрения легирующих центров без существенного

нарушения симметрии решётки. Несмотря на активные исследования в области галогенидных и гибридных органо-неорганических перовскитов, оксидные двойные перовскиты остаются менее изученными в контексте квантово-химического моделирования процессов легирования и захвата позиций ионов-допантов.

Существуют отдельные теоретические и экспериментальные работы, посвящённые исследованию захвата ионов Mn^{2+} в различных кристаллических матрицах. Например, в работе [1] с помощью ТФП (Теория функциональной плотности (DFT)) была изучена замена ионов в структуре $BaTiO_3:Mn^{2+}$, где рассмотрены энергетические барьеры и устойчивость различных конфигураций. В другом исследовании [2,7] авторы проанализировали поведение Mn^{2+} в перовскитоподобных структурах Ca_2MgWO_6 и отметили важность точной релаксации геометрии при прогнозировании оптических свойств.

Однако в работах, посвящённых двойным оксидным перовскитам Y_2MgTiO_6 и La_2MgTiO_6 , мало информация о возможных позициях и стабильности легирующих ионов Mn^{2+} . Большинство исследований в этой области сосредоточены либо на синтезе, либо на макроскопических характеристиках материалов, без детального рассмотрения атомистической природы процессов замещения и энергетических ландшафтов структуры. Более того, параметры квантово-химических расчетов, таких как плотность k-сетки и энергия отсечки плоскости волн (где в иностранном литературе упоминается, как ENCUT), часто задаются по умолчанию, без предварительных тестов на сходимость, что может снижать точность результатов.

Целью данной работы является квантово-химическое моделирование явления захвата позиций ионов Mn^{2+} в структурах двойных перовскитов Y_2MgTiO_6 и La_2MgTiO_6 с использованием метода теории функционала плотности в рамках программного комплекса VASP.

В данной работе особое внимание уделено:

- Проведению тестов на сходимость ключевых параметров расчётов позволяет обеспечить баланс между точностью и вычислительными затратами;
- Определению наиболее вероятных позиций замещения Mn^{2+} в кристаллической решётке с учётом различных сценариев (замещение Y/La, Mg, Ti);
- Сравнению стабильности полученных конфигураций на основе полной энергии системы и анализа локальных изменений структуры;
- Формированию базы данных для будущих исследований фосфоресцентных и оптоэлектронных материалов на основе данных о захвате ионов в матрицах двойных перовскитов.

Таким образом, представленное исследование восполняет существующий пробел в теоретической проработке механизмов легирования Mn^{2+} в двойных оксидных перовскитах и предоставляет количественные ориентиры для последующего направленного синтеза и инженерии функциональных материалов.

Моделирования

Для теоретического изучения структуры и свойств системы Y_2MgTiO_6 , легированной ионом Mn^{2+} , были проведены расчёты в рамках метода функционала плотности, реализованного в программном пакете Vienna Ab initio Simulation Package (VASP). В качестве псевдопотенциалов использовались проекционные усиленные волновые функции (PAW), а обменно-корреляционный функционал описывался с использованием приближения обобщённого градиента (GGA) в параметризации Perdew-Burke-Ernzerhof (PBE).

Релаксация электронной и ионной подсистем исследуемых структур представляет собой ключевой этап квантово-химического моделирования, направленный на достижение энергетически стабильного состояния системы. В процессе релаксации ионная подсистема (атомные позиции) оптимизируется таким образом, чтобы силы, действующие на отдельные атомы, стремились к нулю. Одновременно с этим осуществляется релаксация электронной подсистемы, при которой для фиксированного положения ионов определяется такое распределение электронной плотности, которое соответствует минимуму полной энергии системы. Совместная релаксация позволяет точно определить равновесную структуру, характеризующуюся минимальной полной энергией, что критически важно для последующего анализа структурных, электронных и энергетических свойств моделируемых материалов.

Релаксация электронной и ионной подсистем исследуемых структур проводилась при энергии отсечки плоскости волн (ENCUT) 500 эВ и с использованием сетки k-точек 6×6×4. Во время релаксации сохранялась симметрия, а объём и позиции атомов оставались фиксированными. Под релаксацией электронной подсистемы подразумевается определение оптимального распределения электронной плотности при фиксированном положении ионов, обеспечивающего минимум полной энергии. Релаксация ионной подсистемы предполагает нахождение устойчивого конфигурационного состояния структуры, при котором силы, действующие на атомы, стремятся к нулю. Эти этапы позволяют системе достичь равновесного состояния, соответствующего локальному минимуму полной энергии, что критически важно для корректного описания стабильности и свойств материала.

Все *ab initio* расчёты были выполнены на высокопроизводительном вычислительном кластере с двумя вычислительными узлами, оснащёнными процессором Intel Core i9-9960X CPU 3.60 GHz (64 ядра).

Первой исходной моделью служила кристаллическая структура двойных перовскитов Y_2MgTiO_6 Fm-3m, где система кубическая и типичная для упорядоченных двойных перовскитов, в которых ионы Mg и Ti чередуются в октаэдрических позициях.

Экспериментальными параметрами решётки: $a = [5.31] \text{ \AA}$, $b = [5.75] \text{ \AA}$, $c = [7.62] \text{ \AA}$. Для имитации легирования ионом Mn^{2+} была использована суперячейка размером $[2 \times 1 \times 1]$, в которой по чередности все ионы системы были замещены на Mn^{2+} . Таким образом рассмотрены три типа легирования в удвоенной ячейке $\text{Y}_4\text{Mg}_2\text{Ti}_2\text{O}_{12}$.

Второй исходной моделью служила кристаллическая структура двойных перовскитов $\text{La}_2\text{MgTiO}_6$, где параметрами решётки равны $a = [5.57] \text{ \AA}$, $b = [5.65] \text{ \AA}$, $c = [7.91] \text{ \AA}$. В этой структуре чаще наблюдается моноклинная симметрия, а именно, пространственная группа: $P2_1/n$.

Для имитации легирования ионом Mn^{2+} по системе $\text{La}_4\text{Mg}_2\text{Ti}_2\text{O}_{12}$ была использована суперячейка размером $[2 \times 1 \times 1]$, а процес легирования похожа на систему $\text{Y}_4\text{Mg}_2\text{Ti}_2\text{O}_{12}$.

Результаты и их обсуждение

При моделировании структур выполнены расчёты сходимости по установление оптимальной колличества k-точки в зоне Бриллюэна (KPOINTS) с использованием методов Monkhorst-Pack и Gamma точки. Аналогичные расчёты были проведены для определения значения отсечной энергии (ENCUT), и результаты показали, что выбор 500 эВ является оптимальным, так как дальнейшее увеличение этого значения приводит только к возрастанию вычислительных затрат. На рисунке 1 показана зависимость полной энергии на элементарную ячейку от значения отсечной энергии (ENCUT) для двух схем расчёта: Monkhorst-Pack (красная линия обозначенная как M-method) и Gamma-точки (черная линия, обозначена как Gamma method). Видно, что при низких значениях ENCUT (до ~400 эВ) наблюдаются значительные изменения энергии, однако начиная после 400 эВ энергия стабилизируется для обеих схем, что указывает на достижение сходимости. Связи с этим значении ENCUT в наших исследуемых структур выбрано 500 эВ. Кроме того, энергия, рассчитанная по Monkhorst-Pack, равны между собой с Gamma-точке, но метод Monkhorst-Pack даёт **высокую точность** при сравнении энергий систем **до и после замены атомов**, а Gamma-точка может дать небольшие ошибки в энергиях замещения.

На рисунке 1 показано зависимости полной энергия (Total Energy) от энергии отсечки плоскости волн (ЭОПВ), где сама полная энергия это совокупная энергия электронной системы и ионов, которая вычисляется в рамках **приближения теории функционала плотности (DFT)**. Это основная целевая функция, которую стремятся минимизировать при оптимизации структуры, где описывается по формуле (1).

Общая формула полной энергии E_{tot} в рамках ТФП выглядит так:

$$E_{\text{tot}} = T_s[n] + E_{\text{ext}}[n] + E_{\text{H}}[n] + E_{\text{XC}}[n] + E_{\text{ion-ion}} \quad (1)$$

где:

$T_s[n]$ — кинетическая энергия невзаимодействующих электронов (Kohn-Sham system),

$E_{\text{ext}}[n]$ — взаимодействие электронов с внешним потенциалом (например, ядрами),

$E_{\text{H}}[n]$ — кулоновское взаимодействие между электронами (Hartree energy),

$E_{\text{XC}}[n]$ — обменно-корреляционная энергия,

$E_{\text{ion-ion}}$ — взаимодействие между ионами (ядрами), рассчитывается отдельно, часто как энергия Маделунга.

Как видно из рисунка 2, при увеличении плотности k -сетки наблюдается стабилизация энергии: начиная с сетки $5 \times 4 \times 3$, значения энергии практически не изменяются для обеих схем. Это свидетельствует о достижении энергетической сходимости. Более грубые сетки, такие как $3 \times 3 \times 2$ и $4 \times 4 \times 3$, дают менее точные значения энергии, что видно по более высоким и нестабильным значениям на графике. При дальнейшем увеличении плотности ($6 \times 6 \times 4$, $9 \times 9 \times 6$) изменение энергии становится пренебрежимо малым, но вычислительные затраты при этом растут. Таким образом, на основе анализа графика можно сделать вывод, что k -сетка $5 \times 4 \times 3$, построенная по Monkhorst-Pack, является оптимальной для расчётов геометрической релаксации, так как обеспечивает хорошую сходимость при приемлемых вычислительных затратах. После установления оптимальных параметров квантово-химических расчетов, были выполнены расчеты по оптимизации параметров кристаллической решетки исследуемых систем с использованием обменно-корреляционных потенциалов GGA, PBE, PBEsol и SCAN для системы Y_2MgTiO_6 . Целью этих расчётов было определение наиболее точных параметров кристаллической решётки для каждой из систем.

Для обеспечения высокой точности квантово-химического моделирования в рамках теории функционала плотности (DFT) важным этапом является выбор подходящего обобщённого градиентного приближения (GGA) или другого функционала, описывающего обменно-корреляционные взаимодействия. С этой целью была проведена серия тестов с использованием различных функционалов: GGA, LDA, PBEsol и SCAN [8]. Результаты релаксации кристаллической решётки системы Y_2MgTiO_6 представлены в таблице 1 и сравниваются с экспериментальными литературными данными, извлечёнными из базы ICSD [3].

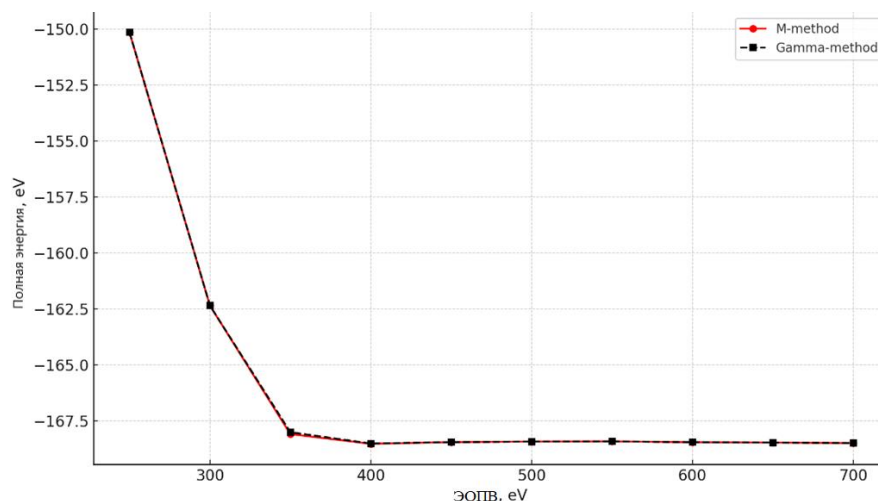


Рисунок 1 – Зависимость полной энергии на элементарную ячейку от значения отсечной энергии (ENCUT), рассчитанная с использованием схем Monkhorst-Pack (M) и Gamma-точки для системы Y_2MgTiO_6

Результаты теста на сходимость по k -точкам для Y_2MgTiO_6 были получены при фиксированном значении ENCUT = 500 эВ (рисунок 2). На графике показана зависимость полной энергии единичной ячейки от плотности k -сетки, использованной для интегрирования по зоне Бриллюэна. Расчёты выполнены с использованием двух различных схем: только Gamma-точки (черная линия) и Monkhorst Pack (красная линия).

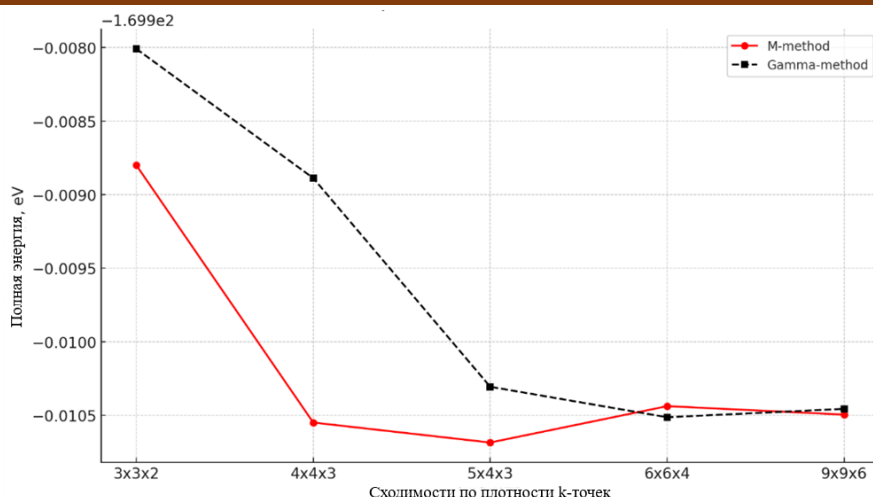


Рисунок 2 – Результаты расчётов сходимости по плотности k-точек для Y_2MgTiO_6 при фиксированной отсечной энергии $ENCUT = 500$ эВ

Таблица 1 – Сравнение релаксированных параметров кристаллической решётки Y_2MgTiO_6 при различных функционалах

Параметры кристаллической решетки	Литературные данные (ICSD)	GGA	LDA	PBEsol	SCAN
a (Å)	5.292	5.3242	5.2124	5.2624	5.2825
b (Å)	5.584	5.6239	5.5218	5.5706	5.5810
c (Å)	7.614	7.6980	7.5091	7.5981	7.6079

Из анализа таблицы видно, что:

- Метод LDA систематически занижает значения параметров решетки, что типично для этого приближения, характеризующегося избыточным связыванием.
- Функционалы GGA и PBEsol показывают лучшие результаты, но слегка переоценивают параметры ячейки по сравнению с экспериментом.

Наиболее близкие к литературным значениям во всех трёх кристаллографических направлениях (a, b, c) получены с использованием **метода SCAN (Strongly Constrained and Appropriately Normed meta-GGA)**. Отклонение от экспериментальных данных минимально, что свидетельствует о высокой адекватности описания межатомных взаимодействий и геометрии структуры данным функционалом.

Таким образом, в качестве основного метода для дальнейших расчётов захвата позиций ионов Mn^{2+} в кристаллической решётке был выбран **функционал SCAN** [5-6], как наиболее точно воспроизводящий экспериментальные параметры и соответствующий современным подходам в моделировании оксидных перовскитов.

В отличие от системы Y_2MgTiO_6 , для которой была проведена серия тестов с различными функционалами обменно-корреляционного приближения, в случае **La_2MgTiO_6** в рамках настоящего исследования расчёты были выполнены непосредственно с использованием **функционала SCAN**. Выбор данного метода обоснован его высокой точностью при моделировании оксидных перовскитов, продемонстрированной как в настоящей работе на примере Y_2MgTiO_6 , так и в ряде независимых публикаций, где SCAN показал улучшенное согласование с экспериментальными кристаллографическими параметрами по сравнению с функционалами GGA, LDA и PBEsol [4].

Метод SCAN обеспечивает более реалистичное описание межатомных взаимодействий, включая слабо связанные ионно-ковалентные связи, которые играют ключевую роль в структуре и стабильности двойных перовскитов, особенно при наличии крупных редкоземельных катионов, таких как La^{3+} .

Таким образом, использование SCAN в расчётах для La_2MgTiO_6 позволяет достичь высокой точности геометрической релаксации, а также обеспечивает надёжную основу для дальнейшего анализа энергетики и механизмов захвата позиций ионов Mn^{2+} в этой структуре где параметры кристаллической решетки равны a (Å) 10.452, b (Å) 10.684, а c (Å) 14.314. Проведение

дополнительных тестов с другими функционалами в данном случае было сочтено избыточным, учитывая предварительные результаты по аналогичной системе Y_2MgTiO_6 и ограниченность вычислительных ресурсов.

Энергетический анализ легирования Mn^{2+} в кристаллическую структуру Y_2MgTiO_6

Для оценки предпочтительных позиций замещения иона Mn^{2+} в структуре двойного перовскита Y_2MgTiO_6 были смоделированы три возможные конфигурации легирования, каждая из которых характеризуется заменой одного из катионов (Y^{3+} , Mg^{2+} или Ti^{4+}) на ион Mn^{2+} . Расчёты были выполнены с использованием функционала SCAN в рамках метода теории функционала плотности (DFT) см. таблицу 2 с полной геометрической релаксацией всех атомов. В качестве контрольной (исходной) системы была рассмотрена чистая структура Y_2MgTiO_6 .

Таблица 2 – Результаты расчета полной энергии системы Y_2MgTiO_6 при легировании

Система	Замещаемый элемент	Стехиометрия	Полная энергия (эВ)
Исходная	—	Y_2MgTiO_6	-169.9104
Конфигурация 1	$Y^{3+} \rightarrow Mn^{2+}$	Y_3MnTiO_6	-166.2541
Конфигурация 2	$Mg^{2+} \rightarrow Mn^{2+}$	Y_4MnTiO_6	-173.4543
Конфигурация 3	$Ti^{4+} \rightarrow Mn^{2+}$	$Y_4MgMnTiO_6$	-167.0501

Анализ полученных значений полной энергии показывает, что:

- Замещение Mg^{2+} на Mn^{2+} (**Конфигурация 2**) приводит к **наиболее устойчивой** структуре среди рассмотренных, так как характеризуется **наиболее низким значением полной энергии** (–173.4543 эВ), что указывает на термодинамически предпочтительное внедрение Mn^{2+} в позиции магния.
- Замещение Y^{3+} (**Конфигурация 1**) и Ti^{4+} (**Конфигурация 3**) приводит к повышению энергии системы по сравнению с исходной, что свидетельствует о **менее благоприятной энергетике** таких легированных состояний. Особенно неблагоприятным является замещение иттрия, связанное, вероятно, с несоответствием ионных радиусов и зарядов.

Таким образом, из трёх рассмотренных механизмов легирования, наиболее предпочтительной с точки зрения устойчивости и энергетического минимума является конфигурация с замещением Mg^{2+} ионом Mn^{2+} , что согласуется с ожидаемой валентностью Mn^{2+} и его близостью по ионному радиусу к Mg^{2+} . Эти результаты служат основой для дальнейшего анализа электронной структуры и оптических свойств [9] системы $Y_2MgTiO_6:Mn^{2+}$.

Энергетический анализ легирования Mn^{2+} в кристаллическую структуру La_2MgTiO_6

Для определения предпочтительной кристаллографической позиции иона Mn^{2+} в структуре двойного перовскита La_2MgTiO_6 была проведена серия моделирований, включающая три возможные конфигурации легирования. В каждой из конфигураций ион Mn^{2+} замещает один из катионов: La^{3+} , Mg^{2+} или Ti^{4+} . Все расчёты выполнены с использованием функционала SCAN в рамках теории функционала плотности (DFT), с полной геометрической релаксацией.

Таблица 3 – Результаты расчета полной энергии системы La_2MgTiO_6 при легировании

Система	Замещаемый элемент	Стехиометрия	Полная энергия (эВ)
Исходная	—	La_2MgTiO_6	-362.0347
Конфигурация 1	$La^{3+} \rightarrow Mn^{2+}$	$La_3MnMgTiO_6$	-350.0823
Конфигурация 2	$Mg^{2+} \rightarrow Mn^{2+}$	$La_4MnMgTiO_6$	-372.0348
Конфигурация 3	$Ti^{4+} \rightarrow Mn^{2+}$	$La_4MgMnTiO_6$	-351.2871

Анализ из таблицы 3 показывает следующее:

- Замещение Mg^{2+} на Mn^{2+} (**Конфигурация 2**) приводит к **наиболее устойчивой конфигурации**, о чём свидетельствует минимальное значение полной энергии (–372.0348 эВ). Это подтверждает термодинамическую предпочтительность внедрения Mn^{2+} именно в позиции магния. Вероятной причиной является близость ионных радиусов Mn^{2+} (0.83 Å в октаэдрической координации) и Mg^{2+} (0.72 Å), а также совпадение зарядов.
- Замещения La^{3+} (**Конфигурация 1**) и Ti^{4+} (**Конфигурация 3**) приводят к увеличению энергии по сравнению с конфигурацией $Mg \rightarrow Mn$, что указывает на **менее благоприятные условия** для таких

механизмов легирования. Особенно замещение La^{3+} на Mn^{2+} сопровождается значительным нарушением кристаллохимического баланса (различие как в заряде, так и в размере ионов).

Таким образом, как и в случае Y_2MgTiO_6 , наиболее термодинамически выгодной позицией для внедрения Mn^{2+} в структуру $\text{La}_2\text{MgTiO}_6$ является **позиция катиона Mg^{2+}** , что свидетельствует об универсальности данного механизма легирования для перовскитов типа R_2MgTiO_6 (где $\text{R} = \text{Y}, \text{La}$). Эти результаты являются основой для последующего анализа электронной структуры и оценки функциональных свойств легированных материалов, включая оптические [9] и люминесцентные характеристики.

Заключение

В настоящем исследовании с использованием метода теории функционала плотности (DFT) на базе функционала SCAN проведено квантово-химическое моделирование структур двойных перовскитов Y_2MgTiO_6 и $\text{La}_2\text{MgTiO}_6$, легированных ионами Mn^{2+} . Путём тестирования различных обменно-корреляционных функционалов для Y_2MgTiO_6 показано, что функционал SCAN наиболее точно воспроизводит экспериментальные кристаллографические параметры, что обосновывает его использование для всех дальнейших расчётов.

Анализ трёх возможных механизмов замещения (в позиции $\text{Y}^{3+}/\text{La}^{3+}$, Mg^{2+} и Ti^{4+}) показал, что энергетически наиболее стабильной конфигурацией для обоих материалов является внедрение иона Mn^{2+} в позиции Mg^{2+} . Такая стабильность обусловлена близостью ионных радиусов и идентичностью зарядов, что минимизирует энергетические и структурные искажения кристаллической решётки. Замещения в позиции редкоземельных ионов или ионов титана оказываются менее предпочтительными с термодинамической точки зрения.

Полученные результаты указывают на то что целенаправленное проектирование фосфорных и фотолюминесцентных материалов, в которых точный контроль над позицией активного центра (Mn^{2+}) критически важен для получения нужных спектральных свойств.

Оптимизации оптоэлектронных устройств на основе перовскитных структур, таких как светодиоды, лазеры и сенсоры, где Mn^{2+} выступает в роли люминесцентного центра;

Фундаментального понимания энергетики легирования в оксидных перовскитах, что важно для разработки новых функциональных материалов, устойчивых при высоких температурах и в агрессивных средах.

Таким образом, настоящее исследование не только раскрывает ключевые аспекты атомарной структуры и термодинамики легирования Mn^{2+} , но и создаёт основу для дальнейших мультифизических расчётов, включая электронную структуру, плотности состояний и моделирование оптических свойств.

Финансовая поддержка

Работа выполнена при финансовой поддержке Межгосударственного фонда гуманитарного сотрудничества государств-участников СНГ в рамках научного проекта за счёт гранта Международного инновационного центра нанотехнологий СНГ (грант № 25-113).

Рецензент: Абдурасулов А.А. – к.ф.-м.н., доцент кафедры физики ЛПТУ имени академика М.С. Осими.

Литература

1. Zhang L., Liu Y., Wu K., Liu B. First-principles study on structural, electronic and optical properties of Mn-doped perovskite oxides // *The Journal of Physical Chemistry C*. – 2019. – Vol. 123, No. 25. – P. 15389–15397.
2. Wang X., Zhou L., Wang Y., Zhang J. Structural and optical properties of Mn-doped $\text{La}_2\text{MgTiO}_6$ double perovskites: a DFT study // *Journal of Materials Chemistry C*. – 2020. – Vol. 8, No. 22. – P. 7493–7502.
3. FIZ Karlsruhe. Inorganic Crystal Structure Database (ICSD) [Электронный ресурс]. – URL: <https://icsd.products.fiz-karlsruhe.de/en> (дата обращения: 10.01.2025).
4. Sun J., Ruzsinszky A., Perdew J. P. Strongly constrained and appropriately normed semilocal density functional // *Physical Review Letters*. – 2015. – Vol. 115, No. 3. – P. 036402.
5. Sun, J., Ruzsinszky, A., & Perdew, J. P. (2015). Strongly constrained and appropriately normed semilocal density functional. *Physical Review Letters*, 115(3), 036402. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.115.036402>
6. Bartók, A. P., & Yates, J. R. (2019). Regularized SCAN functional. *The Journal of Chemical Physics*, 150(16), 161101. <https://doi.org/10.1063/1.5094646>
7. Zhang, L., Liu, Y., Wu, K., & Liu, B. (2020). First-principles study on structural, electronic and optical properties of Mn-doped perovskite oxides. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 31(2), 1602–1610. <https://doi.org/10.1007/s10854-019-02663-9>
8. Wang, L., Maxisch, T., & Ceder, G. (2006). Oxidation energies of transition metal oxides within

the GGA+U framework. *Physical Review B*, 73(19), 195107. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.73.195107>
 9. Rondinelli, J. M., & Spaldin, N. A. (2011). Structure and properties of functional oxide thin films: Insights from electronic-structure calculations. *Advanced Materials*, 23(30), 3363–3381. <https://doi.org/10.1002/adma.201101152>

**МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН — СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ —
 INFORMATION ABOUT AUTHORS**

TJ	RU	EN
Бозоров Шамсуддин Аломудинович	Бозоров Шамсуддин Аломудинович	Bozorov Shamsuddin Alomudinovich
н.и.ф.м	к.ф.м.-н	PhD
ДТТ ба номи акад. М.С.Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
TJ	RU	EN
Акбарова Саида Маҳмадсабуровна	Акбарова Саида Маҳмадсабуровна	Akbarova Saida Mahmadsaburvna
Магистранти бахши 2	Магистрантка 2 курса	2nd year master's student
Институти физикаю техники ба номи С.У.Умарови АМИТ	Физико-технический институт имени С.У.Умарова Национальной академии наук Таджикистана	S.U.Umarov Physical–Technical Institute of the National Academy of Sciences of Tajikistan
TJ	RU	EN
Рауфов Искандар	Рауфов Искандар	Raufov Iscandar
Докторанти PhD	PhD докторант	PhD student
Институти физикаю техники ба номи С.У.Умарови АМИТ	Физико-технический институт имени С.У.Умарова Национальной академии наук Таджикистана	S.U.Umarov Physical–Technical Institute of the National Academy of Sciences of Tajikistan
TJ	RU	EN
Тулаев Чаҳонгир Панҷиевич	Тулаев Джаҳонгир Панҷиевич	Tulaev Jahongir Panzhievich
Унвонҷӯ	Соискатель	graduate student
Донишгоҳи байналмилалӣ сайёҳӣ ва соҳибкорӣ Тоҷикистон	Международный университет туризма и предпринимательства Таджикистана	International University of Tourism and Entrepreneurship of Tajikistan
TJ	RU	EN
Каюмов Маҳмадзоир Махмараҷабович	Каюмов Маҳмадзоир Махмараҷабович	Kayumov Makhmadzoir Makhmarajabovich
Доктори PhD	Доктор PhD	PhD
kmakhmadzoir@gmail.com		

УДК532.7+532.133

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЯЗКОУПРУГИХ СВОЙСТВ МНОГОАТОМНЫХ ЖИДКОСТЕЙ ОТ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СОСТОЯНИЯ

Д.М. Акдодов, С.Д. Баладжонзода

Таджикский национальный университет

Изучена зависимость коэффициентов сдвиговой $\eta_s(\omega)$ и объемной $\eta_v(\omega)$ вязкости, а также модулей сдвиговой $\mu(\omega)$ и объемной $K(\omega)$ упругости многоатомных жидкостей от термодинамических параметров состояния и частот. Данные выражения были получены ранее с использованием кинетических уравнений для одночастичной и двухчастичной функции распределения. Проведены численные расчёты $\eta_s(\omega)$, $\eta_v(\omega)$, $\mu(\omega)$ и $K(\omega)$, для жидких метана (CH_4), тетрафторметана (CF_4) и диоксида углерода (CO_2) с учётом выбранных моделей межмолекулярного взаимодействия $\Phi_{ab}(|\vec{r}|)$ и радиальной функции распределения $g_{ab}(|\vec{r}|)$ в широком диапазоне температур, плотностей и частот. Результаты численных моделей сравнивались с экспериментальными данными, и получены удовлетворительные согласия.

Ключевые слова: коэффициенты сдвиговой и объемной вязкости, модули объемной и сдвиговой упругости, одноатомные жидкости, структурная релаксация.

ОМУЗИШИ ХОСИЯТҲОИ ЧАСПАКИЮ ЧАНДИРИИ МОЕҶҲОИ БИСЁРАТОМА ВОБАСТА БА ПАРАМЕТРҲОИ ТЕРМОДИНАМИКИИ ҲОЛАТ

Д.М. Акдодов, С.Д. Балаҷонзода

Вобастагии коэффитсиентҳои часпакии лағжишӣ $\eta_s(\omega)$ ва ҳаҷмӣ $\eta_v(\omega)$, инчунин модулиҳои чандирии лағжишӣ $\mu(\omega)$ ва ҳаҷмии $K(\omega)$ моеҷҳои бисёратома аз параметрҳои термодинамикии ҳолат ва басомад омӯхта шудаанд. Ин ифодаҳо қаблан бо истифода аз муодилаҳои кинетикӣ барои функсияҳои тақсимои якзаррагӣ ва дузаррагӣ ба даст оварда шуда буданд. Ҳисобҳои адабии $\eta_s(\omega)$, $\eta_v(\omega)$, $\mu(\omega)$ ва $K(\omega)$ барои метани моеъ (CH_4), тетрафторметан (CF_4) ва карбонат (CO_2) бо назардошти моделҳои интиҳобшудаи таъсири мутақобилаи байнимолекулаӣ $\Phi_{ab}(|\vec{r}|)$ ва функсияи тақсимои радиалӣ $g_{ab}(|\vec{r}|)$ дар соҳаи васеи температура, зичӣ ва басомад анҷом дода шуданд. Натиҷаҳои ба дастомада бо маълумоти таҷрибавӣ муқоиса шуда, мувофиқати қаноатбахшро нишон медиҳанд.

Калимаҳои калидӣ: коэффисиентҳои часпакии лағжишӣ ва ҳаҷмӣ, модулиҳои чандирии ҳаҷмӣ ва лағжишӣ, моеҷҳои бисёратома, релаксатсияи сохторӣ.

STUDY OF THE DEPENDENCE OF VISCOELASTIC PROPERTIES OF POLYATOMIC LIQUIDS ON THERMODYNAMIC STATE PARAMETERS

D.M. Aqdodov, S.D. Balajonzoda

The dependence of the coefficients of shear $\eta_s(\omega)$ and bulk $\eta_v(\omega)$ viscosity, as well as the moduli of shear $\mu(\omega)$ and bulk $K(\omega)$ elasticity of polyatomic liquids on the thermodynamic state parameters and frequencies was studied. These expressions were obtained earlier using kinetic equations for the one-particle and two-particle distribution function. Numerical calculations of $\eta_s(\omega)$, $\eta_v(\omega)$, $\mu(\omega)$, and $K(\omega)$ for liquid methane (CH_4), tetrafluoromethane (CF_4) and carbon dioxide (CO_2) were performed taking into account the selected models of intermolecular interaction $\Phi_{ab}(|\vec{r}|)$ and radial distribution function $g_{ab}(|\vec{r}|)$ in a wide range of temperatures, densities and frequencies. The results of the numerical models were compared with experimental data, and satisfactory agreements were obtained.

Keywords: coefficients of shear and bulk viscosity, moduli of bulk and shear elasticity, polyatomic liquids, structural relaxation.

Вязкоупругие свойства жидкостей описывают их поведение в условиях, когда одновременно проявляются как вязкость, так и упругость, что играет важную роль в процессах, связанных с текучестью и деформациями жидкостей под воздействием различных внешних факторов. Знание этих свойств необходимо для разработки новых материалов, в частности, в нефтехимической, фармацевтической и других отраслях, где жидкости подвергаются деформациям, требующим учета их вязких и упругих характеристик одновременно. Кроме того, исследование вязкоупругих свойств важно и для биофизики, особенно при анализе свойств биологических жидкостей, таких как кровь, лимфа и другие жидкости организма. Эти жидкости обладают как вязкими, так и упругими характеристиками, что делает их поведение более сложным и требует применения специализированных методов исследования.

Многоатомные жидкости, молекулы которых состоят из более чем двух атомов, имеют сложную молекулярную структуру, что определяет их специфические характеристики, такие как высокая поляриность, вязкость и способность к образованию водородных связей. Особое внимание следует уделить многоатомным жидкостям с квазисферическими молекулами, которые обладают специфическими физико-химическими свойствами, делающими их незаменимыми в ряде высокотехнологичных приложений. Эти молекулы, обладая почти сферической симметрией, открывают новые возможности для создания жидкостей с особыми механическими, термическими и оптическими характеристиками.

Исследование [1] посвящено рассмотрению упругих свойств жидкостей методом коррелятивных функций распределения. Работа [2] посвящена объёмным и сдвиговым модулям упругости жидкостей, рассматриваются реальные части комплексного обобщенного модуля упругости, устанавливающая связь между градиентом скорости и тензором напряжения. Эти модули упругости связаны с радиальной функцией распределения, межмолекулярным потенциалом, а также молекулярными параметрами. Другим подходом для изучения упругих свойств жидкостей и явлений переноса это метод временных корреляционных функций и в работах [3, 4] этот метод применялся к

неравновесным процессам и получено выражения для коэффициентов переноса через интегралы по времени от временных корреляционных функций соответствующих потоков.

В работе [5] на основе метода неравновесной функции распределения (НФР) исследуются динамические неравновесные свойства жидкостей с молекулами произвольной формы, а работа [6] посвящена исследованию динамических вязкоупругих свойств многоатомных полярных жидкостей в рамках обобщенной гидродинамики. В этой работе подчеркивается важность обмена между вращательными и поступательными степенями свободы молекул. Рассчитанные зависимости коэффициентов сдвиговой и объемной вязкости, а также соответствующими им модулей упругости от температуры, плотности и частоты для воды.

С помощью метода акустического резонанса в [7-9] определен комплексный модуль сдвига в жидкостях и суспензиях. Измерены модуль сдвига, тангенс угла механических потерь, рассчитаны частота релаксации и эффективная вязкость. Установлены зависимости этих параметров от вязкости гомолога. В работе [10] рассмотрены упругие свойства структурированных жидкостей на интервале низких частот сдвиговых колебаний и низких скоростей сдвига. При очень низких значениях скорости сдвига γ и или частоты ω первую разность нормальных напряжений $N(\gamma)$ и модуль накопления $G'(\omega)$ невозможно описать уравнениями структурной реологической модели. В работах [11-13] на основе молекулярно-кинетической теории с учетом природы затухания потока импульса в импульсно-конфигурационном пространстве детально исследована область частотной дисперсии вязкостных и упругих свойств простых и полярных жидкостей.

В работах [14,15] приведены и обсуждены результаты измерений вязкости жидкого углекислого газа в зависимости от температуры, давления и плотности. Измерения проводились по всему диапазону жидкой фазы при давлениях до 200 кгс/см². Коэффициенты вязкости были оценены методом измерения электрических характеристик кристалла кварца, подвергающегося крутильным колебаниям и погруженного в жидкость. Полученные результаты были использованы для проверки уравнения Аррениуса $\ln \eta = A + B/T$, уравнения свободного объема Дулиттла $\ln \eta = A + B\rho/(\rho_0 - \rho)$ и уравнения Бацшинского $\eta\rho^{-1} = C\eta + D$. В [15] были измерены транспортные свойства метана, тетрафторида углерода, шестифтористого серы (SF₆), кислорода и воздуха, и их смесей в зависимости от плотности и температуры (от 25 до 600 °C). Экспериментальные данные были сопоставлены с теоретическими моделями, включая теорию Энско-Чепмена и закон соответственных состояний.

В работе [16] для жидких: аргон (Ar), криптон (Kr), ксенон (Xe), кислород (O₂), угарный газ (CO), метан (CH₄) и дехидрид метана (CD₄) согласно закону соответственных состояний, был рассчитан статический коэффициент сдвиговой вязкости в зависимости от плотности и температуры. Полученные результаты показали, что зависимость статического коэффициента сдвиговой вязкости от температуры этих жидкостей носит экспоненциальный характер.

В работе [17] акустическим методом измерена скорость звука, коэффициент поглощения звука, объемной вязкости и времени релаксации в жидком метане (CH₄) и тетрафторметане (CF₄) вдоль линии насыщения. Выявлено, что зависимость коэффициента поглощения и объемной вязкости от температуры и плотности формируется двумя основными вкладами: первый связан с "жесткой" частью потенциалов взаимодействия и различием локально-равновесной функции распределения на межчастичных расстояниях, а второй - с "структурным" вкладом, обусловленным дальнедействующими силами и искажением парной функции распределения на больших расстояниях, что приводит к снижению соответствующих величин. В CF₄ дисперсия величины α/v^2 наблюдается во всей исследованной области температур и частот, а при низких температурах – слабая дисперсия скорости звука. В CH₄ дисперсия α/v^2 наблюдалась только при $T > 140^\circ\text{K}$.

Высшие теоретические и экспериментальные исследования показывают, что динамические вязкоупругие свойства жидкостей можно адекватно описать в первую очередь с учетом молекулярной структуры, а во вторую очередь - с учетом механизмов внутренних релаксационных процессов, происходящих в них. Строгие статистические теории жидкостей позволяют учитывать сложные взаимодействия между молекулами, а также влияние таких факторов, как размерные эффекты, ориентация молекул и наличие дисперсных фаз. Такой подход в том числе относится к полярным жидкостям с учетом как молекулярной структуры, так и внутренних релаксационных процессов, происходящих в них. Поэтому целью настоящей работы является исследование коэффициентов сдвиговой $\eta_s(\omega)$ и объемной $\eta_v(\omega)$ вязкости, а также соответствующих им модулей сдвиговой $\mu(\omega)$ и объемной $K(\omega)$ упругостей многоатомных жидкостей от термодинамических параметров состояния. Аналитические выражения для $\eta_s(\omega)$, $\eta_v(\omega)$, $\mu(\omega)$ и $K(\omega)$ были получены на основе кинетических уравнений для одночастичной $f_a(\vec{x}_a, t)$ и двухчастичной $f_a(\vec{x}_a, \vec{x}_a', t)$ функций распределения в случае затухания релаксирующих потоков по степенному и экспоненциальному закону. Подробный метод получения для $\eta_s(\omega)$, $\eta_v(\omega)$, $\mu(\omega)$ и $K(\omega)$ рассмотрены в работах [11-13] и имеют вид:

а) в случае диффузионного закона затухания тензора напряжения

$$\eta_s(\omega) = \frac{nkT\tau}{1+(\omega\tau)^2} + \frac{2\pi n^2\sigma^3}{15} \int_0^\infty dr r^3 \frac{\partial \Phi(|\vec{r}_1|)}{\partial r} \int_{-\infty}^{+\infty} G_1(r, r_1, \omega) \frac{\partial g(|\vec{r}_1|)}{\partial r_1} r_1 \partial \vec{r}_1 \quad (1)$$

$$\eta_V(\omega) = \frac{2\pi n^2 \sigma^3}{3} \int_0^\infty dr r^3 \frac{\partial \Phi(|\vec{r}_1|)}{\partial r} \int_{-\infty}^{+\infty} G_1(r, r_1, \omega) \varphi_0(|\vec{r}_1|) \partial \vec{r}_1 \quad (2)$$

$$\mu(\omega) = \frac{nkT(\omega\tau)^2}{1+(\omega\tau)^2} + \frac{2\pi n^2 \sigma^3 \omega}{15} \int_0^\infty dr r^3 \frac{\partial \Phi(|\vec{r}_1|)}{\partial r} \int_0^\infty G_2(r, r_1, \omega) \frac{\partial g(|\vec{r}_1|)}{\partial r_1} r_1 \partial \vec{r}_1 \quad (3)$$

$$K(\omega) = K_s + \frac{2\pi n^2 \sigma^3 \omega}{3} \int_0^\infty dr r^3 \frac{\partial \Phi(|\vec{r}_1|)}{\partial r} \int_{-\infty}^{+\infty} G_2(r, r_1, \omega) \varphi_0(|\vec{r}_1|) \partial \vec{r}_1 \quad (4)$$

$$\text{где: } K_r(\omega) = \frac{2\pi n^2 \sigma^3 \omega}{3} \int_0^\infty dr r^3 \frac{\partial \Phi(|\vec{r}_1|)}{\partial r} \int_{-\infty}^{+\infty} G_2(r, r_1, \omega) \varphi_0(|\vec{r}_1|) \partial \vec{r}_1 \quad (5)$$

релаксационный модуль упругости.

б) в случае экспоненциального закона затухания тензора напряжения

$$\eta_s(\omega) = \frac{nkT\tau}{1+(\omega\tau)^2} + \frac{2\pi n^2 kT\sigma^3 \tau_0}{15} \int_0^\infty \frac{\partial \Phi^*(|\vec{r}_1|)}{\partial r} \frac{\partial g_0(|\vec{r}_1|)}{\partial r} r^4 \partial r \quad (6)$$

$$\eta_V(\omega) = \frac{2\pi n^2 kT\sigma^3 \tau_0}{3} \int_0^\infty \frac{\partial \Phi^*(|\vec{r}_1|)}{\partial r} \varphi_0(r) r^3 \partial r \quad (7)$$

$$\mu(\omega) = \frac{nkT\omega^2}{1+\omega^2} - \frac{\omega^2 (\frac{\tau_0}{\tau})^2}{1+\omega^2 (\frac{\tau_0}{\tau})^2} \frac{2\pi}{15} n^2 kT \sigma^3 \int_0^\infty \frac{\partial \Phi^*(|\vec{r}_1|)}{\partial r} \frac{\partial g(|\vec{r}_1|)}{\partial r} r^4 \partial r \quad (8)$$

$$K(\omega) = K_s - \frac{\omega^2 (\frac{\tau_0}{\tau})^2}{1+\omega^2 (\frac{\tau_0}{\tau})^2} \frac{2\pi}{3} n^2 kT \sigma^3 \int_0^\infty \frac{\partial \Phi^*(|\vec{r}_1|)}{\partial r} \varphi_0(|\vec{r}_1|) r^3 \partial r \quad (9)$$

$$\text{где: } K_r(\omega) = \frac{\omega^2 (\frac{\tau_0}{\tau})^2}{1+\omega^2 (\frac{\tau_0}{\tau})^2} \frac{2\pi}{3} n^2 kT \sigma^3 \int_0^\infty \frac{\partial \Phi^*(|\vec{r}_1|)}{\partial r} \varphi_0(r) r^3 \partial r, \quad (10)$$

$K_s = n \left(\frac{\partial P}{\partial n} \right)_T + \frac{T}{n C_V} \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_n$ – адиабатический объёмный модуль упругости жидкости,

$$G_1(r, r_1, \omega) = \frac{\tau_0 (2\pi\tau_0)^{-\frac{1}{2}}}{4\pi r r_1} (e^{-\varphi_1} (\sin\varphi_1 - \cos\varphi_1) - e^{-\varphi_2} (\sin\varphi_2 - \cos\varphi_2)),$$

$$G_2(r, r_1, \omega) = -\frac{\tau_0 (2\pi\tau_0)^{-\frac{1}{2}}}{4\pi r r_1} (e^{-\varphi_1} (\sin\varphi_1 + \cos\varphi_1) - e^{-\varphi_2} (\sin\varphi_2 + \cos\varphi_2)),$$

$$\varphi_0(|\vec{r}_1|) = \frac{r_1}{3} \frac{\partial g(r_1)}{\partial r_1} - \left[n \left(\frac{\partial g(r_1)}{\partial n} \right)_T + \gamma T \left(\frac{\partial g(r_1)}{\partial T} \right)_n \right], \quad \varphi_1 = \frac{\alpha}{2} (r - r_1), \quad \varphi_2 = \frac{\alpha}{2} (r + r_1), \quad \alpha = (2\omega\tau_0)^{\frac{1}{2}},$$

$\tau = \frac{m}{2\beta}$, $\tau_0 = \frac{\beta\sigma^2}{2kT}$, $\omega = 2\pi\nu$ – циклическая частота, $\omega^* = \omega\tau$ – приведенная частота, $\Phi^*(r) = \frac{\Phi(r)}{kT}$ – приведенный потенциал межмолекулярного взаимодействия.

Для проведения численных расчетов $\eta_s(\omega)$, $\eta_V(\omega)$, $\mu(\omega)$ и $K(\omega)$, в соответствии с выражениями (1)–(10), необходимо выбрать потенциал межмолекулярного взаимодействия $\Phi(r)$ и радиальную функцию распределения $g(r)$.

В работе [18] для полярных жидкостей потенциал межмолекулярного взаимодействия $\Phi_{ab}(r, \theta_a, \theta_b, \xi_a - \xi_b)$ принимался в виде потенциала Штокмайера, который имеет следующий вид:

$$\Phi_{ab}(r, \theta_a, \theta_b, \xi_a - \xi_b) = 4\varepsilon \left[\left(\frac{\sigma}{r} \right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{r} \right)^6 \right] - \frac{d_a d_b}{r^3} V(\theta_a, \theta_b, \xi_a - \xi_b) \quad (11)$$

где

$$V(\theta_a, \theta_b, \xi_a - \xi_b) = 2\cos\theta_a \cos\theta_b - \sin\theta_a \sin\theta_b \cos(\xi_a - \xi_b) \quad (12)$$

Потенциал (11) был предложен Штокмайером в 1941 году для описания взаимодействия полярных молекул с большим дипольным моментом. Этот потенциал представляет собой сочетание потенциала Леннард-Джонса (12-6) и потенциала Кеезома, где второй член левой части выражения (11) имеет вид:

$$W(\theta_a, \theta_b, \xi_a - \xi_b) = -\frac{d_a d_b}{r^3} V(\theta_a, \theta_b, \xi_a - \xi_b) \quad (13)$$

На практике потенциал Кеезома описывает взаимодействие двух непроницаемых сфер, каждая из которых имеет постоянный дипольный момент.

При исследовании вязкоупругих свойств многоатомных жидкостей ограничимся рассмотрением неполярных жидкостей, состоящих из квазисферических молекул (т.е. молекул с шаровой или близкой к ней симметрией). Важной характеристикой таких молекул является ацентричность, которая описывает отсутствие у молекулы центра симметрии. Молекула считается ацентричной, если для неё невозможно найти точку, относительно которой все атомы молекулы имеют зеркальные отображения, расположенные на одинаковом расстоянии. Центр симметрии молекулы — это точка, через которую можно провести прямую, и в случае симметрии молекулы на противоположной стороне этой прямой будет находиться атом, являющийся зеркальным отражением атома на начальной точке. Например, молекулы с симметрией, такие как метан (CH_4) или диоксид углерода (CO_2), обладают симметрией.

С другой стороны, согласно работе [19], для жидкостей с симметричными молекулами, такими как жидкий метан (CH_4), тетрафторметан (CF_4), диоксид углерода (CO_2) и других, дипольный момент молекул равен нулю, т.е. момент $d_a = 0$ и $d_b = 0$. Поэтому при исследовании вязкоупругих свойств таких жидкостей в потенциале межмолекулярного взаимодействия (11) ограничимся потенциалом Леннарда-Джонса, который имеет следующий вид:

$$\Phi_{ab}(r) = 4\varepsilon \left[\left(\frac{\sigma}{r} \right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{r} \right)^6 \right]. \quad (14)$$

Радиальная функция распределения $g(|\vec{r}_1|)$ согласно [20] принимает в следующий вид:

$$g(|\vec{r}_1|) = y(\rho^*) \exp\left(-\frac{\Phi(|\vec{r}_1|)}{kT}\right), \quad (15)$$

где

$$y(\rho^*) = \frac{(2-\rho^*)}{2(1-\rho^*)^3}, \quad (16)$$

$\rho^* = \frac{\pi}{6} N_0 \sigma^3 \frac{\rho}{M}$ — приведенная плотность жидкости.

На расстоянии $1 < r < 2$ (т. е. $\sigma < r_{12} < 2\sigma$) для $y(r)$ берем аналитическое выражение, полученное Вертхеймом [21], как решение уравнения Перкуса-Йевики для твердых сфер

$$y(r) = \frac{C_0 e^{t_0(r-1)} + \frac{2}{3} C_1 e^{\gamma(1+\alpha_1)(r-1)}}{r(1-\rho^*)^2}. \quad (17)$$

где

$$\begin{aligned} C_0 &= \frac{1}{3} (H_0 + H_1 + H_2), \quad t_0 = \gamma(1 - 2\alpha_1), \\ C_1 &= N_0 \cos[\gamma\beta(r-1)] + N_1 \sin[\gamma\beta(r-1)], \quad \beta = \frac{\sqrt{3}}{2} (x_1 + x_2), \\ H_0 &= 1 + \frac{1}{2} \rho^*, \\ H_1 &= \frac{\sqrt{f^2 + \frac{1}{8}}}{4\rho^*} \left[x_2^2 (1 - 3\rho^* - 4\rho^{*2}) + x_1^2 \left(1 - \left(\frac{5}{2} \right) \rho^{*2} \right) \right], \\ H_2 &= \frac{\sqrt{f^2 + \frac{1}{8}}}{4\rho^*} \left[x_1^2 (1 - 3\rho^* - 4\rho^{*2}) + x_2^2 \left(1 - \left(\frac{5}{2} \right) \rho^{*2} \right) \right], \\ x_{1,2} &= \sqrt[3]{f \pm \sqrt{f^2 + \frac{1}{8}}}, \quad f = \frac{(3+3\rho^*-\rho^{*2})}{4\rho^*}, \\ \gamma &= 2\rho^*(1-\rho^*), \quad \alpha_1 = \frac{1}{2} (x_1 + x_2), \quad N_0 = H_0 - \frac{H_1+H_2}{2}, \quad N_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} (H_1 - H_2). \end{aligned}$$

Имеется аналитическое выражение для решения уравнения Перкуса-Йевики в области $1 < r < 5$ (т.е. $\sigma < r_{12} < 5\sigma$), полученное в [22]. Однако, в силу громоздкости и малости вклада $y(r)$ в области $r > 2$ ограничимся выбором (17). Выражение (15) с учетом (16) и (17) при заданном потенциале взаимодействия между молекулами жидкости (14) определяет аналитический вид равновесной радиальной функции распределения $g(r)$, как функции температуры, плотности многоатомных жидкостей с квазисферических молекулы.

Используя выражение для $g(r)$, можно рассчитать значение коэффициента трения полярных жидкостей β согласно [13] в широком интервале изменения температуры, давления и плотности по формуле:

$$\beta^2 = \rho \sigma \int_0^\infty \nabla^2 \Phi(r) g(r) d\vec{r}, \quad (18)$$

где ρ - плотность жидкости, $\nabla^2 = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial}{\partial r} \right)$ - радиальная часть оператора Лапласа.

Учет формул (14), (15) и (18) в выражениях (1)-(10) позволяет провести численный расчет коэффициентов сдвиговой $\eta_s(\omega)$ и объемной $\eta_v(\omega)$ вязкости, модулей объемной $K(\omega)$ релаксационной $K_r(\omega)$ и сдвиговой $\mu(\omega)$ упругости в широком диапазоне термодинамических параметров состояния для многоатомных жидкостей. В качестве таких жидкостей с квазисферическими молекулами рассмотрены жидкий метан (CH_4), тетрафторметан (CF_4) и диоксид углерода (CO_2). Молекулярные параметры, входящие в потенциал Леннард-Джонса (ϵ/k , σ), взяты из работ [18, 23], а соответствующие экспериментальные значения плотности и температуры - из [14, 16, 17].

Для количественного сравнения результатов численных расчетов с экспериментальными данными в таблицах 1 - 3 приведены теоретические значения коэффициентов сдвиговой вязкости $\eta_s(\omega)$ и объемной вязкости $\eta_v(\omega)$ в зависимости от температуры и плотности, вычисленные по формулам (1), (2), (6), (7) при частоте $\omega^* = 10^{-5}$ для жидкого метана, тетрафторметана и диоксида углерода. Из таблиц следует, что полученные теоретические результаты находятся в удовлетворительном согласии с экспериментальными данными.

Таблица 1 – Изочастотные зависимости коэффициентов сдвиговой и объемной вязкости от температуры и плотности для жидкого метана ($\omega^* = 10^{-5}$)

Т, К[16]	ρ , кг/м ³ [16]	η_s , мПа · с			η_v , мПа · с		η_v/η_s	
		[16]	форм. (6)	форм. (1)	форм. (7)	форм. (2)	фор.(7)/ фор.(6)	фор.(2)/ фор.(1)
91,01	453,0	0,1990	0,2760	0,2362	3,2091	1,2477	11,625	5,282
93,77	450,0	0,1820	0,2519	0,2153	2,8437	1,1043	11,289	5,128
97,34	446,0	0,1620	0,2249	0,1922	2,4427	0,9484	10,861	4,934
100,88	441,0	0,1460	0,2012	0,1720	2,0989	0,8147	10,433	4,736
103,84	437,0	0,1380	0,1841	0,1576	1,8570	0,7217	10,087	4,578
107,05	433,0	0,1270	0,1681	0,1443	1,6345	0,6371	9,724	4,416
109,76	429,0	0,1200	0,1556	0,1339	1,4655	0,5726	9,418	4,277
114,13	422,0	0,1120	0,1377	0,1190	1,2295	0,4825	8,930	4,055

Таблица 2 – Изочастотные зависимости коэффициента сдвиговой вязкости от температуры и плотности для жидкого метана (CH_4) и тетрафторметана (CF_4) ($\omega^* = 10^{-5}$)

Метан (CH_4)					Тетрафторметане (CF_4)				
Т, К[17]	ρ , кг/м ³ [17]	η_s , мПа · с			Т, К[17]	ρ , кг/м ³ [17]	η_s , мПа · с		
		[17]	форм. (6)	форм. (1)			[17]	форм. (6)	форм. (1)
100,0	440,0	0,1590	0,2047	0,1747	90,0	1906,5	3,5000	3,0406	2,4706
120,0	413,0	0,0980	0,1180	0,1027	110,0	1814,0	1,4700	1,6853	1,4033
140,0	380,0	0,0660	0,0726	0,0655	130,0	1713,0	0,7420	1,0551	0,8794
150,0	361,0	0,0520	0,0575	0,0529	150,0	1604,0	0,4570	0,7032	0,5801
160,0	339,0	0,0370	0,0452	0,0423	170,0	1478,0	0,3100	0,4741	0,3865
170,0	312,0	0,0320	0,0346	0,0329	190,0	1339,0	0,2310	0,3527	0,2799
180,0	277,0	0,0250	0,0251	0,0240	200,0	1225,0	0,2000	0,2367	0,1925

Таблица 3 – Изочастотные зависимости коэффициентов сдвиговой и объемной вязкости от температуры и плотности для жидкого диоксида углерода ($\omega^* = 10^{-5}$)

Т, К[14]	ρ , кг/м ³ [14]	η_s , мПа · с			η_v , мПа · с		η_v/η_s	
		[14]	форм. (6)	форм. (1)	форм. (7)	форм. (2)	фор.(7)/ фор.(6)	фор.(2)/ фор.(1)
224,3	1151,5	0,2220	0,2276	0,2801	1,6239	3,1286	7,135	11,171
233,4	1115,1	0,2030	0,1991	0,2470	1,3310	2,5624	6,684	10,376
243,1	1075,4	0,1710	0,1727	0,2158	1,0759	2,0667	6,231	9,576
253,2	1031,6	0,1470	0,1482	0,1866	0,8565	1,6388	5,778	8,782
262,4	982,2	0,1270	0,1263	0,1594	0,6747	1,2849	5,340	8,059
273,9	926,4	0,1060	0,1047	0,1328	0,5081	0,9590	4,852	7,223
278,4	897,8	0,0960	0,0957	0,1212	0,4434	0,8335	4,634	6,876
283,5	865,6	0,0880	0,0863	0,1092	0,3791	0,7089	4,393	6,489
288,5	824,4	0,0800	0,0760	0,0957	0,3125	0,5806	4,112	6,064
293,6	773,5	0,0730	0,0649	0,0811	0,2457	0,4529	3,783	5,581
298,8	706,7	0,0640	0,0527	0,0649	0,1776	0,3239	3,372	4,991
303,2	608,6	0,0550	0,0383	0,0458	0,1071	0,1925	2,797	4,199

Согласно таблицам 1 и 3, представлена температурная зависимость отношения $\eta_v(\omega)/\eta_s(\omega)$, численные значения которого находятся примерно в интервале от 1 до 10 при фиксированной частоте. В соответствии с релаксационной теорией [24], в данном интервале измерений проявляется вклад структурной релаксации в вязкоупругие свойства жидкостей.

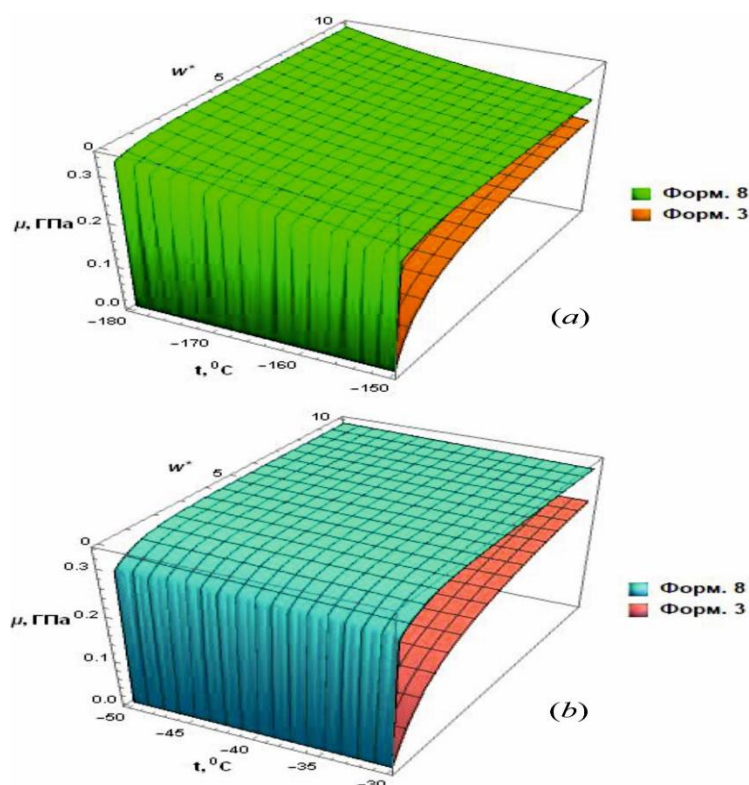


Рисунок 1 – Зависимость динамического модуля упругости $\mu(\omega)$ от приведенной частоты ω^* и температуры. (а) для жидкого метана и (б) для жидкого диоксида углерода

На рис. 1 представлены зависимости модуля сдвиговой упругости $\mu(\omega)$ от частоты внешнего возмущения и температуры для жидкого метана и диоксида углерода. Видно, что с увеличением температуры $\mu(\omega)$ уменьшается. Область частотной дисперсии $\mu(\omega)$, основанная на формуле (3), является широкой, а по формуле (8) - узкой, что соответствует результатам общей релаксационной теории жидкостей [24].

На рис. 2 показана зависимость релаксационного модуля упругости $K_r(\omega)$ для жидкого метана и диоксида углерода от температуры и плотности.

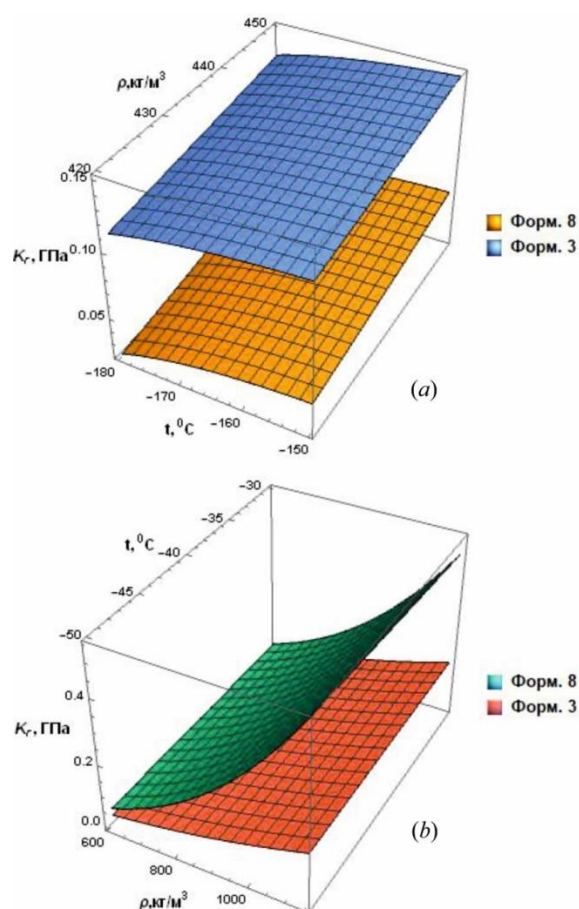


Рисунок 2 – Зависимость релаксационного модуля упругости $K_r(\omega)$ от температуры и плотности при фиксированном значении частоты ($\omega = 10^{-5}$). (a) для жидкого метана и (b) для жидкого диоксида углерода

Из таблиц 1-3 и рисунков 1-2 видно, что $\mu(\omega)$, и $K_r(\omega)$ зависят от закона затухания релаксирующих потоков по-разному, что обусловлено учетом вкладов релаксационных процессов в эти величины. Следовательно, вязкоупругие свойства многоатомных жидкостей тесно связаны с природой восстановления равновесного состояния.

Рецензент: Махмадбегов Р.С. – к.ф.-м.н., заместитель директора по научной и учебной работе Физико-технического института имени С.У. Умарова НАНУП.

Литература

1. Фишер И.З. Статистическая теория жидкостей. -М.: Физматгиз., 1961, 280с.
2. Zwanzig R., Mountain R. High frequency elastic module of simple fluids - J. Chem. Phys., 1965. V.43., N.12., pp.4464-4471.
3. Кубо Р. Некоторые вопросы статистической теории необратимых процессов. В сб.: Термодинамика необратимых процессов.-М.: ИЛ., 1962. С. 345-421.
4. Физика простых жидкостей /Под ред. Темперли Г.,Роулинсона Дж. и Рашбрука Дж. //М:«Мир»,часть I, 1971. 308с.; М.: Мир, часть II. 1973. 400 с.
5. Абдурасулов А.А., Салахутдинов М.И. Общие формулы для коэффициентов переноса и соответствующих им модулей упругости в жидкостях с молекулами произвольной формы. - Жидкие кристаллы и их практическое использование., 2009, Т.30, № 4, С. 26-36.
6. Абдурасулов Д.А., Абдурасулов А.А., Шоайдаров Н.Б. О динамических вязкоупругих свойствах нематических жидких кристаллов в широком диапазоне изменения частоты возмущения. - Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции., 2022, № 4, (60), С. 20-24.
7. Дембелова Т.С., Макарова Д.Н., Бадмаев Б.Б. Исследование нелинейности сдвиговой упругости наносuspensions акустическими методами // Известия Российской академии наук. Серия физическая. – 2021, Т. 85, № 6, С. 849-853.

8. Бадмаев Б.Б., Дембелова Т.С., Макарова Д.Н., Вершинина Е.Д., Федорова С.Б., Машанов А.Н. Теория резонансного метода определения комплексного модуля сдвига жидкости - Вестник Бурятского государственного университета. Математика, информатика., 2022, № 1, С. 45-55.

9. Дембелова Т.С., Макарова Д.Н., Бадмаев Б.Б. Низкочастотная сдвиговая упругость гомологического ряда нормальных углеводородов. - Акустический журнал., 2024, Т. 70, № 1, С. 35-39.

10. Вековищев М.П., Кирсанов Е.А. Неньютоновское течение структурированных систем. XXXIX. Упругость при низких частотах и скоростях сдвига. - Жидкие кристаллы и их практическое использование. 2024, Т. 24, № 3, С. 61-70.

11. Odinaev S., Akdodov D., Mirzaminov Kh. Study of frequency dispersion of shear and bulk viscosity coefficients for liquid argon, krypton and xenon under different parameters of state. - Journal of Molecular Liquids., 2011, V.164, N 1-2, pp. 22–28.

12. Одинаев С., Акдодов Д., Мирзоаминов Х.М. Исследование частотной дисперсии динамических модулей упругости простых жидкостей в зависимости от природы затухания релаксирующих потоков. - Доклады АН РТ, 2011, Т.54, №1, С.27–34.

13. Одинаев С., Акдодов Д.М., Баладжонзода С.Д. Частотная дисперсия вязкоупругих свойств полярных жидкостей в случае экспоненциального закона затухания релаксирующих потоков. - Известия Национальной академии наук Таджикистана. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук., 2024, № 1(194), С. 41-49.

14. Herreman W., Grevendonk W., De Bock A. Shear viscosity measurements of liquid carbon dioxide //The Journal of Chemical Physics. 1970. V.53, N 1, pp. 185 - 189.

15. Hellemans J. M., Kestin J., Ro S. T. The viscosity of CH₄, CF₄ and SF₆ over a range of temperatures // Physica. – 1973. – V.65. – № 2. – P.376–380.

16. Boon J. P., Legros J.C., Thomaes G. On the principle of corresponding states for the viscosity of simple liquids // Physica. – 1967. – V.33. – P. 547–557.

17. Михайленко С. А., Дударь Б. Г. Акустическая релаксация в жидком метане и тетрафторметане // ФНТ. – 1976. – Т.2. – №1. – С.93–104.

18. Каплан И.Г. Межмолекулярные взаимодействия. Физическая интерпретация, компьютерные расчеты и модельные потенциалы. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012, 394 с.

19. Осипов О.А., Минкин В.И., Гарновский А.Д. Справочник по дипольным моментам. - М: «Высшая школа», 1971, 416 с.

20. Юхновский И.Р., Головкин М.Ф. Статистическая теория классических равновесных систем. - Киев: Наукова думка, 1980, 372 с.

21. Wertheim M.S. Exact solution of the Percus-Yevick integral equation for hard spheres., Phys. Rev. Lett., 1963, 10, № 8, pp. 321-323.

22. Smith W.R., Henderson D.J. Analytical representation of the Percus-Yevick hard sphere radial distribution function. Mol. Phys., 1970, V.19, № 3, pp. 441-446.

23. Рид Р., Шервуд Т. Свойства газов и жидкостей. - Л: «Химия», 1971, 709 с.

24. Литовиц Т. Структурная и сдвиговая релаксация в жидкостях. [Физическая акустика, 11, часть А. под ред. У. Мэзона] / Т. Литовиц, К. Дэвис // М.: «Мир». -1968. – С. 298-370.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН - INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
Акдодов Донаёр Мавлобахшович	Акдодов Донаёр Мавлобахшович	Aqdodov Donayer Mavlobakhshovich
д.и.ф.-м., и.в. профессор	д.ф.-м.н., и.о. профессор	Doctor of Physics and Mathematics
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон	Таджикский национальный университет	Tajik National University
E-mail: donaer.a@mail.ru		
TJ	RU	EN
Балачонзода Суалмонҷон Додочон	Баладжонзода Суалмонджон Дододжон	Balajonzoda Sualmonjon Dodojon
Докторанти PhD	Докторант PhD	PhD student
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон	Таджикский национальный университет	Tajik National University
E-mail: sulaymonbalajonzoda@gmail.com		

УДК 53.083; 53.084

УСТАНОВКА ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ИЗМЕРЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖИДКИХ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ

С.А. Тагоев

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В работе рассматривается разработанная установка для комплексного измерения важных характеристик - теплофизических и электрофизических свойств жидких теплоносителей. Установка позволяет исследовать в одном опыте изобарную удельную теплоемкость, коэффициента теплопроводности, удельную электропроводимость и диэлектрическую проницаемость жидких теплоносителей. Цель данной разработки заключается в упрощении конструкции и расширении функциональной возможности установки по измерению названных параметров на одной установке.

Ключевые слова: комплексное измерение, удельная теплоемкость, коэффициент теплопроводности, удельная электропроводимость, диэлектрическая проницаемость.

ДАСТГОҶ БАРОИ ЧЕНКУНИИ КОМПЛЕКСИИ БАЪЗЕ ХОСИЯТҲОИ ГАРМОФИЗИКӢ ВА ЭЛЕКТРОФИЗИКИИ ГАРМИБАРАНДАҲОИ МОЕЪ

С.А. Тагоев

Дар кор дастгоҳи таҳияшуда барои ченкунии комплекси тавсифоти муҳим - хосиятҳои гармофизикӣ ва электрофизикӣ гармибарандаҳои моеъ баррасӣ карда мешавад. Ин дастгоҳ имкон медиҳад, ки дар як таҷриба гармигунҷоии хоси изобарӣ, коэффитсиенти гармигузаронӣ, электрогузаронӣ ва нуфузпазирии диэлектрикии гармибарандаҳои моеъ тадқиқ карда шавад. Мақсади таҳияи ин дастгоҳ содда кардани сохтор ва васеъ кардани имкониятҳои функционалии он барои чен кардани параметрҳои номбаршуда дар як дастгоҳ мебошад.

Калимаҳои калидӣ: ченкунии комплекси, гармигунҷоии хоси изобарӣ, коэффитсиенти гармигузаронӣ, электрогузаронӣ, нуфузпазирии диэлектрикӣ.

INSTALLATION FOR COMPLEX MEASUREMENT OF SOME THERMOPHYSICAL AND ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF LIQUID HEAT CARRIERS

S.A. Tagoev

The paper considers the developed installation for complex measurement of important characteristics of thermophysical and electrophysical properties of liquid heat carriers. The installation makes it possible to study in one experiment the isobaric specific heat capacity, thermal conductivity coefficient, specific electrical conductivity and dielectric permittivity of liquid heat carriers. The purpose of this development is to simplify the design and expand the functionality of the installation for measuring these parameters on a single installation.

Keywords: complex measurement, specific heat capacity, coefficient of thermal conductivity, specific electrical conductivity, permittivity.

Введение

Жидкие теплоносители широко применяются для передачи тепловой энергии. В узком плане их называют рабочими жидкостями, служащими для нагрева или охлаждения рабочих объектов. В большинстве случаев, особенно при больших мощностях, применяется вода, обладающая необходимыми физическими свойствами в качестве теплоносителя, такие как низкая вязкость (текучесть), высокий коэффициент теплопроводности, высокая удельная теплоемкость, не токсичность, длительный срок эксплуатации, дешевизна и доступность. Наряду с этими бесспорными преимуществами, вода также имеет ряд недостатков, такие как коррозионная активность растворенных газов и необходимость создания высокого давления для получения высоких температур, замерзание при низких температурах. Коррозионные газы, растворенные в воде, удаляются путем деаэрации, требующие дорогостоящее оборудование и расход энергии. Создание высокого давления сопровождается также расходом энергии и эксплуатацией насосов.

В случае с маломощными установками, дела состоят иначе, требуется минимум расхода энергии, компактность, минимум оборудования. Применение дорогостоящих оборудования становится экономически нецелесообразным. Придется выбирать другие теплоносители, отвечающие требованиям. В случае с электродными (электрическими) котлами, необходимо также знать электропроводность теплоносителя. Диэлектрическая проницаемость важна для масел, показывающая способность масел к высыханию. Также, для расчета теплообменных оборудования, необходимы значения плотности.

Жидкие теплоносители на основе масел

Оборудования (масленные электронагреватели, электродные котлы, системы индивидуального теплоснабжения, теплообменники), в которых минеральные масла применяются в качестве теплоносителя, в настоящее время занимают доминирующее положение. Использование минеральных масел в качестве теплоносителя оправдано большим коэффициентом теплопередачи, стабильностью по отношению окисления и относительно низкой ценой.

Однако, использование минеральных масел, в качестве теплоносителя, представляет определенную угрозу для окружающей среды:

1) из-за плохой биоразлагаемости сложно утилизировать отработавшие свой срок службы минеральные масла;

2) из-за относительно низких температур вспышки и горения, минеральные масла и соответственно оборудования становятся пожароопасными и требуют мероприятия по обеспечению взрыво- и пожаробезопасности.

Альтернативой минеральным маслам являются растительные масла, поэтому создание теплоносителей из растительного сырья и промышленное освоение их производства для маломощных теплоэнергетических систем является актуальным направлением исследования.

Не все растительные масла пригодны в качестве теплоносителя. В качестве теплоносителя можно применять невысыхающие масла, такие как хлопковое, подсолнечное и др. [1]. Применение теплоносителя зависит от ряда свойств теплоносителя, в том числе теплофизических, электрофизических и других свойств.

Постановка задачи

Исследование различных параметров некоторого вещества, в том числе жидкого теплоносителя требует отдельных установок для каждого параметра, много времени и сопровождается большими погрешностями, связанных с различием условий исследования. Для выбора теплоносителя или рабочей жидкости для конкретной тепловой установки, необходимо знать точные данные по их физическим свойствам, относившейся к важным характеристикам теплоносителя. Поэтому, мы поставили перед собой задачу разработать установку для комплексного измерения ряда параметров жидких теплоносителей, а именно изобарную удельную теплоемкость, коэффициента теплопроводности, удельную электропроводность и диэлектрическую проницаемость. Измерение еще одного важного параметра – плотности - не входит в данную задачу, но идет поиск решения данной проблемы.

Экспериментальная установка

Разрабатываемая экспериментальная установка относится к измерениям теплофизических и электрофизических параметров жидких веществ (теплоносителей) и предназначено для использования при лабораторных исследованиях теплофизических свойств – изобарной удельной теплоемкости, коэффициента теплопроводности, электрофизических свойств – удельной электропроводности и диэлектрической проницаемости жидкостей (теплоносителей).

В литературе существует устройство для измерения теплопроводности по методу коаксиальных цилиндров, которое состоит из двух коаксиально расположенных цилиндров – внутренний и внешний. Внутренний цилиндр содержит электронагреватель и отделен от внешнего междуцилиндровым зазором определенного размера. Исследуемое вещество помещают в этот междуцилиндровый зазор [2]. Для определения разности температур в слое исследуемого вещества используется термоэлектрический термометр (термопара) дифференциального типа, рабочий (горячий) спай которого расположена на внешней поверхности внутреннего цилиндра, а холодный спай - на внутренней поверхности внешнего цилиндра. Принцип измерения коэффициента теплопроводности на данном устройстве основана на том, что при заданной температуре жидкости и постоянной мощности электронагревателя разность температур Δt , определяемая с помощью дифференциальной термопары, однозначно связана с коэффициентом теплопроводности λ исследуемой жидкости, т.е. $\lambda = f(\Delta t)$. Вид этой зависимости определяется проведением градуировки устройства посредством жидкостей с известными коэффициентами теплопроводности.

В литературе также существуют способы и устройства комплексного измерения отдельно теплофизических параметров, способы и устройства отдельного измерения электропроводности и диэлектрической проницаемости веществ. Примером является способ комплексного измерения теплофизических параметров жидкостей или газов [3]. Данная установка также содержит коаксиально расположенные цилиндры. На оси внутреннего цилиндра установлен электронагреватель из нихромовой проволоки. В качестве недостатка данного устройства можно отметить, что на данной установке определяются только теплофизические параметры жидкости или газа.

Цель разработки установки для комплексного измерения важных характеристик жидких теплоносителей - теплофизических и электрофизических свойств заключается в упрощении конструкции и расширении функциональной возможности установки, а именно комплексное измерение нескольких параметров - коэффициента теплопроводности, изобарной удельной теплоемкости, удельной электропроводности и диэлектрической проницаемости жидкости на одной установке.

Цель достигается следующим образом. Два цилиндра определенных диаметров располагается коаксиально, сверху и снизу отделяются электроизоляционным материалом, дающим возможность использования цилиндров в качестве электродов при измерении электрофизических параметров. На верхнем изоляторе выполняются отверстия для ввода жидкости и дренажное отверстие. В верхнем изоляторе также выполняется зазор, где располагаются спаи дифференциальной термопары для измерения разности температур на слое жидкости без конвекции. На нижнем изоляторе имеется отверстие для слива жидкости после исследования или промывки прибора.

Общий вид (продольное сечение со схемой электрических измерений) установки для комплексного измерения теплофизических и электрофизических параметров жидких теплоносителей [4] представлена на рис. 1. Установка содержит коаксиально расположенные цилиндры 1 и 4, выполненные из нержавеющей стали. В качестве внутреннего цилиндра 4 можно применять трубчатый электронагреватель (ТЭН) определенного размера и мощности. Внутри электроизоляционного наполнителя 3 цилиндра 4 расположен нихромовый электронагреватель 2. Между цилиндрами имеется зазор для помещения исследуемой жидкости 9. Цилиндры разделены снизу и сверху электроизоляционными конструкциями 6 и 10, дающими возможность использования цилиндров в качестве электродов при измерении электрофизических свойств исследуемых жидкостей.

На верхней крышке 6 имеется патрубок для подвода жидкости, отверстия для подвода электропитания и ввода термодпар. Кроме того, на посадочном кольце верхней крышки 6 в зоне расположения дифференциальной термодпары для измерения теплопроводности имеется выемка «а», обеспечивающая наименьший зазор между термодпарами (~1 мм). Такой зазор необходим для исключения образования конвективных потоков жидкости между термодпарами. Гарантированное расположение выемки «а» между термодпарами обеспечивается замком 12 на наружном кожухе 5. Для технологических целей в верхней крышке 6 в зоне ограничительной выемки имеется дренажное отверстие «в» для исключения образования воздушной пробки в полости «а» при заполнении полости 9 измеряемой жидкостью.

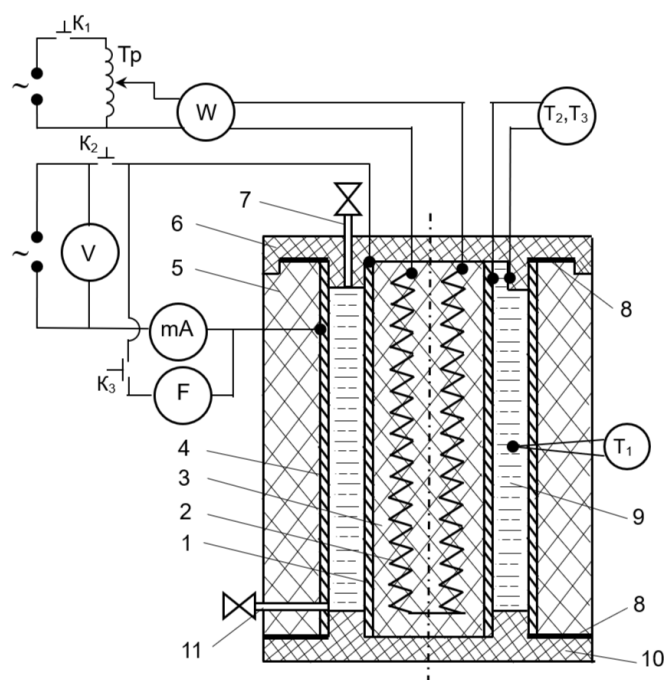


Рисунок 1— Установка для комплексного измерения теплофизических и электрофизических параметров жидких теплоносителей: 1 – внутренний цилиндр; 2 – электронагревательный элемент (нихромовая проволока); 3 – изолятор-наполнитель; 4 – цилиндрический электрод; 5 – наружный теплоизолирующий кожух; 6 – верхняя крышка; 7 – патрубок подвода исследуемой жидкости; 8 – уплотняющие прокладки; 9 – исследуемая жидкость; 10 – днище; 11 – патрубок отвода жидкости; 12 – замок-фиксатор; K_1 , K_2 и K_3 – выключатели, T_1 , T_2 и T_3 – термодпары; Tr – лабораторный автотрансформатор (ЛАТР), V – милливольтметр; mA – миллиамперметр (миллиамперметр); W – ваттметр; F – измеритель емкости

Работа устройства осуществляется следующим образом.

1. Измерение диэлектрической проницаемости методом конденсатора. Емкость является комплексным параметром, который зависит как от свойств исследуемой жидкости, так и от геометрических размеров и формы прибора. При фиксированных геометрических размерах и форме сенсора емкость определяется диэлектрической проницаемостью жидкости [5]. Измерение емкости конденсатора C_v состоящего из коаксиальных цилиндров, в пространстве между которых находится воздух, осуществляется прибором для измерения емкости нажатием кнопки K_3 . Это – емкость конденсатора с воздухом. После этого, наполняя междуклиновидный зазор исследуемым жидким теплоносителем, производят измерение емкости конденсатора с жидкостью $C_{ж.}$ при данной температуре (T_1). Для расчета электрической емкости цилиндрического конденсатора с воздухом применяется следующая формула:

$$C_B = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon_B l}{\ln \frac{r_2}{r_1}}, \text{ Ф.} \quad (1)$$

Для расчета электрической емкости цилиндрического конденсатора наполненной жидкостью применяется следующая формула:

$$C_{\text{ж}} = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon_{\text{ж}} l}{\ln \frac{r_2}{r_1}}, \text{ Ф,} \quad (2)$$

где r_1 – внешний радиус внутреннего цилиндрического электрода, мм; r_2 – внутренний радиус внешнего цилиндрического электрода, мм; l – длина (высота) цилиндров, м; ϵ_B – диэлектрическая проницаемость воздуха, $\epsilon_B = 1$; $\epsilon_0 = 8,854185 \cdot 10^{-12}$ Ф/м – диэлектрическая постоянная; $\epsilon_{\text{ж}}$ – диэлектрическая проницаемость исследуемого жидкого теплоносителя.

Разделив формулы (2) и (1), получим формулу для вычисления диэлектрической проницаемости исследуемого жидкого теплоносителя по экспериментальным данным:

$$\epsilon_{\text{ж}} = \frac{C_{\text{ж}}}{C_B}. \quad (3)$$

Нажатием кнопки K1 и регулированием мощности электронагревателя с помощью ЛАТР Тр устанавливаем температуру жидкого теплоносителя, измеряем $C_{\text{ж}}$ и определяем $\epsilon_{\text{ж}}$ при различных температурах. Температура измеряется термодатчиком (термопара или термометр сопротивления) Т1.

2. Определение удельной электропроводимости жидкого теплоносителя. Нажимая кнопку K2, фиксируем электрический ток, проходящий через слой жидкого теплоносителя, миллиамперметром (mA) при определенном напряжении U (V) при заданной температуре (Т1).

При использовании для измерения электродов в виде двух коаксиальных цилиндров, выражения для определения удельной электропроводимости γ и удельного объемного электрического сопротивления ρ_V имеют вид:

$$\gamma = \frac{I \ln \frac{r_2}{r_1}}{2\pi U} = A \frac{I}{U}, \text{ См/м,} \quad (4)$$

$$\rho_V = \frac{2\pi U}{I \ln \frac{r_2}{r_1}} = \frac{1}{A} \frac{U}{I}, \text{ Ом}\cdot\text{м,} \quad (5)$$

где r_1 – внешний радиус внутреннего цилиндрического электрода, мм; r_2 – внутренний радиус внешнего цилиндрического электрода, мм; l – длина (высота) рабочей части цилиндрических электродов, м; I – сила тока через жидкого теплоносителя, А; U – напряжение между электродами, В; A – постоянная установки при измерении удельной электропроводимости, зависящая от геометрических размеров электродов:

$$A = \frac{\ln \frac{r_2}{r_1}}{2\pi l}, \text{ м}^{-1}. \quad (6)$$

Нажатием кнопки K1 и регулированием мощности нагревателя с помощью ЛАТР Тр устанавливаем температуру жидкого теплоносителя и определяем удельную электропроводимость γ при различных температурах.

3. Определение коэффициента теплопроводности λ , Вт/(м·°C). Нажатием кнопки K1 создаем тепловой поток Q через слой жидкого теплоносителя. Удельный тепловой поток q через цилиндрической поверхности является функцией радиуса r :

$$q = -\frac{\lambda}{r} \frac{t_2 - t_1}{\ln \frac{r_2}{r_1}} = -\frac{\lambda}{r} \frac{\Delta t}{\ln \frac{r_2}{r_1}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}, \quad (7)$$

где: λ – коэффициент теплопроводности исследуемой жидкости, Вт/(м·°C); r – радиус цилиндрической поверхности, мм; r_1 – радиус внутреннего цилиндра-нагревателя, мм (расположен горячий спай термопары); r_2 – радиус расположения холодного спая термопары, мм; t_1 – температура поверхности внутреннего цилиндра (горячий спай термопары); t_2 – температура холодного спая термопары, °C.

Мощность теплового потока Q через цилиндрической поверхности зависит от разности температур $\Delta t = t_2 - t_1$:

$$Q = qF = -\frac{\lambda}{r} \frac{t_1 - t_2}{\ln \frac{r_2}{r_1}} 2\pi l = -2\pi \lambda l \frac{t_2 - t_1}{\ln \frac{r_2}{r_1}}, \text{ Вт,} \quad (8)$$

где: F – площадь цилиндрической поверхности, м²; l – длина (высота цилиндрического слоя).

Из уравнения (8) получим формулу для расчета коэффициента теплопроводности исследуемого жидкого теплоносителя:

$$\lambda = -\frac{Q \ln \frac{r_2}{r_1}}{2\pi l (t_2 - t_1)} = \frac{Q \ln \frac{r_2}{r_1}}{2\pi l (t_1 - t_2)} = A' \frac{Q}{\Delta t}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{°C}}, \quad (9)$$

где: Q – тепловой поток, переданный от внутреннего цилиндра-нагревателя радиусом r_1 к внешнему цилиндру радиусом r_2' ; l – длина (высота) цилиндрического слоя; $\Delta t = t_1 - t_2$, °C; A' – постоянная установки при измерении коэффициента теплопроводности, зависящая от геометрических размеров цилиндров:

$$A' = \frac{\ln \frac{r_2'}{r_1}}{2\pi l}, \text{ м}^{-1}. \quad (10)$$

Тепловой поток, при электрическом нагреве, определяется по формуле:

$$Q = N(1-\eta) = UI(1-\eta), \text{ Вт}, \quad (11)$$

где: N – мощность электронагревателя, Вт; U – напряжение питания, В; I – сила тока, А; η – коэффициент потери тепла через торцы и нерабочих поверхностей электронагревателя (определяется экспериментальным путем по жидкости с известным коэффициентом теплопроводности).

Нажатием кнопки К1 и регулированием мощности нагревателя с помощью ЛАТР Тр устанавливаем температуру жидкого теплоносителя и определяем коэффициент теплопроводности при различных температурах.

4. Определение удельной изобарной теплоемкости c_p , Дж/(кг·°C). Нажатием кнопки К1 в течении определенного времени τ и регулированием мощности электронагревателя с помощью ЛАТР Тр нагреваем жидкий теплоноситель от начальной температуры t_n до конечной температуры t_k , измеряемые с помощью термодатчика Т1.

Количество тепла Q_3 , переданной электронагревателем системе:

$$Q_3 = N/\tau = UI/\tau = Q_{ж} + Q_y + Q_{п}, \text{ Дж}, \quad (12)$$

где N – мощность электронагревателя, Вт; τ – время работы электронагревателя, с; U – напряжение питания, В; I – сила тока, А; $Q_{ж}$ – количество тепла, полученной жидкости, Дж; Q_y – количество тепла, полученной элементами установки, Дж; $Q_{п}$ – тепловые потери, Дж.

Количество тепла $Q_{ж}$ в уравнении (12), которое получает жидкость:

$$Q_{ж} = UI/\tau - Q_y - Q_{п} = cm(t_k - t_n), \text{ Дж}, \quad (13)$$

где: c – удельная теплоемкость жидкости, Дж/(кг·°C); m – масса жидкости, кг; t_n – начальная температура жидкости, °C; t_k – конечная температура жидкости, °C.

Количество тепла Q_y в уравнении (12), полученной элементами установки:

$$Q_y = C_y(t_k - t_n), \text{ Дж}, \quad (14)$$

где: C_y – общая теплоемкость элементов установки, Дж/(°C) (определяется экспериментально или расчетным путём, если известны материалы элементов установки); t_n – начальная температура, °C; t_k – конечная температура установки, °C.

Потери тепла $Q_{п}$ в уравнении (12) рассчитывается по формуле:

$$Q_{п} = \eta Q_3 = \eta UI/\tau, \quad (15)$$

где η – коэффициент потери тепла (определяется экспериментальным путём, используя жидкость с известной теплоемкостью).

Таким образом, количество тепла, полученной жидкости:

$$Q_{ж} = UI/\tau - C_y(t_k - t_n) - \eta UI/\tau = c_{ж}m_{ж}(t_k - t_n); \quad (16)$$

$$(1-\eta)UI/\tau - C_y(t_k - t_n) = cm(t_k - t_n). \quad (17)$$

Из уравнения (17) находим формулу расчета удельной теплоемкости жидкости:

$$c_{ж} = \frac{\frac{(1-\eta)UI}{t_k - t_n} - C_y}{m_{ж}}, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}. \quad (18)$$

Как видно из этой формулы, для определения удельной теплоемкости жидкости $c_{ж}$ по опытным данным, необходимы опытные данные по значениям напряжения и силы тока, проходящий

через электронагреватель, массе жидкости, начальной и конечной температуры жидкости, а также общей теплоемкости установки.

Выводы

Применение теплоносителей в теплоэнергетических установках, особенно вновь создаваемых, требуют знания их характеристик. Измерение параметров теплоносителей по отдельности требует отдельных приборов, затрат времени и трудоемкости. Измерения сопровождаются большими погрешностями, связанных с различием условий исследования. Для выбора теплоносителя или рабочей жидкости для конкретной теплоэнергетической установки, необходимы точные данные по их теплофизическим, электрофизическим и другим свойствам. Разработанная установка позволяет определить два теплофизических (коэффициент теплопроводности, удельная изобарная теплоемкость) и два электрофизических параметров (удельная электропроводность, диэлектрическая проницаемость) жидких теплоносителей на одной установке. Это сберегает время исследования, облегчает выбор теплоносителей для конкретных тепловых установок. Также, установку можно применять для исследования заявленных параметров других жидкостей.

Рецензент: Собиров ДЖ.Ф. – д.т.н., и.о. доцента кафедры общей физики Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава.

Литература

1. Тагоев С.А. Альтернативные биоразлагаемые теплоносители на основе растительного сырья для маломощных теплоэнергетических систем. Химия и инженерная экология – XXIII: сб. трудов МНК (школа молодых ученых), посв. Сотрудничеству с Союзными государствами. 25 – 26 сентября 2023 г., Казань. – Казань: ИП Сагиев А.Р., 2023. -С. 58-60. ISBN 978-5-6048850-9-3.

2. Методы определения теплопроводности и температуропроводности. Под. ред. А.В. Лыкова. – М.: Энергия, 1973. – 336 с.

3. Л.В. Декуша, Т.Г. Грищенко, О.А. Геращенко, В.И. Федоров. Устройство для определения теплопроводности жидкостей или газов. Авторское свидетельство СССР, №935480, G 01 N 25/18, 1982.

4. С.А. Тагоев, М.М. Сафаров, С.А. Мальцева, И.Х. Мингазетдинов. Установка для комплексного измерения параметров жидкостей. Патент на полезную модель № RU 212803 U1, G 01 N 25/005, 2022. - 9 с.

5. Желвакова Н.В., Шейнман И.Л. Разработка емкостного сенсора для детектирования примесей в воде. Научно-техническая конференция Санкт-Петербургского НТО РЭС им. А.С. Попова, посвященная Дню радио. 2024. № 1 (79). С. 472-476.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ - МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФ – INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

TJ	RU	EN
Тагоев Сафовидин Асоевич	Тагоев Сафовидин Асоевич	Tagoev Safovidin Asoyevich
Номзади илмҳои техники, дотсент	Кандидат технических наук, доцент	Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
E-mail: safavidin.tagoev@yandex.ru		

УДК 581:53

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА И МОРФОЛОГИЮ КУКУРУЗЫ СОРТА «ДИЛШОД» В ОТКРЫТОМ ГРУНТЕ**Ф.М. Назиров, Т.А. Ходжазода**

Таджикский национальный университет

В этой работе рассматривается одна из актуальных тем современной биофизики — стимулирующее влияние оптимальных параметров СВЧ-излучения при предпосевной обработке семян кукурузы сорта «Дилшод». В связи с этим исследование воздействия микроволнового излучения на различные характеристики биологических объектов представляет собой значимую научную задачу прикладной физики. Решение этой проблемы позволит разработать новые методы применения биофизических достижений для повышения качества семян сельскохозяйственных культур. Для достижения поставленных целей сначала проанализируем влияние физических факторов на различные биологические объекты. Это необходимо для выявления особенностей взаимодействия слабых физических воздействий с биологическими системами и, соответственно, для определения значимости данного исследования в контексте сформулированной задачи.

Ключевые слова: микроволновое облучение, прорастание семян, морфологические признаки проростков, выращивание растений, лабораторные условия, ускорение процессов прорастания.

ОМУЗИШИ ТАЪСИРИ РАДИАТСИОНИИ МИКРОМОЛЧОЉ БА СИФАТИ КИШТ ВА МОРФОЛОГИЯИ ҶУВОРИМАККАИ НАВИ «ДИЛШОД» ДАР ЗАМИНИ КУШОДА**Ф.М. Назиров, Т.А. Ходжазода**

Дар ин мақола яке аз масъалаҳои мубрами биофизикаи муосир - таъсири ҳавасмандгардонии параметрҳои оптималии радиатсияи микроволновка ҳангоми коркарди пеш аз кишти тухмии ҷуворимаккаи «Дилшод» баррасӣ шудааст. Ба ин муносибат омӯхтани таъсири шуоҳои микромавҷу ба хусусиятҳои гуногуни объектҳои биологӣ вазифаи муҳимми илмӣ физикаи амалӣ мебошад. Ҳалли ин масъала имконияти медиҳад, ки усулҳои нави ба қор бурдани қомеъбиҳои биофизикӣ барои беҳтар намурадани сифати тухмии зироатҳои хоҷагии қишлоқ қор қарда баромада шаванд. Барои ноил шудан ба ҳадафҳои зикршуда мо аввал таъсири омилҳои физикӣ ба объектҳои гуногуни биологӣ таҳлил мекунем. Ин барои муайян кардани хусусиятҳои таъсири мутақобилаи таъсири физикӣ суҷ бо системаҳои биологӣ ва мувофиқан муайян кардани аҳамияти ин тадқиқот дар контексти вазифаи тартибдошуда зарур аст.

Калидвожаҳо: СВЧ нурпоиш, нашъунамои тухмиҳо, хусусиятҳои морфологии ниҳолҳо, парвариши растани, шароити лабораторӣ, тезонидани равандҳои нашъунамо.

STUDY OF THE INFLUENCE OF MICROWAVE RADIATION ON THE SOWING QUALITIES AND MORPHOLOGY OF CORN VARIETY "DILSHOD" IN OPEN GROUND**F.M. Nazirov, T.A. Khodzajoda**

This paper discusses one of the topical issues of modern biophysics — the stimulating effect of optimal microwave radiation parameters during pre-sowing treatment of “Dilshod” corn seeds. In this regard, the study of the effect of microwave radiation on various characteristics of biological objects is an important scientific task of applied physics. The solution to this problem will allow developing new methods for applying biophysical achievements to improve the quality of agricultural seeds. To achieve these goals, we will first analyze the effect of physical factors on various biological objects. This is necessary to identify the features of the interaction of weak physical effects with biological systems and, accordingly, to determine the significance of this study in the context of the formulated problem.

Keywords: microwave irradiation, seed germination, morphological features of seedlings, plant cultivation, laboratory conditions, acceleration of germination processes.

Введение

Увеличение урожайности сельскохозяйственных культур представляет собой одну из приоритетных задач, требующих совместных усилий селекционеров, агрономов, физиков, биофизиков и инженеров. Воздействие электромагнитных полей на семенной материал может вызывать различные эффекты, которые определяются такими параметрами, как частота, мощность излучения и продолжительность обработки. Эти эффекты могут, как активизировать биологические процессы в семенах, способствуя их росту и развитию, так и оказывать угнетающее влияние.

Эффект СВЧ-обработки может быть, как стимулирующим, так и летальным, в зависимости от мощности и времени воздействия. Исследования показывают, что небольшие дозы СВЧ-излучения могут улучшать всхожесть и сокращать сроки прорастания семян, что приводит к повышению урожайности на 18-25%. [1]

В традиционном сельском хозяйстве предпосевная обработка семян часто включает химические методы и гидротермическую обработку, которые могут быть трудоемкими и экологически небезопасными. В этом контексте, электрофизические методы, такие как обработка электромагнитными полями СВЧ, представляют собой экологически чистую и технологически более эффективную альтернативу. Такие методы помогают снизить затраты и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду. [2]

В настоящее время всё большее внимание уделяется методам улучшения качества семян в ходе предпосевной подготовки. Анализ научной литературы подтверждает высокую эффективность и практическую значимость предпосевного стимулирования семян с применением биологических препаратов, химических соединений и физических факторов, которые не только улучшают посевные характеристики, но и способствуют повышению урожайности. Многие из этих методов уже успешно внедрены в сельскохозяйственное производство.

Автором были проведены эксперименты по обеззараживанию семян яровой мягкой пшеницы сорта «Тулайковская» (влажность 16–18%, масса 1000 зерен — 40 г, всхожесть 98%) с использованием микроволнового излучения. Для обработки применялась микроволновая установка Samsung M1736 №R-x, работающая с максимальной мощностью 1200 Вт и частотой 2450 МГц. Время экспозиции варьировалось в диапазоне от 10 до 60 секунд при различных уровнях мощности (90, 300, 450, 630, 900 и 1200 Вт), а каждая серия опытов выполнялась в четырехкратной повторности. В качестве контрольного варианта использовались необлученные и незараженные семена. Оценка эффективности воздействия СВЧ-излучения проводилась по лабораторной всхожести семян и размерам проростков. После обработки семена выдерживались в течение трёх суток при комнатной температуре, затем проращивались согласно требованиям ГОСТ 12038-84. [3]

Считаем, что применение положительных эффектов микроволнового воздействия на различных стадиях производства может существенно повысить эффективность производства витаминных кормовых добавок. [4]

Семена растений занимают центральное место в сельскохозяйственном производстве, поскольку используются не только для посева, но и в качестве сырья для производства муки, являющейся основой хлебобулочных изделий и других пищевых продуктов. Применение микроволнового излучения для термической обработки семян позволяет эффективно снижать их влажность, предотвращая преждевременное прорастание. В промышленных масштабах для этого используются высокопроизводительные конвейерные сушильные установки.

Кроме того, микроволновая обработка может применяться и для подсушивания муки, создавая оптимальные условия для её хранения. Исследования подтверждают, что воздействие электромагнитного поля СВЧ способствует улучшению свойств муки, приводя к инактивации амилазы и денатурации клейковины. СВЧ-кондиционирование муки, предназначенной для приготовления густых жидкостей и выпечки, оказывает положительное влияние на её качество, благодаря происходящим под воздействием СВЧ биохимическим преобразованиям. [5]

При обработке семян электромагнитным полем СВЧ происходит подавление вредоносных микроорганизмов, находящихся на их поверхности, что связано с повышением температуры семян на 1–3 °С. Этот процесс способствует улучшению посевных характеристик и снижению активности паразитарной микрофлоры. Не менее важно учитывать, что перед закладкой семян на зимнее хранение необходимо их тщательное подсушивание. В период покоя интенсивность дыхания семян снижается, однако при прорастании потребность в кислороде резко возрастает. В процессе прорастания семена выделяют углекислый газ и тепло, и при избыточной влажности могут перегреваться, что приводит к потере всхожести. Поэтому для сохранения посевных качеств семена должны храниться исключительно в сухом виде в хорошо проветриваемых помещениях с постоянным доступом воздуха. Тем не менее, семенной материал, предназначенный для зимнего хранения, часто имеет повышенную влажность, что делает необходимым проведение дополнительной досушки. [6]

Экспериментальные исследования показали, что обработка семян гречихи и гороха электромагнитным полем сверхвысокой частоты (СВЧ) способствует снижению уровня семенной инфекции и повышению урожайности этих культур. Наибольшую эффективность данный метод демонстрирует при обработке инкрустированных семян.

При воздействии сверхвысокочастотного поля на предварительно увлажнённые семена основная часть энергии СВЧ поглощается именно водой. Грибковые инфекции, находящиеся на поверхности семян, впитывают влагу значительно быстрее, чем сами семена, что приводит к преимущественному поглощению ими энергии СВЧ. В результате этого происходит быстрый и избирательный нагрев патогенной микрофлоры, приводящий к её гибели, при этом температура самих семян повышается лишь незначительно. [7]

Среди всех изученных сортов лишь сорт «Сымбат» при минимальном (5 секунд) воздействии СВЧ показал несколько худшие результаты по сравнению с контрольной группой. На варианте с зёрнами влажностью 14% было зафиксировано снижение показателя на 1,90% [10].

Согласно концепции тепловой стимуляции, для повышения посевных качеств семян их необходимо подвергать нагреву до строго определённой температуры, не превышающей допустимый предел, в течение заданного временного интервала. [8]

Исследования [9] показывают, что на посевные качества, обеззараживание семян от инфекций и их урожайность влияют такие параметры, как удельная мощность электромагнитного поля СВЧ, длительность нагрева, а также конечная температура семян, обработанных в микроволновом поле.

Для предпосевной обработки семян малотоннажных сельскохозяйственных культур с целью их стимуляции и (или) обеззараживания, а также для проведения научных экспериментов, часто применяется бытовая микроволновая печь. При этом внутрь камеры помещают цилиндрическую ёмкость объёмом 1–2 литра с предварительно увлажнёнными семенами. В качестве ключевого параметра обработки, как правило, рассматривается интегральная температура нагрева семян. Однако, как отмечалось ранее, нагрев диэлектрического материала в микроволновой печи происходит неравномерно, что может влиять на эффективность обработки.

В настоящее время разработаны различные технологии и методы предпосевной обработки семян. Среди альтернативных способов особую перспективность демонстрирует обработка в электромагнитном поле сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ), которая сочетает в себе тепловые и электрофизические воздействия.

Применение СВЧ-излучения в сельском и лесном хозяйстве сопровождается сложными физическими процессами, возникающими при поглощении электромагнитной энергии: тепломассопереносом, фазовыми переходами вещества, а также термомеханическими эффектами, связанными с интенсивным нагревом или парообразованием внутри обрабатываемого объекта.

Однако современные установки для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных и лесных культур с использованием ЭМП СВЧ имеют определённые недостатки, среди которых наиболее значимым является неравномерность нагрева. Этот фактор может приводить к несоответствию обработанных семян установленным требованиям ГОСТ.

На сегодняшний день тенденции предпосевого обеззараживания семян направлены на поиск новейших, рациональных и эффективных технологий, которые.

Продуктивность семян зависит от множества факторов, включая как внешние условия (среда обитания и особенности развития), так и биологические характеристики самих семян. Эти факторы весьма разнообразны и оказывают разное влияние на рост и созревание растений на разных этапах их развития. Благодаря наличию определенных преимуществ и достоинств наиболее перспективным в производственном плане является метод обработки семян электромагнитными полями сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ). [10]

Время тепловой обработки семян варьировалось в диапазоне от 20 до 40 секунд. Это значение было выбрано с учетом необходимости оптимизации условий обработки для достижения наилучших результатов. Период между завершением обработки и непосредственным посевом семян, известный как период «обработка-посев», определялся на основе априорных данных и предварительных исследований. В этом случае он изменялся в пределах от 0 до 10 дней. Эти временные параметры были тщательно подобраны, чтобы учесть возможные вариации в условиях хранения и подготовки семян, что позволяло обеспечить максимальную эффективность обработки и адаптацию семян к последующему посеву. [11]

Воздействие электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) длилось кратковременный период – от 0,5 до 15 секунд, что способствовало минимальному расходу энергии. Облучение осуществлялось с использованием микроволновой печи LG MB4042U. Затем зерно подвергалось увлажнению в эксикаторе на протяжении 12 часов. Процесс наблюдения за прорастанием семян длился 96 часов. Итоговые данные эксперимента представлены в таблице 1, где указано количество проросших зерен при различных уровнях мощности облучения (90 Вт/дм³, 360 Вт/дм³ и 600 Вт/дм³) с учетом времени воздействия. Для исследуемых образцов время облучения составило 3 секунды.

Анализ результатов эксперимента на пшенице, относящейся к семейству мятликовых, показал увеличение всхожести лабораторных образцов при минимальном уровне мощности ЭМП СВЧ (90 Вт/дм³) и кратковременном воздействии (до 6–7 секунд). В результате высокочастотного энергетического влияния было зафиксировано повышение всхожести зерен в среднем на 17–20%. Методика предпосевной обработки зерновых культур рассматривается как перспективный способ эффективного обеззараживания семенного материала.

Ключевой проблемой установок для обработки семян методом ЭМП СВЧ остается значительная неравномерность нагрева обрабатываемого материала. Это препятствует полному уничтожению болезнетворной микрофлоры на поверхности семян, особенно в зонах недостаточного прогрева, а также может ухудшать посевные характеристики из-за перегрева отдельных слоев зерна. При этом альтернативные методы обеззараживания не всегда соответствуют экологическим требованиям, что подтверждает необходимость разработки более эффективных и безопасных технологий. [13]

На сегодняшний день накоплен обширный опыт применения СВЧ-энергии в сельском хозяйстве, что позволило существенно расширить понимание ее эффективности и возможностей. Основной целью обработки семян сельскохозяйственных культур с использованием электромагнитного поля сверхвысокой частоты (СВЧ) является подготовка семенного материала к посеву, что имеет критическое значение для достижения высоких результатов. При этом установлено, что обработка семян высокочастотными волнами СВЧ оказывает значительное влияние на семенной материал: она приводит к подавлению микрофлоры, а также снижению активности энтомологических вредителей, что способствует улучшению общего состояния семян. Высокочастотная обработка оказывает положительное влияние на процессы прорастания семян и дальнейший рост растений, что в конечном итоге способствует повышению их урожайности. В своей работе А.В. Заплетина отмечает многочисленные преимущества использования СВЧ-поля по сравнению с традиционными методами обеззараживания семян крупных культур, подчеркивая его эффективность и благотворное влияние на качество и объем урожая.

Научная литература акцентирует внимание на значимости частоты электрофизического поля, как биотропного фактора, а также на неоднозначности его колебаний для живых организмов. В частности, доказано, что электромагнитное поле сверхвысокой частоты оказывает биотропное воздействие на растения, развивающиеся из обработанных семян. В рамках исследования в качестве объекта изучалась озимая мягкая пшеница сорта Новосибирская 2. В ходе экспериментов оценивались всхожесть семян, количество корней, их длина, ростки, а также сырая масса корневой системы и побегов.

Для обработки использовались различные режимы СВЧ-облучения: частота магнетрона составляла 2,45 ГГц, а продолжительность воздействия варьировалась от 1 до 21 секунды с шагом 5 секунд. Мощность установки изменялась в пределах 140, 420 и 700 Вт. В результате было протестировано 15 различных комбинаций мощности и времени экспозиции, а также один контрольный вариант без СВЧ-воздействия.

Анализ полученных данных показал отсутствие единственного "оптимального" режима обработки, который бы положительно повлиял на все шесть исследуемых параметров. Однако были выявлены комбинации, демонстрирующие максимальное стимулирующее действие на пять из шести показателей. Например, режимы 140/6 и 420/1 способствовали улучшению всех параметров, кроме числа корней. В то же время режимы 140/16, 140/21, 420/16, 700/6 и 700/16 оказали менее выраженное биотропное воздействие, стимулируя лишь четыре из шести показателей.

Вариационный анализ выявил средний и высокий уровень коэффициентов вариации для таких параметров, как количество корней, их длина и длина ростков, в зависимости от условий обработки. Для показателей сырой массы корней и побегов коэффициенты вариации оказались высокими. Взаимосвязь между длиной и массой зависела от конкретных параметров мощности и времени воздействия, причем во всех случаях она была положительной.

В исследовании [14] изучались семена озимой пшеницы сорта Новосибирская 2. Обработка перед проращиванием проводилась в установке LG MS-1948V с максимальной мощностью 700 Вт и частотой магнетрона 2,45 ГГц. Экспериментальные образцы подвергались воздействию СВЧ-поля в течение 1, 6, 11, 16 и 21 секунды (шаг 5 секунд) при различной мощности – 140, 420 и 700 Вт (соответственно минимальный, средний и максимальный уровни). Всего было проведено 15 экспериментальных и 1 контрольный вариант без СВЧ-обработки.

После облучения семена помещались в чашки Петри на стерильную увлажненную фильтровальную бумагу и проращивались при комнатной температуре. Эксперименты повторялись трижды. На 7-й день определялись показатели всхожести, длины и массы корней и ростков. Длина корневой системы и побегов измерялась с точностью до 0,1 см, а длина корня фиксировалась по наиболее развитому экземпляру.

Экспериментальная часть

В этом исследовании, были использованы физические методы, включая воздействие сверхвысокочастотного излучения (СВЧ-излучение), для изучения прорастания семян и урожайности кукурузы. Исследование проводилось, как в лабораторных, так и в полевых условиях.

Лабораторные исследования проводились в Научной лаборатории Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства и торфа, филиала Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук, так как эта организация обладает современным научным оборудованием и стандартными условиями для экспериментов. Основная цель использования этой научной платформы заключалась в том, чтобы проводимые исследования с использованием передовых физических и биофизических технологий, включая СВЧ-излучение, имели надежные, точные и научно обоснованные результаты.

Кроме того, лабораторные условия позволили точно оценить влияние изменения мощности и продолжительности воздействия СВЧ-излучения на прорастание семян кукурузы, что имеет большое значение для определения оптимальных параметров.

Лабораторные эксперименты, проведенные с обработкой семян кукурузы СВЧ-излучением, показали значительное влияние этого метода на прорастание и развитие семян. Лучшие результаты были получены при низкой мощности (87,5 Вт) с продолжительностью воздействия 15-20 секунд, когда наблюдалось максимальное прорастание и лучший рост. Средняя мощность (385 Вт) также показала хорошие результаты, но эффективность была ниже по сравнению с низкой мощностью. Высокая мощность (525 Вт), хотя и обеспечила высокое прорастание семян, оказала негативное воздействие на длину корней и качество рассады. [15]

Полевые исследования в Таджикистане, направленные на тестирование воздействия СВЧ-излучения на местные семена кукурузы сорта "Дилшод", проводились в условиях солнечного климата и плодородных земель страны. Таджикистан обладает подходящим климатом и сильными почвами для роста сельскохозяйственных культур, что способствует развитию сельского хозяйства и внедрению новых агротехнологий. Поэтому это исследование имеет важное значение для проведения точных экспериментов в сельскохозяйственных условиях, которые соответствуют климату и погодным условиям. Исследования были проведены в районах Абдурахмони Чомй и Рӯдакӣ, на фермерских хозяйствах "Авазов Музафар" и "Муродчон", каждый из которых имеет свои

особенности в сельском хозяйстве и климате. Эти два региона были выбраны для получения точных и надежных результатов в различных сельскохозяйственных и климатических условиях Таджикистана. Проведение эксперимента в двух регионах позволило оценить полученные результаты с большей достоверностью и точностью и способствовало представлению правильной методологии для сельскохозяйственной среды страны.

Таблица 1 – Параметры воздействия микроволнового излучения на обработку семян кукурузы сорта «Дилшод»

Параметр	Величина
Сетевое напряжение	230–240 В, с частотой 50 Гц
Максимальная мощность	700 Вт
Низкая мощность	87,5Вт
Средняя мощность	385 Вт
Высокая мощность	525 Вт

Методика исследования состояла из четырех вариантов и трех уровней мощности. Обработка семян кукурузы с воздействием СВЧ-излучения проводилась в течение четырех временных интервалов (5 секунд, 10 секунд, 15 секунд и 20 секунд). Каждый временной интервал был выполнен с тремя уровнями мощности: низкая (87,5 Вт), средняя (385 Вт) и высокая (525 Вт).

Для различия результатов также использовались контрольные семена (без воздействия). Протокол исследования был разработан и выполнен согласно международным стандартам ГОСТ 12038-84, который устанавливает методы стандартных испытаний и оценки качества семян сельскохозяйственных культур. Эти стандарты позволяют обеспечить точность, достоверность и сравнимость результатов эксперимента с другими исследованиями.

Для создания соответствующих и стандартных условий при проведении полевого эксперимента я выбрал расстояние между семенами кукурузы 25 см и расстояние между рядами 50 см. Такая схема размещения не только способствует свободному росту растений, но и создает оптимальные условия для оценки влияния физических факторов на прорастание и урожайность.

Выбор таких параметров был осуществлен в соответствии с агрономическими рекомендациями и предыдущим опытом ученых. Основная цель заключалась в том, чтобы прорастание семян кукурузы в различных условиях было точно проанализировано, и результаты исследования были обоснованы надежными научными выводами.

При посеве семян кукурузы агроклиматические условия местности были тщательно проанализированы. Температура воздуха в день посева составляла 13,7°C, а температура почвы на глубине посева — 10,2°C. Эти параметры, которые являются важными для начала прорастания семян кукурузы, считаются благоприятными условиями. В данном контексте температура почвы в пределах 8–12°C соответствует стандартным требованиям для раннего развития семян сельскохозяйственных культур.

Влияние температуры почвы на жизненные процессы растений, особенно на семена кукурузы, имеет большое значение. При таких температурах семена могут быстро и эффективно развиваться, что способствует получению высокого урожая и точности результатов исследования.

Результаты

Результаты исследования показали, что СВЧ-облучение оказывает положительное влияние на прорастание и рост семян кукурузы. Исследование включало сравнение показателей энергии прорастания, увеличение количества проросших семян и снижение количества загнивших семян при обработке различными уровнями мощности СВЧ. Это подтверждает, что использование технологии СВЧ может служить эффективным методом для повышения качества и продуктивности семян.

Таблица 2 – Влияние сверхвысокочастотного излучения с временем 5-сек. на прорастание и рост семян кукурузы (сорт «Дилшод»)

Повт.	Кол-во посеян.	Энерг. прораст.			Общ. всх. 10-дн.	Непр. семена	Загн. семена
		7 дн.	8 дн.	9 дн.			
Контрольный вариант							
1.	90	22	31	33	86	2	2
2.	90	23	29	35	87	1	2
3.	90	25	31	28	84	2	2

Окончание таблицы №2

Сред. знач.	90	23,3	30,3	32,0	85,7	1,7	2,0
Сверхвысокочастотное излучение 5сек							
Малая мощность	90	26	29	32	87	1	2
Средняя мощность	90	26	30	33	89	-	1
Большое мощность	90	23	30	34	87	1	2
Сред. знач.	90	25	30	33	88	1	2
% к контролю		1,7			2,0		

Как видно из таблицы, среднее значение энергии прорастания семян, в контрольном варианте на 7-й день составила 23,3%, что свидетельствует о достаточно медленном начале процесса прорастания. На 8-й день наблюдался заметный рост до 30,3%, а на 9-й день показатель увеличился до 32%. Через 10 дней общая всхожесть семян достигла 85,7%, что указывает на хорошую адаптацию семян к стандартным условиям прорастания. В среднем оставалось 1,7 не проросших семян, а количество загнивших составляло 2,0 на каждую пробу.

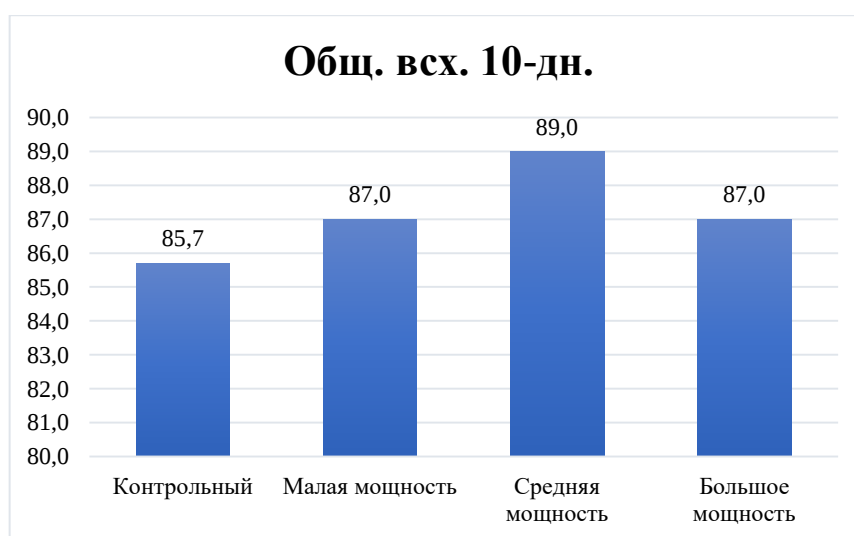


Рисунок 1 –Разница между общей всхожестью семян кукурузы, обработанных методом СВЧ-излучения в течение 5 секунд, и контрольных семян

Воздействие СВЧ-излучения в течение 5 секунд с различной мощностью положительно повлияло на показатели прорастания семян. При малой мощности всхожесть составила 87%, количество непроросших семян уменьшилось до 1, а загнивших – до 2. Средняя мощность показала лучший результат: всхожесть достигла 89%, непроросших семян не наблюдалось, а загнивших осталось всего 1. При большой мощности всхожесть составила 87%, с 1 не проросшим и 2 загнившими семенами. Динамика энергии прорастания после СВЧ-обработки также улучшилась: на 7-й день энергия составила 25%, что на 1,7% выше контрольного значения (23,3%), на 8-й день показатели были почти одинаковы (30% против 30,3% в контроле), а на 9-й день энергия выросла до 33%, превысив контрольный показатель (32%). Общая всхожесть семян после СВЧ-обработки составила 88%, что на 2% выше контрольного варианта, что подтверждает эффективность применения СВЧ-излучения для ускорения и повышения всхожести семян.

Таблица 3 – Влияние сверхвысокочастотного излучения с временем 10-сек. на прорастание и рост семян кукурузы (Сорт «Дилшод»)

Повт.	Кол-во посеян.	Энерг. прораст.			Общ. всх. 10-дн.	Непр. семена	Загн. семена
		7 дн.	8 дн.	9 дн.			
Контрольный вариант							
1.	90	21	34	32	87	1	2
2.	90	24	31	34	89	-	2
3.	90	26	31	28	85	2	3
Сред. знач.	90	23,67	32,00	31,33	87,00	1,50	2,33
Сверхвысокочастотное излучение 10сек							
Малая мощность	90	26	33	29	88	-	2
Средняя мощность	90	26	34	30	90	-	-
Большое мощность	90	26	29	35	90	-	-
Сред. знач.	90	26	32	31,3	89,3		2,0
% к контролю		2,3			2,3		

Сравнение контрольной группы и обработанных СВЧ семян показало значительные различия в показателях всхожести, энергии прорастания и состоянию семян.

В контрольной группе семена не подвергались воздействию СВЧ, и их средняя энергия прорастания за 7 дней составила 23,67. Общая всхожесть за 10 дней достигла 87%, в то время как 1,50% семян остались не проросшими, а 2,33% загнили. Эти данные служили базой для сравнения с обработанными семенами.

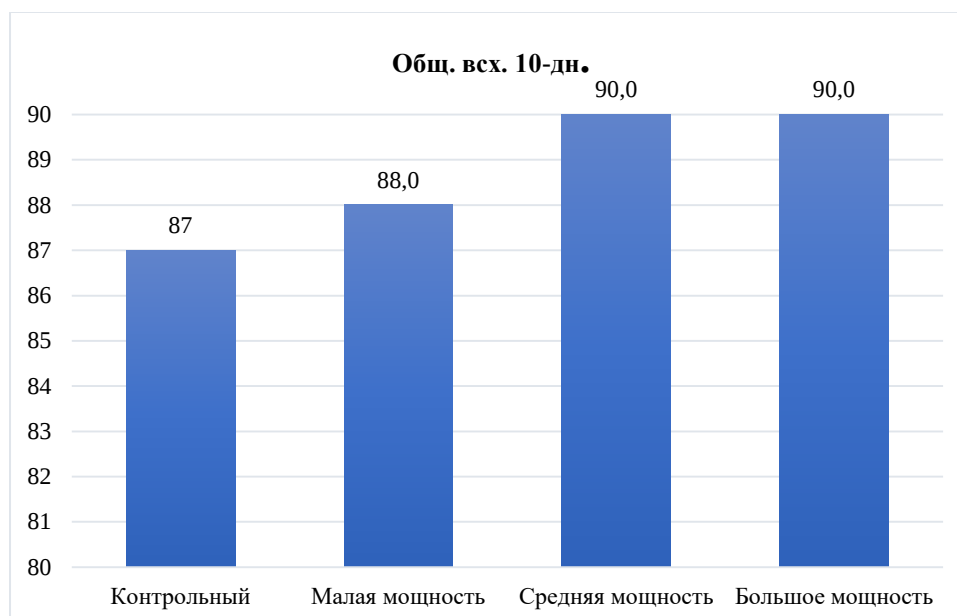


Рисунок 2 – Разница между общей всхожестью семян кукурузы, обработанных методом СВЧ-излучения в течение 10 секунд, и контрольных семян

СВЧ-обработка, проведенная в течение 10 секунд, включала воздействие малой, средней и высокой мощности. При малой мощности всхожесть семян достигла 88%, а количество загнивших семян составило 2%. Средняя и высокая мощность обеспечили одинаковую всхожесть на уровне 90%, полностью исключив загнивание семян. В среднем для всех обработанных СВЧ семян энергия

прорастания увеличилась до 26, общая всхожесть составила 89,3%, а количество загнивших семян снизилось до 2%.

При сравнении с контрольной группой выявлено, что энергия прорастания и общая всхожесть увеличились на 2,3%. Особенно эффективными оказались воздействия средней и высокой мощности, которые показали наилучшие результаты, полностью устранив загнивание семян.

Таблица 4 – Влияние сверхвысокочастотного излучения с временем 15-сек. на прорастание и рост семян кукурузы (Сорт ДИЛШОД)

Повт.	Кол-во посеян.	Энерг. прораст.			Общ. всх. 10-дн.	Непр. семена	Загн. семена
		7 дн.	8 дн.	9 дн.			
Контрольный вариант							
1.	90	26	28	33	87	1	2
2.	90	28	24	34	86	1	3
3.	90	29	27	32	88	-	-
Сред. знач.	90	27,7	26,3	33,0	87,0	1	2,5
Сверхвысокочастотное излучение 15сек							
Малая мощность	90	30	28	31	89	1	-
Средняя мощность	90	31	29	30	90	-	-
Большое мощное	90	29	23	38	90	-	-
Сред. знач.	90	30,0	26,7	33,0	89,7	1,0	
% к контролю		2,3			2,7		

Сравнительный анализ контрольной группы и семян, обработанных СВЧ-излучением, показал значительное влияние технологии на улучшение всхожести, энергии прорастания и снижение загнивания. В контрольной группе, где семена не подвергались обработке, энергия прорастания за 7 дней составила 27,7, общая всхожесть за 10 дней достигла 87%, не проросшие семена составили 1%, а загнившие – 2,5%, что использовалось в качестве эталона для сравнения.

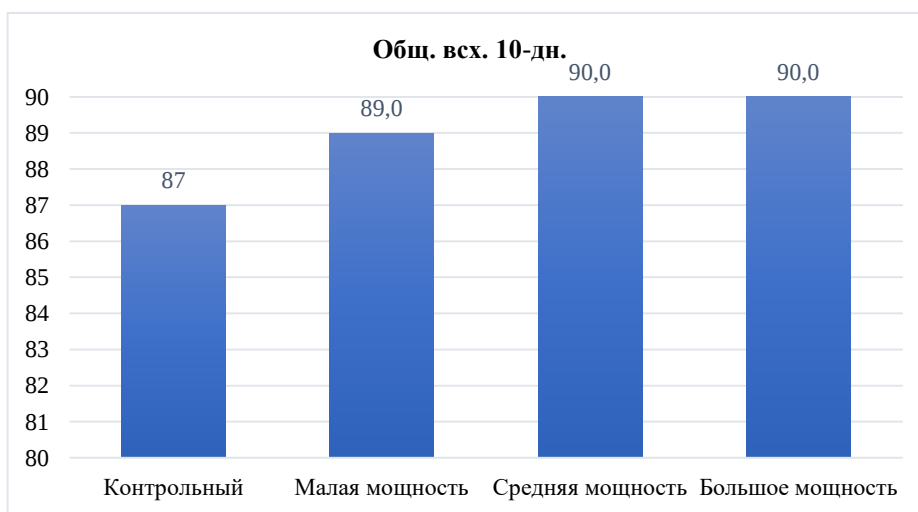


Рисунок 3 – Разница между общей всхожестью семян кукурузы, обработанных методом СВЧ-излучения в течение 15 секунд, и контрольных семян

СВЧ-обработка семян продолжительностью 15 секунд при малой, средней и большой мощности продемонстрировала улучшенные результаты: при малой мощности энергия прорастания

увеличилась до 30, общая всхожесть достигла 89%, загнивших семян не выявлено; при средней мощности энергия прорастания возросла до 31, всхожесть составила 90%, также без загнивания; при большой мощности энергия прорастания составила 29, а всхожесть осталась на уровне 90%, загнивших семян не наблюдалось. В среднем для всех обработанных семян энергия прорастания достигла 30,0, общая всхожесть увеличилась до 89,7%, а загнившие семена полностью отсутствовали. При сравнении с контрольной группой выявлено, что энергия прорастания увеличилась на 2,3%, а общая всхожесть выросла на 2,7%, что подтверждает положительное влияние СВЧ-обработки, особенно при средней и большой мощности, обеспечивших максимальную эффективность.

Таблица 5 – Влияние сверхвысокочастотного излучения с временем 20-сек. на прорастание и рост семян кукурузы (Сорт «Дилшод»)

Повт.	Кол-во посеян.	Энерг. прораст.			Общ. всх. 10-дн.	Непр. семена	Загн. семена
		7 дн.	8 дн.	9 дн.			
Контрольный вариант							
1.	90	18	33	35	86	1	3
2.	90	22	29	34	85	2	3
3.	90	28	31	28	87	2	1
Сред. знач.	90	22,7	31,0	32,3	86,0	1,7	2,3
Сверхвысокочастотное излучение 20сек							
Малая мощность	90	23	31	35	89	-	1
Средняя мощность	90	22	31	33	86	1	3
Большое мощность	90	24	35	31	90	-	-
Сред. знач.	90	23	32	33	88	1,0	2,0
% к контролю		0,3			2,3		

Сравнительный анализ влияния СВЧ-обработки на всхожесть семян показал положительное влияние технологии. В контрольном варианте, где семена не подвергались СВЧ-обработке, энергия прорастания за 7 дней составила 22,7, общая всхожесть за 10 дней достигла 86%, не проросшие семена составили 1,7%, а загнившие – 2,3%.

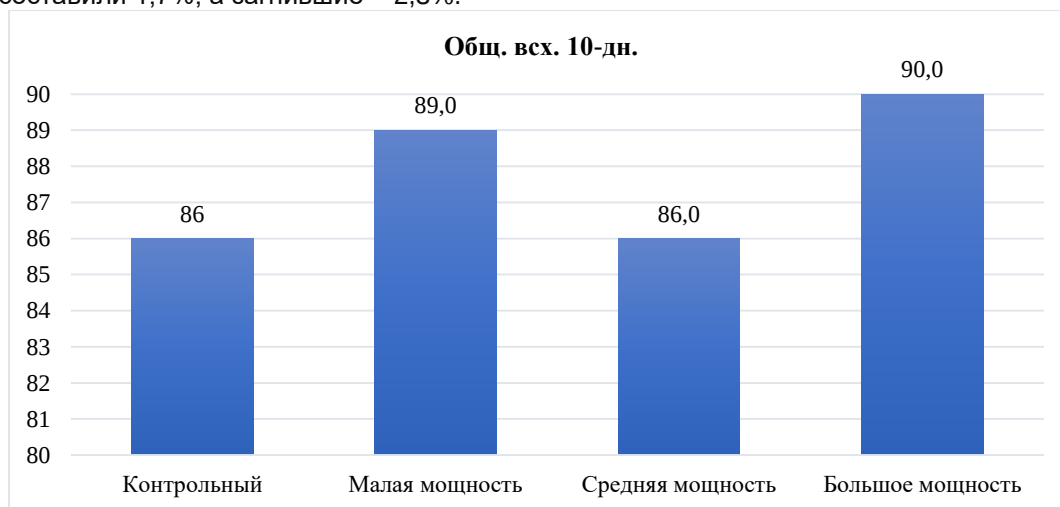


Рисунок 4 – Разница между общей всхожестью семян кукурузы, обработанных методом СВЧ-излучения в течение 20 секунд, и контрольных семян

Для семян, обработанных СВЧ-излучением в течение 20 секунд при различной мощности, были получены следующие результаты: при малой мощности энергия прорастания увеличилась до 23, общая всхожесть составила 89%, загнивших семян было 1%; при средней мощности энергия прорастания составила 22, общая всхожесть осталась на уровне 86%, а количество загнивших семян достигло 3%; при большой мощности энергия прорастания увеличилась до 24, общая всхожесть достигла 90%, загнивших семян не наблюдалось. В среднем для обработанных семян энергия прорастания составила 23,0, общая всхожесть увеличилась до 88%, а загнившие семена снизились до 2,0%. По сравнению с контрольным вариантом энергия прорастания изменилась незначительно (+0,3%), однако общая всхожесть возросла на 2,3%. Таким образом, воздействие СВЧ-излучения в течение 20 секунд способствует улучшению всхожести семян, причём наилучший результат был достигнут при большой мощности, где всхожесть составила 90%, а загнившие семена отсутствовали. Таким образом, оптимальной является СВЧ-обработка семян в течение 15 секунд с средней или большой мощностью, что приводит к максимальной всхожести и минимальному загниванию семян.

Заключение

Проведенные исследования показали, что применение СВЧ-излучения является перспективным методом повышения биологической активности семян кукурузы сорта "Дилшод". Оптимальные параметры обработки позволили улучшить не только всхожесть, но и устойчивость растений к неблагоприятным факторам окружающей среды. Это подтверждает, что физические методы стимулирования семян могут стать важным элементом современного агротехнического подхода.

Использование данного метода особенно актуально для регионов с ограниченными водными ресурсами и высокой солнечной активностью, таких как Таджикистан. Экологичность и энергоэффективность обработки делают его конкурентоспособным по сравнению с традиционными химическими средствами.

Таким образом, внедрение СВЧ-технологий в сельскохозяйственную практику может значительно повысить продуктивность агрокультуру, сократить затраты на ресурсы и улучшить качество урожая. Дальнейшие исследования в данном направлении помогут усовершенствовать методику и адаптировать её к широкому спектру сельскохозяйственных культур.

Рецензент: Хақеров И.З. – к.т.н., доцент, зав. Кафедрой физики и технических наук Технологического университета Таджикистана.

Литература

1. Тиджиев А.О., Гатуева К.К. Влияние электрофизических воздействий на посевные качества семян. Владикавказ, 2024. С. 1–5.
2. Капинус И.В. СВЧ-установка для технологической обработки семян электромагнитным полем. Волгоград, 2016. С. 41–43.
3. Хасанов Э.Р. Система предпосевной обработки семян токами СВЧ с последующей инкрустацией. Челябинск, 2013. С. 105–107.
4. Вендин С.В., Саенко Ю.В., Саенко С.В. К вопросу применения СВЧ-энергии при производстве кормовых добавок на основе пророщенного зерна. 2024. С. 119.
5. Контарь А.А., Марков Д.В., Терещенко А.И. О воздействии СВЧ-излучения на некоторые биологические объекты. Украина, 1999. С. 2.
6. Морозов Г.А., Седельников Ю.Е., Стахова Н.Е., Морозов О.Г., Дорогов Н.В., Бизякин А.С. Микроволновая обработка семян хвойных пород деревьев: достигнутые результаты и направления перспективных исследований. Казан, 2011. С. 1198.
7. Ерохин А.И. Применение электромагнитных полей для предпосевной обработки семян. 2024. С. 46–47.
8. Цугленок Г.И., Юсупова Г.Г., Головина Т.А. Термическое воздействие СВЧ-поля на продовольственное зерно пшеницы. Красноярск, 2005. С. 125.
9. Исаев А.В., Бастрон А.В., Яхонтова В.С. Исследование влияния степени неравномерности нагрева семян рапса в электромагнитном поле сверхвысокой частоты на их энергию прорастания и всхожесть. 2016. С. 133.
10. Цугленок Н.В. Результаты исследований по ВЧ- и СВЧ-обработке семян и маточников моркови. Красноярск, 2019. С. 3.
11. Белозерова С.В., Савиных П.А. Влияние СВЧ-обработки семян на урожайность фуражного зерна. Вологда, 2022. С. 129–133.
12. Исаев А.В., Бастрон А.В., Мещеряков А.В. Эффективные режимы предпосевной обработки семян рапса в электромагнитном поле сверхвысокой частоты. Красноярск, 2017. С. 6–17.

13. Николаева М.А. Влияние обработки семян ели и сосны электромагнитным полем диапазона СВЧ на посевные качества при долговременном хранении. Санкт-Петербург, 2014. С. 3–4.

14. Соболева О.М., Кондратенко Е.П., Витязь С.Н. Частота и экспозиция как биотропные параметры электромагнитного поля сверхвысокой частоты. 2024. С. 93–94.

15. Назиров Ф.М., Ходжазода Т.А. Влияние сверхвысокочастотного излучения на прорастание и всхожесть кукурузы в лабораторных условиях. Томск, 2024. С. 90–104.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН-ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ-INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

TJ	RU	EN
Назиров Фирдавс Мирзорахматуллоевич	Назиров Фирдавс Мирзорахматуллоевич	Nazirov Firdavs Mirzorahmatulloevich
Доктор PhD	Доктор PhD	Doctor PhD
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон	Национальный университет Таджикистана	National University of Tajikistan
TJ	RU	EN
Ходжазода Тоир Абдулло	Ходжазода Тоир Абдулло	Khojazoda Toir Abdullo
н.и.ф.-м., профессор	к.ф.-м.н., профессор	Candidate of Physical and Mathematical Sciences
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон	Национальный университет Таджикистана	National University of Tajikistan

ИНФОРМАТИКА, ТЕХНИКА И ХИСОББАРОР ВА ИДОРАКУНӢ - ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ - INFORMATICS, COMPUTER TECHNOLOGY AND MANAGEMENT

УДК 519.22

МЕТОДЫ ОБОБЩЕННОЙ ЭНТРОПИЙНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ ВЫЖИВАЕМОСТИ А.И. Низамитдинов

Политехнический институт Таджикского технического университета
имени академика М.С.Осими в городе Худжанд

В этой статье исследуется построение обобщенных методов оптимизации энтропии в задачах для анализа данных выживаемости. Эти методы разработаны в более чем реальных исследованиях, которые позволяют получать функции распределения в формах распределений MaxMaxEnt , так называемых обобщенных распределений оптимизации энтропии. Построение обобщенных функций распределения оптимизации энтропии связано с требованиями теории вероятностей, теории информации, стохастических дифференциальных уравнений и других научных областей.

В статье рассматриваются различные подходы к обобщенной энтропийной оптимизации, включая применение метода Шеннона и информационно-теоретических мер в задаче анализа выживаемости. Для решения данной оптимизационной задачи нахождения функций распределения используются множители Лагранжа и описаны пути их вычисления.

Программа оценивания функций распределения с помощью указанных методов написана на языке R и Python. В дальнейшем разработанные модули могут быть использованы для оценки различных наборов данных.

Ключевые слова: функция распределения, метод Шеннона, MaxMaxEnt , анализ выживаемости, множители Лагранжа.

УСУЛҲОИ УМУМИГАРДОНИИ ЭНТРОПИЯИ ОПТИМИЗАЦИОНӢ ДАР ТАҲЛИЛИ МАЪЛУМОТҲОИ ЗИНДАМОНӢ А.И. Низамитдинов

Дар мақола коркарди усулҳои умумигардони энтропияи оптимизатсиониро дар масъалаҳои барои таҳлили маълумоти зиндамонӣ таҳқиқ мекунад. Ин усулҳо бештар дар таҳқиқоти воқеӣ таҳия шудаанд ва барои сохтани функсияҳои тақсимои бузургҳои тасодуфиро дар шаклҳои тақсимои MaxMaxEnt , ба истилоҳ тақсимои умумишудаи энтропияи оптимизатсионӣ имконият медиҳанд. Сохтани функсияи тақсимои тақсимои умумишудаи энтропияи оптимизатсионӣ бо талаботи назарияи эҳтимолият, назарияи иттилоот, муодилаҳои дифференсиалии стохастикӣ ва дигар соҳаҳои илмӣ алоқаманд аст.

Дар мақола равишҳои гуногуни оптимизатсияи умумии энтропия, аз ҷумла татбиқи усули Шеннон ва тадбирҳои иттилоотӣ-назариявӣ ба мушкilotи таҳлили зиндамонӣ баррасӣ карда мешаванд. Барои ҳалли ин масъалаи оптимизатсияи дарёфти функсияҳои тақсимои зарбҳои Лагранж истифода мешаванд ва усулҳои ҳисобкунии онҳо тавсиф шудаанд.

Барномаи баҳодихии функсияҳои тақсимоӣ бо истифода аз усулҳои муайяншуда дар R ва Python навишта шудааст. Дар оянда модулҳои таҳияшуда метавонанд барои арзёбии маҷмӯи маълумотҳои гуногун истифода шаванд.

Калидвожаҳо: функсияи тақсимоӣ, усули Шеннон, MaxMaxEnt , таҳлили зиндамонӣ, мултипликатори Лагранж.

GENERALIZED ENTROPY OPTIMIZATION METHODS IN SURVIVAL ANALYSIS A.I. Nizamitdinov

This article investigates the construction of generalized entropy optimization methods for for the analysis of survival data. These methods are developed in more than real studies, which allow obtaining distribution functions in the forms of MaxMaxEnt distributions, the so-called generalized entropy optimization distributions. The construction of generalized distribution functions of entropy optimization is associated with the requirements of probability theory, information theory, stochastic differential equations and other scientific fields.

The article considers various approaches to generalized entropy optimization, including the use of the Shannon method and information-theoretical measures in the problem of survival analysis. To solve this optimization problem of finding distribution functions, Lagrange multipliers are used and the ways of their calculation are described.

The program for estimating distribution functions using specified methods is written in R and Python. The developed modules can be used to estimate various data sets in different tasks.

Keywords: distribution function, Shannon method, MaxMaxEnt , survival analysis, Lagrange multipliers.

В этой статье в основном описываются нахождение функций распределения случайной величины. Методы оптимизации обобщенной энтропии предполагают функции распределения в форме MaxMaxEnt , которые ближе всего к статистическим данным в смысле теории информации [6],[7]. По этой причине эти методы могут быть успешно применены в анализе данных о выживании.

Для построения функции распределения с помощью метода MaxEnt находится мера энтропии случайной величины ξ с n элементами определяется по следующей функцией

$$H(\xi) = - \sum_{i=1}^n p_i \ln(p_i) \quad (1)$$

Функция (1) является задачей оптимального нахождения максимума функции распределений $p_1, p_2, \dots, p_n$ по следующим условиям

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1 ; p_i > 0$$

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^n g_1(\xi_i) p_i &= \mu_1 \\ \vdots \\ \sum_{i=1}^n g_m(\xi_i) p_i &= \mu_m \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Решение этой задачи оптимизации для построения функции распределения случайной величины ξ был впервые предложен Джейнсом, который также известен как метод максимальной энтропии Джейнса [11].

В системе (2) $g_1(\xi), g_2(\xi), \dots, g_m(\xi)$ являются функциями момента. Данная система имеет n количество неизвестных параметров $p_1, p_2, \dots, p_n$. Для решения данной системы она должна удовлетворять следующим условиям:

Если функции $1, g_1(\xi), g_2(\xi), \dots, g_m(\xi)$ являются линейно независимыми, значения математического ожидания данных функций $1, \mu_1, \mu_2, \dots, \mu_m$ являются решением системы (2).

Необходимо найти $m+1 < n$ взаимосвязей между $m+1$ условий и n состояний. Когда удовлетворяется условие $m+1 < n$ неравенств, $m+1$ уравнений с n неизвестными, $n - (m+1)$ неизвестных являются независимыми.

Переменные $p_1, p_2, \dots, p_n$ будут иметь бесконечное количество значений и таким образом выбор $p_1, p_2, \dots, p_n$ для максимизации функции (1) будет иметь значение. Максимизация функции (1) в условиях (2), можно характеризовать как решение (1) задачей (2). В данном случае (1), задача (2) является задачей условного экстремума и решается с помощью метода множителей Лагранжа.

В задаче (1), при нахождении условия (2) с помощью метода множителей Лагранжа значения μ_j не выбираются произвольно. Исходя из статистических распределений частот $(\tilde{p}_1, \tilde{p}_2, \dots, \tilde{p}_n)$ случайной величины ξ и данных функций момента $g_j(\xi)$, при вычислении значений μ_j , ранг матрицы

$$M = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ g_1(\xi_0) & g_1(\xi_1) & \dots & g_1(\xi_n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ g_m(\xi_0) & g_m(\xi_1) & \dots & g_m(\xi_n) \end{bmatrix} \quad (3)$$

и ранг расширенной матрицы

$$N = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 & 1 \\ g_1(\xi_0) & g_1(\xi_1) & \dots & g_1(\xi_n) & \mu_1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ g_m(\xi_0) & g_m(\xi_1) & \dots & g_m(\xi_n) & \mu_n \end{bmatrix} \quad (4)$$

при обеспечении уравнений $g_j(\xi_1)\tilde{p}_1 + \dots + g_j(\xi_n)\tilde{p}_n = \tilde{\mu}_j$, $j = 0, 1, \dots, m$, $g_0(\xi) = 1$, $\mu_0 = 1$, являются идентичными. Данные уравнения (2) в виде неоднородные линейные системы имеют решение в отношении $p_1, p_2, \dots, p_n$.

Задача максимизации функции (1) по условию (2) называется задачей максимальной энтропии (MaxEnt). С помощью задачи MaxEnt находится распределение $(\tilde{p}_1, \tilde{p}_2, \dots, \tilde{p}_n)$ которая близка к распределению $p_1, p_2, \dots, p_n$ по мере энтропии. Здесь значения $p_1, p_2, \dots, p_n$ вероятности максимизирующие функцию (1). Для максимизации функции (1) по условиям (2) $v_0, \dots, v_m$ множители Лагранжа строятся вспомогательные функции

$$U = -\sum_{i=1}^n p_i \ln(p_i) + v_0(\sum_{i=1}^n p_i - 1) + \sum_{j=1}^m v_j (\sum_{i=1}^n p_i g_j(\xi_i) - \mu_j) \quad (5)$$

или

$$U = -\sum_{i=1}^n p_i \ln(p_i) + \sum_{j=0}^m v_j (\sum_{i=1}^n p_i g_j(\xi_i) - \mu_j) \quad (6)$$

и ищутся экстремумы функции по $p_1, p_2, \dots, p_n$, $v_1, \dots, v_m$ переменным. По теореме существования экстремума вспомогательной функции (3) частные производные по p_i должны быть равны нулю. Следовательно, вероятности $p_1, p_2, \dots, p_n$ находятся в зависимости от значений множителей Лагранжа $v_1, \dots, v_m$. В свою очередь множители Лагранжа $v_1, \dots, v_m$ находятся с помощью уравнения (2) [9].

Задача энтропийной оптимизации [3] и обобщенной энтропийной оптимизации [8] можно определить следующим образом. Пусть $f^{(0)}x$ заданная функция плотности случайной величины X , L мера энтропийной оптимизации и g заданной векторной функцией момента, генерирующей m

ограничения момента. Требуется получить распределение, соответствующее g , которое дает экстремальное значение для L .

Пусть $f^{(0)}(x)$ заданная функция плотности случайной величины X , L мера энтропийной оптимизации и K набор заданных векторных функций момента. Необходимо выбрать вектор функций момента $g^{(1)}, g^{(2)} \in K$ так что $g^{(1)}$ определяет энтропийную оптимизацию распределения $f^{(1)}(x)$ близкую к $f^{(0)}(x)$, $g^{(2)}$ определяет энтропийную оптимизацию распределения $f^{(2)}(x)$ отдаленную к $f^{(0)}(x)$ относительно меры энтропийной L . Если L выбрана мерой энтропии Шеннона[9], тогда $f^{(1)}(x)$ называется MinMaxEnt распределением, и $f^{(2)}(x)$ называется MaxMaxEnt распределением.

Различные аспекты и методы исследований анализа данных о выживаемости рассматриваются в работах [1], [2], [10].

В данной статье для оценки методов построения распределений энтропийной оптимизации используется набор данных об эксперименте выживаемости 208 особей животных[4].

Таблица 1 – Количество выживших особей в зависимости от времени

Время, t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Кол-во	3	3	6	6	16	14	25	20	32	25	27	13	11	7

Для определения набора момент функций выбираются следующие функции $(\xi, \xi^2, \ln(\xi), (\ln(\xi))^2, \ln(1 + \xi^2))$.

На рисунке 1 показана построенная функция распределения с помощью метода обобщенной энтропийной оптимизации MaxMaxEnt. На данном графике отображена гистограмма из данных приведенных в таблице 1. В построенной гистограмме отображается количество выживаемых особей по оси ОУ в зависимости от времени в днях по оси ОХ. Оцененная функция распределения представляет собой комбинацию из пяти функций моментов. Для оценивания результатов построенных распределений используются метрики корень от среднеквадратической ошибки (RMSE), коэффициент детерминации (R^2) и статистическая мера χ^2 .

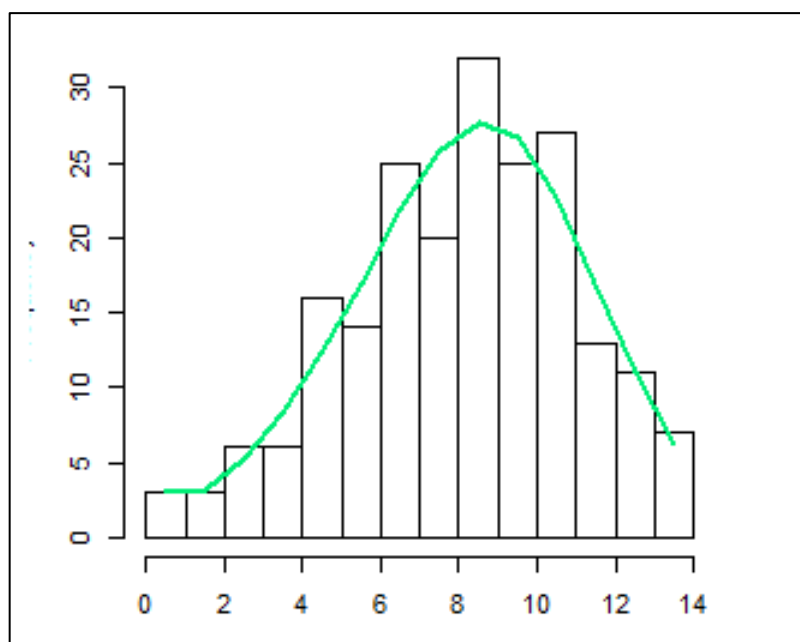


Рисунок 1 – График функции распределения с помощью метода MaxMaxEnt

Для комбинаций из двух функций момента для построения распределения MaxMaxEnt $f_{m\xi 2}(\xi)$ используются вектор моментов $(1, \xi^2)$, для комбинаций из трёх функций момента для построения распределения MaxMaxEnt $f_{m\xi 3}(\xi)$ используются вектор моментов $(1, \ln(\xi), (\ln(\xi))^2)$, для комбинаций из четырёх функций момента для построения распределения MaxMaxEnt $f_{m\xi 4}(\xi)$ используются вектор моментов $(1, \ln(\xi), (\ln(\xi))^2, \ln(1 + \xi^2))$. Теоретические вероятностные частоты, полученные из указанных распределений MaxMaxEnt приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Оцененные значения вероятностей распределением MaxMaxEnt

Время(х)	Кол-во (d)	f_i	$f_{m\xi 2}(\xi)$	$f_{m\xi 3}(\xi)$	$f_{m\xi 4}(\xi)$	$f_{m\xi 5}(\xi)$	$f_{m\xi 6}(\xi)$
1	3	0,0144	0,0607	0,0083	0,0160	0,0141	0,0144
2	3	0,0144	0,0610	0,0338	0,0063	0,0175	0,0151
3	6	0,0288	0,0615	0,0485	0,0200	0,0234	0,0251
4	6	0,0288	0,0624	0,0581	0,0461	0,0362	0,0399
5	16	0,0769	0,0636	0,0652	0,0761	0,0572	0,0591
6	14	0,0673	0,0651	0,0711	0,1002	0,0839	0,0818
7	25	0,1202	0,0670	0,0761	0,1138	0,1104	0,1051
8	20	0,0962	0,0692	0,0806	0,1170	0,1290	0,1241
9	32	0,1538	0,0719	0,0846	0,1123	0,1339	0,1331
10	25	0,1202	0,0750	0,0883	0,1027	0,1241	0,1280
11	27	0,1298	0,0787	0,0917	0,0907	0,1035	0,1092
12	13	0,0625	0,0829	0,0949	0,0780	0,0783	0,0817
13	11	0,0529	0,0877	0,0980	0,0660	0,0541	0,0533
14	7	0,0337	0,0933	0,1008	0,0550	0,0344	0,0300

В таблице 3 приведены статистическое оценки построенных распределений с помощью метода энтропийной оптимизации MaxMaxEnt. Данные метрики сравнивают наилучшую подгонку функции распределения к вероятностным значениям.

Таблица 3 – Статистические метрики оценивания распределения MaxMaxEnt

MaxMaxEnt распределения	RMSE	χ^2	R^2
$f_{m\xi 2}(\xi)$	82,760	77,461	0,032
$f_{m\xi 3}(\xi)$	58,261	47,785	0,316
$f_{m\xi 4}(\xi)$	19,902	17,760	0,769
$f_{m\xi 5}(\xi)$	10,168	7,421	0,880
$f_{m\xi 6}(\xi)$	9,194	6,793	0,892

Сравнивая результаты оценок построенных распределений из таблицы 3 можно сделать вывод, что статистические оценки метрик минимизации RMSE и χ^2 и максимизация R^2 коэффициента детерминации наблюдается у функции распределения из комбинаций шести функций моментов. Таким образом, наилучший результат оценки неизвестного распределения определяет $f_{m\xi 6}(\xi)$ построенная из шести комбинаций функций моментов.

Заключение

В результате проведенного исследования по построению и оценки функций распределения с помощью метода обобщенной энтропийной оптимизации можно сделать вывод, что для оценивания распределений набора данных, которые не удовлетворяют стандартным функциям распределений можно использовать методы, описанные в статье. Также следует отметить, что метод обобщенной энтропийной оптимизации может быть использован для задач оценивания не только анализа данных выживаемости, но и в других сферах оценки неизвестных функций распределения.

Рецензент: Худойбердиев Х.А. – д.т.н., доцент Худжандского политехнического института ПИПУ имени академика М.С. Осими.

Литература

1. Ebrahimi, N. The Maximum Entropy Method for Lifetime Distributions. / N. Ebrahimi. // Sankhyā: The Indian Journal of Statistics, Series A. – 2000. N 62 (2). – P.236-243.
2. Kaminski, D., Geisler, C. Survival Analysis of Faculty Retention in Science and Engineering by Gender. / D.Kaminski, C. Geisler // Science. – 2012. – N 335 (6070). – P.864-866.
3. Kapur, J.N., Kesavan, H.K. Entropy optimization principles with applications, New York: Academic Press. – 1992, 360 p.
4. Kimball, A.W., Estimation of mortality intensities in animal experiments./ A.W. Kimball // Biometrics. – 1960 – N 16 (4). – P.505-521.

5. Kullback, S., Leibler, R. A., On information and sufficiency. / S. Kullback, R.A.Leibler // Annals of Mathematical Statistics. – 1951 – N 22 – P.79–86.
6. Shamilov, A. A development of entropy optimization methods. / A. Shamilov. // WSEAS transactions on mathematics. – 2006 – N 5. – P.568–575.
7. Shamilov, A. Generalized entropy optimization problems and the existence of their solutions./ A. Shamilov // Physica A: Statistical mechanics and its applications – 2007 – N 382 – P.465–472.
8. Shamilov, A. Generalized entropy optimization problems with finite moment function sets,/ A. Shamilov // Journal of Statistics and Management Systems –2010– N 13– P. 595-603.
9. Shannon, C.E. A mathematical theory of communications / C.E. Shannon // Bell System technical Journal – 1948 – N 27 – P.379–623.
10. Wang D. Accelerated Failure Time Models For Censored Survival Data Under Referral Bias / D. Wang // Biostatistics – 2012 – N 14(2) – P.313-326.
11. Jaynes, E.T. Information theory and statistical mechanics / E.T. Jaynes // Physical Reviews – 1957– N106 – P.620-630.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ - СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ -INFORMATION ABOUT AUTHOR

TJ	RU	EN
Низамитдинов Ахлитдин Илёситдинович	Низамитдинов Ахлитдин Илёситдинович	Nizamitdinov Akhlitdin Ilyositdinovich
и.в. дотсенти кафедраи «Иқтисоди рақамӣ»	и.о.доцента кафедры “Цифровая экономика”	Acting associate Professor of the Department of "Digital Economy"
Донишқадаи политехникии ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд	Политехнический институт ТТУ имени академика М.С.Осими в городе Худжанде	Khujand Polytechnic institute of TTU named after academician M.S.Osimi
E-mail: ahlidin@gmail.com		

УДК: 004. 65. 556

ТАҲИЯИ БАЗАИ ДОДАҶОИ СИСТЕМАИ ИТТИЛООТИИ ҲАВЗАИ ДАРЁҶОИ БАЙНИСАРҲАДӢ А.С. Мусинов

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Дар мақола базаи додаҳои системаи иттилоотии ҳавзаи дарёҳои байнисарҳадӣ дар муҳити платформаи .NET Framework ва системаи идораи базаи додаҳои Microsoft SQL Server Management Studio бо муҳаррири коди T-SQL тадқиқ карда мешавад. Истифодабарии базаи додаҳо ба маҷмӯи иттилоотӣ алоқаманд буда, имкон медиҳад, ки дар интегратсия ва идоракунии додаҳои зарурӣ ба осонӣ дастрас ва аз талафотҳо ҳифз карда шаванд. Захираҳои ҳавзаи дарёҳои байнисарҳадӣ ба рушди кишоварзӣ, энергетика, саноат ва ҷанбаҳои иҷтимоӣ иқтисодӣ таъсири калидӣ мерасонад. Дар ин замина базаи додаҳои системаи иттилоотии ҳавзаи дарёҳои байнисарҳадӣ на танҳо воситаи идоракунии захираҳои об, балки ба муносибатҳои рушди минтақа ва мусоидат ба таъмини сулҳу субот таъсири мусбати ҳудро мерасонад.

Калимаҳои калидӣ: додаҳо, дархост, дастрасии иттилоот, сатҳи бехатарии серверҳо, таъмини об, истифодаи об, нарасидани об ва захираҳои обӣ.

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ТРАНСГРАНИЧНОГО РЕЧНОГО БАССЕЙНА А.С. Мусинов

В статье рассматривается информационная система базы данных в среде NET Framework и системе управления базы данных Microsoft SQL Server Management Studio с применением инструментальной методологии обработки, обладающей интерактивными функциями. С помощью системы управления базы данных SQL Server подключается к набору информации, что позволяет осуществлять интеграцию и управление необходимыми данными, делая их легкодоступными и защищенными от потерь.

Ресурсы трансграничных речных бассейнов оказывают ключевое влияние на развитие сельского хозяйства, энергетики, промышленности и социально-экономических аспектов. В этом контексте база данных информационной системы трансграничных речных бассейнов является не только инструментом управления водными ресурсами, но и оказывает положительное влияние на региональные отношения развития, способствует обеспечению мира и стабильности.

Ключевые слова: данные, спрос, доступ к информации, уровень безопасности сервера, водоснабжение, водопользование, дефицит воды и водные ресурсы.

DEVELOPMENT OF A DATABASE OF THE INFORMATION SYSTEM TRANSBOUNDARY RIVER BASIN A.S. Musinov

The article deals with the database information system in the .NET Framework and the Microsoft SQL Server Management Studio database information system using the instrumental methodological processing, which has interactive functions. With the help of SQL Server, the database is connected to a set of information that allows you to integrate and manage the necessary data, making them easily accessible and protected from loss.

The resources of cross-border river basins have a key influence on the development of agriculture, energy, industry and social-economic aspects. In this context, the data base of the information system of transboundary river basins is not only an instrument of water resources management, but also has a positive influence on regional development relations, helps to ensure peace and stability.

Keywords: data, demand, access to information, server security level, water supply, water use, water deficit and water resources.

Муқаддима

Бо афзоиши аҳоли ва тағйирёбии иқлим дар ҷаҳон василаи об ҳамчун захирае, ки барои зиндагии инсонӣ ва рушди иқтисодӣ зарур аст, ба шароитҳои шадидтар тақдир ёфтааст. Обанборҳо ҳамчун воситаҳои истифодаи об дар минтақа нақши муҳим ва калидӣ доранд. Идоракунии ва низоми дурусти ҳаҷми об дар обанборҳо ба воситаи системаи идораи базаи додаҳо метавонад ба кам кардани хароҷотҳои энергетикӣ ва муҳити зист мусоидат намояд.

Танзим ва идоракунии захираҳои об дар дарёҳои байнисарҳадӣ ҳамкориҳои бисёрҷонибаи давлатҳои манфиатдорро дар ҳама сатҳҳои иерархияи идоракунии об, таҳияи дидгоҳи муштарак оид ба низом ва идоракунии устувори захираҳои об мебошад, ки рушди давлатҳои Осиёи Марказиро талаб мекунад. Аз ин рӯ, аз соли 1991 инҷониб давлатҳои тозаистиклоли Осиёи Марказӣ ба зарурати рушди ҳамкориҳои минтақавӣ рӯ ба рӯ шудаанд [3].

Объект ва усулҳои тадқиқот

Дастрасӣ ба иттилоот ва мубодилаи он, яке аз воситаҳои асосии рушди системаҳои рақамӣ дар идоракунии ҳавзаи дарёҳои байнисарҳадӣ мебошад. Бо истифода аз технологияҳои муосири рақамӣ, аз ҷумла системаи идораи базаи додаҳои MS SQL Server ва платформаи .NET Framework мумкин аст, ки низоми дуруст дар захиракунии оби обанбор ба даст оварда шавад.

Системаи идораи базаи додаҳо яке аз технологияҳои навини рақамӣ мебошад, ки он бо ҳадафи ҷамоҳангсозии ҳамкориҳои минтақавӣ дар соҳаи идоракунии об ва бехбуди баҳши мубодилаи иттилоот байни минтақаҳои байнисарҳадӣ таҳия шудааст. Дар ҷунин шароит рушди системаи иттилоотӣ ва табодули иттилоот аз муҳимтарин ҷузъҳои тақмили идоракунии захираҳои об ва экосистема дар сатҳи минтақавӣ ва ҷумҳуриявӣ мегардад[4].

Системаи идораи базаи додаҳои MS SQL Server ба истифодаи элементҳои визуалӣ ва муҳаррири коди T-SQL дар база, ки мубодилаи иттилоотро байни минтақаҳои Осиёи Марказӣ фароҳам меорад ва барои додаҳо ва танзими обанборҳо мувофиқанд, таваҷҷуҳи зиёд зоҳир карда мешавад. Тадқиқи тамоми асбобҳои системаи идораи базаи додаҳои MS SQL Server нишон медиҳад, ки зарурати технологияҳои рақамии пешрафта ва усулҳои мукаммали иртибот байни ҷонибҳои манфиатдори бахши об, ба монанди системаи махсуси интерактиви иттилоотии ҳавзавӣ, ки тавассути барномаҳои компютерӣ дастрас аст, инҳо мебошад:

- Таҳия, робита ва истифодаи базаи додаҳо;
- Таҳлил, назорат ва дастрасии маълумот;
- Тарҳрезӣ ва идоракунии бо назардошти хусусиятҳои модели базаи додаҳо.

Тадқиқот дар системаи иттилоотӣ бо усули таҳияи интерфейси корбарии системаи идораи базаи додаҳо баррасӣ шудааст. Базаи додаҳо дар асоси архитектураи системаи идораи базаи додаҳо ба Ҷадвалҳои MS SQL Server таҳия шуда ва барои системаи идоракунии захираҳои об амалӣ карда мешаванд. Барои сохтани системаи идораи базаи додаҳо аз оператор ва ҷадвалҳои релятсионӣ истифода мешаванд, ки имкониятҳои зиёд барои таҳлили маълумот ва корбарии элементҳоро дар система фароҳам меорад.

Додаҳои воридшуда аз ҷониби корбар дар ҷадвали барномаи визуалии системаи идораи базаи додаҳо нигоҳ дошта мешаванд ва бо истифода аз дархостҳои дурустии корбарӣ таҳлил мешаванд. Ин тадқиқот нишон медиҳад, ки истифодаи система метавонад ба беҳтар намудани идоракунии захираҳои об ва кам кардани хароҷотҳои гуногун дар обанбор мусоидат намояд. Илова бар ин, системаи таҳияшуда дорои параметрҳо ва хусусиятҳои гуногунест, ки онро ба намуди визуалӣ амалӣ мегардонад [7].

Системаи иттилоотии ҳавзаи дарёҳои байнисарҳадӣ

Системаи иттилоотӣ дорои интерфейси осон ва фаҳмидашаванда мебошад, он ба корбар имкон медиҳад, ки додаҳои воридшударо ба таври дақиқ дохил намуда ва натиҷаҳоро дар шакли визуалӣ нишон диҳад (Расми 1).

Дар системаи иттилоотӣ, қисми воридкунии додаҳо мавҷуд аст, ки дар он корбар метавонад сол, мӯҳлат ва ҳаҷми обро ворид намояд. Дар интерфейси система, ҷадвали додаҳо барои нишон додани натиҷаҳои ҳисобкунӣ истифода мешавад ва графикҳои визуалӣ барои таҳлили додаҳо пешниҳод шудаанд.

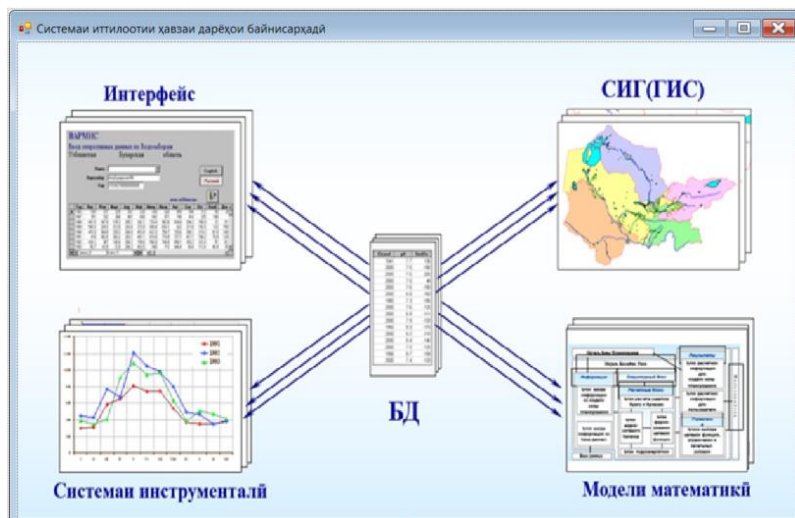
Системае, ки аз базаи додаҳои таҳияшуда иборат аст, дорои чунин хусусиятҳо мебошад:

Интерфейс: Корбар метавонад додаҳои воридшавандаро ба системаи идораи базаи додаҳо ворид намояд.

Системаи инструменталӣ: Бо платформаи рақамӣ графикаи идоракунии захираҳои обро тасвир менамояд. Тасвири навъи редактори графикҳо ба монанди хаттӣ, ҷадвалӣ ва соҳавӣ нишон дода мешаванд.

ГИС - технология: Системаи иттилоотии ҷуғрофӣ (GIS) барои ҷамъоварӣ, идора ва таҳлили додаҳо бо назардошти равиши ҷуғрофӣ дар системаҳои рақамӣ мебошад. GIS иттилоотро дар асоси макон таҳлил мекунад ва онро ба қабатҳои гуногун тасвир намуда ва бо истифода аз харитаҳо ба намуди 3D – қисмҳо тасвир менамояд.

Модели математикӣ: Дар асоси модели математикӣ алгоритмҳои ҳисобкунӣ барои идоракунии захираҳои об истифода мешаванд. Барои ҳалли оқилонаи масъалаи мазкур, тадқиқи моделҳои математикӣ бо истифодабарии технологияҳои рақамӣ мувофиқи мақсад аст [5].



Расми 1 – Системаи иттилоотии ҳавзаи дарёҳои байнисарҳадӣ

Ҳадафҳои тадқиқот

Ҳадафҳои идоракунии базаи додаҳои захираҳои об дар системаи иттилоотии додашуда бо баҳисобгирии онҳо ва баҳодиҳии объективии захираҳои мавҷуда, дар тӯли дарозии дарёҳо ва бо мурури замон таҳти таъсири омилҳои табиӣ ва антропогенӣ тағйир меёбанд аз лиҳози он, ки тафовути солони мувозинати оби обанбор тағйирёбанда аст.

Вазифаи асосии идоракунӣ, аз нав тақсимкунии муваққатии (моҳона ва солони) гидрографӣ оби обанбор мебошад. Сарфи назар аз умумияти усулҳои методологии татбиқшаванда, модели мушаххаси системаи иттилоотӣ таҳия шудааст, ки хусусияти сохтори морфологӣ ва принципҳои фаъолияти комплексҳои хоҷагии оби ин ҳавзаро дар обанбор, инъикос мекунад.

Ҳадафҳои мушаххаси ин тадқиқот чунинанд:

- Таҳияи барномаи графикаи корбар барои базаи додаҳои системаи иттилоотии ҳавзаи дарёҳои байнисарҳадӣ;
- Ҳисоб ва идоракунии ҳаҷми оби обанборҳо дар ҳавзаи дарёҳои байнисарҳадӣ;
- Истифодаи операторҳо барои системаи иттилоотии захираҳои обӣ;
- Таҳлили самарабахшии барнома дар идоракунии ҳаҷми об ва пешниҳод намудани ҷадвалҳои релятсионӣ дар асоси дархостҳо;
- Пешниҳод намудани додаҳо барои истифодаи оқилонаи захираҳои об дар обанборҳо бо истифода аз системаи иттилоотии таҳияшуда.

Базаи додаҳо

Додаҳо барои таҳияи системаи иттилоотии ҳавзаи дарёҳои байнисарҳадӣ бо истифода аз амалиётҳои визуалӣ ва муҳаррири коди T-SQL бо намуди ҷадвалҳои релятсионӣ таҳия шуда дар базаи додаҳо нигоҳ дошта мешаванд. Базаи додаҳои таҳияшуда аз ҷадвалҳои бо ҳам алоқаманд иборат мебошанд. Сохт ва маълумоти ин ҷадвалҳо дар зер оварда шудааст.

Дар Ҷадвалҳои 1-5 додаҳо оид ба «Номи ҷадвал», «Номи майдон», «Навъи майдон» ва «Қимат» маълумот оварда шудааст, ки ҳар як навъи додаҳо атрибути хоси худро қабул мекунад.

Ҷадвали 1 – Ҷадвали «BD_Obanbor»

Номи Ҷадвал	Номи майдон	Навъи майдон	Қимат
BD_Obanbor	Id	Int	Null
	Data	Int	Null
	Parametrhoi_Obanbor	Int	Null
	Holati_Obanbor	nvarchar(50)	Null
	Voridot	Int	Null
	Talabot	Int	Null
	Qismi_Sanitari	nvarchar(50)	Null

Ҷадвали 2 – Ҷадвали «Voridot»

Номи ҷадвал	Номи майдон	Навъи майдон	Қимат
Voridot	Id	Int	Null
	Data	Int	Null
	Holati_Peshina	nvarchar(50)	Null
	Holati_Hozira	nvarchar(50)	Null
	Miqdori_Obi_Voridoti	nvarchar(50)	Null

Ҷадвали 3 – Ҷадвали «Talabot»

Номи Ҷадвал	Номи майдон	Навъи майдон	Қимат
Talabot	Id	Int	Null
	Talaboti_Poinob	nvarchar(50)	Null
	Holati_Sanitari	nvarchar(50)	Null
	Obi_Guzaroi_Voqei	nvarchar(50)	Null
	Miqdori_Talabot_bo_Ob	nvarchar(50)	Null

Чадвали 4 – Чадвали «Data»

Номи чадвал	Номи майдон	Навъи майдон	Қимат
Data	Id	Int	Null
	Sol	nvarchar(50)	Null
	Moh	nvarchar(50)	Null

Чадвали 5 – Чадвали «Parametrhoi Obanbor»

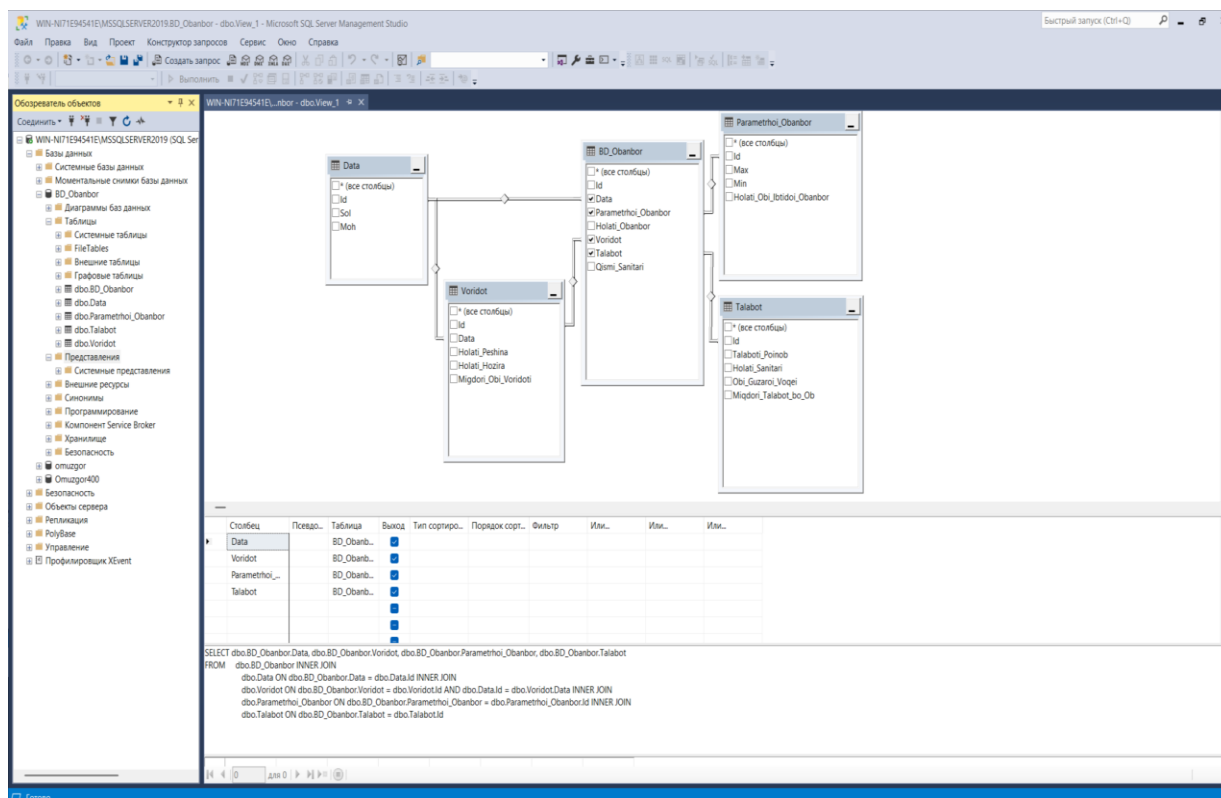
Номи чадвал	Номи майдон	Навъи майдон	Қимат
Parametrhoi_Obanbor	Id	Int	Null
	Max	nvarchar(50)	Null
	Min	nvarchar(50)	Null
	Holati_Obi_Ibtidoi_Obanbor	nvarchar(50)	Null

Базаи додаҳо дар намуди чадвалҳои релятсионӣ барои таҳлил, ҷамъбаст ва ба низом даровардани маълумоти гидрологӣ оид ба хароҷотҳои оби обанбор, барои бахшхое, ки барои минтақаи ирригатсионӣ иқтисодии алоҳида истинод мешаванд, дар шакли умумӣ маълумот дода ва параметрҳои дохили он идора карда мешаванд.

Модели додаҳо

Системаи иттилоотие, ки дар он модели додаҳо таҳия шудааст, ҳадафи он ба таври мукамал танзим ва идоракунии ҳаҷми об дар обанборҳо мебошад. Ин система бо истифода аз муҳити .NET Framework ва системаи идораи базаи додаҳои Microsoft SQL Server Management Studio сохта шуда ба корбар имкон медиҳад, ки додаҳои истифодаи оби обанборро ворид намуда, натиҷаҳои дурустро ба даст орад ва барои робита ва таҳлили маълумот чадвалҳои визуалӣ пешниҳод намояд.

Модели тартибдодаи базаи додаҳои «BD_Obanbor», «Voridot», «Talabot», «Data», «Parametrhoi_Obanbor» - ро ташкил намуда, робита байни додаҳои Чадвалро нишон нишон медиҳад (Расми 2).



Расми 2 – Модели додаҳо

Хулоса

Ҳадафи умумӣ, таҳияи системаи иттилоотӣ барои корбарӣ ва идоракунии ҳаҷми об дар обанборҳо мебошад, ки барои расидан ба ин мақсад, вазифаҳои зерин иҷро шудаанд:

- Ҷамъовариҳои додаҳо оид ба истифодаи об дар обанборҳо ва талаботи идоракунии онҳо;
- Тарҳрезии интерфейси корбарӣ барои осони кори система;
- Таҳия ва амалӣ намудани директориҳои Tables-ҷадвал, Views-дархост ва Diagram-диаграмма оид ба маълумоти захираҳои об бо истифода аз системаи идораи базаи додаҳои MS SQL Server;
- Низом ва баҳодихӣ дар раванди системаи идораи базаи додаҳои ҳавзаҳои дарёҳои байнисарҳадӣ.

Адабиёт

1. Беглов И.Ф., Региональная информационная база водного сектора Центральной Азии – Carewib., Научно-информационный центр МКВК. Республика Узбекистан, 100187, г. Ташкент, м-в Карасу-4, 11.
2. Данилов-Данильян В.И., Хранович И.Л. Управление водными ресурсами. Согласование стратегий водопользования. - М.: Научный мир, 2010. 232с.
3. Мусинов А.С. Идоракунии захираҳои оби дарёҳои байни сарҳадӣ / А.С. Мусинов // Пайёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. 2020. №3. С. 34-39.
4. Мусинов А.С. Истифодаи оқилонаи захираҳои оби энергетикӣ. / А.С. Мусинов, Ш. Давлатбеква, М. А. Тоирова // Маводи конференсияи илмӣ-амалии байналмилалӣ «Нақши технологияҳои иттилоотӣ коммуникатсионӣ дар рушди инноватсионии ҚТ», 17-18 ноябри соли 2017. Донишгоҳи технологияи Тоҷикистон. 2017. С. 132-137.
5. Мусинов А.С. Таксмоти захираҳои об дар ҳавзаҳои дарёҳои байнисарҳадӣ бо истифодабарии моделсозии компютерӣ / А.С. Мусинов // Паёми политехникӣ. Бахши интеллект, инноватсия, инвестиция. 2023. №1(61). С.55-60
6. Мусинов А.С. Ҳисоб ва қоидаҳои идоракунии қатори обанборҳои дарёҳои байнисарҳадӣ / А.С. Мусинов, С.А. Асроров // Пайёми Донишгоҳи технологияи Тоҷикистон. 2022. № 2(49). С.140-147.
7. Мусинов А.С., Моделсозии мувозинати оби ҳавзаҳои дарёҳои байнисарҳадӣ бо истифода аз назарияи графҳо / А.С. Мусинов // Паёми политехникӣ. Бахши интеллект, инноватсия, инвестиция. 2024. №2(66). С.34-39.
8. А.С. Мусинов, А. Ш. Назаров, Ш. А. Амирсоев. Идораи базаи додаҳои MS SQL Server. -Душанбе: ДТТ ба номи ак. М.С. Осимӣ. 2023, 134с.
9. Мусинов А.С., Одинаев Х.А. Развитие механизма согласованного использования водно-энергетических ресурсов трансграничных рек. -Душанбе: «Сино», 2018. 120 с.
10. Наврузов С.Т. Математические модели управления водными ресурсами трансграничных рек (на примере Центральной Азии). - Душанбе, 2010. Дониш, 243с.
11. Хранович И.Л. Управления водными ресурсами. Потокные модели. – М.: Научный мир. 2001. 295с.

Муқарриз: Қайюмов М.М. – н.и.т., мдир шӯъбаи наномаводҳо ва нанотехнологияи Институти физикаю техника ба номи С.У. Умарови АМЭП

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ - СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ - INFORMATION ABOUT AUTHOR

TJ	RU	EN
Мусинов Абдуали Сайвалиевич	Мусинов Абдуали Сайвалиевич	Musinov Abduali Saivaliyevich
номзади илмҳои иқтисодӣ, дотсент	кандидат эконоимических наук, доцент	Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
E-mail: musinovabduali@gmail.com		

УДК: 003.26:004.056.55

ТАКМИЛИ УСУЛИ ВИЖЕНЕР ДАР БАДАЛСОЗИИ ОБЪЕКТҲОИ МАТНӢ

М.Ҳ. Гафуров

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ

Усули бадалсозии Виженер дар асри XVI (дар соли 1553, аввалин маротиба усули мазкур аз тарафи Чованни Баттиста Беллазо дар китоби “La cifra del” оварда шудааст. Блез де Виженер (5.04.1523-19.02.1596) - дипломати франсавӣ, криптограф, тарҷумон ва алхимик мебошад. Ихтирои усули мазкур, ки ҳоло ҳамчун шифри Виженер ном мебаранд, дар асри XIX иштибоҳан ба номи ӯ гузоштаанд) пешниҳод шудааст.

Дар аксари усулҳои бадалсозии объектҳои матнӣ, ки барои ҳифз ва таъмин кардани бехатарии иттилооти дар он буда равона карда шудаанд се нишондод ҳатмии зерин ба инобат гирифта мешаванд:

алифбон бадалсозии объекти матнӣ вобаста ба забони матн сохта ё гирифта шуда (дар аксарияти ҳолатҳо ин алифбон стандартӣ забони матн мебошад), символҳои он пайдарпай рақамгузорӣ карда мешавад;

калиди бадалсозии объекти матнӣ ихтиёрӣ интихоб карда мешавад;

тарз ё усули бадалсозӣ пешниҳод карда мешавад.

Дар мақолаи мазкур такмили усули Виженер мавриди баррасӣ қарор дода шудааст, ки он устувории объекти бадалшударо баланд карда, дар таъмини бехатарӣ ва ҳифзи объекти кушодаи матнӣ аз киберчинояткорон ва аз дастрасии беиҷозати (ғайриқонуӣ) соҳаи сирри давлатӣ ва ҳифзи техникии иттилоот, мусоидат мекунад. Тадбиқи алифбон хусусӣ, васеъкардашуда ва умумӣ бадалсозӣ, тарзи рақамгузорӣ кардани символҳои онҳо ва тарзи интихоби калиди ихтиёрӣ ғирирасон, ки он барои барқарор кардани сохти объекти аввала ҳангоми аксбадалкунии объекти бадалшуда зарур мебошад, мавриди баррасӣ қарор дода шудааст.

Калимаҳои калидӣ: усул, объект, бадалсозӣ, бадалкунӣ, аксбадалкунӣ, элемент, аломат, калид, вариант, устуворӣ, киберчиноят.

МОДЕРНИЗАЦИЯ МЕТОДА ВИЖЕНЕРА ДЛЯ ШИФРОВАНИЯ ТЕКСТОВЫХ ОБЪЕКТОВ

М.Х. Гафуров

Метод шифрования Виженера предложен в XVI веке (в 1553 году этот метод впервые был представлен Джованни Баттистой Беллазо в книге “La cifra del”. Блез де Виженер (5.04.1523-19.02.1596) – французский дипломат, криптограф, переводчик и алхимик. Изобретение этого метода, известного теперь, как шифр Виженера, ошибочно приписали ему в XIX веке).

В большинстве методов шифрования текстовых объектов, направленных на защиту и обеспечение сохранности содержащейся в них информации, учитываются следующие обязательные показатели:

выбирается или создается алфавит шифрования объекта согласно языку тексту (в большинстве случаев это стандартный алфавит языка текста);

символы алфавита шифрования объекта последовательно нумеруются;

произвольно выбирается ключ шифрования объекта;

предлагаются способ или метод шифрования объекта.

В данной статье рассматривается модернизация метода Виженера, которое повышает стабильность зашифрованного объекта, способствует обеспечить безопасность и защиту объекта открытого текста от киберпреступников и от несанкционированного (незаконного) доступа в сфере государственной тайны и технической защиты информации. Обсуждается реализация частного, расширенного и общего алфавитов шифрования, способ нумерации их символов, а также способ выбора произвольного вспомогательного ключа, необходимого для восстановления структуры исходного объекта при расшифровании зашифрованного объекта.

Ключевые слова: метод, объект, шифрования, зашифрования, расшифрования, элемент, символ, ключ, вариант, стабильность, киберпреступность.

MODERNIZATION OF THE VIGENÈRE METHOD FOR ENCRYPTING TEXT OBJECTS

M.Kh. Gafurov

Annotation. The Vigenère cipher method was proposed in the 16th century (in 1553, this method was first presented by Giovanni Battista Bellaso in his book “La cifra del”. Blaise de Vigenère (5.04.1523-19.02.1596) was a French diplomat, cryptographer, translator and alchemist. The invention of this method, now known as the Vigenère cipher, was mistakenly attributed to him in the 19th century).

Most methods of encryption of text objects aimed at protecting and ensuring the safety of the information contained in them take into account the following mandatory indicators:

- the object encryption alphabet is selected or created according to the text language (in most cases, this is the standard alphabet of the text language);

- the symbols of the object encryption alphabet are numbered sequentially;

- the object encryption key is selected arbitrarily;

- a method or method of object encryption is proposed.

This article discusses an upgrade to the Vigenere method that increases the stability of the encrypted object, helps ensure the security and protection of the plaintext object from cybercriminals and from unauthorized (illegal) access in the area of state secrets and technical protection of information. The implementation of private, extended and general encryption alphabets, the method of numbering their symbols, and the method of selecting an arbitrary auxiliary key necessary to restore the structure of the original object when decrypting the encrypted object are discussed.

Keywords: method, object, encryption, decryption, element, symbol, key, variant, stability, cybercrime.

Муқаддима

Дар кори [1] усули классикии бадалсозии объектҳои матнӣ, аз ҷумла усули бадалсозии Виженер оварда шудааст. Дар кори [2] такмили усули Сезар мавриди баррасӣ қарор дода шуда, дар он тарзҳои сохтани алифбон бадалсозӣ (хусусӣ, васеъкардашуда ва умумӣ), тарзҳои интихоби калиди

бадалсозӣ ва тадбиқи усули бадалсозӣ дар матни забони тоҷикӣ нишон дода шудааст. Дар кори [3] усули бадалсозӣ бо истифодаи символҳои забон (матн), ки дар он сохтани маҷмӯи символҳои дар матн буда ва истифода аз онҳо сохтани калиди ихтиёрии бадалсозӣ мавриди баррасӣ қарор гирифтааст. Дар кори [4] бадалсозии объекти кушодаи матнӣ бо истифодаи вариантҳои уникалии маҷмӯи символҳои объекти додашуда ва истифода аз он сохтани калиди бадалсозӣ дида баромада шудааст. Дар кори [5] тадбиқи бадалсозии объекти кушодаи матнӣ бо истифодаи элементҳои матн (калимаҳои решагӣ, пешоянду пасоянд, ҳиҷо, аломатҳои имлоӣ махсус ва рақамҳо), сохтани калиди бадалсозӣ бо истифодаи элементҳои мавриди баррасӣ қарор гирифтааст. Дар кори [6] бадалсозии объекти кушодаи матнӣ бо истифодаи триграммаҳо дар квадрати Полибий ва тадбиқи калиди дукарата оварда шудааст.

Алгоритми ҳалли масъала

Дар ҷараёни бадалсозии объекти матнӣ бо усули Виженер амалҳои тибқи алгоритми зерин ба иҷро расонида шудаанд:

1. Объекти матнии **V** таҳия ё дода мешавад.
2. Алифбои бадалсозӣ вобаста ба забони матнӣ додашуда интихоб карда мешавад. Дар усули Виженер барои бадалсозӣ кардани матнӣ додашуда дар забони англисӣ алифбои стандартӣ латинӣ, ки аз 26 символ иборат мебошад, ҳамчун алифбои бадалсозӣ интихоб гардидааст.
3. Символҳои алифбои бадалсозии интихобгардида пайдарпай рақамгузорӣ карда мешаванд. Мисол, алифбои стандартӣ латинӣ чунин рақамгузорӣ карда шудааст.

1	2	3	4	5	...	22	23	24	25	26
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	...	<i>v</i>	<i>w</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>

4. Калиди бадалсозӣ ихтиёрӣ интихоб карда мешавад, ки он аз пайдарпаии символҳо, калимаҳо ё ибораҳо бошад. Символҳои калид метавонад аз алифбои бадалсозӣ ё ихтиёрӣ бошанд. Дар ҳолати аз алифбои бадалсозӣ набудани (ҳама ё баъзе) символҳои калид онҳо ба алифбои бадалсозӣ ҳамроҳ карда мешаванд.
5. Барои бадалсозӣ кардани объекти матнӣ додашуда ҷадвале месозанд, ки он аз се сатр ва миқдори сутунҳояш ба миқдори символҳои алифбоии объекти додашудаи кушода бо назардошти ҷои холии байни калимаҳо (пробел) баробар мебошад. Аломатҳои символҳои махсуси дар матн буда, ки дар ҷараёни бадалсозии истифода намешаванд дар мавқеъашон дар объекти бадалшуда гузошта мешаванд.
6. Дар ячейкаҳои сатри аввали ҷадвали сохташуда символҳои алифбоии объекти додашударо пайдарпай бо назардошти ҷои холии байни калимаҳо дохил мекунанд. Дар ячейкаҳои сатри дуюм символҳои калиди ихтиёрӣ интихобшударо бо тарзи даврӣ то ячейкаи охир дохил мекунанд.
7. Дар ячейкаҳои сатри сеюми ҷадвал символҳои объекти бадалшудаи (пӯшида) **$B1=P(B)$** , ки тибқи формулаи зерин ҳисоб карда мешаванд, гузошта мешавад:

$$y_i = x_i + k_i(\text{mod } n) \quad (1)$$

1. Аз ячейкаҳои сатри сеюми ҷадвал символҳои объекти бадалшудаи **$B1=P(B)$** -ро пайдарпай хориҷ мекунанд. Бо муқоиса ба объекти додашудаи кушода, аломатҳои символҳои махсусе, ки дар матнӣ кушода омадаанду дар ҷараёни бадалсозии истифода нашудаанд, дар мавқеъашон дар объекти бадалшуда мегузоранд.
2. Барои ба иҷро расонидани аксбадалкунӣ, яъне аз объекти бадалшудаи **$B1=P(B)$** ҳосил кардани объекти аввалии кушодаи **B** , кифоя аст ки символҳои объекти бадалшударо дар ячейкаҳои сатри якуми ҷадвал гузошта, ҳар як симболи объекти кушодаро тибқи формулаи зерин муайян кунанд:

$$x_i = y_i - k_i(\text{mod } n) \quad (2)$$

Ин алгоритми маҷмули бадалсозии объекти матнӣ бо истифодаи усули Виженер мебошад.

Ҳоло баъзе дигаргуниҳоро дар алгоритми ҳалли масъала пешниҳод мекунем, ки он тақмили усули бадалсозии Виженер дар объектҳои матнӣ буда, устувории объекти бадалшударо баланд мекунанд.

Дар банди 2 алгоритми усули мазкур тағйироти зеринро барои интихоби алифбои бадалсозӣ дохил мекунем, ки он ба алифбои хусусӣ, васеъкардашуда ва умумӣ асос меёбад.

Таърифи 1. Маҷмӯи символҳо ва аломатҳое, ки аз объекти додашуда буда дар ҷараёни бадалсозии он истифода мешаванд, алифбои бадалсозии хусусӣ номида мешаванд. Дар ин ҳолат бо истифодаи он (алифбо) бадалсозӣ кардани объекти дигари матнӣ низ имкон дорад.

Таърифи 2. Маҷмӯи символҳо ва аломатҳое, ки на камтар аз ду объекти додашуда буда дар ҷараёни бадалсозии онҳо истифода мешаванд, алифбои бадалсозии васеъкардашуда номида мешаванд. Дар ин ҳолат бо истифодаи он бадалсозии кардани на камтар аз ду объекти матнӣ ҳатмӣ мебошад.

Таърифи 3. Маҷмӯи символҳо ва аломатҳое, ки дар ҷараёни бадалсозии объекти ихтиёрӣ истифода мешаванд, алифбои бадалсозии умумӣ номида мешаванд. Мисол, истифодаи символҳои коди ASCII ё Unicode.

Дар банди 3, дар маҷмӯи сохташаванда символҳои алифбои бадалсозӣ бо тарзи ихтиёрӣ ҷойгузори карда шуда, рақамгузори карда мешаванд (на бо тарзи стандартӣ).

Дар банди 4 пеш аз интихоби калиди ихтиёрӣ бадалсозӣ, калиди ёрирасонро месозем, ки элементҳои он барои барқарор кардани сохти объекти аввала ҳангоми аксбадалкунии объекти бадалшуда зарур мебошад. Калиди ёрирасон чунин сохта мешавад:

- маҷмӯи ёрирасони **M1**-ро месозанд, ки он аз аломатҳои имлоӣ ва махсус, аломати абзатс ва мавқеи ҷои ҳеҷ (ҳангоми зарурат) аз объекти додашудаи кушода мебошад;

- маҷмӯи дигари **M2**-ро аз символҳои дар объект набуда месозанд (мисол, аз символҳои коди ASCII ё Unicode), ки миқдори аъзоҳояш ба миқдори аъзоҳои маҷмӯи ёрирасон баробар аст;

- ҳар як симболи дар маҷмӯи ёрирасони **M1** бударо ба симболи дар маҷмӯи **M2** бо тарзи ихтиёрӣ иваз карда, яке аз варианти калиди ёрирасони **Kⁿ** – ро месозанд.

Ҳалли масъала дар мисолҳо

Тадбиқи тақмили усули бадалсозии Виженерро дар объекти матнии зерин дида мебароем. Бигузор объекти кушодаи матнии **B** дар шакли зерин дода шудааст (рубои аз Умари Хайём):

$$B = \left\{ \begin{array}{l} \text{Гар пораи ноне, ки биёбем ба хорӣ,} \\ \text{Мо хона ба ҷуз кӯчаву бозор надорем.} \\ \text{Эй вой, ба ҳоли сару савдои ғарибӣ,} \\ \text{Ҷуз ишқи Ватан ишқи дигар ёр надорем.} \end{array} \right\} \quad (A)$$

Тибқи талаботи банди 4-и алгоритми ҷараёни бадалсозӣ маҷмӯи ёрирасони **M1**-ро месозем, ки дар он аломатҳои вергул (,), нуқта (.), мавқеи ҷои ҳолӣ (~), абзатс (↵) (мавқеи ҷои ҳеҷ (∅)-ро ҳангоми зарурат) дохил мебошад, яъне

$$M1 = \{ , , \sim , \downarrow , \emptyset \}$$

Пас, вобаста ба миқдори аъзоҳои дар маҷмӯи ёрирасони **M1** буда, маҷмӯи дигари **M2**-ро аз символҳои дар объект набуда месозем. Бигузор он чунин бошад:

$$M2 = \{ \delta , \epsilon , \$, \Psi , \Omega \}$$

Акнун символҳои дар маҷмӯи ёрирасони **M1** бударо ба символҳои дар маҷмӯи **M2** буда бо тарзи ихтиёрӣ иваз карда, яке аз варианти калиди ёрирасони **Kⁿ** – ро ҳосил мекунем, ки он намуди зеринро дорад:

$$K^n = \{ \rightarrow \Psi , \sim \rightarrow \delta , \sim \rightarrow \epsilon , \downarrow \rightarrow \$, \emptyset \rightarrow \Omega \}$$

Бо истифодаи калиди ёрирасони **Kⁿ** объекти кушодаи матнии **B**-ро дар шакли пайдарпаии символҳо (каноникӣ) **Bⁿ** меорем, ки он намуди зеринро мегирад:

$$B^n = \left\{ \begin{array}{l} \text{Гар}\epsilon\text{пораи}\epsilon\text{ноне}\Psi\epsilon\text{ки}\epsilon\text{биёбем}\epsilon\text{ба}\epsilon\text{хорӣ}\Psi\$ \text{Мо}\epsilon\text{хона}\epsilon\text{ба}\epsilon\text{ҷу} \\ \text{з}\epsilon\text{кӯчаву}\epsilon\text{бозор}\epsilon\text{надорем}\delta\$ \text{Эй}\epsilon\text{вой}\Psi\epsilon\text{ба}\epsilon\text{ҳоли}\epsilon\text{сару}\epsilon\text{савдо} \\ \text{и}\epsilon\text{ғарибӣ}\Psi\$ \text{Ҷуз}\epsilon\text{ишқи}\epsilon\text{Ватан}\epsilon\text{ишқи}\epsilon\text{дигар}\epsilon\text{ёр}\epsilon\text{надорем}\delta \end{array} \right\}$$

Тибқи талаботи банди 2 алгоритми ҷараёни бадалсозӣ, маҷмӯи символҳоеро аз объекти кушодаи дар шакли **Bⁿ** овардашуда месозем, ки он ба ҳайси алифбои хусусии бадалсозӣ истифода мешавад. Онро бо **M** ишора ва символҳояшро пайдарпай рақамгузори карда ҳосил мекунем:

$$M = \left\{ \begin{array}{l} \text{г, а, р, } \epsilon , \text{ п, о, и, н, е, } \Psi , \text{ к, б, ё, м, х, й, } \$, \\ \text{ч, у, з, } \tilde{y} , \text{ ч, в, д, } \delta , \text{ э, й, х, л, с, ф, ш, қ, т } \end{array} \right\}$$

Ҷадвали 1 - символҳои алифбои хусусии бадалсозии рақамгузори шуда

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
г	а	р	ε	п	о	и	н	е	Ψ	к	б	ё	м	х	й	\$
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
ч	у	з	ŷ	ч	в	д	δ	э	й	х	л	с	ф	ш	қ	т

Дар ҷадвали 1 яке аз вариантҳои алифбои уникалии символҳояш рақамикардашудаи бадалсозии объекти додашуда оварда шудааст. Агар ҳамаи вариантҳои алифбои символҳояш рақамикардашудаи бадалсозии объекти додашударо ҳисоб кунем он ба **34!** $\approx 2,95e+38$ баробар мебошанд, ки тибқи нишондоди дар кори [4] оварда шуда $\approx 36,79\%$ онро вариантҳои уникалии алифбои бадалсозӣ ташкил медиҳанд.

Акнун тибқи нишондоди банди 4 алгоритми ҷараёни бадалсозӣ калиди ихтиёрии бадалсозӣ интихоб карда мешавад, ки он пинҳон нигоҳ дошта мешавад. Бигузори он “**муҳочир**” бошад. Аз калиди ихтиёрии бадалсозӣ интихоб карда бармеояд, ки ҳамаи символҳои он аз алифбои бадалсозии сохташуда мебошанд.

Тибқи талаботи бандҳои 5 ва 6 алгоритми ҷараёни бадалсозӣ ҷадвале месозем, ки он аз се сатр ва микдори сутунҳояш ба микдори символҳои дар объекти **B^h** овардашуда баробар мебошад. Дар ячейкаҳои сатри аввали ҷадвал символҳои объекти додашударо пайдарпай дохил мекунем. Дар ячейкаҳои сатри дуюми он символҳои калиди ихтиёрӣ интихобшударо бо тарзи даврӣ то ячейкаи охири ин сатр дохил мекунем. Барои муайян кардани символҳои объекти бадалшудаи **B1=P(B^h)**, ки дар ячейкаҳои сатри сеюми ҷадвал дохил карда мешаванд, аз формулаи (1) ва аз варианти рақамҳои символҳои дар ҷадвали 1 оварда истифода мекунем. Пас аз ба охир расонидани ҷараёни ҳисобкуниҳо ҳосил мекунем:

Ҷадвали 2 – ҷараёни бадалсозии объекти матнӣ (муайянсозии символҳои объекти бадалшуда)

Г	а	р	ғ	п	о	р	а	и	ғ	н	о	н	е	Ҷ	ғ	к	и	ғ	б	и	ё	б	е	м	ғ	б	а	ғ	х
м	у	ҳ	о	ҷ	и	р	м	у	ҳ	о	ҷ	и	р	м	у	ҳ	о	ҷ	и	р	м	у	ҳ	о	ҷ	и	р	м	у
х	ӯ	ғ	Ҷ	в	ё	о	й	э	ш	м	д	х	б	д	в	п	ё	ч	у	Ҷ	й	ғ	р	з	ч	у	п	ч	т

Давоми ҷадвали 2

о	р	й	Ҷ	\$	М	о	ғ	х	о	н	а	ғ	б	а	ғ	ч	у	з	ғ	к	ӯ	ч	а	в	у	ғ	б	о	з
ҳ	о	ҷ	и	р	м	у	ҳ	о	ҷ	и	р	м	у	ҳ	о	ҷ	и	р	м	у	ҳ	о	ҷ	и	р	м	у	ҳ	о
т	е	т	\$	з	ҳ	δ	ш	ӯ	д	х	п	ҷ	ғ	с	Ҷ	а	ӯ	в	ҷ	с	х	ҳ	з	с	ч	ҷ	ғ	т	э

Давоми ҷадвали пешина

о	р	ғ	н	а	д	о	р	е	м	δ	\$	Э	й	ғ	в	о	й	Ҷ	ғ	б	а	ғ	х	о	л	и	ғ	с	а
ҷ	и	р	м	у	ҳ	о	ҷ	и	р	м	у	ҳ	о	ҷ	и	р	м	у	ҳ	о	ҷ	и	р	м	у	ҳ	о	ҷ	и
д	Ҷ	и	ч	ӯ	ҷ	б	ӯ	й	\$	п	а	з	қ	ч	с	е	и	л	ш	ҷ	з	к	ғ	з	м	ғ	Ҷ	м	е

Давоми ҷадвали пешина

р	у	ғ	с	а	в	д	о	и	ғ	ғ	а	р	и	б	й	Ҷ	\$	Ҷ	у	з	ғ	и	ш	қ	и	ғ	В	а	т
р	м	у	ҳ	о	ҷ	и	р	м	у	ҳ	о	ҷ	и	р	м	у	ҳ	о	ҷ	и	р	м	у	ҳ	о	ҷ	и	р	м
о	қ	в	д	н	и	ғ	е	ӯ	в	δ	н	ӯ	м	х	с	л	к	д	р	й	и	ӯ	\$	й	ё	ч	с	п	м

Давоми ҷадвали пешина

а	н	ғ	и	ш	қ	и	ғ	д	и	ғ	а	р	ғ	ё	р	ғ	н	а	д	о	р	е	м	δ					
у	ҳ	о	ҷ	и	р	м	у	ҳ	о	ҷ	и	р	м	у	ҳ	о	ҷ	и	р	м	у	ҳ	о	ҷ					
ӯ	а	Ҷ	δ	п	а	ӯ	в	ҷ	ё	у	е	о	ҷ	ш	ғ	Ҷ	э	е	й	з	ч	р	з	е					

Аз ячейкаҳои сатри сеюми ҷадвали 2 символҳои объекти бадалшударо хориҷ карда, онро ҳосил мекунем, ки намуди зеринро дорад:

$$P(B^h) = \begin{pmatrix} хӯғҶвёойэшмдхбдвпёчуҶйғрзчупчтттет$зҳδшӯдхпҷғсҶаӯ \\ вҷсхҳзсчҷғтэдҶичӯҷбӯй$пзққсҶеилшҷзқғзмғҶмеоқвднғ \\ еӯвδнӯмхслқдрйиӯҶйёчспмӯаҶдпаӯвҷёуеочшғҶэейзчрзе \end{pmatrix} \quad (3)$$

Барои ба иҷро расонидани аксбадалкунӣ, яъне аз объекти бадалшудаи **B1 = P(B^h)** ҳосил кардани объекти аввалаи кушодаи **B**, дар ячейкаҳои сатри якуми ҷадвал символҳои объекти бадалшударо пайдарпай мегузоранд. Дар ячейкаҳои сатри дуюми ҷадвал символҳои калиди бадалсозиро бо тарзи даврӣ то ячейкаи охири ин сатр дохил мекунанд. Пас, ҳар як симболи объекти кушодаро, ки дар сатри сеюм гузошта мешавад тибқи формулаи (2) бо истифодаи ҷадвали 1-и рақамгузоришудаи символҳои алифбои бадалсозӣ муайян мекунанд. Аз сатри сеюми ҷадвал символҳои муайян шударо пайдарпай хориҷ мекунанд, ки он шакли **B^h** –и объекти кушодаи **B** мебошад ва дар охир аз калиди ёрирасони **K^h** истифода карда, объекти **B^h** –ро ба объекти аввалаи кушодаи **B** меоранд.

Хулоса

Дар натиҷаи истифодаи вариантҳои алифбои унікалии символҳои рақамикардашуда бадалсозии объектӣ додашуда, он мусоидат мекунад, ки қулфшиканҳо (киберҷинояткорон) аз истифодаи муайянсозии рақамҳои символҳо бенасиб гарданд. Эҳтимолияти муайянсозии рақамҳои символҳои варианти интихобгардидаи алифбои бадалсозӣ дар мисоли овардашуда ба **1/34! ≈ 3,39e-39** мебошад.

Муқаррир: Қосимов А.А. – д.и.т., дотсенти ДЛҶТ ба номи ақадемик М.С. Осимӣ.

Адабиёт

1. Фомичев В.М. Симметричные криптосистемы. – М., 1995.
2. Гафуров М.Х. Модернизация метода Цезаря при шифровании объекта. / М.Х. Гафуров // В сборнике: Использование современных цифровых технологий в деятельности образовательных организаций силовых ведомств. Актуальные проблемы и тенденции развития. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией А.С. Ханахмедова. 2019. С. 57-64.
3. Гафуров М.Х. Шифрование текстового объекта при использовании языковых символов (на тадж. яз.) / М.Х. Гафуров // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2020. № 4 (52). С.31-35.
4. Гафуров М.Х. Об одном способе разработки уникальных вариантов алфавита шифрования./М.Х. Гафуров, А.А.Косимов, А.Абдукарим// Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2022. №1 (57). С.47-50.
5. Гафуров М.Х. Об одном способе шифрования объекта с использованием элементов языка. / М.Х. Гафуров // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2023. №2 (62). С.22-29.
6. Gafurov M.Kh. Application of trigrams in encryption of objects using the Polybius square and a double key. / M.Kh. Gafurov // Bulletin of the Tajik National University. Series of natural sciences. 2024. №3. С.28-31. doi.org/10.62965/tnu.sns.2024.3.16

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ - СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ – INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

TJ	RU	EN
Гафуров Миршафи Ҳамитович	Гафуров Миршафи Ҳамитович	Gafurov Mirshafi Khamitovich
Номзади илмҳои техникаӣ, дотсент	Кандидат технических наук, доцент	Candidate of technical sciences, associate professor
Донишгоҳи техникаи Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik technical university named after academician M.S.Osimi
E-mail: mirugaf56@gmail.com		

УДК: 681.518.2

ТАҲЛИЛИ МАЪЛУМОТИ РАВАНДИ ТАЪЛИМ ДАР АСОСИ ЗАХИРАҲОИ НИЗОМИ МАРКАЗИ ТЕСТИИ ДОНИШГОҲ

¹Р.С. Яздонкулов, ²Д.С. Нарзиева

¹Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

²МДТ Донишгоҳи Давлатии Хучанд ба номи академик Б. Ғафуров

Дар мақола таърифи Маркази тестӣ дар Донишгоҳ ва раванди таҳлили маълумот, вазифаҳо, усулҳо ва барномаҳо оварда шудаанд. Инчунин, марҳилаҳои тарҳрезии системаи таҳлили маълумот, омор, визуализатсияи маълумот аз Маркази тестии донишгоҳи Техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ пешниҳод карда мешаванд.

Калидвожаҳо: маркази тестӣ, моделҳои компютерӣ, системаҳои иттилоотӣ, марҳилаҳои таҳрезӣ, таҳлили маълумот, топологияи шабака, методологияи IDEF0, донишгоҳ.

АНАЛИЗ ДАННЫХ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ НА ОСНОВЕ РЕСУРСОВ ЦЕНТРА ТЕСТИРОВАНИЯ ВУЗ-а

Р.С. Яздонкулов, Д.С. Нарзиева

В статье даны определения Центра тестирования в ВУЗ-е и процесс анализа данных, описаны задачи, методы и приложения. А также, представлены этапы проектирования системы анализа данных, статистики, визуализация данных Центра тестирования Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими.

Ключевые слова: центр тестирования, компьютерные модели, информационные системы, этапы проектирования, анализ данных, топология сети, методология IDEF0, ВУЗ.

DATA ANALYSIS IN THE EDUCATIONAL PROCESS BASED ON THE RESOURCES OF THE UNIVERSITY TESTING CENTER

R.S. Yazdonqulov, D.S. Narzieva

The article provides definitions of the Testing Center in the University and the data analysis process, describes the tasks, methods and applications. Also, the stages of designing the data analysis system, statistics, data visualization of the Testing Center of the Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi are presented.

Keywords: testing center, computer models, information systems, design stages, data analysis, network topology, IDEF0 methodology, university.

Муқаддима

Дар айни замон, миқдори маълумоти дар база нигоҳдошташуда бо суръати баланд меафзояд. Ин имконият ниёз ба усулҳо ва усулҳои навро ба вуҷуд меорад, ки ба таври худкор ва оқилона таҳлил кардани маҷмӯи бузурги маълумот барои ҷамъоварии иттилоотии муфид дар раванди таълим кӯмак мерасонанд. Натиҷаҳои дар асоси усулҳои коркарди маълумот ба даст овардашуда соҳаҳои нави тадқиқотро ҳам "Зеҳни сунъӣ" ва ҳам "Омӯзиши мошинӣ" ба вуҷуд меоранд [1].

Ҳавасмандии асосӣ дар таҳқиқот ба даст овардани усули беҳтарини истихроҷи иттилооти муфид аз миқдори зиёди маълумот дар системаи иттилоотии Маркази тестии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ (МТ-ДТТ) мебошад. Мақсади асосии тадқиқот, ба даст овардани модели оптималии пешгӯии дастовардҳои донишҷӯён, пешниҳод кардани донишҷӯён аз истифодаи захираҳои таълимӣ дар асоси истифодаи захираҳо аз ҷониби донишҷӯёни дигар дар гурӯҳҳои худ мебошад. Ба омӯзгорон имкон додан лозим аст, ки барномаҳои таълимии худро самараноктар таҳия кунанд ва барои баланд бардоштани сатҳи таҳлили донишҷӯён маълумот пешниҳод кунанд [2].

Усулҳои таҳлили маълумот. Таҳлили маълумот ин раванди коркарди маълумот аз нуқтаи назари гуногун ва ҷамъбасти натиҷаҳо ҳамчун иттилооти муфид мебошад. Дар натиҷа, раванди ғайриоддӣ муайян кардани маълумоти воқеӣ, мувофиқ, эҳтимолан муфид муайян карда мешавад ва дар натиҷаи ниҳой қонуниятҳои фаҳмо барои ба даст овардани "дониш" - и нав мусоидат мекунад.

Раванди таҳлили маълумот усулҳои омӯзиши мошинӣ, омор ва усулҳои визуализатсияро барои ошкор ва муаррифии дониш ба шакли осон ва фаҳмо истифода мебарад.

Истилоҳи "дониш" дар МТ-ДТТ ба кашфи намунаҳои ишора мекунад, ки аз маълумоти коркардшуда гирифта мешаванд ва маҷмӯи омилҳоро дар зергурӯҳи маълумот тавсиф мекунад. Марҳилаҳои асосии ба даст овардани "дониш" дар раванди таҳлили маълумот ва пешгӯӣ аз вазифаҳои зерин иборат аст [3]:

1. Таъмини фаҳмиши соҳаи татбиқ, ҳадафҳои система ва истифодабарандагони он, инчунин таҷрибаи қаблӣ ва дониши қаблӣ. Дар ин тадқиқот сухан дар бораи раванди санҷиши дониши боқимондаи донишҷӯён дар раванди таълим меравад.
2. Интиҳоби маҷмӯи додаҳо ё ҷалб кардан ба зермаҷмӯи тағирёбандаҳо ё намунаҳои додаҳо, ки дар онҳо таҳлил ва пешгӯии додаҳо анҷом дода мешавад.
3. Коркарди пешаки ва тозакунии додаҳо, аз байн бурдани маълумоти нолозим, ҷамъоварии иттилооти зарурӣ барои амсиласозӣ, интиҳоби усулҳои коркарди майдонҳои гумшудаи додаҳо, бо назардошти маълумот дар бораи пайдарпайии вақт ва тағирот.

4. Лоиҳаи маълумот, дарёфти хусусиятҳои мувофиқ барои муаррифии додаҳо, бо истифода аз усулҳои коҳиши андозагирӣ ё табдилдиҳӣ барои кам кардани шумораи омилҳо барои дарёфти муаррифии оптималии додаҳо.

5. Интиҳоби вазифаи таҳлили додаҳо вобаста ба ҳадафи кластеризатсияи МТ-ДТТ, гурӯҳбандӣ, бақайдгирӣ ва ғайра.

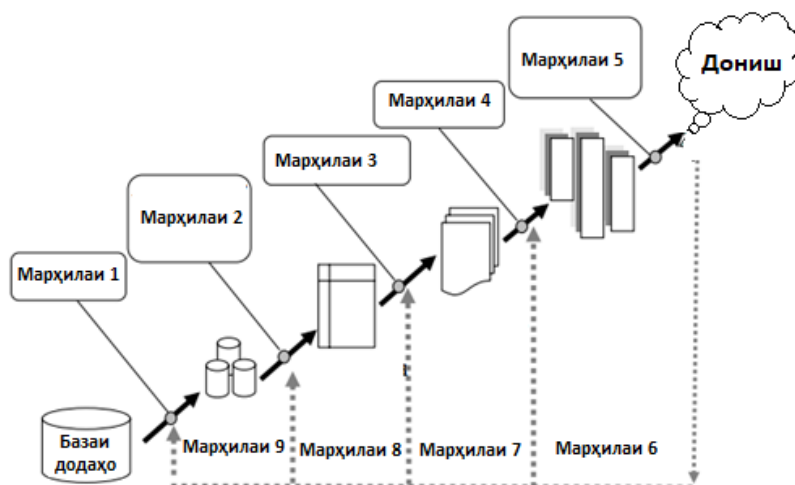
6. Интиҳоби усулҳо ва алгоритмҳои ҳустуҷӯи омилҳо ва намунаҳо дар додаҳо.

7. Гирифтани «дониш»-и дахлдор ва саривақтӣ тавассути ҳустуҷӯи омилҳо ва намунаҳои таваҷҷӯҳ.

8. Баҳодиҳӣ ва ё тафсири омилҳо ва намунаҳои бадастомада бо бозгашти эҳтимоли ба ҳама гуна марҳилаҳои қаблӣ.

9. Истифодаи донишҳои гирифташуда барои баланд бардоштани сифати системаи иттилоотии идоракунии донишгоҳ.

Дар расми 1 алгоритме оварда шудааст, ки тамоми вазифаҳои МТ-ДТТ ва раванди истихроҷи додаҳоро тавсиф мекунад.



Расми 1 – Марҳилаҳои таҳлили маълумот ва гирифтани «дониш»

Ҳадафи истихроҷи маълумот ҳам пешгӯӣ ва ҳам тавсиф аст. Пешгӯии арзишҳои номаълум ва ё ояндаи хосиятҳои таваҷҷӯхпазир бо истифода аз хусусиятҳои дигар дар пойгоҳи додаҳо, ҳангоми тавсифи маълумот ба тарзе, ки барои иштирокчиёни раванд фаҳмо ва тафсиршаванда бошад. Масалан, пешгӯии баҳои ниҳоии донишҷӯён аз рӯи натиҷаҳои семестр ё пешгӯии қойгиркунии қойҳои корӣ ҳамчун вазифаи саволномаҳо ва арзёбии донишҷӯён намунаҳои мушкilot бо нияти пешгӯишаванда дар истихроҷи додаҳо мебошанд [4].

Тавсифи гурӯҳҳои гуногуни омилҳое, ки дар намунаи додаҳо пайдо мешаванд, намунаи ҳадафи тавсифӣ барои вазифаи истихроҷи додаҳо мебошад. Аҳамияти нисбии тавсиф ва пешгӯӣ метавонад аз рӯи барномаҳо фарқ кунад. Ин ду ҳадафро тавассути ҳама гуна як қатор вазифаҳои истихроҷи додаҳо ба даст овардан мумкин аст, аз ҷумла: таснифот, регрессия, муайян кардани тамоюлҳо, кластерсозӣ, вобастагии умумӣ, амсиласозии вобастагӣ [5-6].

Дар зер вазифаҳои умумӣ мавҷуданд, ки ба ҳадафҳои таҳлили пешгӯии маълумот хидмат мекунанд:

1. Таснифот – барои тасниф кардани унсурҳо ба якчанд синфҳои пешакӣ муайяншуда бо назардошти маҷмӯи намунаҳои таълимӣ, ин навъи масъаларо метавон барои дарёфти амсилаи хосиятҳои синф ҳамчун функцияи арзишҳои хосиятҳои дигар тарҳрезӣ кард.

2. Регрессия – пешгӯии арзиши як тағирёбандаи доимии додашуда дар асоси арзишҳои тағирёбандаҳои дигар бо назардошти модели хаттӣ ё ғайрихаттӣ вобастагӣ, ки дар соҳаҳои омор ва шабакаҳои нейронӣ омӯхта мешаванд.

3. Муайян кардани тамоюлҳо – муайян кардани тағйироти назаррас дар маълумот дар муқоиса бо арзишҳои қаблан андозашаванда ва танзим дар берун аз маълумот, ба монанди маҳдудиятҳо ё қолабҳои пешакӣ, барои ошкор кардани тамоюлҳои истифода мешаванд.

4. Кластеризатсия – муайян кардани маҷмӯи категорияҳо ё кластерҳое, ки маълумотро тавсиф мекунанд.

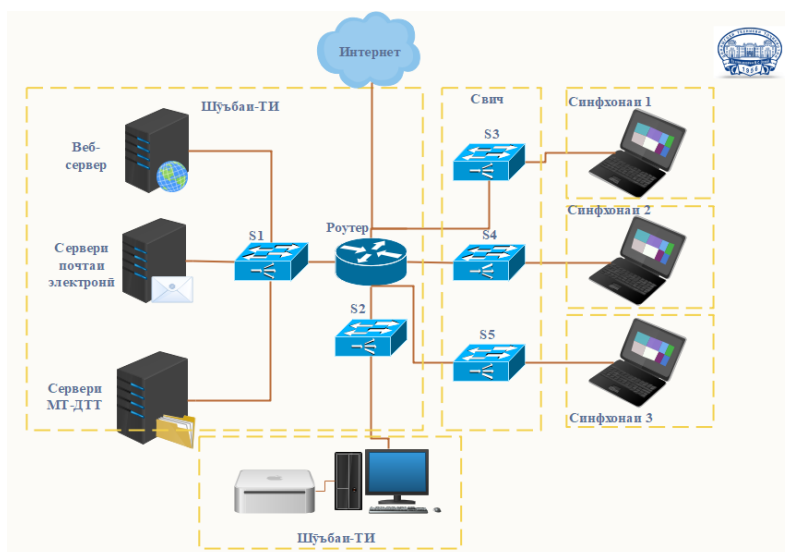
5. Вобастагии умумӣ – барои ҳустуҷӯи тавсифи мухтасар барои зербахши маълумот. Тасдиқи тамоюлҳои миёна ва стандартӣ барои ҳама соҳаҳо, инчунин насли гузоришҳо ва таҳлили интерактивӣ.

6. Амсиласозии вобаста – ҷустуҷӯи як модел, ки вобастагии назаррасро дар байни тағирёбандаҳо тавсиф мекунад, шабакаи шарикӣ истифода мебарад, то сатҳи сохтори модел ва эҳтимолиятро аз сатҳи миқдорино нишон диҳад.

Вазифаҳои МТ-ДТТ аз инҳо иборат мебошанд:

- муҳайё кардани шароит барои ба пойгоҳи тестӣ ворид кардани маҷмӯи саволҳо, ки аз ҷониби омӯзгорон вобаста ба ҳар як фанни таълимӣ омода гардидаанд аз рӯи ихтисосҳо таъмин менамоянд;
- дар асоси пешниҳоди кафедраҳо муайянсозии андозаҳои коркард ва татбиқи тестҳоро таъмин менамоянд;
- ба донишҷӯён оид ба тартиби супоридани имтиҳонҳои тестӣ дар якҷоягӣ бо дигар сохторҳои раёсати таълим Нишондодҳои меъёрии мухтасар таҳия менамоянд;
- хусусиятҳои асосӣ ва ҳуқуқҳои истифодабарандагони синфхонаи компютери муайян менамоянд;
- таҳияи ҷадвалҳои имтиҳонҳои тестӣ бо деканатҳо (СФ, имтиҳонҳои ниҳой ва триместр);
- ташкил ва гузаронидани имтиҳонҳои ниҳой ва супоридани фарқиятҳо (ҳангоми интиқолу барқарор);
- таҳия ва ҷорӣ намудани низоми муосир ва ташкили механизмҳои нави имтиҳонҳо;
- дар ҳамкорӣ бо кафедраҳои донишгоҳ таъмини манбаи тестҳо, маълумотҳо ва маводҳои санҷишӣ;
- риоя намудани талаботҳои ҳангоми супоридани имтиҳонот;
- ташкили шаклҳои нави имтиҳони марҳилавӣ ва ҷамъбасти;
- ташкил ва ба роҳ мондани апеллятсия;
- таҳлили натиҷаи имтиҳонҳои марҳилавӣ ва ниҳой;
- фароҳам овардани шароити ташкили кор барои омӯзгорон оид ба таъмини коркарди маҷмӯи тесту масъалаҳо;
- таъмин намудани сифати маводҳои имтиҳонотӣ дар якҷоягӣ бо ҳайати профессорон ва омӯзгорони кафедраҳои Донишгоҳ;
- таҳия ва пешниҳод намудани шаклҳои гуногуни қабули имтиҳонҳо;
- таъмини шароитҳои шаффоф барои амалӣ гардонидани санҷишҳои марҳилавӣ ва имтиҳонҳои ниҳой дар Донишгоҳ.

Тақсими маълумот дар МТ-ДТТ. Маводҳои имтиҳонӣ дар МТ-ДТТ аз саволҳои оддии тестӣ бо як ё якчанд ҷавобҳои дуруст ба супоришҳои хонагии инфиродӣ фарқ мекунад. Дар асоси таҳияи зерсистемаҳои нармафзор, мо китобхонаҳои васеи захираҳоро дар ҳама ҷаҳон ба даст овардем. Бо муттаҳид кардани ин захираҳо, МТ-ДТТ як китобхонаи рақамии тақсимшудаи дохилиро бо механизмҳои нигоҳдорӣ ва коркарди минбаъдаи ин маълумот эҷод мекунад. Ҳар як иштирокчи дар МТ-ДТТ метавонад аз интерфейси шахсии худ кор кунад. МТ-ДТТ ба гурӯҳҳои иштирокчиён (факултетҳо, кафедраҳо) имкон медиҳад, ки захираҳои имтиҳонии худро ба сервери умумӣ пайваст кунанд ва ба ин васила платформаи бархат барои маводи таълимӣ эҷод кунанд. Дар дохили системаи иттилоотӣ ҳама захираҳо пеш аз ҳама бо суроғаи IP-и онҳо муайян карда мешаванд.



Расми 2 – Сохтори мантиқии МТ-ДТТ – топологияи СИ

МТ-ДТТ ба муаллимон имкон медиҳад, ки ин маводи таълимиро дар якҷанд сатҳ муттаҳид ва ташкил кунанд. Масалан, омӯзгори кафедраи таъмини барқ метавонад маводи имтиҳон ҷамъоварӣ намуда, барои тасдиқ ба мудирӣ кафедра ирсол намояд, дар силсилаи минбаъда аз кафедра маводҳо ба шӯрои методии факултет фиристода мешаванд ва дар охир бо гирифтани баҳои мусбӣ

ҳамаи маводҳо аз тарафи омӯзгор ба системаи идоракунии Донишгоҳ ворид карда мешаванд. Дар натиҷа, ҳамаи маводҳои пешниҳодшуда дар навбати худ метавонанд ба маҷмӯи пурраи барномаи таълимӣ оид ба ихтисоси муайян муттаҳид карда шаванд.

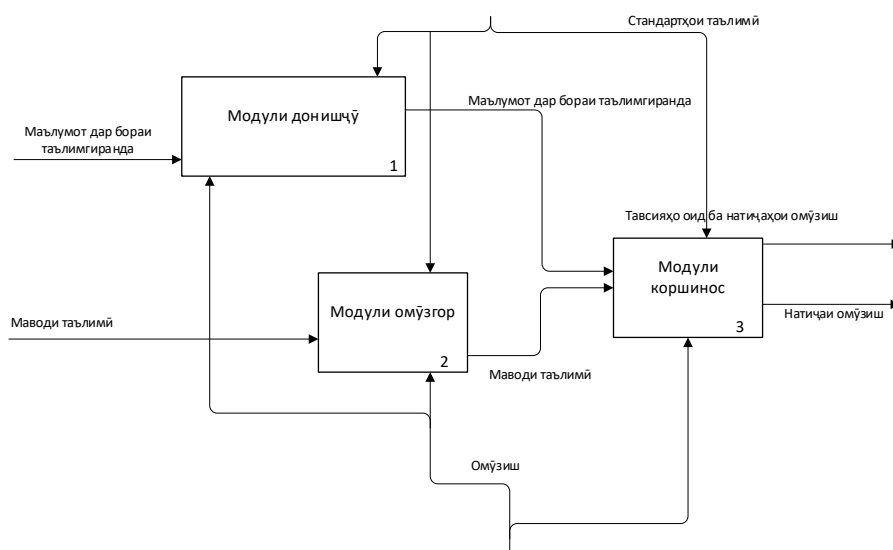
Архитектураи асосии МТ-ДТТ. Методологияҳои муносири тарҳрезӣ ва таҳияи меъморӣ системаҳои иттилоотӣ ба он нигаронида шудаанд, ки системаҳои таълимӣ «интеллектуалӣ» шаванд. Таҳаввулоти тарроҳӣ таҳқиқоти бештари назоратшавандаро дар ҷаҳор самти зеҳн талаб мекунад: коршиносии МТ-ДТТ, модули донишҷӯӣ, модули омӯзгор ва интерфейс.

1. Дониши соҳаи мавзӯӣ бояд аз ҷониби компютер ба қадри кофӣ фаҳмида шавад, то модели коршинос ҳулоса барорад ё мушкилотро дар соҳаи мавзӯӣ ҳал кунад, захираҳо пеш аз ҳама бо суроғаи IP-и худ муайян карда мешаванд.
2. Система бояд қодир бошад, ки ин дониши донишҷӯёнро ба даст орад.
3. Муаллим бояд ба дараҷае зеҳнӣ бошад, ки фарқияти байни натиҷаҳои коршинос ва донишҷӯро коҳиш диҳад.
4. Интерфейс бояд зеҳн дошта бошад, то роҳи самаранокӣ пешниҳоди маълумотро ба донишҷӯ муайян кунад.

Модули донишҷӯ маълумотро дар бораи ҳар як донишҷӯ нигоҳ медорад. Масалан, модули пайгирӣ мекунад, ки донишҷӯ бо маводи пешниҳодшуда то чӣ андоза хуб кор мекунад ё ҷавобҳои нодурустро сабт мекунад, ки метавонанд иштибоҳҳои нишон диҳанд. Азбаски ҳадафи модулҳои донишҷӯ пешниҳоди маълумот барои таҳлил дар модули омӯзгори система мебошад. Тамоми маълумоти ҷамъоваришуда бояд барои истифодаи омӯзгор дастрас бошад.

Модули омӯзгор модели раванди таълимро таъмин мекунад. Масалан, маълумот дар бораи кай баррасӣ кардан, кай пешниҳоди мавзӯи нав ва қадом мавзӯро пешниҳод кардан аз ҷониби ин модул назорат карда мешавад. Тавре ки қаблан зикр гардид, модули донишҷӯ ҳамчун вуруди ин модул истифода мешавад, зеро ҳар як қарори муаллим омилҳо ва нишондиҳандаҳои гуногуни ҳар як донишҷӯро инъикос мекунад.

Модули коршинос дорои дониши соҳаи фаннӣ мебошад, яъне маълумоте, ки ба донишҷӯ таълим дода мешавад. Аммо, ин на танҳо пешниҳоди маълумот аст. Модул имконият медиҳад, ки дониш ва малакаҳои донишҷӯёнро дар соҳаи муайян сари вақт таҳлил кунад, маълумоти визуализатсияшударо дар бораи дархости додашуда пешниҳод кунад. Бо истифода аз модули коршинос, муаллим метавонад қарори донишҷӯро бо қарори коршинос муқоиса кунад, дар ҳоле ки рейтингӣ ӯ ва инчунин омилҳои пайдоиши мушкилоти омӯзиши маводро ошкор кунад. Ин модул дорои маълумотест, ки муаллим барои ҳар як гурӯҳи донишҷӯён аз рӯи фанни додашуда аз нав менависад. Одатан, ин ҷанбаи МТ-ДТТ таҳлили назарраси маълумот ва гирифтани "дониш" - и саривақтиро барои пешниҳоди мавод талаб мекунад, то қисмҳои дигари омӯзгорон ба он дастрасӣ пайдо кунанд.



Расми 3 – Архитектураи базавии МТ-ДТТ

Модули интерфейс ҳамкорӣ бо донишҷӯ, аз ҷумла муколама ва захираҳои интерактивиро идора мекунад. Масалан, ин модул муайян мекунад, ки чӣ гуна мавод бояд ба донишҷӯ ба таври таъсирбахш пешниҳод карда шавад.

Ин чор ҷузъи модули донишҷӯ, модули омӯзгор, модули коршинос ва интерфейс барои пешниҳоди раванди инфиродии таълим, ба монанди омӯзиши як фан, омӯзиши якҷанд фанҳо дар як модули ихтисос, омӯзиши як қатор фанҳо дар блоки гуманитарӣ, бисёр фанҳо дар блоки махсуси фанҳо. Аммо самт ё сохтори ҳар яке аз ин модулҳо аз рӯи шакл фарқ мекунад [7].

Ҳулоса

Ин таҳқиқот усулҳои ба даст овардани маълумотро барои ба даст овардани донишҳои муфид ва ҷолиб аз маҷмӯи маълумотҳои калони донишҷӯён бо истифода аз захираҳои таълимии МТ-ДТТ баррасӣ мекунад.

Ҳадаф таҳияи усулҳое мебошад, ки маълумотеро пешниҳод мекунанд, ки омӯзгорон метавонанд барои баланд бардоштани сатҳи таълими донишҷӯён ба таври муфид татбиқ кунанд. Дар чараёни гузаронидани чорабиниҳои имтихонӣ ошкор кардани аномалияҳо дар вазифаҳои супоришҳои имтихонӣ, инчунин тарҳрезии самараноки барномаҳои таълимӣ, ки донишҷӯён саривақт истифода мебаранд. Дар мақола шарҳи системаи МТ-ДТТ, модели компютерӣ оварда шудааст, ки дар таҳқиқоти минбаъда барои таҳлил ва пешгуи маълумот истифода мешавад. Инчунин, муқаддимаи мухтасар ба модели мантиқӣ ва сохтори МТ-ДТТ дар нармафзори таълимӣ пешниҳод карда мешавад. Дар марҳилаҳои минбаъдаи тадқиқот зарурати таҳлили усулҳои таҳлили маълумот пайдо мешавад, ки метавонанд барои пешгуи дониши боқимондаи донишҷӯён истифода шаванд.

Муқарриз: Алиқулов Я.Р. – н.и.и., мудири қабедраи система ва технологияҳои иттилоотии Донишгоҳи технологияи Тоҷикистон.

Адабиёт

1. Назарзода Р.С. Централизованные вступительные экзамены как средство оценивания качества образования (на примере системы общего среднего образования Республики Таджикистан) : дис. – Худжандский государственный университет имени академика Бабаджана Гафурова, 2021.
2. Худойбердиев Х.А., Яздонкулов Р.С. Оиди мушкилоти пешгуи муваффақияти донишҷӯён дар донишгоҳҳои техникӣ. Маводҳои конференсияи ҷумҳуриявии илмию амалӣ дар мавзӯи «Масъалаҳои мубрами технологияҳои иттилоотии иртиботӣ ва таъмини амнияти он». Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, 11-уми март соли 2025, сах. 55-58.
3. Худойбердиев, Х. А. Усулҳои тарҳрезии ва балонхагирии раванди идораи кормандон дар МТОК / Х. А. Худойбердиев, Д. С. Нарзиева // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2023. – №. 4(64). – Р. 55-59. – EDN TGCPKL.
4. Степанов Р. Г. Технология Data Mining: интеллектуальный анализ данных //Казанский Государственный Университет им. В.И. Ульянова-Ленина. – 2008.
5. Петрова М.В., Ануфриева Д.А. Исследование возможностей методов интеллектуального анализа данных при моделировании образовательного процесса в вузе //Вестник Чувашского университета. – 2013. – №. 3. – С. 280-285.
6. Попова Н.А., Егорова Е.С. Интеллектуальный анализ образовательных данных для прогноза успеваемости студентов вуза //Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2023. – №. 2 (112). – С. 18-29.
7. Солиев, П. А. Об опытах разработки информационной системы управления вузом / П. А. Солиев, Х. А. Худойбердиев // Роль информационно-коммуникационных технологий в инновационном развитии Республики Таджикистан. Материалы международной научно-практической конференции, Душанбе, Таджикистан, 17–18 ноября 2017 года. – Душанбе, Таджикистан: ЗАО "Бахманруд", 2017. – С. 161-167. – EDN PGDUCB.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН - СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ - INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
Яздонкулов Раҳматжон Соҳибжонович	Яздонкулов Рахматжон Сохибжонович	Yazdonqulov Rahmatzhon Sohibzhonovich
Унвонҷӯи дараҷаи илмӣ	Соискатель ученой степени	Academic degree applicant
Донишгоҳи техникии Тоҷикситгон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	Tajik technic University named after academician M.S. Osimi
rahmatjon87@gmail.com		
TJ	RU	EN
Нарзиева Дилфуза Сайдалиевна	Нарзиева Дилфуза Сайдалиевна	Narzieva Dिल्фуза Saydalievna
Унвонҷӯи дараҷаи илмӣ	Соискатель ученой степени	Academic degree applicant
МДТ Донишгоҳи давлатии Хучанд ба номи академик Бобочон Гафуров	ГОО Худжандский государственный университет имени академика Бободжона Гафурова	SEI Khujand State University named after academician Bobojon Gafurov
narzieva.dilfuza@inbox.ru		

ИҚТИСОД ВА ИДОРАКУНИИ ХОҶАГИИ ХАЛҚ - ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ - ECONOMICS AND MANAGEMENT OF THE NATIONAL ECONOMY

УДК 536.544.2.665.76(575.3)

ҶАНБАҲОИ ИҚТИСОДИВУ ЭКОЛОГИИ КОРКАРДИ ПАРТОВҲОИ НАҚЛИЁТ

И.Х. Халилов

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи акад. М.С. Осимӣ

Мақолаи мазкур фарогири ҷанбаҳои иқтисодиву экологии мушкilotи таҷдиди партовҳои воситаҳои нақлиёт дар мисоли раванҳои техникии истифодашуда мебошад. Дар доираи вариантҳои мухталиф таҷдиду истифодаи партови раванҳо, зиёни он ба муҳити зисту обу қоррезӣ арзёбии қарда шуд. Истифодаи воситаи нақлиёти маводҳои зарурии он дар ҷаҳони муосир ҳамчун объекти қалидии сарфасозии захираҳо шинохта шудааст. Ҳамзамон душвории партовҳои воситаҳои нақлиёт тавассути таҷдиду қоркарди дубора нисбатан кам диди назар гардидааст. Дар гузашта он бо аз эътибор соқитсозии воситаҳои истифодашуда ва ба фулузпораи нақшавӣ гузаронидан анҷом меёфт. Талаботи пайвасти афзунёбанда ба захираҳои гаронаришӣ доираи маҳдудиятдошта, вобастагии манфиатҳои иқтисодиву экологии он, ҷанбаҳои қоркарду таҷдиди дубораи онро тақозо менамояд. Бо назардошти муҳимияти иқтисодиву экологии истифодаи раванҳои партовшуда месазад ба қоркарди дубора қўшиш ба харҷ дод, ҳатто сўзонидани он, ки бешак самарави дилхоҳ надорад, аз нигоҳи экологӣ назар ба партовсозӣ ба муҳити зист беҳаф буда, аз ҷиҳати иқтисодӣ муҳим мебошад.

Важҳҳои қалидӣ: раванҳои техникии, партов, ҷанбаҳои экологиву иқтисодӣ, қоркард, таҷдид, воситаҳои нақлиёт, муҳити зист, обу қоррезӣ.

ЭКОНОМИКО -ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ТРАНСПОРТНЫХ ОТХОДОВ

И.Х. Халилов

В статье рассмотрены экономико-экологические аспекты проблемы переработки отходов транспортных средств на примере отработанных технических масел. В рамках различных вариантов переработки и использования отработанных масел проведена оценка их воздействия на окружающую среду и водные ресурсы. Использование транспортных средств и необходимых для него материалов признано в современном мире ключевым объектом ресурсосбережения. В то же время проблема отходов транспортных средств была относительно сокращена за счет переработки и вторичной переработки. Раньше это достигалось путем вывода из эксплуатации бывшего в употреблении оборудования и его систематической утилизации. Постоянно растущий спрос на ценные и ограниченные ресурсы в сочетании с взаимозависимостью их экономических и экологических преимуществ обуславливает необходимость аспектов их переработки и переработки. Учитывая экономическую и экологическую значимость использования отработанных масел, стоит приложить усилия для их переработки, даже если их сжигание, которое, очевидно, не даст желаемого эффекта, экологически безопаснее и экономически выгоднее, чем их захоронение.

Ключевые слова: технические масла, отходы, экологические и экономические аспекты, переработка, утилизация, транспортные средства, окружающая среда, водопользование.

ECONOMIC AND ECOLOGICAL ASPECTS OF TRANSPORT WASTE PROCESSING

I.Kh. Khalilov

The article examines the economic and environmental aspects of the problem of recycling vehicle waste using waste technical oils as an example. Within the framework of various options for recycling and using waste oils, their impact on the environment and water resources is assessed. The use of vehicles and the materials required for it is recognized in the modern world as a key resource-saving object. At the same time, the problem of vehicle waste has been relatively reduced through recycling and recycling. Previously, this was achieved by decommissioning used equipment and its systematic disposal. The ever-increasing demand for valuable and limited resources, combined with the interdependence of their economic and environmental benefits, necessitates the aspects of their recycling and processing. Given the economic and environmental significance of using waste oils, it is worthwhile to make efforts to recycle them, even if their combustion, which obviously will not give the desired effect, is more environmentally friendly and economically advantageous than their disposal.

Keywords: technical oils, waste, environmental and economic aspects, recycling, disposal, vehicles, environment, water use.

Муқаддима

Дар ҷаҳони муосир истифодаи воситаи нақлиёти маводҳои зарурии он ба яке аз объектҳои асосии сарфаи захираҳо мубаддал гаштааст. Мушкilotи таҷдиду қоркарди тақрорӣ партовҳои воситаҳои нақлиёт нисбатан кам омӯхта шудааст [2]. Дар гузашта, он бо аз эътибор соқит намудани воситаҳо ва ба фулузпораи нақшавӣ равон намудан интиҳо меёфт. Имрӯз вобаста ба тақозои истифодаи захираҳои маҳдудиятдошта ҷанбаҳои қоркарду таҷдиди дубораи онро амиқу васеътар бояд диди назар намуд.

Захираи металлҳои сиёҳу ранга, раванҳои нефтӣ, ки ашёи хоми стратегӣ ба шумор мераванд, истифодаи тақрориву сарфасозии оқилона он ҳадафи асосии ҷаҳони муосир мебошад. Аксаран вақт бо усулҳои мухталиф бартараф намудани маводҳои партовгашта боиси ифлосгардии муҳити зисту мушкilotи ба он алоқаманд мегарданд. Ҷараёни дубораи таҷдид бо диди иқтисодии қоркарди маводу ашёи хоми истеҳсолшуда набояд камдаромад ва аз нигоҳи ҳифзи беҳатарии экологӣ ҳафнок бошад.

Мавод ва усулҳо

Масоили нигоҳдории беҳафи экологӣ, коркарду истифодаи партовҳои воситаҳои нақлиёт бисёр душвор ва муҳталифу дорои хусусияти ба худ хос мебошанд. Дар ҷараёни ғудохтану коркарди металлҳои истифодагардида асоси таркибии он қариб, ки пурра тағйир намепазирад. Ҳангоми барнагаштани хароҷоти металлҳои сарфгардидаи воситаҳои нақлиёт, барои рӯйпӯш намудани талафот на ҳама вақт мувофиқи мақсад аст, ки коркарди дубораву иловагии онро ба роҳ монем. Чунки партовҳои аксарияти ба коркарди дубора пешниҳод нагардида, албатта бо истисноии баъзе аз онҳо, ки дар истеҳсолот ҷой доранд, ба эҷоди хафи ҷиддии экологӣ сабаб намегарданд [2, 3].

Фарсудаҳои чархҳои воситаи нақлиёт яке аз мушкилоти ҳалталаб ба шумор мераванд. Соҳаҳои истифодасозии чархи фарсудагардида мудом васеъ гашта, масалан, қисме чун сӯзишворӣ коркарду боқимондаи назарраси он дар истеҳсоли каучуки резинии соҳаҳои муҳталифи хоҷагидорӣ истифодаи васеъ меёбанд. Қисмати назарраси онҳо бевосита барои истеҳсоли чархҳои машин ва деворҳои гуногуни муҳофизативу ғайра истифода гардида, як миқдори муайяни онҳо танҳо мавриди коркард қарор мегиранд. Аз ин ру, усулҳои амалкунандаи технологияи истифодасозиву коркарди чархҳо боиси талафоти бебозгашти каучуки резинӣ мегардад ва ҷиҳати барқарорсозӣ аз ашёи хоми аввалия истеҳсоли онро тақозо менамояд. Ошкори зиёни ба муҳити зист расонидашуда аз ин партовҳо мураккаб мебошад. Махсусан, партовҳои чархҳои фарсудагардида, ки хафи зиёди экологӣ доранд.

Аз ҳама муҳиму калидӣ муносибати масъулиятнокро истифодаи партовҳои моеъгии воситаҳои нақлиёт, аз ҷумлаи электролит, антифриз ва рағани истифодагардида талаб месозад, чунки дар партоф гаштани онҳо ба қубурҳои обу коррезӣ, хоку замин сабаби ба муҳити зист пайдоиши хатари махсусан ҷиддӣ мегардад. Дар шакли як таҳқиқот тасмим гирифтм мушкилоти ҷамъоварӣ, коркарду истифодаи рағанҳои истифодашуда ва муҳимияти иқтисодию экологии онро мавриди назарсанҷиву баррасӣ қарор диҳем.

Масъалагузорӣ

Бо ду мақсад рағанҳои истифодашударо метавон таҷдид намуд, аввалан чун сӯзишворӣ, баъдан, ҷиҳати истифодаи такрории он.

Дар давраи ҳисоботӣ (сол) миқдори рағани истифодагардидаро бо формула зерин метавон муайян кард:

$$M_M = \Pi_i * T_{Mi} p_i / N_{\text{ср.пр.}i} \quad (1)$$

ин ҷо, M_M – миқдори рағани солони истифодагардида (кг/сол); Π_i – адади намудҳои воситаи нақлиёт; T_{Mi} – пуркунии раған ба ҳисоби миёна, (кг); p_i – солони масофаи тайкарда (ҳазор км/сол); $N_{\text{ср.пр.}}$ – масофаи миёнаи тайкарда пеш аз ивази раған (ҳазор км).

Дар ҷадвал (ҷад. 1) муайянсозии миқдори рағани истифодашуда ва ҳисоби натиҷаи он аз рӯи маълумоти интихобии таҳқиқотӣ пешниҳол шудаанд.

Ҷадвали 1– Маводи нефтии воситаҳои нақлиёт барои таҳқиқот (интихобӣ)

р/т	Намуди нақлиёт*	Миқдори нақлиёт, т-адад**	Ҳаҷми пуркунии раған,	Масофаи тайкарда исолона p_i , ҳаз.	Масофаи миёнаи тайкарда пеш аз иваз $N_{\text{ср.пр.}}$, ҳаз. км.	Миқдори рағани истифодагардида
1	с	40 7088	3,5	28	15	2 469 667
2	сб	12 942	8	50	20	2 070 72
3	мб	6 471	12	50	20	155 304
4	бв	2 157	23	50	20	99 222
5	ас	700	8	90	20	12 600
6	ам	800	7	90	20	12 600
7	аг	1 240	14	90	20	39 060
Ҳамагӣ		29 995 525				

Эзоҳ: * с – сабукрав; сб – сабукрави боркаш; мб – миёнаи боркаш; бв – боркаши вазнин; ас – автобусҳои сабук; ам – автобусҳои миёна; аг – автобусҳои гаронвазн.

** маълумоти интихобӣ барои таҳқиқот

Аз рӯи мушоҳидаҳои таҷрибавию омӯзишии ҷадвали 2 аён аст, ки аз ҳаҷми умумӣ бо воситаи коркард ё ҳамчун сузишворӣ 59,4 фоизи рағани истифодагардида коркард шуда, 40,6 фоизи боқимондаи он бебозгашт талаф ёфта, зиёни калони худро ба муҳити зист мерасонанд.

Чадвали 2 – Самтҳои истифодаи рағани партовшуда

Усули коркарди рағани партовшуда	Ба партовгоҳ, ё канализатсия партоф-тан	Дар таваккуфгоҳ нигоҳдоштан	Коркарду истифода ҳамчун сӯзишворӣ	Нигоҳдошт дар нуктаи хизматра-сонӣ	Дар бозор ба муоми-лот баро-вардан	Истифодаи мустақим
Миқдори умумии рағани истифодашуда, %	32	4,8	2,8	48,8	7,8	3,8

Бо усули мухталифи истеҳсолу коркард истифодаи миқдори 1 тонна партов ва зарари расонидаи он ба атмосфераро бо чунин усул (формулаи 2), метавон муайян кард:

$$B_{\text{рв.ст}} = y_{\text{возд}} \cdot \sigma \cdot f \cdot M_{\text{возд}} + K_{\text{CO}_2} \cdot M_{\text{CO}_2}, \quad (2)$$

дар ин ҷо, $B_{\text{рв.ст}}$ – зиёи партови дастгоҳҳо ҳангоми фаъолияти истеҳсолии корхонаҳо; $y_{\text{возд}}$ – меъёри бузургии доимӣ; σ – бузургии хавфи ифлосшавии атмосфераи мавқеи истиқоматӣ, бахусус иншоотҳои бисёррошона, $\sigma = 100$; f – бузургии бартарафгардонӣ бо истифодаи хусусиятҳои парокандаёбии ифлосии атмосфера дар сарчашмаҳои гуногуни баландии номуайяну ҳарорати гармшавидошта, баробар ба $f = 2$ аст [1, 5]; M_{CO_2} – ҳаҷми партофи CO_2 ; K_{CO_2} – нишондиҳандаи арзишии гази гулхонагии CO_2 ; $K_{\text{CO}_2} = 3,33$ доллар/тн;

Чадвали 3 – Партови коркарду сӯзонидани раған, г/кг (кг/т)

Раванд	Аэрозолҳо	C O ₂	C O	N O _x	S O ₂	C _x H _y
Гирифтани аз ашёи хом	35,9	6955,0	153,4	19,0	218,1	89,2
Таҷдидсозии рағани истифодашуда	1,8	374,8	7,7	1,0	10,9	4,5
Бо сӯзонидан	10	-	5,3	4,6	-	0,000004

Натиҷаҳо

Ҳангоми сӯзонидани як тонна рағани партов зарари он ба атмосфера чунин ҳисоб карда мешавад:

$$B_{\text{рв.аб}} = H_i \cdot M_i, \quad (3)$$

дар ин ҷо, H_i – ҳисоби меъёри ҳаҷми зарар аз ифлосшавии ҳавои атмосфера бо моддаи i -и ифлоскунанда, доллар/тн; M_i – вазни ифлоскунандаи i , тн;

$$M_i = m_{\text{отх}} \cdot q_i, \quad (4)$$

Дар ин ҷо, $m_{\text{отх}}$ – вазни партовҳои сӯхташуда, $m_{\text{отх}} = 1$ тн; q_i – партови моддаҳои зараровар ҳангоми сӯختани рағанҳои истифодашуда: $q_{\text{SO}_2} = 3,1$ долл./тн, $q_{\text{CO}} = 2,07$ долл./тн, $q_{\text{NO}_x} = 3,07$ долл./тн, $q_{\text{C}_x\text{H}_y} = 3,07$ долл./тн, $q_{\text{пыль}} = 3,2$ долл./тн.

Бо истифодаи формулаҳои дар боло зикршуда ҳисоби мушаххаси зарарро (барои 1 тонна раған) ба атмосфера пешниҳод месозем:

- ҳангоми аз ашёи хом гирифтани: $B_{\text{рат}}^{\text{ст}} = 206,52$ долл./тн;
- дар таҷдидсозӣ аз рағани истифодашуда $B_{\text{рат}}^{\text{ст}} = 10,46$ долл./тн;
- дар сӯзонидан $B_{\text{рат}}^{\text{ст}} = 57,09$ долл./тн.

Дар сӯзонидани як тоннаи рағани партовгашта ҷиҳати гарм намудани бино 42700 МДж (11,861 кВт/соат) нерӯ коркард шуда, ба миқдори нерӯи барқӣ дар нерӯгоҳҳои гармидиҳӣ тавлидёфта баробар мебошад.

Муҳокимаронӣ

Дар чадвали зер (чад.4) партови моддаҳои ифлоскунанда пешниҳод гардидаанд.

Чадвали 4 – Ифлоскунандаҳои нерӯгоҳҳои бо ангишт фаъолияткунандаи муҳати зист

	Чанг	CO	NO _x	SO ₂	CO ₂
Партовҳои қиёсӣ, г/кВт·с	0,9	0,65	5,3	9,3	9,5
Партовҳои истеҳсо-лот 11 861 кВт·с	10 674,9	7709,65	62 863,3	110 307,3	112 678,5

Бо формулаи 2 зиёни ба атмосфера расонидашудаи истеҳсоли нерӯи барқро муайян кардан мумкин аст; $V_{p\text{ат}} = 151,095$ долл. ИМА.

Ҳангоми сӯзонидани раған он бебозгашт талаф ёфта, барои барқарор намудан коркарду истифодаи ашёи хом лозим меояд, ки дар интиҳо бо зиёд партов гаштани моддаҳои зараровар ба атмосфера сабаб мегардад. Аз ҷониби дигар, ҳангоми коркарди ҳаҷми лозимии нерӯи барқи марказҳои гармидиҳӣ муҳити зистро метавон аз партовҳо эмин дошт (ҷад 5).

Ҷадвали 5 – Ҳаҷми зарари пешгиришаванда ҳангоми сӯзонидани раған

Равандҳо	Зарар, долл., ҳангоми истифодаи ҳиссаи муайяни, %, рағани истифодагардида				
	100	80	60	40	20
Раванди сӯзонидан	57,09	45,67	34,254	22,84	11,418
Раванди коркард дар марказҳои барқи гармидиҳӣ	-151,1	-120,9	-90,7	-60,44	-30,22

Бинобар ин, аз ҷиҳати экологӣ таҷдиди рағанҳои нефтӣ назар ба сӯзонидани онҳо ҳамчун сӯзишворӣ беҳафтар аст.

Истифодаи ҳаҷми эҳтимолии рағанҳои нефтии партовгаштаро ба муҳити зист ҳисоб менамоем.

Дар давоми як сол агар 2995,5 тонна рағани партов ба миён ояд, аз ин миқдор 59,4 % (1779,3 тонна) ҷиҳати коркард ё сӯзондан истифода гашта, 40,6 % (1216,2 тонна) бебозгашт талаф гардида, зарари худро ба муҳити зист мерасонад.

Ҳаҷми зиёни расонидашударо ба муҳити обу коррезӣ бо формулаи зерин муайян кардан мумкин аст:

$$V_{\text{вод}} = b_{\text{вод}} \cdot M_{\text{вод}} \cdot K_{\text{в}}, \quad (5)$$

дар ин ҷо, $b_{\text{вод}}$ – нишондиҳандаи зиёни расида (нарх), аз як тонна ифлоскунандаи муқаррарӣ, $b_{\text{вод}} = 0,786$ ҳаз.доллари ИМА/тн; $K_{\text{в}}$ – зариби муҳимияти ҳолати экологии иншоотҳои обу коррезӣ, $K_{\text{в}} = 2$ [4]; $M_{\text{вод}}$ – миқдори додашудаи ифлоскунандаҳо, тн.

$$M_{\text{вод}} = K^{\text{вод}} \cdot m^{\text{вод}}, \quad (6)$$

$K^{\text{вод}}$ – зариби зарари экологиву иқтисодии расонидашудаи рағани истифодашуда, $K^{\text{вод}} = 20$ [4]; $m^{\text{вод}}$ – миқдори партови эҳтимолӣ, тн /сол.

Хулоса

Пас аз ҳисоб намудани формулаҳои 5 ва 6 зиёни ба муҳити обу коррезӣ расонидашуда муайян гардид, ки ҳамасола баробари $V_{\text{pвод}} = 38237$ ҳазор доллар буда, аз зиёни сӯзонидану таҷдиди рағанҳои истифодагардида борҳо зиёдтар мебошад.

Аз ин сабаб, зарури муҳим аст, ҷиҳати истифодаи васеи рағанҳои истифодашуда кӯшиш намоем, ҳатто усули бесамари нобудсозӣ бо роҳи сӯзонидан, аз нигоҳи экологӣ назар ба партофсозӣ ба ҳоку замин беҳаф ва бо назардошти хусусиятҳои муҳими иқтисодӣ камзиён мебошанд.

Муқаррир: Расулов Ш.А. — н.и.т., сармуҳандиси МД Маркази таъбиқи лоиҳаи —Соҳтмони роҳи ғарбӣ
Шоҳон-Зиғар

Адабиёт

1. Халилов И.Х. Заминаи экологиву иқтисодии таҷдиди рағанҳои техникии истифодашуда // Паёми политехники. Бахши интеллект, инноватсия, инвестиция. – Душанбе: ДТТ ба номи акад. М.С. Осимӣ, 2024, № 1 (65). – С. 113-117. ISSN 2520-2235
2. Халилов И.Х., Холиков М.С., Шарипов Д.А., Нажмудинов Ш.З., Бадалов А.Б. Процесс парообразования моторного масла марки 20w-50bp SUPER // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. – Душанбе: ТТУ им. акад. М.С. Осими, 2019, № 2. (46). – С. 88-92. ISSN 2520-2227
3. Халилов И.Х., Ҷанбаҳои технологияи тозакунии рағанҳои техникӣ бо гилҳои бентонитдори Тоҷикистон ва аҳамияти иқтисодии он // Материалы Международной научно-практической конференции на тему: «Современные проблемы металлургической промышленности», посвященной провозглашению четвертой общенациональной цели - индустриализации страны и 25-летию кафедры «Металлургия» 9-10 декабря 2021 г. Душанбе С 335-340

4. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология. М.: Высш. шк., 2003. - 273 с.
5. Мельцаев И.Г., Сорокин А.Ф. Методические указания к практическим занятиям по курсу «Природопользование». Иваново: ИГЭУ, 2006. – 90 с.
6. Трофименко Ю.В. и др. Утилизация автомобилей. М.: АКРПРЕСС, 2011. – 336 с.
7. Халилзода Н.И., Халилов И.Х. Бехатарии экологӣ дар рушди саноат //Международная научно-методическая конференция на тему «Прогресс наука химия, технологии и экологии» 12-13.05.2023, - Душанбе -2023, С.267-268
8. Холиков М.С., Юнусов М.Ю., Халилов И.Х., Шарифов Д.А. Регенерация отработанных моторных масел природными сорбентами// XVII Нумановские чтения «Результаты инновационных исследований в области химических и технических наук в XXI веке». Душанбе, НАНТ, 26 октябрь 2022г, С.232 – 235.
9. Халилов И.Х., Чанбаҳои технологии тозакунии равағанҳои техники бо гилҳои бентонитдори Тоҷикистон ва аҳамияти иқтисодии он// Материалы Международной научно-практической конференции на тему: «Современные проблемы металлургической промышленности», посвященной провозглашению четвертой общенациональной цели - индустриализации страны и 25-летию кафедры «Металлургия» 9-10 декабря 2021 г. Душанбе С 335-340
10. Халилов И.Х., Нажмудинов Ш.З., Самаров Ш.Ш., Бадалова А. Очистка отработанных технических масел местными сорбентами Таджикистана //Международная научно-практическая конференция студентов, магистрантов, аспирантов и учёных «Мухандис-2019», 14-16 марта 2019 г. Т.3. ТТУ имени акад. М.С. Осими. – Душанбе, 2019. – С. 263-267
11. Халилов И.Х., Холиков М.С., Шарипов Д.А., Нажмудинов Ш.З., Бадалов А.Б. //Процесс парообразования моторного масла марки POLF OPTIMA 20w-50 Политехнический вестник. Серия: Серия Инженерные исследования. №3 (47), 2019. –Душанбе: ТТУ имени акад. М.С. Осими, 2019. –С.78-82, ISSN 2520-2227.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ - INFORMATION ABOUT AUTHOR

TJ	RU	EN
Халилов Истамкул Хадирович	Халилов Истамул Хадирович	Khalilov Istamkul Khadirovich
н.и.т, и.в. досент	к.т.н., и.о. доцент	Candidate of technical sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
E-mail: istam.khalilov@gmail.com		

УДК.338.339

РОЛЬ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОВЫШЕНИИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ТАДЖИКИСТАНА

Н.Х. Бердиева

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

В статье рассмотрено влияние цифровой трансформации на конкурентоспособность промышленного сектора Республики Таджикистан. Проведен анализ динамики цифровизации на основе данных национальной статистики и международных индексов (EGDI, GII, CIP). Выявлены ключевые барьеры цифровизации: слабая цифровая инфраструктура, нехватка квалифицированных кадров, низкая доля высокотехнологичной продукции. Предложена система приоритетных мер, включающая развитие цифровых навыков, модернизацию технологической базы и поддержку инновационных проектов. Практическая значимость результатов заключается в возможности их использования при формировании стратегии цифровой трансформации промышленности Таджикистана.

Ключевые слова: цифровизация, цифровые технологии, конкурентоспособность, промышленное производство, инновация.

НАҚШИ ТЕХНОЛОГИЯҶОИ РАҚАМӢ ДАР БАЛАНД БАРДОШТАНИ РАҚОБАТПАЗИРИИ САНОАТИ ТОҶИКИСТОН

Н.Х. Бердиева

Дар мақола таъсири табдили рақамӣ ба рақобатпазирӣ соҳаи саноати Ҷумҳурии Тоҷикистон баррасӣ шудааст. Тафсири динамикаи рақамисозӣ бо истифодаи омори миллий ва нишондиҳандаҳои байналмилалӣ (EGDI, GII, CIP) анҷом дода шудааст. Монеаҳои асосӣ муайян шудаанд: зерсохтори рақамии заиф, норасоии кадрҳои соҳибхитос ва ҳиссаи пасти маҳсулоти технологияи баланд. Тадбирҳои афзалиятнок пешниҳод шудаанд, аз ҷумла рушд додани малакаҳои рақамӣ, муосирсозии базаи технологӣ ва дастгирии лоиҳаҳои инноватсионӣ. Арзиши амалӣ дар имконияти татбиқи натиҷаҳо ҳангоми таҳияи стратегияи рақамисозии саноат аст.

Калидвожаҳо: рақамисозӣ, технологияҳои рақамӣ, рақобатпазирӣ, истеҳсоли саноатӣ, инноватсия.

THE ROLE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN ENHANCING THE COMPETITIVENESS OF TAJIKISTAN'S INDUSTRY

N.H. Berdieva

The article examines the impact of digital transformation on the competitiveness of Tajikistan's industrial sector. It analyzes the dynamics of digitalization using national statistics and global indices (EGDI, GII, CIP). The key barriers are identified: weak digital infrastructure, insufficient skilled personnel, and low share of high-tech products. Strategic measures are proposed, including the development of digital skills, technological modernization, and support for innovation. The practical value of the study lies in its applicability for shaping Tajikistan's digital transformation strategy in industry.

Keywords: digitalization, digital technologies, competitiveness, industrial production, innovation.

Введение

Цифровая трансформация промышленного производства является одной из ключевых тенденций современного экономического развития, определяя новые подходы к повышению эффективности, конкурентоспособности и устойчивости предприятий. В условиях стремительного технологического прогресса цифровизация затрагивает все аспекты деятельности промышленных предприятий, включая производственные процессы, логистику, управление персоналом, а также взаимодействие с клиентами и партнерами.

Интеграция цифровых технологий во все сферы деятельности предприятия направлена на повышение эффективности, создание новых ценностей и адаптацию к динамичным изменениям рынка. В промышленном производстве цифровизация становится важным инструментом модернизации технологических процессов, улучшения качества продукции и усиления конкурентных преимуществ.

Цифровизация промышленного производства затрагивает все этапы производственного цикла, способствуя его модернизации и повышению эффективности. На стадии проектирования она обеспечивает использование цифрового моделирования, 3D-печати и систем автоматизированного проектирования (CAD). В процессе производства внедряются технологии промышленного интернета вещей (IIoT), робототехники и автоматизации. Контроль качества улучшается за счет аналитики больших данных и машинного обучения, позволяющих проводить предиктивный анализ. В сфере логистики цифровые технологии обеспечивают управление цепочками поставок в реальном времени. Совокупность этих решений способствует росту производительности, снижению издержек и повышению экологической устойчивости предприятий. В последние годы в мире активизировались процессы цифровой трансформации, в том числе усиленное внедрение цифровых технологий в экономику и управление.

Материалы и методы исследования

В рамках исследования были проанализированы данные из официальных статистических источников, включая Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан, а также отчеты ведущих международных организаций, таких как Всемирный банк, Всемирный экономический форум, Организация Объединенных Наций по промышленному развитию (UNIDO) и Международный

союз электросвязи (ITU). Использование информации из данных источников обеспечило комплексный и объективный анализ исследуемой темы.

Анализ основан на сравнении ключевых показателей цифровизации и конкурентоспособности промышленного производства, изучении тенденций цифровой трансформации и выявлении ключевых барьеров, препятствующих развитию отрасли.

Цифровая трансформация как фактор конкурентных преимуществ предприятий

Цифровая трансформация сегодня является ключевым направлением развития как на уровне отдельных предприятий, так и в рамках национальных стратегий. Многие государства разрабатывают и внедряют программы цифровизации, направленные на модернизацию экономики, повышение эффективности бизнеса и улучшение конкурентных позиций на мировом рынке. Так, в ведущих экономиках, таких как Германия, Китай, Россия и США, реализуются масштабные инициативы, охватывающие искусственный интеллект, автоматизацию производства, интернет вещей и большие данные. Эти процессы не только способствуют развитию цифровой инфраструктуры, но и создают новые возможности для инновационного роста и повышения экономической устойчивости.

Республика Таджикистан в этом плане тоже идет в ногу со временем. 30 декабря 2019 г. была принята «Концепция цифровой экономики в Республике Таджикистан» [2], а 26 октября 2021 г. – «Среднесрочная программа развития цифровой экономики в Республике Таджикистан на 2021-2025 годы» [5]. Анализ текущей ситуации показывает, что Республика Таджикистан все еще уступает более развитым странам в вопросах внедрения цифровых технологий. Это подтверждается результатами различных международных рейтингов и исследований [1]. В частности, согласно рейтингу ООН по развитию электронного правительства за 2024 год, Таджикистан занимает 123-е место (см. таблицу 1). Тем не менее, по сравнению с 2023 годом [3], когда страна находилась на 129-й позиции (см. таблицу 1), наблюдается положительная динамика. Это свидетельствует о постепенном прогрессе в цифровизации государственного управления, однако для дальнейшего укрепления позиций необходимы дополнительные меры по развитию цифровых инфраструктур и улучшению доступности электронных услуг. [8].

Таблица 1 – Динамика цифровизации и развития ИКТ в Таджикистане

Год	Проникновение Интернета (%)	Количество абонентов мобильной связи на 100 человек	Онлайн- сервис	E-Government Development Index (EGDI)	ИКТ
2010	11,55%	77,9	0,0302	н/д	0,0203
2011	13,03%	81,2	0,596	н/д	0,0409
2012	14,51%	82,0	0,0889	н/д	0,0615
2013	16,0%	92,6	0,0760	0,3436	0,1460
2014	17,5%	96,1	0,0630	0,3395	0,2306
2015	18,98%	99,6	0,0931	0,3381	0,2086
2016	20,47%	107,7	0,1232	0,3366	0,1866
2017	21,96%	109	0,2318	0,3793	0,2060
2018	33%	109,6	0,3403	0,422	0,2254
2019	33%	108	0,3290	0,4435	0,2875
2020	26%	107	0,3176	0,4649	0,3496
2021	34,9%	105,2	0,3572	0,4844	0,3633
2022	40,1 %	105,9	0,3968	0,5039	0,377
2023	40,8%	102,0	0,4364	0,5232	0,3907
2024	41,6%	102,9	0,4476	0,5606	0,5810

Составлено автором на основе данных [6],[7],[8].

Примечание: н/д – недоступно.

В последние годы Таджикистан демонстрирует положительную динамику в развитии цифровой экономики. Уровень интернет-проникновения вырос с 11,55% в 2010 году до 40,8% в 2023 году [7] (см. таблицу 1), что указывает на улучшение доступа к цифровым технологиям. Тем не менее, этот показатель остаётся значительно ниже, чем в других странах Центральной Азии, таких как Казахстан и Узбекистан, где уровень интернет-проникновения превышает 80% [7].

Доля абонентов мобильной связи в Таджикистане стабилизировалась на уровне 102 абонентов на 100 человек (2023 год) (см. таблицу 1), что демонстрирует насыщение рынка мобильных услуг. Однако доступ к высокоскоростному интернету, необходимому для внедрения промышленных цифровых технологий, остаётся ограниченным, особенно в отдалённых регионах.

Республика Таджикистан, как часть глобального экономического пространства, также сталкивается с необходимостью интеграции цифровых технологий в промышленный сектор.

Несмотря на положительную динамику цифровых показателей, страна сталкивается с рядом ограничений. Более того, доля высокотехнологичного экспорта в общем объеме экспорта промышленной продукции значительно низкая. Низкий показатель указывает на слабое технологическое развитие и ориентацию промышленности на товары с низкой добавленной стоимостью. Это связано с недостаточными инвестициями в инновации, ограниченным доступом к современным технологиям и нехваткой квалифицированных кадров. Такая динамика отражает отсутствие систематической поддержки высокотехнологичного производства, недостаточное использование инновационных технологий и низкий уровень интеграции таджикских предприятий в глобальные цепочки добавленной стоимости.

Таблица 2 – Анализ динамики ключевых показателей промышленного сектора Республики Таджикистан (2010–2024 гг.)

Год	Доля экспорта средне- и высокотехнологичной промышленной продукции в общем объеме экспорта промышленной продукции	Производительность труда в промышленности	Расходы на образование (% от ВВП)	Индекс цифрового внедрения в промышленности	Индекс человеческого развития (HDI)	Индекс конкурентоспособности и в промышленности
2010	0,2	106425,8	4,01	0,31	0,631	н/д
2011	0,2	113762,6	3,94	0,32	0,636	н/д
2012	0,2	119397,0	4,02	0,33	0,641	н/д
2013	0,2	130432,5	3,7	0,34	0,647	н/д
2014	0,2	128947,4	3,9	0,338	0,649	н/д
2015	0,2	145363,5	4,97	0,336	0,651	н/д
2016	0,2	186526,6	5,73	0,34	0,655	0,01
2017	0,09	230748,8	5,55	0,38	0,659	0,01
2018	0,05	279135,5	5,39	0,42	0,664	0,01
2019	0,05	327945,4	5,57	0,44	0,668	0,01
2020	0,04	366429,4	5,96	0,46	0,656	0,01
2021	0,03	455205,2	6,15	0,48	0,677	0,01
2022	0,02	498551,6	5,45	0,5039	0,679	0,01
2023	0,04	н/д	5,7	0,52	0,680	0,01
2024	0,05	н/д	5,8	0,54	0,681	0,01

Составлено автором на основе данных [10], [11], [12].

Примечание: н/д – недоступно.

Промышленность Таджикистана за период с 2010 по 2024 годы демонстрирует положительную динамику в ряде ключевых направлений (см. таблицу 2). Устойчивый рост производительности труда и постепенное увеличение индекса цифрового внедрения свидетельствуют о начальной стадии цифровой трансформации сектора. Несмотря на это, доля экспорта высокотехнологичной продукции остается низкой, что подчеркивает необходимость ускоренного внедрения инноваций и модернизации производственных мощностей [4].

Для повышения конкурентоспособности промышленного сектора потребуется активное развитие цифровой инфраструктуры, увеличение инвестиций в образование и инновации, а также поддержка экспортного потенциала высокотехнологичной продукции.

Таблица 3 – Позиция Республики Таджикистан в Глобальном индексе конкурентоспособности промышленности (2010–2022 гг.)

Годы/ Показатели	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2022
Место конкурентоспособности в промышленности (МКП)	126	132	134	131	126	126	116
Уровень развития промышленности	Низкое	Низкое	Низкое	Низкое	Низкое	Низкое	Ниже среднего

Источник: составлено автором на основе данных *Competitive Industrial Performance Index* [11]

За период с 2010 по 2022 годы место конкурентоспособности в промышленности (МКП) Республики Таджикистан продемонстрировал положительную динамику, снизившись с 126 до 116 (см. таблицу 3). Это свидетельствует об умеренном улучшении позиций промышленного сектора на фоне глобальных и региональных изменений.

Несмотря на некоторое улучшение индекса, уровень развития промышленности страны остается ниже среднего, что подчеркивает необходимость комплексного подхода к цифровизации, модернизации производственных мощностей и развития кадрового потенциала.

Согласно данным Министерства промышленности и новых технологий, в Таджикистане в последние годы наблюдается активная реализация инновационных проектов на системной основе. Их внедрение, основанное на передовых технологиях, способствует оптимизации производственных процессов, повышению качества выпускаемой продукции, снижению издержек и увеличению рентабельности предприятий. Однако, в сравнении с ведущими инновационными экономиками мира, уровень технологического развития страны остается недостаточно высоким, что указывает на необходимость ускоренной цифровизации и расширения инвестиций в научно-технические разработки [1].

Для Таджикистана потребность в развитии инновационной экономики обусловлена конкуренцией как с высокотехнологичными странами, так и с государствами с низкими производственными издержками. В этих условиях критически важно создать экономический механизм, стимулирующий разработку и внедрение инноваций, что позволит ускорить рост экономики и повысить уровень жизни. Игнорирование этого фактора может привести к превращению страны в сырьевого экспортера, зависящего от импорта наукоемкой продукции и интеллектуальных услуг с высокой добавленной стоимостью [5].

Анализ данных глобального инновационного индекса за 2024 год свидетельствует о том, что лидером по уровню инновационного развития является Швейцария, набравшая 67,5 баллов (рис. 1). В десятку наиболее инновационных экономик мира также вошли Швеция, США, Сингапур, Великобритания, Республика Корея, Финляндия, Нидерланды, Германия и Дания [1].

Среди стран СНГ (рис. 2) наиболее высокий показатель продемонстрировала Российская Федерация, занявшая 59-е место с индексом 29,7 баллов. Далее следуют Армения (63-е место, 29,0 б.), Узбекистан (83-е место, 24,7 б.), Беларусь (85-е место, 24,2 б.), Казахстан (81-е место, 26,7 б.), Азербайджан (95-е место, 21,3 б.) и Кыргызстан (99-е место, 20,4 б.). Наименее инновационно развитой страной среди государств СНГ является Республика Таджикистан, которая занимает 107-е место с индексом 18,6 баллов. В доступных данных отсутствует информация о Туркменистане [11].

Таджикистан имеет самый низкий показатель среди стран СНГ (18,6) (рис. 2), что свидетельствует о слабой цифровизации и низкой конкурентоспособности промышленности. Основные проблемы – недостаточная цифровая инфраструктура, ограниченный доступ к технологиям и слабая подготовка кадров. Отставание от соседних стран указывает на необходимость ускоренного внедрения цифровых решений, развития интернет-доступа и увеличения инвестиций в ИТ-сектор.

С учетом этих данных в таблице 4 представлены четыре категории стран, классифицированные по уровню доходности от инновационной деятельности:

- страны с высоким уровнем доходности – государства, в которых инновации приносят значительный экономический эффект, обеспечивая высокую отдачу на вложенные инвестиции.
- страны с уровнем доходности выше среднего – экономики, демонстрирующие устойчивую инновационную эффективность, но уступающие мировым лидерам.
- страны с уровнем доходности ниже среднего – государства, где внедрение инноваций происходит недостаточно активно, а отдача от них остается ограниченной.
- страны с низким уровнем доходности – страны, в которых инновационная деятельность приносит минимальные экономические результаты, что свидетельствует о необходимости усиления научно-технической политики и инвестиционной поддержки.



Рисунок 1 – Глобальный инновационный индекс 10 передовых стран мира в 2024 г.



Рисунок 2 – Глобальный инновационный индекс стран СНГ в 2024 г.

Таблица 4 – Классификация стран по уровню доходности в контексте инновационного развития (Глобальный инновационный индекс 2024)

Страны с высоким уровнем доходности	Страны с уровнем доходности выше среднего	Страны с уровнем доходности ниже среднего	Страны с низким уровнем доходности
Швейцария	Китай	Индия	Мадагаскар
Швеция	Россия	Кыргызстан	Нигерия
США	Беларусь	Узбекистан	Мозамбик
Республика Корея	Казахстан	Таджикистан	Уганда

Таким образом, данные таблицы 4 свидетельствуют о том, что Республика Таджикистан в настоящее время относится к группе стран с уровнем доходности ниже среднего. При этом, согласно индексу 2024 года, ранее республика входила в категорию стран с низким уровнем доходности [11]. Данный переход к более высокой группе является положительной тенденцией, указывающей на постепенное повышение эффективности инновационной деятельности. Однако для дальнейшего улучшения позиций необходимы дополнительные меры, направленные на укрепление инновационного потенциала и повышение отдачи от внедряемых технологий.

Правительство Таджикистана предпринимает шаги для продвижения цифровизации. В частности, согласно Указу Президента Республики Таджикистан от 6 января 2022 года, период с 2022 по 2026 годы объявлен: «Годами развития промышленности». Правительству поручено разработать и утвердить план мероприятий для реализации данной инициативы.

В декабре 2024 года Президент Таджикистана объявил период с 2025 по 2030 годы «Годами развития цифровой экономики и инноваций». Эта инициатива направлена на ускорение цифровой

трансформации, развитие инновационных технологий и повышение конкурентоспособности страны на международной арене.

Однако специализированные программы, направленные на поддержку цифровизации именно в промышленности, практически отсутствуют. Это создаёт необходимость разработки национальной стратегии цифровой трансформации промышленности, направленной на повышение технологической зрелости ключевых отраслей — в первую очередь горнодобывающей, лёгкой и энергетической промышленности. Основными целями такой стратегии должны стать: повышение производительности за счёт автоматизации процессов, интеграция интеллектуальных систем управления (ERP, SCADA), развитие цифровых компетенций персонала, а также стимулирование внедрения инновационных решений (Big Data, IoT, ИИ). Приоритетами должны выступать модернизация оборудования, развитие цифровой инфраструктуры и создание условий для технологического предпринимательства. В качестве механизмов реализации целесообразно использовать государственно-частное партнёрство, налоговые стимулы для предприятий, институты развития (например, фонды цифровизации) и пилотные цифровые фабрики. Также возможно интегрировать инициативу в действующие документы, например, в «Среднесрочную программу развития цифровой экономики в Республике Таджикистан на 2021–2025 годы от 26 октября 2021 года, №460», дополнив её отраслевым промышленным компонентом.

Заключение

Внедрение современных цифровых технологий в производственные процессы открывает предприятиям новые горизонты для достижения конкурентных преимуществ как на внутреннем, так и на мировом рынке. В эпоху глобальной интеграции и усиливающейся конкуренции применение инновационных IT-решений становится критически важным инструментом для оптимизации производственных операций, сокращения затрат и повышения качества продукции.

Несмотря на положительную динамику в отдельных областях, цифровизация промышленного производства в Республике Таджикистан всё ещё находится на ранней стадии. Существуют значимые препятствия, мешающие полному переходу на цифровые технологии: ограниченность инвестиций в развитие информационных систем, неразвитая инфраструктура, а также дефицит специалистов с современными цифровыми компетенциями. Эти факторы существенно замедляют модернизацию производственного сектора и затрудняют интеграцию таджикских предприятий в глобальные цепочки создания добавленной стоимости.

Для преодоления этих барьеров необходимо разработать и реализовать комплексную национальную стратегию, включающую меры по развитию цифровой инфраструктуры, стимулированию инновационных инвестиций и совершенствованию образовательной системы с акцентом на IT-направления и автоматизацию. Такое стратегическое решение позволит повысить производительность, улучшить качество выпускаемой продукции и обеспечить устойчивый рост конкурентоспособности промышленного сектора в условиях быстро меняющейся мировой экономики.

Рецензент: Усмонзода Ф.Б. – к.э.н., доцент, зав. Кафедрой «Экономика и управление в строительстве» ПЕПУ имени академика М.С. Осими.

Литература

1. Аминов Х.И. Совершенствование управления комплексным развитием предпринимательства в Республике Таджикистан: диссертация ... доктора экономических наук: 5.2.6.
2. Концепция цифровой экономики в Республике Таджикистан. Утвержденная Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 декабря 2019 года, №642.
3. Мукимова Н.Р., Бердиева Н.Х. Электронное правительство как фактор развития информационного общества // Экономика Таджикистана - №1. 2020. Душанбе: Маориф – 2020 – С.97-103, ISSN 2310-3957
4. Мукимова Н.Р. К вопросу о стимулировании инновационного развития и цифровой трансформации промышленности// Политехнический Вестник. Серия: интеллект, инновации, инвестиции - № 2 (62). Душанбе: ТТУ им. акад. М.С. Осими – 2024 – С. 97-104, ISSN 2520-2235
5. Низамова, Т. Д. Отраслевые и региональные аспекты развития инновационно-промышленного предпринимательства в Республике Таджикистан / Т. Д. Низамова, А. Ф. Каджулоев // Вестник Таджикского государственного университета права, бизнеса и политики. Серия общественных наук. – 2017. – № 2(71). – С. 35-45. – EDN YRWEBV.
6. Среднесрочная программа развития цифровой экономики в Республике Таджикистан на 2021–2025 годы. Утвержденная Постановлением Правительства Республики Таджикистан №460 от 26 октября 2021 года.

7. Data reportal. - Режим доступа: <https://datareportal.com/reports/digital-2022-tajikistan>, свободный.
8. Department of Economic and Social Affairs//Public Institutions. - Режим доступа: <https://publicadministration.desa.un.org>, свободный.
9. E-Government Survey 2024: Accelerating Digital Transformation for Sustainable Development.-Режимдоступа:https://intosairussia.org/images/reports/UN_E-Government_Survey_2024_1392024.pdf, свободный.
- 10.Global Innovation Index 2024: Unlocking the Promise of Social Entrepreneurship. Режим доступа:-https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2024/assets/67729/2000%20Global%20Innovation%20Index%202024_WEB3lite.pdf, свободный.
- 11.UNIDO Statistics Portal//Competitive Industrial Performance (CIP) Index. - Режим доступа: <https://stat.unido.org/data/chart?dataset=cip>, свободный.
- 12.World Bank. - Режим доступа: <https://databank.worldbank.org/>, свободный.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ - СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ - INFORMATION ABOUT AUTHOR

TJ	RU	EN
Бердиева Ниссо Хасановна	Бердиева Ниссо Хасановна	Berdieva Nisso Hasanovna
Докторанти PhD, курси 2, 6D-050600 – Иқтисодиёт (дар соҳаи истеҳсолот)	Докторантка PhD, 2-го курса, 6D-050600 – Экономика (в отрасли производства)	PhD student 2nd year, 6D-050600 – Economics (in the manufacturing sector)
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Таджикский технический Университет имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after Academician M.S.Osimi
E-mail: nisso98@mail.ru		

УДК: 338.58(575.3)

ОЦЕНКА ТРАНСАКЦИОННЫХ ИЗДЕРЖЕК В СИСТЕМЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Ф. Аюби

Институт экономики и демографии Национальной академии наук Таджикистана

В статье уделено внимание повышению эффективности деятельности учреждений системы здравоохранения, в результате которого повышается качество предоставляемого медицинского обслуживания населению. Благодаря заботе главы государства ежегодно происходит рост объемов социального финансирования.

Рассматриваются две альтернативные базовые формы хозяйственной деятельности людей: трансформации и трансакции, являющиеся специализированными видами экономической деятельности. Приведены высказывания экономистов о трансформационных и трансакционных видах деятельности. Показана структура отраслей в системе экономики. Сфера здравоохранения входит в трансформационный сектор в данной структуре.

Также исследованы трансакционные издержки, которые характерны как для государственного здравоохранения, также и для частного здравоохранения. Рассмотрены формирующиеся виды трансакционных издержек в медицинских учреждениях. А также подчеркивается организация эффективного контракта в системе здравоохранения в целях повышения эффективности деятельности медицинских работников. Определены существующие потери, возникающие при заключении сделки.

Ключевые слова: государство, социальный сектор, финансирование, система здравоохранения, медицинское обслуживание, медицинские работники, трансакции, трансформации, трансформационный сектор, транзакционный сектор, трансакционные издержки, затраты, контракт, сделка, эффективность.

АРЌЕБИИ ХАРОЌОТИ ТРАНСАКЦИОНӢ ДАР НИЗОМИ ТАНДУРУСТӢ

Ф. Аюби

Дар мақола ба баланд бардоштани самаранокии ғайолияти муассисаҳои ниғадхори тандурустӣ диққат дода шудааст, ки дар натиҷа сифати ёрии тиббӣ ба аҳоли баланд бардошта мешавад. Бо шарофати ғамхории сарвари давлат ҳаҷми маблағгузори ҷиҳимӣ сол аз сол меафзояд.

Ду шакли алтернативии асосии ғайолияти иқтисодии одамон баррасӣ карда мешаванд: трансформатсияҳо ва трансаксияҳо, ки намудҳои махсуси ғайолияти иқтисодӣ мебошанд. Изҳороти иқтисоддонҳо дар бораи ғайолиятҳои трансформатсионӣ ва трансаксионӣ оварда шудаанд. Сохтори соҳаҳо дар низоми иқтисодӣ нишон дода шудааст. Соҳаи тандурустӣ ба бахши трансформатсионӣ дар ин сохтор дохил карда шудааст.

Хароҷоти трансаксионӣ, ки ҳам барои тандурустии давлатӣ ва ҳам барои тандурустии хусусӣ ҳосанд, низ омӯхта шудаанд. Намудҳои хароҷоти трансаксионӣ ба вучудодада дар муассисаҳои тиббӣ баррасӣ карда шудаанд. Инчунин, бо мақсади баланд бардоштани самаранокии ғайолияти кормандони соҳаи тиб, ташкили шартномаи самарабахш дар низоми тандурустӣ таъкид карда шудааст. Талафотҳои мавҷуда, ки ҳангоми бастанӣ муомилот ба вучуд меоянд, муайян карда шудаанд.

Калидвожаҳо: давлат, бахши ҷиҳимӣ, маблағгузорӣ, низоми тандурустӣ, хизматрасониҳои тиббӣ, кормандони тиб, трансаксияҳо, трансформатсияҳо, бахши трансформатсионӣ, бахши трансаксионӣ, хароҷоти трансаксионӣ, хароҷот, шартнома, муомилот, самараноки.

ASSESSING TRANSACTION COSTS IN THE HEALTHCARE SYSTEM

F. Ayubi

The article pays attention to improving the efficiency of health care institutions, as a result of which the quality of medical care provided to the population improves. Thanks to the care of the head of state, the volume of social financing increases every year. Two alternative basic forms of human economic activity are considered: transformations and transactions, which are specialized types of economic activity. The statements of economists about transformational and transactional activities are given. The structure of industries in the economic system is shown. The healthcare sector is included in the transformation sector in this structure.

Transaction costs, which are typical for both public health care and private health care, were also studied. The emerging types of transaction costs in medical institutions are considered. It also emphasizes the organization of an effective contract in the health care system in order to increase the efficiency of medical workers. The existing losses that arise when concluding a transaction are identified.

Keywords: state, social sector, financing, healthcare system, medical care, medical workers, transactions, transformations, transformation sector, transaction sector, transaction costs, expenses, contract, deal, efficiency.

Введение

В Послании Основателя мира и национального единства, Лидера нации, Президента Республики Таджикистан, уважаемого Эмомали Рахмона Маджлиси Оли Республики Таджикистан «Об основных направлениях внутренней и внешней политики республики», проведенного 28 декабря 2024 года было отмечено следующее: «Правительство страны принимает необходимые меры по обеспечению эффективной деятельности учреждений сферы здравоохранения, повышению уровня и качества медицинского обслуживания населения.

В 2025 году на сферу здравоохранения за счёт государственного бюджета предусмотрено 4,3 миллиарда сомони, что больше на 840 миллионов сомони по сравнению с 2024 годом.

Несмотря на выполненные работы, руководству Министерства здравоохранения и социальной защиты населения, областям, городам и районам поручается в сотрудничестве с предпринимателями и инвесторами принять конкретные меры по устранению имеющихся недостатков и решению вопросов в учреждениях здравоохранения до празднования 35-летия Государственной независимости.

За последние годы мы построили и сдали в эксплуатацию здание Министерства здравоохранения и социальной защиты населения, также два здания учреждения высшего медицинского образования – Таджикского государственного медицинского университета имени

Абуали ибн Сино и Государственного медицинского университета в Хатлонской области с наилучшими условиями.

Также реконструировали и модернизировали десятки больниц и других медицинских учреждений, которые были построены 70-80 лет назад, обеспечили их современным оборудованием.

В целом за 33 года независимости, помимо реконструкции и модернизации имеющихся медицинских учреждений, за счёт имеющихся возможностей было возведено 3076 новых медицинских учреждений» [1].

Благодаря мудрой и дальновидной политике и неустанной заботе Основателя мира и национального единства, Лидера нации, Президента Республики Таджикистан, уважаемого Эмомали Рахмона к славному народу Таджикистана в стране устойчивыми темпами развивается сфера здравоохранения, которая является гарантом обеспечения здоровой нации.

Материалы и методы исследования

В статье использован метод сравнительного анализа, в котором приведены данные из статистического сборника о расходах из государственного бюджета на здравоохранение в Республике Таджикистан за 2018-2023 годы.

Также применен метод сравнительного анализа расходов государственного бюджета Республики Таджикистан на нужды социальной сферы за 2015-2024гг. Материалы использованы из Национального центра законодательства при Президенте Республики Таджикистан - Законы Республики Таджикистан «О государственном бюджете Республики Таджикистан» и объем расходов на социальные сферы.

В Республике Таджикистан наблюдается постоянный рост объемов социального финансирования, в частности на сферу здравоохранения.

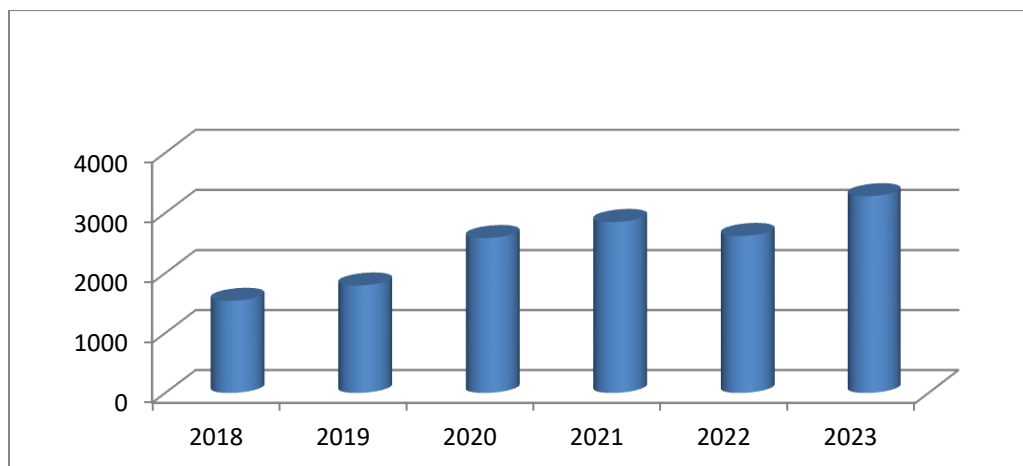


Диаграмма 1– Расходы государственного бюджета на здравоохранение в Республике Таджикистан (млн. сомони)

Источник: Статистический сборник: Здравоохранение в Республике Таджикистан, 2024, стр. 83 [2].

Анализ таблицы показывает, что за 2018-2023 годы государство выделило из бюджета страны значительную сумму для финансирования здравоохранения – за шесть лет финансирование увеличивалось на 213,1%, или на 1739,3 млн. сомони.

Помимо необходимости увеличения расходов на систему здравоохранения в нашей стране, необходимо также разработать систему финансирования, позволяющую использовать выделяемые средства в эффективной системе оказания качественной медицинской помощи населению.

Результаты исследования

Как отмечено в публикации российского ученого Фролова, Д.П.: «В экономической науке, особенно в ее институциональном направлении, достаточно прочно устоялись понятия транзакционных издержек и транзакционного сектора. Выделяются две альтернативные базовые формы хозяйственной деятельности людей: трансформации и транзакции как группы функционально специализированных видов экономической деятельности» [3].

Сфера здравоохранения входит в трансформационный сектор, поскольку в данной сфере формируется человеческий капитал, который является национальным доходом для всей страны.

Первым Дж. Коммонс выделил трансформации и транзакции как группы функционально специализированных видов экономической деятельности:

«Под трансформациями (трансформационными видами деятельности) понимались производство и потребление материальных благ; под транзакциями (транзакционными видами деятельности) – разнообразные рыночные сделки (купля-продажа, аренда, кредитование и т.д.) и управленческие операции» [4].

Как было отмечено экономистом Оливером Уильямсоном: «Трансакция имеет место тогда, когда материальное благо или услуга пересекает границу смежных технологических процессов. Одна стадия деятельности прекращается и начинается другая» [5].

Экономиста Рональда Коуза считают основоположником теории трансакционных издержек по его публикации, написанной в 1937 году. По высказываниям Р. Коуза: «трансакционные издержки – представляют собой затраты на информацию об участниках, объекте и характере сделки, и ее возможных последствиях» [6].

Как отмечал экономист Д.Норт: «Сущность трансакционных издержек заключается в затратах на оценку всех параметров сделки (свойства товара, его цена, характеристики поведения тех, кто вступает в обмен) и на принуждение участников к выполнению ее условий» [7].

Соответственно, в сфере здравоохранения имеют место трансакционные издержки, то есть существующие затраты в процессе осуществления медицинской деятельности работников системы здравоохранения. По наблюдениям трансакционные издержки существуют и в государственном здравоохранении, и в частном здравоохранении. Задача состоит в минимизации издержек во всех учреждениях.

Структура отраслей в системе экономики подразделяется на трансакционные и трансформационные индустрии, которые входят как в частный сектор, так и в общественный сектор (табл. 1).

Таблица 1 –Секторная структура экономической системы общества

Частный сектор		Общественный сектор	
Трансформационные индустрии	Трансакционные индустрии	Трансформационные индустрии	Трансакционные индустрии
Сельское хозяйство Строительство Добывающая промышленность Обрабатывающая промышленность Транспорт и складирование	Финансы Страхование Недвижимость Оптовая и розничная торговля	Образование Здравоохранение Железнодорожный/воздушный транспорт Жилищно-коммунальное хозяйство Социальное обеспечение Массовые коммуникации	Государственное управление Защита общественного порядка Оборона Почта

Источник: Стратулат И.В. Трансакционное развитие экономической системы: сущность, специфика, формы проявления. Евразийский союз ученых. 2015. №4 (13). С. 52-55 [8].

На рынке медицинского сервиса существуют определенные затраты, непосредственно воздействующие на медицинскую деятельность, и вследствие образуются трансакционные издержки. Трансакционные издержки характерны как для государственного здравоохранения, также и для частного здравоохранения.

Независимо от того, что система здравоохранения прогрессирует в области новейших технологий, такие как лазерные, компьютерные диагностические средства, особенное значение необходимо уделить труду работников системы здравоохранения. Поскольку деятельность работников системы здравоохранения основана на полученных знаниях, накопленном опыте, добросовестности, обладающих навыками исцеления пациентов, которое невозможно построить механическим путём.

Сотрудники в процессе своей деятельности несут большую ответственность, результат работы которой непосредственно связан с человеческой жизнью. Медицинские работники, контактируя с источником инфекций, могут нанести вред своему здоровью. Следовательно, необходимо организовать социальные льготы медицинским работникам для дальнейшего стимулирования их деятельности. К их числу относятся: предоставление дополнительных оплачиваемых отпусков, дополнительной оплаты труда некоторым категориям сотрудников системы здравоохранения, выдача компенсаций, работающим во вредных условиях, а также опасных для здоровья условий и т.д.

Для повышения эффективности деятельности медицинских работников появляется необходимость в организации контракта в системе оплаты труда сотрудников.

Под эффективным контрактом в системе здравоохранения понимается форма трудового договора, в которой определяются степень детализации трудовых обязанностей медицинского работника, объективные показатели эффективности его трудового договора, установлены виды деятельности и предусмотрены критерии оценки, что позволяет: повысить эффективность оказания медицинских услуг и удовлетворенность клиентов; снизить транзакционные издержки, в первую очередь за счет снижения уровня оппортунистического поведения сотрудников для работодателя; повысить уровень удовлетворенности и эффективности деятельности за счет объективного повышения права мотивации врачей и других медицинских работников [9].

В процессе осуществления контракта в медицинских учреждениях между работодателем и работником образуются следующие виды транзакционных издержек:

1. Издержки сбора и переработки информации.
2. Издержки проведения переговоров и принятия решений.
3. Издержки измерения.
4. Издержки контроля и юридической защиты выполнения контракта.
5. Издержки оппортунистического поведения.
6. Издержки коллективного принятия решений.
7. Издержки влияния.

8. Издержки мониторинга поведения агента в процессе исполнения пунктов контракта (текущий мониторинг) и завершения контракта (итоговый мониторинг).

Нынешний этап развития нашего государства предъявляет повышенные требования к формам и методам управления формированием и предоставлением услуг здравоохранения через соответствующее материально-техническое снабжение учреждений здравоохранения в целях обеспечения качества и эффективности реализации одной из основных социальных задач страны – предоставление своевременных услуг здравоохранения гражданам республики [10].

После обретения независимости Республика Таджикистан поставила перед собой цель создания социального государства. Соответственно, из государственного бюджета наблюдается финансирование на отрасли социальной сферы.

Таблица 2 – Расходы государственного бюджета Республики Таджикистан на нужды социальной сферы за 2015-2024 гг. (тыс. сомони)

Годы	2015	2020	2022	2023	2024	2024 к 2015 в разы
Отрасли						
Образование	2918639	5004689	6304025	7210355	8231867	2,8
Здравоохранение	1204464	1841281	2881390	3343077	3488927	2,8
Социальное страхование и социальная защита	2887063	3911503	4331602	4898631	5533584	1,9
Культуры и спорта	736452	972620	1199149	1494348	1716730	2,3
ЖКХ, охрана окружающей среды и лесного хозяйства	835739	1230696	1502178	1696585	1796081	2,1

Источник: Законы Республики Таджикистан «О государственном бюджете Республики Таджикистан» и объем расходов на социальные сферы. // Национальный центр законодательства при Президенте Республики Таджикистан [Электронный ресурс]. Режим доступа, URL: <http://www.mmk.tj/ru/>, открытый. Дата обращения 21.12.2024г. [11].

В Республике Таджикистан постоянно увеличиваются объемы социального финансирования. Анализ таблицы показывает, что за 2015-2024 годы государство выделило из бюджета страны значительную сумму для финансирования отраслей социальной сферы. На образование – за десять лет финансирование увеличивалось на 2,8 раз, на здравоохранение – на 2,8 раз, на социальное страхование и социальную защиту на 1,9 раз, на культуру и спорт на 2,3 раз, на ЖКХ, охрану окружающей среды и лесного хозяйства 2,1 раз. Если в 2015 году для развития отрасли здравоохранения было выделено 1204464 тыс. сомони, то в 2024 году этот объем достиг 3488927 тыс. сомони, вырос более чем в 2,8 раз или на 2284463 тыс. сомони [11].

«Республика Таджикистан страна, которая развивается в области модернизации современных технологий. Вследствие этого, одним из приоритетов страны выступает развитие современных

технологий, современных электронных и мобильных устройств, поставка программного обеспечения в различные аспекты человеческой жизни и своевременное внедрение технологических инноваций» [12].

Выводы

- Соответственно, в целях эффективной деятельности системы здравоохранения необходимо оснащать сферу новейшим, современным оборудованием, что является показателем обеспечения здоровой нации страны.
- В то же время в транзакционные издержки входят некоторые потери, такие как - неэффективность совместных планов, заключенных договоров и созданных структур; неэффективная реакция на изменившиеся условия, вследствие которых появляется неэффективная защита заключенной сделки.
- В целом, они включают в себя все, что, так или иначе, выражается в сравнительной работе различных способов распределения ресурсов и организации производственной деятельности.

Рецензент: Хасанзода Ф.Ш. – к.э.н., зав.кафедрой экономической теории Международного университета туризма и предпринимательства ТДЖИУСТАНА.

Литература

1. Послание Президента Республики Таджикистан, Лидера нации, уважаемого Эмомали Рахмона Маджлиси Оли Республики Таджикистан «Об основных направлениях внутренней и внешней политики республики», 28.12.2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа, URL: www.president.tj, открытый, дата обращения 26.01.2025.
2. Статистический сборник Здравоохранение в Республике Таджикистан, 2024 г.
3. Фролов, Д.П. Институты и транзакционные издержки: преодоление квазикузнецкой парадигмы / Д.П. Фролов // Journal of Economic Regulation = Вопросы регулирования экономики. – 2011. – Т. 2. № 4. – С. 5-23.
4. Commons John R. Institutional Economics // American Economic Review. – 1931. – N21. – P.648–657.
5. Уильямсон О. И. Экономические институты капитализма: Фирмы, рынки, «отношенческая» контрактация / пер. с англ. под ред. В. С. Катыкало. - СПб. : Лениздат, 1996. - 702 с.
6. Коуз Р. Фирма, рынок и право / пер. с англ. Б. Пинскера. - М. : Дело ЛТД, 1993. - 192 с.
7. Норт Д. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики. – М.: Фонд экономической книги «НАЧАЛА», 1997.
8. Стратулат И.В. Транзакционное развитие экономической системы: сущность, специфика, формы проявления. Евразийский союз ученых. 2015. №4 (13). С. 52-55.
9. Исламудинов В. Ф. Транзакционный подход к исследованию эффективности институтов стимулирования инновационной активности экономических агентов // Менеджмент в России и за рубежом. - 2013. - № 5. - С. 3-10.
10. Аюби Ф. Бабаджанов Р.М. Некоторые институциональные проблемы в сфере здравоохранения и улучшения его инфраструктуры в Республике // Экономика Таджикистана. – 2024, № 1, С.112-117. ISBN 978-99985-36-56-2
11. Законы Республики Таджикистан «О государственном бюджете Республики Таджикистан» и объем расходов на социальные сферы. // Национальный центр законодательства при Президенте Республики Таджикистан [Электронный ресурс]. Режим доступа, URL: <http://www.mmk.tj/tu/>, открытый. Дата обращения 21.12.2021.
12. Аюби Ф. Роль цифровой экономики в развитии системы здравоохранения Республики Таджикистан / Ф. Аюби // Материалы Международной научно-практической конференции - «Ускоренная индустриализация и вопросы ее реализации в Таджикистане» (г. Душанбе, 17 февраля 2023 года). Таджикский национальный университет. - Душанбе, 2023. – С. 300-304. ISBN 978-99985-36-56-2.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ - INFORMATION ABOUT AUTHOR

TJ	RU	EN
Аюби Фируза	Аюби Фируза	Ayubi Firuza
Н.и.и., ходими пешбари илмӣи шӯбаи Таҳқиқоти институционалӣ	К.э.н., ведущий научный сотрудник отдела Институциональные исследования	Candidate of Economic Sciences, Leading Researcher, Department of Institutional Research
Институти иқтисодиёт ва демографияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон	Институт экономики и демографии Национальной академии наук Таджикистана	Institute of economics and demography Of the National academy of sciences of Tajikistan
E-mail: firuz_aalieva87@mail.ru		

УДК:338

АМСИЛАҲОИ РАҚОБАТ: МУШКИЛОТ ВА ИСТИФОДАИ ОН ДАР БОЗОРИ ХИЗМАТРАСОНИИ НАҚЛИЁТИ АВТОМОБИЛӢ

Х.Ш. Раҷабова

Донишгоҳи Техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ

Дар мақолаи зерин амсилаҳои рақобат дар бозори хизматрасонии нақлиёти автомобилӣ, мушкилот ва роҳҳои ҳалли он матраҳ шудааст. Аз адабиёти дохилию хориҷӣ истифода карда, намудҳои амсилаҳои нақлиёти мусофирбарӣ шаҳрӣ ва мушкилиҳои онҳо нишон дода шудааст.

Калидвожаҳо: амсила, мусофиркашонӣ, нақлиёти шаҳрӣ, рақобат, нақлиёти ҷамиятӣ, фаъолияти нақлиёт, бозори хизматрасонӣ.

МЕТОДЫ, ПРОБЛЕМЫ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НА РЫНКЕ АВТОТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ

Х.Ш. Раҷабова

В статье рассматриваются закономерности конкуренции на рынке услуг автомобильных перевозок, ее проблемы и пути решения. На основе отечественной и зарубежной литературы показаны типы моделей городского пассажирского транспорта и их проблемы.

Ключевые слова: Модель, пассажирские перевозки, городской транспорт, конкуренция, общественный транспорт, транспортная деятельность, рынок услуг.

METHODS, PROBLEMS OF COMPETITIVENESS AND THEIR USE IN THE MARKET OF AUTOMOBILE TRANSPORT SERVICES

H.Sh. Rajabova

The article examines the patterns of competition in the market of automobile transportation services, its problems and solutions. Based on domestic and foreign literature, the types of urban passenger transport models and their problems are shown.

Keywords: Model, passenger transportation, urban transport, competition, public transport, transport activities, services market.

Бозори хизматгузори нақлиёти автомобилӣ қисми иқтисодиёт номида мешавад, ки дар он корхонаҳо ва соҳибкорони нақлиёти автомобилӣ хизматҳои худро ба истеъмолкунандагон мефурӯшанд. Дар муқоиса ба мол, хизматҳои дорои чунин тавсифоти асосӣ мебошанд: ламспазир нестанд, аз раванди истеҳсолот ҷудо нестанд, захиранашавандаанд, тағйирёбии сифат доранд.

Ба воситаи автомобил интиқол додани борҳо ва мусофирон яке аз шаклҳои ғуруши хизматрасонӣ дар бозори хизматрасонии нақлиёти автомобилӣ буда, барои он шартҳои дар боло зикршуда қобили қабул мебошад.

Ба хизматҳои нақлиёти автомобилӣ на танҳо ҳамлу нақли бору мусофиронро шомил карданд мумкин аст, балки омодакунии таркии ҳаракаткунанда ва истифодабарӣ, корҳои боркунӣ ва борфурӯрӣ, нигоҳдории борҳо, пешниҳоди воситаҳои нақлиёт ба шартӣ иҷора ё киро ва инҳо монанд низ дохил мешавад. Аммо намуди асосии хизмат ҳамлу нақл аст.[1]

Ҳангоми ташкили интиқоли борҳо ва мусофирон дар бозори хизматгузори нақлиёти автомобилӣ, якҷанд хусусиятҳои муҳимро ба ҳисоб гирифтани зарур аст, ки дар расми 1 пешниҳод шудааст. Аз расми 1 бармеояд, ки ба хусусиятҳои муҳим ва асосии бозори хизматрасонии нақлиёти автомобилӣ мавҷудияти рақобати пуршиддат, нархгузори озод, ғуноғуни ва тағйирёбии шароитҳо, алоқаи бозори хизматрасонии нақлиёти бо бозори молӣ марбут мебошанд.

Ҷадвали 1 - Тавсифи мухтасари амсилаҳои ташкили низоми нақлиёти мусофирбарӣ шаҳрӣ (НМШ)

Унсурҳои НМШ	Амсилаи НМШ		
	Маъмури	Бозори озод	Бозори танзимшаванда
Мақомоти махсуси идоракунии НМШ	Зарур аст	Зарур аст	Шояд
Банакшагирии нақлиёт	Зарур аст	Зарур аст	Талаб карда намешавад
Муқарар намудани роҳҳои нақлиёт	Зарур аст	Одатан зарур аст, ақсар вақт ба ихтиёри операторҳо дар минтақаҳои хизматрасони дода мешавад	Талаб карда намешавад
Дастраси ба бозор	Қарори маъмури	Озмун ё ғуфтушунид	Озод
Рақобат	Вучуд надоштан	Рақобат барои бозор	Рақобат дар бозор
Бастани шартномаи хизматрасонӣ	Шояд, аммо одатан ҷолиб нест	Зарур аст	Талаб карда намешавад
Танзими тарифӣ	Сахт	Чорҷӯба ё сахт	Талаб карда намешавад
Хизматрасонии имтиёзнок	Дар ҳаҷми пурра	Дар ҳаҷми пурра ё бо маҳдудият	Танҳо бо ҷуброни пурра
Субсидия ва дотатсия	Одатан зарур аст	Шояд, аммо ихтиёрӣ	Танҳо дар шакли ҷуброн барои имтиёзҳо



Расми 1 –Хусусиятҳои бозори хизматрасонии нақлиётӣ

Вобаста ба хусусиятҳои бозори хизматрасонии нақлиётӣ ва дараҷаи инкишофи муносибатҳои бозорӣ мо метавонем се амсилаи рақобати низомии нақлиёти мусофирбарии шаҳриро ҷудо намоем, ки дар ҷадвали як нишон дода шудааст.

Ҳар кадом амсилаи рақобати дар ҷадвали боло овардашударо ба пурраги шарҳ медиҳем.

1) Амсилаи маъмурий. Яке аз хусусиятҳои асосии ин амсила, аз он иборат аст, ки дар он фишангҳои маъмурии назорати бозори хизматрасонии нақлиётӣ истифода бурда мешаванд. Ба фишангҳои маъмурии назорат дохил мешаванд: Қонуни ҶТ дар бораи Литсензия ва сертификатсия, Қонуни ҶТ дар бораи фаъолияти соҳибкорӣ, Кодекси андози назди Президенти ҶТ.

Ширкатҳои нақлиётӣ метавонанд дар асоси озмун ҳаққи хизматрасониҳои якҷанд маршрутҳои шаҳро ба даст оранд, ки барои ин қор ҳаққи муқарраршуда мегиранд. Боқимонда вазифаҳои аз таҳияи масир то ҷамъоварии роҳқиро, аз ҷониби ҳукумати шаҳр ба роҳ монда мешавад;

2) Амсилаи бозори озод. Дар ин амсила механизмҳои танзими системаи бозори нақлиёти ҷамъиятӣ тавсиф карда мешавад.

Ҳукумати шаҳр дар идоракунии нақлиёти ҷамъиятӣ ба назорати ҳолати техникии таркиби ҳаракаткунанда ва тахассуси ронандагон даҳолат мекунад.

Ҳамаи масъалаҳое, ки бо муайян кардани хатсайрҳо, графикҳо, навіҳои нақлиёти истифодашаванда, (муқаррар намудани тарифҳо барои кашонидани борҳо) ва ғайра алоқаманданд аст, бевосита аз тарафи қорхонаҳои нақлиётӣ ва соҳибқорони нақлиётӣ ҳал карда мешаванд;

3) Амсилаи бозори танзимшаванда, ки тамоми шаклҳои муносибатҳои байни мақомоти шаҳр ва нақлиётро дар бар мегирад, ки дар байни модели маъмури ва модели бозори озод ҷойгир шуда, дар ҳар як ҳолати мушаххас вобаста ба вазифаҳо, шароит, имкониятҳо ва манфиатҳои ҳарду тараф муайян карда мешавад.

Дар тадқиқотҳои олимони ватанию хориҷи якҷанд таърифи нақлиёти мусофирбарии шаҳрӣ мавриди омӯзиш қарор гирифтааст. Масалан, Аршинова С.М. нақлиёти мусофирбарии шаҳриро чунин таъриф додааст:

- “намуди нақлиёти шаҳрӣ, ки мусофиронро бо хатсайрҳои муқарраршуда муддати тӯлонӣ интиқол медиҳад,

- системаи бисёрфункционалии нақлиёт, ки намудҳои гуногуни нақлиётро муттаҳид мекунад, ҳаракатро дар тамоми шаҳр ва минтақаи атрофи шаҳр таъмин мекунад.

- системаи устувори рушдбандаи нақлиёти мусофирбар дар дохили шаҳр ва дар баъзе мавридҳо берун аз ҳудуди он мутобиқи концепсияҳои иҷтимоӣ-иқтисодӣ ва банақшагирии таъмини ҳаёти шаҳр амал мекунад”. [2]

Бо муқоисаи таърифҳои дар боло зикргардидаи нақлиёти мусофирбарии шаҳрӣ метавон дар системаи устувори ҳамлу нақли доимии мусофиркашонӣ дар дохили шаҳр ва берун аз он мувофиқи консепсияҳои иҷтимоӣ-иқтисодӣ ва нақшаҳои рушди шаҳр фаъолият намояд.

Аммо дар баробари зиёд шудани шумораи аҳолии шаҳр ва нақлиёти мусофирбарии шаҳрӣ фаъолияти нақлиёти ҷамъиятӣ афзоиш меёбад, ки ин мушкилот боиси зиёд шудани мушкилот дар фаъолияти системаи нақлиёти мусофирбарии шаҳр мегардад.

Нақлиёти мусофирбарии шаҳрӣ аҳамияти муҳими иҷтимоӣ дорад, зеро фаъолияти он барои қонеъ гардонидани талаботи аҳоли дар дохили шаҳр ва атрофи он равона шудааст.

Роҳҳои асосии фаъолияти нақлиёти ҷамъиятиро метавон ба гурӯҳҳои зерин тақсим кард:

-шаҳрӣ - наздишаҳрӣ (дар рӯзҳои истироҳат аз шаҳрҳои наздик ба ҷойҳои қор ва бозгашт, дар рӯзҳои истироҳат - кӯчонидани аҳоли ба китъаҳои наздиҳавлигӣ, ки берун аз шаҳр воқеъ аст);

- сафарҳои асосии дохилишаҳрӣ (ба ин гурӯҳ ҳаракати мусофирон аз минтақаҳои дурдаст ба маркази шаҳр ё ҳаракати байни ноҳияҳои шаҳрро дар бар мегирад);

- дохилишаҳрии маҳаллӣ (сафарҳои аҳоли байни ноҳияҳои ҳамсоя ё дохилиноҳиявӣ).

Вобаста ба афзоиш ёфтани фаъолияти нақлиёти ҷамъияти, системаи нақлиёти мусофиркашии шаҳрро лозим аст, ки парки мошинхоро нав кунад, ки ин боиси беҳтар шудани хизматрасонӣ ба мусофирон ва беҳтар шудани нишондиҳандаҳои иқтисодии қисми нақлиёт мегардад.

Ҳаминро ҳам қайд кардан лозим аст, ки гузаштани парки автобусҳо ба моделҳои, ки мувофиқи талаботҳои қатъии экологӣ истеҳсол карда мешаванд, метавонад дараҷаи партовҳои зарарнокро кам кунад.

Инчунин ҳангоми ҳаракат баъзе мушкилотҳои ҷойдоранд, ки боиси зиёд шудани вақти ҳаракат, сӯзишвори ва ҷанбаҳои иҷтимоӣ-экологӣ мегардад, ки дар адабиёти худ Афанасьев Л.Л., чунин шарҳ додааст:

-ташаққули танбашавӣ дар роҳҳо ва чорроҳаҳои шаҳр аз сабаби он, ки нақлиёти мусофирбарии шаҳрӣ ба истилоҳ танбашавӣ мегардад, мунтазамии ҳаракат ва эътимоднокии нақлиёт коҳиш ёфта, вақти сафар дар масир ғайриҷамъиятӣ мегардад ва сарфи сӯзишвори зиёд мешавад.

-дурудароз бандшавии нақлиёт, мусофирон ва ронандагонӣ воситаҳои нақлиётро ба ҳастаги оварда мерасонад, ки дар ниҳоят метавонад боиси кам шудани таваҷҷӯҳ ва паст шудани сатҳи беҳатарии ҳаракат гардад.

-танбашавии роҳҳои нақлиёт ба зиёд шудани истеъмоли маводи сӯзишворӣ ва дар кӯчаҳо тӯлонӣ будани шумораи зиёди мошинҳо мегардад, ки боиси ифлосшавии муҳити зист мегардад. Афзоиши шумораи нақлиёти автомобилӣ ҷамъиятӣ ва нақлиёти шахсӣ ба мушкилоти арзёбии таъсири нақлиёт ба экологияи шаҳр мусоидат мекунад. [3]

Мушкилоти дигаре, ки самарайи қисми нақлиёти мусофирбарии шаҳрро паст мекунад, ин системаи нодурусти пардохти роҳиро аз дари даромадҳои мебошад, ки дар мақолаи Азимов П.Х., Ҳамроев Ф.М., Гадоева Ф.С. оварда шудааст. [4]

Системаи нақлиёти мусофирбарии шаҳрӣ аҳамияти муҳими иҷтимоӣ дошта, талаботи аҳолии шаҳрро ба сафар дар ҳудуди муайян бо сарфи ҳадди ақали вақт ва дараҷаи муайяни бароҳат қонеъ мегардонад.

Ҳама бояд бо сарфи ҳадди ақали вақт ҳаракат кунанд, аммо дар айнаи замон, бо шумораи зиёди воситаҳои нақлиёт дар шабакаи маҳдуди роҳ, ин мушкил мегардад.

Барои сари вақт таъмин намудани ҳаракат дар роҳ ва қонеъ гардонидани талаботи мусофирон ба хизматрасонии нақлиёти автомобилӣ як чанд роҳҳои ҳали мушкилоти дар боло ҷойдошта ҳаст, ки истифодаи он аз манфиат холи нест:

-барои он ки мусофирон сари вақт ба ҷои лозимашон расанд бояд танзими ҳаракати нақлиёт дар соатҳои авҷ ба роҳ монда шавад;

-системаи пардохти роҳпулӣ автоматикунонида шавад;

-нақлиёти ҷамъияти бо интернет пайваست шуда аз рӯи нақшаи қисми фаъолият кунанд;

- роҳҳои, ки аҳамияти маҳалли доранд васеъ карда шаванд.

Муқаррир: Азизов Ш. – н.и.и., дотсенти қабедраи иқтисод ва идораи ДДОЛ ба номи С. Айни

Адабиёт

1.Ҳамроев Ф.М.Иқтисодиёти қисми нақлиёти автомобилӣ:Китоби дарси.-Душанбе:ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ, 2022. 458 саҳ.

- 2.Аршинова С.М. Городские пассажирские перевозки. Учебное пособие. - Иркутск: Изд. Иркутского ГТУ, 2012.
- 3.Афанасьев Л.Л., Цукерберг С.М. Автомобильные перевозки. Под ред. А.П. Седова. М.: Транспорт, 2016. - 320 с.
- 4.Азимов П.Х., Хамроев Ф.М., Гадоева Ф.С. Проблемы и перспективы регулярных перевозок пассажирским автомобильным транспортом в Республике Таджикистан / П.Х. Азимов, Ф.М. Хамроев, Ф.С. Гадоева // «Вестник ОрелГИЭТ» Орел: Издательство ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет экономики и торговли». 2018. №1 (43). С. 37-42.
- 5.Азимов П.Х. Обеспечение конкурентоспособности автотранспортных предпринимательских структур: на примере предприятий Республики Таджикистан: автореферат дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Азимов Пулод Хакимович. - Санкт-Петербург, 2008. - 25 с. .
- 6.Абдугаффор Р. Региональные проблемы развития транспорта в системе рыночной экономики Таджикистана: дис.докт. экон. наук: 08.00.05 / Рауфи Абдугаффор. - Душанбе, 2008. - 283 с.
- 7.Блатное М.Д. Пассажирские автомобильные перевозки. - М.: Транспорт, 2017 г.— 198 с.
- 8.Борисова В. В. Логистический менеджмент в межрегиональном товарообмене. - Ростов н/Д: ред.-изд. центр ГРЭУ «РИНХ», 2017.

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФ- СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-AUTHORS BACKGROUND

TJ	RU	EN
Раҷабова Хубон Шораҷабовна	Раджабова Хубон Шораджабовна	Radzhabova Khubon Shoradzhabovna
Муаллими калони Кафедраи И ва ЛН	Старший преподаватель Кафедры Э и ТЛ	Senior Lecturer Kafedra E and TL
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Таджикский технический Университет имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after Academician M.S.Osimi

УДК: 657.01

БУХГАЛТЕРСКИЙ УЧЁТ КАК ВАЖНЫЙ ИСТОЧНИК ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИИ В УСЛОВИЯХ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ

С.Д. Тилакмуродова

Государственный Таджикский Финансово-экономический университет

В статье рассматриваются различные методики определения финансовых результатов предприятия. Они позволяют проанализировать получение прибыли с различных сторон и оценить влияние различных факторов на её объём. Так же различные методы определения прибыли позволяют проанализировать за счёт какой продукции, реализованной на рынке, предприятие получает большую прибыль и на какую продукция расходуется больше материальных и трудовых ресурсов. Данные показатели необходимы для прогнозных показателей дальнейшего развития и расширения предприятия, а также для исследования эффективности деятельности компании и выявления причин изменения объёмов прибыли.

Ключевые слова: *финансовые результаты, эффективность, доходы, расходы, финансовые ресурсы, индустриализация, рентабельность, маржинальная прибыль, совокупный капитал, доходность, капитализация.*

БАҲИСОБИРИИ МУҲОСИБӢ ҲАМЧУН МАНБАИ МУҲИМИ АРЗӢБИ ФАӢОЛИЯТИ ШИРКАТ ДАР ШАРОИТИ ИНДУСТРИКУНОНИИ ИКТИСОДИӢ

С.Д. Тилакмуродова

Дар мақола усулҳои гуногуни муайян кардани натиҷаҳои молиявии корхона баррасӣ карда мешаванд. Онҳо ба шумо имкон медиҳанд, ки тавлиди фойдари аз паҳлӯҳои гуногун таҳлил кунед ва таъсири омилҳои гуногунро ба ҳаҷми он арзёбӣ кунед. Инчунин усулҳои гуногуни муайян кардани фоида ба мо имкон медиҳанд, ки таҳлил кунем, ки кадом маҳсулоти дар бозор фурухташуда корхонаро фойданоктар мегардонад ва кадом маҳсулот бештар захираҳои моддию меҳнатӣ талаб мекунад. Ин нишондиҳандаҳо барои пешгуи нишондодҳои рушди минбаъда ва васеъшавии корхона, инчунин барои омӯзиши самаранокӣ фаъолияти ширкат ва муайян кардани сабабҳои тағирёбии ҳаҷми фоида заруранд.

Калидвожаҳо: *натиҷаҳои молиявӣ, самаранокӣ, даромад, хароҷот, захираҳои молиявӣ, саноатсозӣ, даромаднокӣ, фоидаи ниҳой, сармояи умумӣ, даромаднокӣ, капитализатсия.*

ACCOUNTING AS AN IMPORTANT SOURCE OF ASSESSMENT OF THE COMPANY'S ACTIVITIES IN THE CONTEXT OF INDUSTRIALIZATION OF THE ECONOMY

S.D. Tilakmurodova

The article considers various methods of determining the financial results of the enterprise. They allow to analyze the receipt of profit from various sides and to assess the influence of various factors on its volume. Also, various methods of determining profit allow to analyze due to which products sold on the market the enterprise receives more profit and on which products more material and labor resources are spent. These indicators are necessary for forecast indicators of further development and expansion of the enterprise, as well as for studying the efficiency of the company's activities and identifying the reasons for changes in profit volumes.

Keywords: *financial results, efficiency, income, expenses, financial resources, industrialization, profitability, marginal profit, total capital, profitability, capitalization.*

Итоговые финансовые показатели любого экономического субъекта выступают основными показателями деятельности, которые оформляются в виде годового баланса. Основной результат, к которому стремится предприятие, это прибыль. Она не только определяет эффективную деятельность компании за год, но и является основным источником её дальнейшего развития, усовершенствования и расширения.

Современные условия конкуренции на рынке определяют условия представления данных о финансовых результатах предприятия. Прибыль, которую получает предприятие и предоставляет эти данные в отчётах, рассматривают как внутренние, так и внешние пользователи. Внутренние пользователи используют эти данные в качестве информации о дальнейшей деятельности компании, её возможностях, условиях формирования ресурсов. Внешние пользователи получают деловую информацию о компании, в которую можно инвестировать финансовые ресурсы, заключать партнёрские соглашения, о конкурентных возможностях компании. Поэтому отчётность о финансовых результатах компании выступает одним из важных источников о её деятельности и конкурентоспособности, а также является важным фактором в условиях индустриальных процессов, проходящих в стране.

Экономическое обоснование размера прибыли компании позволяет спрогнозировать дальнейшее развитие компании, определить размеры налоговых платежей в бюджет, материальное поощрение сотрудникам компании, внедрение новых технологий, расширение материально-технической базы.

Финансовые результаты предприятия могут быть не только положительными, то есть определяют прибыль компании, но и отрицательными, то есть указывают на убыток. Компания получает за финансовый год валовую выручку, или доход, который формируется на основании реализуемых товаров, работ и услуг. За этот же период компания рассчитывает расходы, связанные с изготовлением товаров, работ и услуг, соответственно, разница между доходами и расходами определяет финансовые результаты компании. В связи с этим в условиях рынка и изменений его конъюнктуры, вопросы формирования доходов и расходов и их учёт, который отражается в

бухгалтерских документах, имеет важное значение для компании. Отличительной особенностью бухгалтерского учёта и его достоинством выступает то, что в отличие от других форм учёта (статистического и оперативного), он является сплошным и непрерывным. Это позволяет группировать хозяйственные операции компании по счетам бухгалтерского учёта, а методика их расчёта наглядно выявляет все позитивные и негативные стороны деятельности компании. Сформированные счета позволяют не только наладить бухгалтерского учёта в компании, но и проводить анализ хозяйственной деятельности, определять показатели финансовых результатов, коэффициенты рентабельности для оценки эффективности компании. Данные, полученные на основании бухгалтерского учёта, позволяют оценивать компанию как для её дальнейшего развития, так и для выявления кризисных ситуаций [3, с. 38].

На основе бухгалтерского учёта, как было отмечено ранее, менеджерами высшего звена принимаются стратегические решения управления компанией. А в условиях индустриализации страны основой стратегического управления безусловно выступают экономическая информация, основанная на анализе полученных компанией результатов. Объективные данные о финансовом положении компании должны быть доступны для участников экономических отношений и пользователям, как внутренним, так и внешним. К последним относятся акционеры компании, инвесторы, владельцы банков, страховые компании для того, чтобы предоставлять инвестиции компании, также поставщики, покупатели, аудиторы и другие, которые связаны с компанией финансовыми обязательствами. Эффективная деятельность компании с контрагентами осуществляется на основе тех необходимых правил, норм, методов и т.д., которые формирует государство, исходя из условий индустриализации страны [2, с. 103].

Необходимо отметить, что на сегодняшний день разработано множество методик проведения анализа финансовой деятельности компании. Исследователи, рассматривающие данные вопросы с теоретической и методической точек зрения, проводят анализ с разных сторон и с различным уровнем детализации. В связи с этим рассмотрим некоторые методы получения финансовых результатов, которые часто используются на практике и зарекомендовали себя с положительной стороны.

Савицкая Г.В. разработала методику проведения анализа финансовых результатов в следующей последовательности.

Во-первых, проводить анализ состава и динамики прибыли, на основе таких показателей, как маргинальная прибыль, прибыль, полученная от продажи товаров, предоставленных работ и услуг, использования чистой прибыли, капитализированной прибыли и потребляемой прибыли. Автор данного метода определения финансовых результатов разграничивает расчёты получения прибыли в зависимости от поставленных управленцами компании целей. Например, для того, чтобы определить точку безубыточного объёма продаж и уровень безопасной финансовой зоны компании, а также для того, чтобы определить высокий уровень доходности компании и вычислить прибыль от продажи каждого вида продукции (работ, услуг), рассчитывается так называемая маргинальная, или предельная, прибыль. Для проведения анализа хозяйственной деятельности компании и выявлении собственных финансовых возможностей, компании необходимо определить уровень рентабельности собственного капитала. Поэтому рассчитывается такой показатель, как чистая прибыль, которая определяет собственные финансовые возможности компании без внешнего заимствования и привлечения инвестиций со стороны. Если же компания имеет в своём финансовом портфеле помимо собственных инвестиций и привлечённые, то имеет место рассчитывать общую прибыль, как на собственный капитал, так и на привлечённый, иначе говоря, на совокупный капитал. Причём данная прибыль рассчитывается до уплаты процентов по вложенным вкладам и налогов на прибыль. Таким образом определяется такой важный для анализа хозяйственной деятельности компании показатель, как доходность совокупного капитала. На рост компании оказывают влияние множество факторов, в том числе и проценты, которые она выплачивает от заимствованных средств, например, проценты по банковским кредитам. Это не позволяет компании более точно прогнозировать своё развитие в будущем. Поэтому компании важно определять финансовые результаты на основе финансовых вложений, которые она осуществляет самостоятельно, т.е. реинвестирование. Следовательно, рассчитывается такой показатель для эффективного вложения собственных инвестиций, как капитализация компании и прибыль, полученная от реинвестирования, или капитализации. Определение данного показателя, капитализированная прибыль, позволяет компании рассчитать уровень её стабильного роста на перспективу.

Таким образом, данный анализ позволяет выделять элементы прибыли, или структурные части прибыли, исследовать динамику полученной прибыли, что позволяет сравнивать фактические показатели получения прибыли в её структурной форме с прогнозными показателями за отчётный период. Отличительной чертой методики Савицкой Г.В. является то, что при исчислении прибыли учитывается уровень инфляции, который безусловно приводит к изменениям прибыли.

Во-вторых, данный метод позволяет исследовать динамику полученных финансовых результатов от продажи продукции, работ и услуг. При этом проводится анализ изменений прогнозных показателей по прибыли от различных видов деятельности предприятия, как основной

деятельности, так и не основной. Особое внимание уделяется причинам, которые оказали существенное влияние на изменение прибыли, причём, как положительное, так и отрицательное. К таким причинам относятся изменение величины объёма выпускаемой продукции, цен на готовые товары, условия продажи продукции, работ или услуг, важным показателем изменения объёма выпуска продукции являются причины изменения расходов при выпуске продукции.

В-третьих, условием деятельности предприятия выступает ценовая политика, поэтому проводится исследование в области влияния как внешних, так и внутренних факторов на уровень цен. К внутренним причинам изменения цен можно отнести качество сырья, материалов, которые оказывают значительное влияние на качество выпускаемой продукции, методы управления предприятием, условия заключения контрактов о поставках готовой продукции т.д. К внешним причинам относятся конъюнктура рынка, налоговая политика государства, изменение потребительского спроса, условия функционирования с поставщиками и т.д.

В-четвёртых, исследование доходной и расходной частей предприятия по каждому виду производимой продукции, работ и услуг отдельно. Это позволяет выявить причины изменения объёма прибыли в динамике и в структуре по каждому виду продукции, что безусловно способствует более эффективному принятию решений при выходе из критического положения компании, либо позволяет более эффективнее спрогнозировать дальнейшую её деятельности и получить большую прибыль.

В-пятых, анализ рентабельности предприятия выявляет причины как снижения, так и повышения эффективности предприятия, поэтому Савицкой Г.В. предлагается методика расчёта рентабельности при реализации продукции, иначе говоря, рентабельности оборотных средств компании, рентабельности всех привлечённых денежных средств в компанию, как кредитных, так и собственных. Фактически полученные показатели необходимо сравнивать с прогнозными показателями в их динамике, что позволяет выявить причины расхождения прогнозных и фактических показателей. Причём необходимо заметить, что расхождение могут быть как в отрицательную, так и в положительную сторону. В положительную сторону, т.е. расхождение в положительную сторону является не менее важным моментом при анализе деятельности компании, так как выявляет причины эффективности деятельности компании, а не только причины её кризисных ситуаций. Исследование показателей доходной и расходной частей предприятия с аналогичными показателями других предприятий данной отрасли позволяет проанализировать их рентабельность.

В-шестых, заключительным этапом исследования прибыли предприятия является анализ прибыли до оплаты налогов в государственный бюджет, затем анализ выплачиваемых процентов заёмного капитала, перечисляемых государственных налогов и полученной чистой прибыли предприятием, которая в свою очередь делится на прибыль, которую предприятие реинвестирует и капитализирует [4, с. 147].

Другой исследователь А.Д.Шеремент рассматривает полученную прибыль следующим способом.

Во-первых, Финансовые результаты (прибыль или убыток) анализируются на основании таких показателей, как валовые результаты, результаты от реализации продукции, работ, услуг, результаты от основной деятельности предприятия, результаты от вспомогательной деятельности, прибыль до уплаты кредитов, прибыль до уплаты налогов, чистая прибыль до распределения по различным направлениям, чистая прибыль до выплаты процентов акционерам, прибыль, направленная на расширение предприятия, прибыль, направленная на капитализацию и т.д.

Во-вторых, исследование различных коэффициентов и процентов эффективности деятельности предприятия, например, показатели рентабельности предприятия – отношение прибыли к объёму выпущенной продукции, реализованной продукции, к расходам по выпуску основной продукции и т.д.

В-третьих, влияние различных причин и барьеров на выпуск продукции, на поставку сырья и материалов, на качество выпускаемой продукции, на условия продаж.

В-четвёртых, анализируется экономическое положение, сложившееся на рынке продаж продукции предприятия.

В-пятых, анализируются структура источников получения прибыли.

В-шестых, проводится тщательный анализ эффективности основного и оборотного капитала компании [5, с. 12].

Следующим исследователем, который анализирует финансовые результаты предприятия, является Ефимова О.В. Она предлагает выявлять причины получения финансовых результатов как позитивные, так и негативные, для того чтобы в дальнейшем более точно прогнозировать деятельность предприятия. При предлагается проанализировать внешние и внутренние причины, влияющие на получение финансовых результатов, рассмотреть также с этой точки зрения доходную и расходную части и рентабельность предприятия.

Данный анализ Ефимова О.В. предлагает проводить на основании бухгалтерских пояснительных документов, которые прилагаются к годовому балансу. Рассмотреть пояснительные записки по доходной и расходной частям, а затем проанализировать отчётность по прибылям и

убыткам. Такого рода анализ позволяет изучить и выявить причины отклонений прогнозных показателей от фактических на основе внешних данных.

К внутренним показателям деятельности компании при получении финансовых результатов можно отнести анализ учётной политики, сложившейся на том или ином предприятии, изменения в учётной политике, которые могли оказать существенное влияние на изменение доходов и расходов. Провести оценку активов предприятия, таких как основной капитал, который может состоять из заёмного и собственного капитала, материальных активов, оборотных средств, доходов будущих периодов и т.д. И только затем проводить глубокий анализ результатов деятельности предприятия, который основывается на данных управленческого учёта по основной и вспомогательной деятельности, её рентабельности и составлять прогнозные показатели по основным видам деятельности предприятия [1, с. 274].

Помимо рассмотренных выше методов, необходимо использовать и методы международных стандартов. В развитых странах часто используют метод, с помощью которого прибыль анализируется на основании расходов. Последние подразделяются на расходы, осуществленный в ходе производства продукции, и расходы от коммерческой, или сбытовой, деятельности предприятия. Вместе с тем, проводится глубокий анализ маржинальной прибыли предприятия, что позволяет проанализировать постоянные и переменные расходы на предприятии.

В зарубежных странах при системном подходе к определению финансовых результатов часто используют маржинальный анализ, что позволяет более точно исследовать финансовые результаты предприятия и выявить причины отклонения фактических показателей от прогнозных.

Маржинальная прибыль рассчитывается, как разница между доходом и прямыми переменными издержками. Так же маржинальная прибыль может быть рассчитана как доля маржинального дохода (прибыль и сумма постоянных издержек) в выручке от реализации продукции.

Также можно для определения прибыли использовать преобразованную формулу, в которой известны количество проданной продукции и ставка маржинального дохода в цене за одну единицу продукции. В формализованном виде это выглядит следующим образом:

$$\Pi = K * D_c - H = K(\Pi - V) - H$$

$$D_c = \Pi - V \quad (1)$$

где, V – переменные затраты на единицу продукции;

K – количество реализованной продукции.

В случае изменения физического объёма продаваемой продукции, цен или величины объёма постоянных и переменных издержек, данная формула позволяет рассчитать прибыль с учётом этих изменений и определить, какой из них оказывает большее влияние на изменение получаемой прибыли. Если предприятие производит несколько видов продукции, то эта формула также позволяет рассчитать прибыль от реализации каждого вида продукции и проанализировать за счёт какого вида выпускаемой продукции предприятие получает большую прибыль.

В развитых странах используется формула расчёта прибыли, которая позволяет определить среднюю долю маржинального дохода в общем объёме реализованной продукции и сама, в свою очередь, зависит от удельного веса каждого вида продукции в общем объёме выручки:

$$D_y = \sum D_i - D_{yi}$$

$$D_i = \frac{P_i - C_i}{\sum (P_i - C_i)}$$

$$D_i = \frac{C_i - B_i}{C_i} \quad (2)$$

Преобразование данной формулы выглядит следующим образом:

$$\Pi = \sum [VP_i * D_i * \left(\frac{C_i - B_i}{C_i}\right) - A] \quad (3)$$

Применение данной формулы позволит выявить такие факторы, оказывающие влияние на изменение объёма прибыли, как валидность физического объёма продаваемой на рынке продукции, изменение конъюнктуры рынка, валидность объёма постоянных и переменных расходов. Отличительной особенностью данного метода расчёта прибыли является учёт взаимосвязей структурных элементов, на основании которых рассчитывается прибыль. К ним относятся: выручка от реализации продукции, расходы, связанные с производством и сбытом готовой продукции, и прибыль. Всё это позволяет более точно выявить факторы, оказывающие влияние на изменение прибыли и

совершенствовать методы прогнозирования основных показателей предприятия на будущую перспективу [5, с. 168].

Следовательно, анализ методик расчёта прибыли позволяет применить одну или несколько для каждого отдельного предприятия в зависимости от целей, которые необходимо достичь в условиях индустриализации страны.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что эффективная деятельность хозяйствующего субъекта определяется полученной прибылью. Последняя является основным показателем не только финансовых результатов деятельности компании, но и ценной информацией для инвесторов и акционеров, которые готовы вложить инвестиции в деятельность компании, внешних пользователей, для которых прибыль выступает как источник формирования финансовых ресурсов для дальнейшего расширения и развития предприятия, а так же для поступления налогов в бюджет государства, внутренних пользователей, для оценки финансовой устойчивости компании и дополнительного материального поощрения работников предприятия.

Рецензент: Фатхуллаева Х.Х. – к.э.н., ведущий научный сотрудник Института экономики и демографии ИАЭНП.

Литература

1. Ефимова О. В. Финансовый анализ / О. В. Ефимова. М.: Бухгалтерский учет, 2013. - 528 с.
2. Олимов И.А. Нормативно-методическая и правовая база развития системы управленческого учёта в Российской Федерации и Республики Таджикистан и дальнейшее её совершенствование // Вестник Российско-Таджикского (славянского) университета. – Душанбе, 2020. - № 2(70). – С. 101-109. ISSN 2077-8325.
3. Раджабова, И. Р. Основные аспекты организации бухгалтерского учета и методика анализа финансовых результатов / И. Р. Раджабова, С. Д. Тиллакмуродова // Вестник университета (Российско-Таджикский (Славянский) университет). – 2022. – № 1(76). – С. 31-41. – EDN DZXWQE.
4. Савицкая Г.В. Экономический анализ. – 11-е изд., испр. и доп. – М.: Инфра-М, 2020. – 587 стр.
5. Шеремет А. Д. Методика финансового анализа / А. Д. Шеремет, Р. С. Сайфулин, Е.В. Негашев. 5-е изд., перераб. и доп. М.: ИНФРА-М, 2021. – 343 стр.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

TJ	RU	EN
Тиллакмуродова Сурайё Давлатмуродовна	Тиллакмуродова Сурайё Давлатмуродовна	Tilakmurodova Suraiyo Davlatmurodovna
ассистент	ассистент	assistant
Донишгоҳи давлатии молия ва иқтисоди Тоҷикистон	Государственный Таджикский Финансово-экономический университет	Tajik State University of Finance and Economics

УДК 341.232.3 +338.69

ЭТАПЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПАРТНЁРСТВА В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА МЕЖДУ ТАДЖИКИСТАНОМ И РОССИЕЙ

У.А. Абдухаликов

Институт экономики и демографии НАНТ

В статье рассматриваются вопросы торгово-экономического партнёрства по экспорту и импорту сырья и материалов производственно-технического назначения между Таджикистаном и Российской Федерацией.

Основное внимание уделено взаимодействию партнёров в отраслях строительного комплекса, приведены исторические этапы формирования и развития сферы строительства в Таджикистане, роли России и союзных республик в этом процессе. В хронологическом порядке, в виде таблиц, дана характеристика основных двухсторонних межправительственных договоров и соглашений в сфере развития экономики и строительства в период приобретения независимости Республики Таджикистан.

На сегодняшний день наши страны поступательно развивают отношения стратегического партнерства и союзничества во многих отраслях экономики, но не все подписанные договоры и соглашения воплощены в практику по объективным и субъективным причинам.

Более подробно рассмотрено экономическое партнёрство между нашими странами в сфере строительного комплекса, которая в недавнем прошлом имела глубокие корни и занимает одно из важных мест в экономике. Приведена таблица экспорта-импорта основных товарных групп строительных материалов Таджикистана и России. На основе приведённых данных определён основной перечень строительной продукции, подлежащих товарообороту.

В ходе исследования выявлены основные причины, оказывающие влияние на процесс экономического партнёрства, внесены предложения по возрождению и развитию тесного сотрудничества в сфере строительного комплекса.

Ключевые слова: строительный комплекс, экспорт, импорт, партнёрство, Россия, Таджикистан, сальдо, структура, соглашения, товарооборот.

МАРҲИЛАҶО ВА ДУРНАМОИ РУШДИ ҲАМКОРИИ ИҚТИСОДӢ ДАР СОҲАИ СОХТМОН БАЙНИ ТОҶИКИСТОН ВА РУСИЯ

У.А. Абдуҳолиқов

Дар мақола масъалаҳои ҳамкории тиҷоратӣ-иқтисодӣ содирот ва воридоти ашёи хом, масолеҳ ва таҷҳизот барои истеҳсолот дар соҳаи саноати масолеҳи сохтмон байни Тоҷикистон ва Федератсияи Русия баррасӣ карда мешаванд.

Диққати асосӣ ба ҳамкории шарикон дар соҳаҳои комплекси сохтмонӣ дода шудааст. Марҳилаҳои таърихӣ ташаккул ва рушди соҳаи сохтмон дар Тоҷикистон, нақши Русия ва ҷумҳуриҳои иттифокӣ дар ин раванд оварда шудааст. Тавсифи дутарафаи шартномаҳо ва созишномаҳо дар соҳаи рушди иқтисод ва сохтмон, дар давраи соҳибистиклолии Ҷумҳурии Тоҷикистон, бо тартиби хронологӣ, дар шакли ҷадвал пешниҳод шудааст.

То имрӯз кишварҳои мо муносибатҳои ҳамкории стратегӣ ва иттифокдорӣ дар бисёр соҳаҳои иқтисодиро тараққӣ медиҳанд, аммо на ҳамаи созишномаҳо ва шартномаҳои имзошуда бо сабабҳои объективу субъективӣ дар амал татбиқ шудааст.

Дар бораи ҳамкорӣ иқтисодӣ байни кишварҳои мо дар соҳаи комплекси сохтмонӣ, ки дар давраи гузашта, решаҳои амиқ дошт ва дар иқтисод ҷои муҳимро ишғол мекунанд. Тавассути содирот ва воридот барои гурӯҳҳои асосии маводи сохтмонӣ Тоҷикистон ва Русия дар ҷадвал маълумот дода шудааст. Дар асоси маълумотҳои пешниҳодшуда рӯйхати асосии маҳсулоти сохтмон, ки ба гардиши молӣ мувофиқ мебошад, муайян шудаанд.

Дар рафти таҳқиқот сабабҳои асосие, ки ба раванди шарикозии иқтисодӣ таъсир мерасонанд, муайян гардиданд ва пешниҳодҳои барои эҳё ва рушди ҳамкории зич дар соҳаи комплекси сохтмонӣ ирсол карда шудааст.

Калидвожаҳо: маҷмуи сохтмон, содирот, воридот, ҳамкорӣ, Русия, Тоҷикистон, шаходат, сохтор, созишномаҳо, гардиши мол.

STAGES AND PROSPECTS OF ECONOMIC PARTNERSHIP DEVELOPMENT IN THE CONSTRUCTION SECTOR BETWEEN TAJIKISTAN AND RUSSIA

U.A. Abdukhalikov

This article examines issues of trade and economic partnership related to the export and import of raw materials and production-technical goods between Tajikistan and the Russian Federation. The main focus is on the cooperation of partners in the construction sector. The article outlines the historical stages of the formation and development of the construction industry in Tajikistan, highlighting the role of Russia and other former Soviet republics in this process.

Key bilateral intergovernmental agreements and treaties on economic and construction development signed since the independence of the Republic of Tajikistan are presented chronologically in table form. Currently, our countries are gradually developing strategic partnership and alliance relations across various economic sectors. However, not all signed agreements and treaties have been implemented in practice, due to both objective and subjective reasons. The article provides a more detailed analysis of the economic partnership between the two countries in the construction sector, which has deep historical roots and occupies an important place in the economy.

A table of the main import-export commodity groups of construction materials between Tajikistan and Russia is included. Based on the data presented, a core list of construction products subject to trade turnover has been identified. The study identifies the main factors influencing the economic partnership process and offers proposals for reviving and further developing close cooperation in the construction sector.

Keywords: construction sector, export, import, partnership, Russia, Tajikistan, balance, structure, agreements, trade turnover.

Таджикско-российские отношения во всех сферах социально- экономического развития, с учетом сегодняшних реалий, имеют потенциал к поэтапному его расширению. Намечающиеся перспективы партнёрства позволяют с оптимизмом смотреть на будущее наших отношений и поэтому необходимы совместные усилия для выхода на новый, более углубленный уровень взаимовыгодного

партнёрства, отвечающего интересам наших народов. Данная статья не претендует на многостороннее освещение всех существующих проблем партнёрства во всех сферах хозяйствования. Целью данной статьи является проведение анализа стратегического партнёрства, для выявления потенциала партнёрских отношений именно в сферах строительного комплекса России и Таджикистана.

Исторические аспекты, современное состояние и перспективы развития двухсторонних отношений в сферах экономики, культуры, политики, истории, демографии, и других областях нашли отражение в трудах таджикских и российских учёных, а что касается отдельных сфер реального сектора экономики, включая строительный комплекс Таджикистана, эти вопросы требуют дополнительного исследования.

Прежде всего, для перехода к освещению непосредственной проблемы проведён анализ стратегического партнёрства двух стран в целом по экономике.

Динамика двустороннего внешнеторгового товарооборота Республики Таджикистан (РТ) с Российской Федерацией (РФ) за 2008-2023гг., приведённая в таблице 1. показывает, что существенных изменений во внешнеторговом партнёрстве между нашими странами, по сравнению с 2008г., не произошло. В 2008 году общий товарооборот Таджикистана с Российской Федерацией составил \$1171,8млн., при этом, импорт-\$1047,4млн, экспорт- \$124,4млн. отрицательное сальдо \$923млн. В последующие годы вплоть до 2023г. наблюдается тенденция роста пассива. Пик снижения пришёлся на 2017 г., где импорт составил \$903,8млн., экспорт- \$32,1 млн и отрицательное сальдо составило \$871,7млн. В 2023г. пассив по сравнению с 2015г увеличился на \$433,9млн. и это несмотря на то, что экспорт увеличился в 2,4раза. В среднем за 2015-2023гг. ежегодный товарооборот немного вырос и составил \$1209,7 млн., в том числе импорт составил \$1091,7млн., экспорт снизился и составил \$59,2млн. Взаимные поставки товаров, начиная 2016 г. по 2023г. имели тенденцию к снижению. Пик снижения пришёлся на 2017 г., где импорт составил всего \$903,8млн., экспорт- \$32,1 млн долл. Начиная с 2021г. по 2023гг. внешний торговый оборот за 3 года возрос и составил \$4741,5млн. в том числе, импорт-\$4446,0млн., наблюдалась тенденция некоторого повышения экспорта, который составил за последние три года \$295,5 млн.¹

Таблица 1 – Экспорт и импорт продукции производственно-технического назначения, сырья и товаров народного потребления Таджикистана с Российской Федерацией (млн. долл.)

годы	Всего	экспорт	импорт	сальдо
2008	1171,8	124,4	1047,4	-8,4р.
2015	1125,3	56,8	1068,5	-18,7р.
2016	1036,3	50,6	985,7	-19,3р
2017	935,9	32,1	903,8	-28,2р.
2018	1023,1	55,2	967,9	-17,6р.
2019	1053,8	44,3	1009,5	-22,9р.
2020	976,7	44,1	932,6	-21,2р.
2021	1352,6	72,6	1280,0	-17,5р.
2022	1673,9	88,2	1585,7	-18,0р
2023	1715,0	134,7	1580,3	-11,7р
2023 к 2015 в %	152,4	236,8	147,8	

Источник: Рассчитано на основании данных статистического сборника *Внешнеэкономическая деятельность Республики Таджикистан.* – Душанбе, 2008г.с.219. там же 2016г.с.187, 2017г.с.185, 2018г.с.195, 2019г. с.210, 2020 с.201, 2021г.с.2011, 2024г.с.213.

В целом российский экспорт товаров в Таджикистан за 2008-2023 гг. не изменился и основными товарными группами являются: продовольственные товары и сельскохозяйственное сырьё; минеральные продукты; горюче-смазочные и строительные материалы, продукция химической

¹ Внешнеэкономическая деятельность Республики Таджикистан. – Душанбе, 2008г.с.219. там же 2016г.с.187, 2017г.с.185, 2018г.с.195, 2019г. с.210, 2020 с.201, 2021г.с.2011, 2024г.с.213.

промышленности, каучук; древесина и целлюлозно-бумажные изделия; металлы и изделия из них; машины, оборудование и транспортные средства.

Экспорт товаров из Таджикистана в Россию за анализируемый период, также не протерпел существенных изменений и основной продукцией по-прежнему являются: хлопок, сухофрукты, овощи и фрукты, горнорудное сырьё, цветные металлы, швейные изделия.

Следует отметить положительную тенденцию в плане экспорта товаров за последние годы, по сравнению с 2015г., в 2023г экспорт товаров в Россию вырос на 54,3% (табл.1). Данные свидетельствуют о некоторых сдвигах в стратегическом партнёрстве, но пока не наблюдается чёткой стабильности в товарообороте наших стран по многим категориям товаров, что указывает на недостаточную изученность заключённых договорных отношений в приоритетных отраслях экономики наших странах, определения потенциала инвестиционного климата.

На сегодняшний день наши страны поступательно развивают отношения стратегического партнерства и союзничества по многим отраслям экономики, но не все подписанные договоры и соглашения воплощены в практику по объективным и субъективным причинам.

С первых дней образования Республики Таджикистан, под непосредственным руководством Лидера нации, Президента Республики Таджикистан, уважаемого Эмомали Рахмона, была проделана огромная работа по приведению национальных нормативно-правовых актов в соответствии с международными стандартами. В результате официальных и рабочих визитов Главы государства в страны ближнего и дальнего зарубежья устанавливались широкие торгово-экономические, научно-технические, культурные связи Таджикистана с этими странами. Именно эти годы можно считать началом межрегионального сотрудничества и подписанием целого ряда межправительственных и многосторонних договоров и соглашений. В ниже приведённой таблице приведены отдельные фрагменты подписанных договоров и соглашений между Российской Федерацией и Таджикистаном за годы независимости.

В таблице 2 приведена некоторая информация о подписании соглашений, договоров о взаимных партнёрских международных отношениях в сфере экономики и политики между Россией и Таджикистаном. За годы установления дипломатических отношений подписаны более 280 правовых документов, 320 договоров, регулирующих вопросы сотрудничества в важнейших сферах социально - экономической жизнедеятельности двух стран.

Несмотря на глубокие сложившиеся исторические экономические связи, товарооборот Таджикистана с Россией имеет отрицательное сальдо, что было отмечено в таблице 1. За предыдущие 10 лет в среднем товарооборот не превышал \$1,2 млрд., но в 2023 году он значительно увеличился и составил рекордных \$1715,4млн.

В последние годы наблюдается активизация работы Таджикистана над привлечением инвесторов и российский бизнес все чаще рассматривает нашу республику, как потенциал для своих проектов. В 2023 году число и качество российско-таджикских контрактов заметно выросло. Примеры крупных инвестиций РФ в РТ имели место, где необходимо отметить строительство Сангтудинской ГЭС, когда РФ было выделено 16 млрд. рублей, а 40 млн. долларов потрачено на реабилитацию Нурекской в рамках проекта Евразийского фонда стабилизации и развития Таджикистана.

Наши страны наметили новое направление в сторону промышленной кооперации. Сегодня в Таджикистане работают 350 предприятий с участием российского капитала, в то время как в 2021 году их было 300. В частности, в 2023 года на таджикский рынок пришли новые российские компании по строительству предприятий фармацевтики, промышленности строительных материалов, услуг связи, транспортные компании и производство текстиля. АО «БТК Групп» РФ намеревается создать в свободной экономической зоне «Куляб» текстильный кластер и инвестировать в этот проект более 200 млн. долларов. По своей природе СЭЗ привлекательны для иностранных инвесторов, и в этой связи, необходимо активное участие сотрудников Посольств Республики Таджикистан в зарубежных странах в продвижении инвестиционных проектов, а местные органы власти и руководство свободных экономических зон должны содействовать в создании благоприятного инвестиционного климата на местах. Если перечисленные российские компании начнут активную деятельность по строительству предприятий и быстрого ввода в действие это повысит инвестиционную привлекательность республики. Но пока сроки реализации соглашений, размеры инвестиций в отдельные проекты не уточнены. Не в полной мере решены отдельные вопросы организационного характера.

«Стратегическое партнёрство в сфере строительного комплекса Таджикистана и России не соответствует тому потенциалу, которое у них имеется. К примеру, несопоставимые размеры экономических показателей в сфере строительного комплекса двух стран. Для сравнения, строительный комплекс Российской Федерации генерирует около 5 процентов валового внутреннего продукта страны. По итогу 2023 года, объем строительных работ в России, составил 15,1 трлн. российских рублей, строительная отрасль по валовой добавленной стоимости в текущих ценах генерирует 7,9 трлн. российских рублей. Согласно данным Минстрой России, по итогам 2023г.в стране действуют 129340 строительных организаций, из них 3108 государственных. Ввод жилья составил 110,439 млн кв. м. В 2023 году выполнено 133 проекта, реализовано путем строительства и

реконструкции 159 объектов в 43 регионах и введено в эксплуатацию более 11,45 млн кв. метров жилья

Таблица 2 – Межправительственные, межрегиональные и отраслевые договоры, соглашения, меморандумы инвестиционных проектов между Республикой Таджикистан и Российской Федерацией

Дата подписания	Наименование документа	Содержание	Итоги
8.04.1992 г.	Дипломатические отношения между Российской Федерацией и Республикой Таджикистан		
25.05.1993г.	Договор о дружбе, сотрудничестве и взаимной помощи	Межгосударственные, соглашения регулирующие сотрудничество в политической, экономической и других областях	Подписано более 100 документов
16.10.2004г.	Соглашения по реализации в Таджикистане двусторонних крупномасштабных экономических проектов в области гидроэнергетики и цветной металлургии.	Реализация в Таджикистане двусторонних крупномасштабных экономических проектов в области гидроэнергетики и цветной металлургии.	Подписаны ряд соглашений в области энергетики и цветной металлургии
02.01.2006г.	В г. Санкт-Петербурге состоялась очередная рабочая встреча Президентов России и Республики Таджикистан по углублению сотрудничества.	Обсуждение вопросов дальнейшего углубления многопланового сотрудничества между Россией и Таджикистаном.	Подписаны ряд документов по дальнейшему углублению многопланового сотрудничества
26.05. 2006г	В г.Сочи прошла встреча на высшем уровне между Президентом Российской Федерации и Президентом Республики Таджикистан Э По вопросу сотрудничества в области экономики, торговли, энергетики, промышленности, науки и культуры.	Дальнейшее углубление многопланового сотрудничества в области экономики, торговли, энергетики, промышленности, науки и культуры.	Подписаны ряд документов многопланового сотрудничества в области экономики, торговли, энергетики, промышленности, науки и культуры.
24.10.2023	Меморандум о сотрудничестве между Комитетом по архитектуре и строительству, при Правительстве РТ и ЖКХ РФ и госкорпорации «Росатом»	Обмен кадрами и сотрудничество при проектировании объектов городского и коммунального хозяйства. взаимная помощь по госэкспертизе экологической и энергетической безопасности	Подписан меморандум в части обмена кадрами и сотрудничества при проектировании объектов городского и коммунального хозяйства и сфере архитектуры
23.06 2023г.	Соглашения о строительстве предприятий в свободных экономических зонах «Куляб». «Сугд» и российской компанией «Лаборатория огнезащиты»	Строительство предприятий по производству эфира и целлюлозы, выращиванием и переработкой лекарственных растений Таджикистана.	Подписаны три соглашения о строительстве предприятий в экономических зонах «Куляб» и «Сугд».
21.11.2023г.	Меморандум о долгосрочном экономическом партнерстве между Министерством экономического развития России и Министерством экономического развития и торговли Таджикистана	Сотрудничество России и Таджикистана по освоению свободных экономических зон. Инвестирование на создание совместных предприятий на территориях этих зон.	Подписаны соглашения по региональным стратегиям, макроэкономическому прогнозированию, средне- и долгосрочным целевым программам и в сфере цифровой экономики двух стран.

Таблица составлена методом отбора значимых соглашений, договоров между РТ и РФ

Выраженный в российских рублях объем работ по виду деятельности «строительство» в период с 2012 по 2023 год постоянно возрастал — с 5714 млрд. до 15092 млрд. Продажа строительных материалов в 2023г. составила 2,8 трлн. Российских рублей. Рост цен на строительные материалы, детали и конструкции также не остался незамеченным: за год с декабря 2022 по декабрь 2023 года цены на них выросли на 8,6%, что выше в 2,7%, чем в предыдущем году.

К сильным сторонам стройкомплекса России отнесены:

- большие масштабы и высокая производительность. Российский стройкомплекс способен реализовывать крупные проекты, что подтверждается строительством масштабных объектов инфраструктуры, жилых комплексов и промышленных предприятий;

- развитие технологий и инноваций. В последние годы в российском строительстве активно внедряются новые технологии и инновационные материалы, что способствует повышению качества строительства и снижению затрат;

- государственная поддержка. Строительная отрасль получает значительную поддержку от государства в виде субсидий, льготных программ кредитования и государственных заказов, что стимулирует развитие сектора и обеспечивает стабильный спрос².

Строительный комплекс Республики Таджикистан, на начало 2024г., представлен более 1282 подрядными строительными-монтажными организациями и 661 предприятиями промышленности строительных материалов, с общей численностью работников - 39723 человек, из них 30223 в подрядных и строительными-монтажными организациями и 9,5 тыс. на предприятиях промышленности строительных материалов, что составляет 9,0% от всех занятых в промышленности.

Строительными предприятиями республики в 2023 году выполнено строительных работ на сумму 14702.0 млн. сомони. Из общего объема подрядных работ, 2,1% выполнено организациями государственной формы собственности, 28,5% акционерными, 64,4% обществами с ограниченной ответственностью (ООО), 0,4 частными предпринимателями и 4,6% составляют иностранные инвестиции.

В 1991г. - 69% объема выполненных работ приходился на государственный сектор. Приведенные данные указывают на то, что в условиях рыночной экономики, резко возросла доля негосударственного сектора в общем объеме выполненных строительных работ подрядными организациями, пик которого приходилось на 2015-2023гг. В этот период введены в эксплуатацию строительные объекты производственного и непроизводственного назначения, отвечающие мировым стандартам.

В 2023 г. объем выпущенной строительной промышленной продукции Таджикистана составил \$3122 млн. и по сравнению с 2015 годом вырос в 1,7 раза. Больше стало производиться цемента, стеновых материалов, декоративных плиток, мраморных плит, стекла, отделочной продукции, гипсокартона, отвечающих по качеству современным мировым стандартам.³

Развитие строительного комплекса Таджикистана осуществляется за счет богатого природно-ресурсного потенциала отраслей промышленности строительных материалов. По запасам некоторых полезных ископаемых республика занимает ведущее место в мире, таких как известняк, гранит, мрамор, мраморизованный известняк, гипс, слюда, керамзит, кварцевый песок, базальт и др.

К сильным сторонам развития стройкомплекса Таджикистана можно отнести:

- залежи качественных богатых сырьевых ресурсов для дальнейшего развития отрасли промышленности строительных материалов;

- разработанные инвестиционные проекты по производству инновационной строительной продукции;

- широкий размах капитального строительства производственного и непроизводственного назначения;

- наличие квалифицированных трудовых кадров в сфере строительства, опыт который они приобрели работая на стройках Российской Федерации.

Степень развития сфер строительного комплекса наших стран разнятся в сотни раз и в этой связи координацию стратегического партнерства в этих сферах, на современном этапе, необходимо рассматривать вкпе с другими отраслями экономики, уделяя особое внимание строительству крупных объектов и обеспечение их основными строительными материалами.

Ниже приводится таблица внешнеторгового товарооборота по отраслям промышленности строительных материалов.

Как видно из приведенной Таблицы 2. партнерские экономические отношения по товарообороту в отдельных отраслях промышленности строительных материалов слабы. Экспорт строительных материалов в РТ из РФ полностью покрывают импорт на протяжении последних лет. За 2023гг. из Таджикистана экспортировано всего три вида строительной продукции на сумму \$65тыс., а импортировано на сумму \$191,6 млн., при этом основная часть импортируемой товарной продукции приходится на лесоматериалы. Между нашими странами наблюдается огромный дисбаланс между экспортом и импортом. По отдельным видам экспорта товарных видов строительной продукции за 2015-2023гг. в Таджикистан, РФ сдала свои позиции. Это касается лесоматериалов на 13%, изделия из асбоцемента на 52,3%, обои и настенные покрытия на 32,8%. и другие виды, что отрицательно сказывается на развитии партнерских отношений в этой сфере.

² Обзор строительного рынка России сайт: <https://b.udexport.by/russia>

³ Строительство в Республике Таджикистан. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан, 2022г.стр.15-16, 2024г.стр. 13-14,23,40,53-56

Таблица 2 – Внешнеторговый оборот по основным видам строительных материалов Республики Таджикистана и Российской Федерации за 2015-2023гг.

Годы	2015				2020				2023			
	экспорт		Импорт		экспорт		импорт		экспорт		импорт	
	Кол-во тонн	\$тыс.	Кол-во Тонн	\$тыс.	Кол-во	\$тыс.	Кол-во	Тыс. дол.	Кол-во	Тыс.дол.	Кол-во	Тыс. дол.
Минеральные строительные продукты												
Пески природные всех видов тонн	115505	2989	3495	60			107	71		1	897	340
Глины, каолин			1124	231			248	198			2	1
Мрамор, туф, известняки			258	82			2133	230	755	33	5670	994
Гранит, базальт, камни			112	72							2577	228
Портландцемент	1,0	69	133159	15882			8543	1556			229	120
Галька, гравий, щебень			2102	823	22	1	1554	172	478	24	64	27
Известь, асбест	3	5	1772	615			15539	7193	12042	974	13512	6149
Гипс, ангедрит			8429	2513			14876	1799			4	13
Прочие			102	10								
Строительные материалы из пластмасс												
Трубы, трубки из пластмасс	8	20	5911	11	10	18	4751	5857	4	60	644	1540
Плиты и покрытия для пола из полимера	9	33	3365	7102			378	521	6	22	1010	38608
Детали строительные из пластмасс	2	1	1365	3182			1040	2133			4830	4727
Ванные, душ, раковины из пластмасс			319	508			144	337			105	256
Прочие			927	1426								
Строительные материалы из древесины			25951	16459								
Лесоматериалы распиленные	50	40	419934	130177	21	4	318549	67404	21	10	340306	143051
Лесоматериалы необработанные	30	26	5864	1559			3024	547			68	13
Плиты древесноволокнистые			103735	49021			107613	32205			29772	13491
Обои и настенные покрытия	6	17	2090	7033			2527	9465			1772	9284
Краски и лаки	30	22	10908	12055	80	103	5147	4286	36	693	625	743
Прочие												
Изделия из камня и аналогов												
Изделия из гипса			3961	9346	93	32	46069	5546	3	1	469	190
Изделия из асбоцемента, цемента			75006	17021	250	48	31149	5084			431	234
Плиты для мощения керамические			33446	18850			36191	7293			2993	1317
Кирпич строительный			5758	4252			510	24			248	132
Кирпичи огнеупорные, блоки, плитки			5758	4252			1430	646	127	10	746	628
Камень, обработанный для строительства			5041	3510	125	15	2041	386			15092	4666
Изделия из цемента, бетона			305	155			5444	432	21	2	256	182
Раковины, ванные из керамики			1924	3554			2027	1900			495	734
Стёкла термические			23039	7969			25535	7974			10721	4810
Стекловолокно и изделия из него			1018	1659			1022	971	164	51	2032	3418

Источник: Рассчитано на основании данных статистического сборника *Внешнеэкономическая деятельность Республики Таджикистан. – Душанбе, 2016г. с.191-200 . Там же 2021г.с.204-214: 2024г. с.204-214 (7.)*

Изучение потенциала стратегического партнёрства в сфере строительного комплекса наших стран (сырьевой, трудовой, инвестиционно-инновационный) в определённой мере позволит выбрать направление и по совершенствованию торгово-экономического партнёрства.

Необходимо, в первую очередь, провести «ревизию» подписанных договоров и соглашений с целью выявления причин их слабой реализации.

На сегодняшний день, приоритетными направлениями развития строительной сферы в Таджикистане являются:

- организация производства инновационного ассортимента строительной продукции изделий из базальта, мрамора, гранита, керамзита, кварцевого песка;
- реализовать разработанные инвестиционные проекты по строительству высокотехнологичных предприятий, по выпуску инновационной строительной продукции, для капитального строительства в которых рассчитаны все параметры эффективной деятельности строительных предприятий;
- в стране разрешена проблема обеспечения внутреннего рынка одним из важнейших строительных материалов - цемента, его производство перешагнёт, в ближайшее время, черту в 5млн. тонн. Часть цемента экспортируется в соседние страны. Необходимо реализовать новые проекты по строительству заводов, которые будут производить готовую продукцию из цемента с использованием композитных материалов;
- имеется возможность создания цементных кластеров по использованию цементного сырья для производства лёгких железобетонных конструкций, строительных деталей, гибких камнеблоков, облицовочных плит, композитных строительных деталей, гипсокартона, труб различного диаметра, которые можно экспортировать.⁴

Именно в этих направлениях необходимо, на наш взгляд, наладить партнёрские отношения с предпринимателями из Российской Федерации.

Говоря о потенциале и перспективах развития российско-таджикского стратегического партнёрства в сфере строительства можно обозначить решение следующих проблем:

- организация процесса продвижения имеющихся инвестиционно-инновационных проектов в сфере строительного комплекса, через их размещения на сайтах заинтересованных Министерств, Посольств, Торгово-промышленной палаты Таджикистана, с целью привлечения инвестиций;
- проведение «ревизии» договоров и соглашений, для устранения причин тормозящих их реализации;
- увеличить номенклатуру инновационной строительной продукции для диверсификации поставок композитных материалов.

Россия является главным торговым партнером нашей страны, как страна-экспортер, а также входит в разряд основных стран - импортеров таджикских товаров. Наше стратегическое партнёрство может быть усилено не только в сфере строительства, но во многих сферах экономической деятельности: горнорудной отрасли, энергетической, химической в туристическом бизнесе и других направлениях.

Рецензент: Рахмонов ДЖ.Р. – к.э.н., доцент кафедры экономики предприятия и предпринимательства Национального университета Таджикистана.

Литература

- 1.АбдухаликовУ.А.Потенциал развития Российско-Таджикского экономического партнёрства в сферах строительного комплекса с.7-18 В книге Проблемы и перспективы развития промышленности России. Сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции «Стратегирование трансформации промышленного развития РФ» 17 апреля 2024г.Под редакцией проф. Н.В. Седовой На правах коллективной монографии Москва 2024(ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова») Кафедра экономики промышленности
- 2.Внешняя торговля России и Таджикистана. Электронный ресурс URL<https://statimex.ru/statisticru/all/oborot/202001-202012>(обращение 01.03.2024г.)
3. Госархив №2138 Дело №36
- 4.Двусторонние Российско-таджикские отношения. - МИД России. Официальный сайт. Июнь 2022 г. Доступ: <https://mid.ru/ru/maps/tj/> (проверено 26.12.2022).
5. Обзор строительного рынка России сайт: <https://b.udexport.by/>ru>
- 6.Промышленность в Республике Таджикистан. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан, 2024г.стр.15-16

⁴ Абдухаликов У.А. Потенциал развития Российско-Таджикского экономического партнёрства в сферах строительного комплекса с.7-18 в сборнике материалов XIV Международной научно-практической конференции промышленного развития РФ»

7.Статсборник Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан Внешнеэкономическая деятельность – Душанбе, 2016г. с.191-200 . Там же 2021г.с.204-214: 2024г. с.204-214.

8.Строительство в Республике Таджикистан. Агентство по статистике при Президенте Республике Таджикистан, 2022г.стр.15-16,2024г.стр.13-14,23,40,53.

9.Формирование системы управления строительным комплексом в современных условиях. Сайт: www.aup.ru..vx.21.04.2024г.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ - СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ – INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
Абдухоликов Уктам Абдуллоевич	Абдухаликов Уктам Абдуллоевич	Abdukhalikov Uktam Abdulloevich
Ходими калони илми	Ст.научный сотрудник	Senior Research Fellow
Институти иқтисодиёт ва демография АМИТ	Институт экономики и деографии НАНТ	Institute of Economics and Demography, National Academy of Sciences of Tajikistan.

УДК 331.102

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ НОРМИРОВАНИЯ ТРУДА И АНАЛИЗ ЕГО СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

М.М. Байматова

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Статья посвящена рассмотрению теоретических и методических аспектов нормирования труда, как важному направлению научно-обоснованной организации трудового процесса, его формированию и развитию. Исследуются основные процессы развития нормирования труда на различных исторических этапах - от периода ранней индустриализации до современной эпохи, при которых выявляется его роль в повышении эффективности труда в строительной отрасли. Рассматриваются актуальные проблемы отрасли, в том числе необходимость совершенствования норм и их адаптации к новым технологиям в современных условиях. Обобщается, что вопросы адаптации и изменений методологии нормирования труда именно в строительной отрасли с учетом ее специфических особенностей до сих пор недостаточно исследованы. В связи с этим, предлагается дальнейшее совершенствование развития системы управления трудом в сфере строительства, которое имеет научное и практическое значение.

Ключевые слова: нормирование труда, строительство, трудовые нормы, технологии, инновации.

ҶАНБАҶОИ АСОСИИ МЕЪЁРГУЗОРИИ МЕҲНАТ ВА ТАҲЛИЛИ ВАЗЪИ КУНУНИИ ОН ДАР СОҶАИ СОХТМОН

М.М. Байматова

Мақола ба баррасии ҷанбаҳои назариявӣ ва методии бамеъергузории меҳнат, ҳамчун самти муҳими ташкили илман асосноки раванди меҳнат, ташаккул ва рушди он бахшида шудааст. Муаллиф равандҳои асосии инкишофи бамеъергузории меҳнатро дар марҳилаҳои таърихӣ гуногун, аз давраи саноатишавӣ ибтидоӣ то замони муосир, мавриди омӯзиш қарор дода, нақши онро дар баланд бардоштани самаранокии меҳнат дар соҳаи сохтмон равшан месозад. Масъалаҳои мубрами соҳа, аз ҷумла зарурати такмил додани меъёрҳо ва мутобиқ кардани онҳо ба технологияҳои нав дар шароити муосир баррасӣ карда мешаванд. Дар маҷмӯъ, масъалаҳои мутобиқсозӣ ва тағйироти методологияи меъергузории меҳнат маҳз дар соҳаи сохтмон бо назардошти хусусиятҳои ҳоси он то ҳол ба таври кофӣ таҳқиқ нашудаанд. Дар робита ба ин, таҳқиқот аҳамияти илмӣ ва амалӣ дошта, метавонад дар рушди минбаъдаи низоми меҳнат ва идоракунии сохтмон саҳмгузор бошад.

Калидвожаҳо: бамеъергузории меҳнат, сохтмон, ҷанбаҳои таърихӣ, меъёрҳои меҳнат, масъалаҳои мубрам.

THE MAIN ASPECTS OF LABOR RATIONING AND ITS ANALYSIS OF THE CURRENT STATE IN THE CONSTRUCTION SECTOR

M.M. Baymatova

The article is devoted to the consideration of theoretical and methodological aspects of labor rationing as an important area of scientifically based organization of the labor process, its formation and development. The main processes of the development of labor rationing at various historical stages are studied, from the period of early industrialization to the modern era, which reveal its role in increasing labor efficiency in the construction industry. The current problems of the industry are considered, including the need to improve standards and adapt them to new technologies in modern conditions. It is summarized that the issues of adaptation and changes in the methodology of labor rationing in the construction industry, taking into account its specific features, have not yet been sufficiently investigated. In this regard, it is proposed to further improve the development of the labor management system in the construction sector, which has scientific and practical significance.

Keywords: labor rationing, construction, labor standards, technology, innovation.

В любой форме общественного производства коллективный труд объективно предполагает рациональную организацию трудовых процессов и измерение затрат рабочего времени, целью которых является определение объема труда, оценка его качества, оплата, мотивация и поощрение. Этот процесс, в свою очередь, необходим для повышения эффективности производства, улучшения качества работы и обеспечения надлежащих условий труда. Оценка затрат времени и необходимости правильного выполнения каждого рабочего процесса позволяет обеспечить эффективное и рациональное использование рабочей силы, приводя, тем самым, организацию коллективного труда на производстве в соответствие с существующими требованиями.

С целью определения места и роли организации и нормирования труда в современных условиях, необходимо рассмотреть основные этапы ее формирования и развития в дореформенный период, что поможет выявить основные причины и проблемы, присущие этой системе в прошлом, которые влияют и на современные системы. В результате можно сосредоточиться на решение существующих проблем и разработке эффективных стратегий по улучшению их регулирования в перспективе.

Необходимо отметить, что история формирования системы нормирования труда начинается с научных исследований А. Смита, Д. Рикардо, Ж. Б. Сэя, К. Маркса, Ф. Тейлора, А. Файоля, М. Элтона и др., которые заложили фундамент теоретико-методологических основ экономики труда в виде классической экономической теории.

Например, с исследованиями Ф.У. Тейлора связывают этап аналитического нормирования труда, научного подхода к трудовым процессам и точное установление их выполнения путем применения методов хронометража и фотографирования рабочего дня. Создание лаборатории с целью изучения режимов машинной обработки материалов и внедрения хронометражных методов оценки труда связывают с И.М. Сеченовым, а с исследованием теории личности, основанной на всестороннем

изучении человеческих взаимоотношений, особенно, в социальном контексте и позволяющей рассматривать ее как социальную дисциплину – с В.М. Бехтеревым.

В 20-е годы прошлого века восстановление народного хозяйства поставило перед Советским правительством задачу восстановления системы организации и нормирования труда в стране. Так, ставка труда была «тарифной», т.е. она использовалась для расчета цен на рабочую силу путем определения времени, необходимого для производства единицы продукции [4].

Для проведения научных исследований в области труда и внедрения их рекомендаций в производство в различных отраслях народного хозяйства создавались научно-исследовательские институты, лаборатории и другие подразделения, где Центральный научно-исследовательский институт труда (ЦНИИТ) сыграл большую роль в формировании и развитии основных принципов научной организации и нормирования труда (А.К. Гастев, Ю.М. Пунский и др.). Разработкой теории «экономии времени» в труде, развитием научных исследований трудовых процессов с использованием технических средств (осциллографирование, фото- и киносъемка и т.п.), обучением и распространением передовых методов, способствующих повышению производительности труда, освоением новой техники, разработкой первой практической системы стандартов времени (У.М. Иоффе), улучшением организации труда за счет использования рационализации технологических процессов, разделения труда и рабочих мест, созданием органов для установления стандартов и разработкой типовых стандартов (А.А. Труханов), а также методологией разработки типовых стандартов (Г.Ф. Ориентлихер) характеризуются 30-е годы того периода [2;3;7].

Тогда же была реформирована организационная структура органов управления нормированием труда, а экспериментально-статистические нормативы были заменены техническими нормативами, на предприятиях созданы отделы труда и заработной платы, нормативно-технические бюро.

В послевоенные годы наступил этап централизации решения вопросов организации и нормирования труда на государственном уровне. Так, Указом Президиума Верховного Совета СССР от 24 мая 1955 года был образован Государственный комитет Совета Министров СССР по труду и заработной плате, при котором был создан Институт исследований труда и Центральное бюро трудовых норм и, соответственно, филиалы НИИ труда были созданы во всех республиках и областях Союза, а разработанные принципы научной организации труда и методы повышения производительности труда, которые давали эффективные результаты, широко стали применяться не только в отраслях нашей страны, но и в других социалистических странах [7].

Далее, на Всесоюзном совещании по организации труда в промышленности и строительстве (1974 г.) была утверждена Концепция научной организации труда с учетом требований времени, дано определение термина «научная организация труда» и зафиксировано в Государственном стандарте ГОСТ 19605-74 «Организация труда. Основные понятия, термины, определения».

С целью ускорения социально-экономического развития общества и улучшения организации и нормирования труда в последующие годы были разработаны трудовые нормы, обеспечивающие интенсивность труда на соответствующем и равном уровне, типовые проекты организации труда для рабочих мест, охватывающих профессии, входящие в Единый тарифно-квалификационный справочник (ЕТКС), которые были адаптированы к различным особенностям производства. В 1980 году в 15 вузах страны была введена специальность 1753 - «Организация и нормирование труда», в которых готовили специалистов по труду.

В соответствии с принятым Постановлением Совета Министров СССР от 6 июня 1985 года № 540 «О мерах по улучшению норм труда в народном хозяйстве» были разработаны отраслевые нормы, в частности, и в строительстве, стандарты ЕНиР, ВНиР и др. [6].

Таким образом, до 90-х годов ученые, специалисты и практики не только создали реальную систему управления, продолжили разработку теории и методике нормирования и организации труда всех категорий и групп работников, но и готовили специалистов в этой области, а база данных трудовых норм содержала более 750 перечней комплектов нормативных материалов по регулированию труда работников [7].

Произошедшие экономические перемены 90-х годов породили в обществе большие надежды на кардинальные изменения в социальной и трудовой сферах. Однако, недостаточный уровень общественной осведомленности и отсутствие необходимых возможностей для формирования и развития производственной демократии на предприятиях не позволили реализовать эти надежды. В таких условиях необходимость точного измерения затрат на оплату труда на большинстве предприятиях утратила актуальность для работодателей и они могли определять заработную плату, исходя из собственных интересов и не полагаясь на какие-либо конкретные критерии.

На основе вышеизложенного, в целом исторические периоды развития рассматриваемых проблем можно разделить на три этапа:

- классическая (капиталистическая) стадия развития науки;
- этап социалистического развития;
- демократическая стадия развития (производственная демократия).

Классическое развитие науки опирается на капиталистические принципы и теории. Социалистический этап базируется на теориях марксизма и ленинизма, имеющих ярко выраженный социальный характер и именно в этот период методология организации и нормирования труда стала предметом более углубленного изучения советских ученых, начиная с государственного уровня регулирования до институционализма труда, т.е. разработки методологии труда научно-исследовательскими институтами.

Основы отечественной теории и методологии экономики труда в целом формировались одновременно с развитием экономики Таджикистана и сохранили свое теоретическое и практическое значение до настоящего времени. В развитие современной экономики труда, особенно, в области занятости, нормирования, организации труда, заработной платы и сопутствующих проблем значительный вклад внесли отечественные ученые, такие как Нурмахмадов М.Н., Факеров Н.Н., Хабибов С.Х., Джабборов А., Раджабов Р.К., Амонова Д.С., Ганиев Т.Б., Низомов С.Ф., Усмонова Т.Д., Ульмасов Р.У., Курбонов А., Шокаримов Ю. и др., результаты исследований которых имеют особое значение.

На ряду с ними было изучены система нормирования труда и принципы создания системы оплаты труда по методам нормирования труда практически применимых в строительной отрасли Республики Таджикистан. Исследованы вопросы нормирования труда в научно-исследовательских организациях, в частности нормы труда научного работника-исследователя. Для общего представления структуризация нормирования труда может иметь следующий вид (рисунок 1).

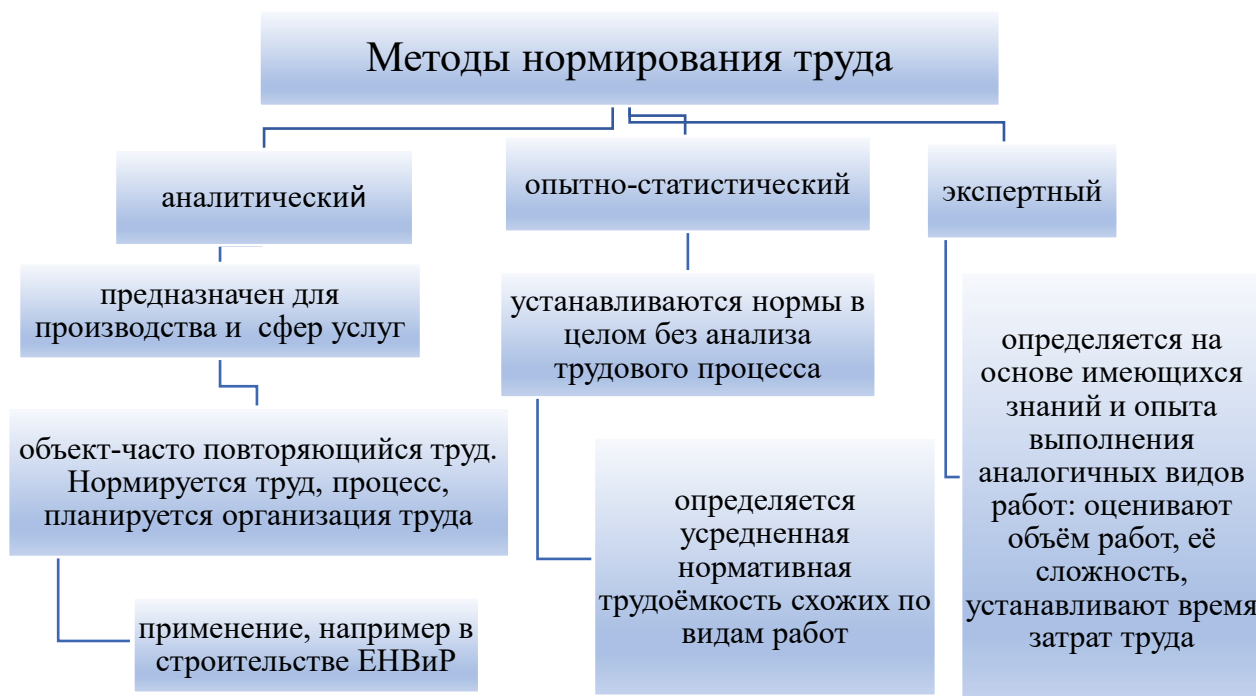


Рисунок 1 – Структура методов нормирования труда

Источник: Составлено автором на основе изученных материалов.

На основе вышеизложенного можно составить структуру для определения системы оплаты труда (рисунок 2).

Исследования показали, что основой для определения ставки окладов постоянной части заработной платы работников является нормирование труда. В отличии от производственных норм труда, исследовательская работа конкретными тарифными ставками, нормами или же стандартами не определена, так как научно-исследовательская работа имеет творческую характеристику и нормировать такой труд очень сложно.



Рисунок 2 – Принципы создания системы оплаты труда по методам нормирования труда

Источник: составлено автором на основе изученных материалов и исследованных работ.

Таким образом, мы считаем, что нормирование труда научного работника-исследователя должно носить индивидуальный характер и осуществляться в рамках каждого конкретного проекта научной разработки с использованием проектного подхода к планированию и управлению научными изысканиями [1].

В тоже время, проведенный наш научный анализ свидетельствует о том, что вопросы адаптации и изменений методологии организации и нормирования труда именно в строительной отрасли с учетом ее специфических особенностей до сих недостаточно исследованы.

История возникновения и развития норм труда связана с развитием производства, социальными изменениями и техническим прогрессом. Однако, необходимо отметить ряд факторов и событий, повлиявших на формирование научных основ экономики труда и обусловивших актуальность и необходимость нормирования труда в современную эпоху (табл. 1).

Таблица 1 – Основные положения по развитию нормирования труда

Положения	Разработка норм труда и развитие нормирования труда
Выгода работодателя: расчет затрат на оплату труда	Большое значение для работодателя имеет правильный расчет затрат на производство продукции - трудовых ресурсов, а также повышение производительности труда работников всех групп и категорий, в первую очередь, за счет рационального использования рабочего времени. Достичь этой цели можно только посредством нормирования труда.
Затраты на рабочую силу как основа формирования рыночных цен	Свободные рыночные цены, как известно, предполагают анализ и учет затрат труда на единицу продукции (услуги) в ее первоначальной себестоимости, что, в свою очередь, требует необходимости нормирования труда перед определением цены.
Нормирование как основа оценки рабочей силы	Растет интерес к трудовым нормам, связанным с определением стоимости рабочей силы на рынке труда, где работодатели и работники вступают в рыночные отношения. При определении затрат труда каждого работника на предприятиях необходимо установить основные факторы: оценка квалификации, сложности работ и условий труда, а также продолжительность рабочего времени с учетом уровня производительности труда, темпа работы и других социальных факторов.
Заинтересованность работника в эффективном использовании рабочего	Для работника, реализующего свой трудовой потенциал, возрастают выгоды от эффективного использования рабочего времени. При этом возрастает потребность в организации и условиях труда, а также в его оптимальной интенсивности,

Положения	Разработка норм труда и развитие нормирования труда
времени и улучшении условий труда	рассчитанной на основе объективных затрат.
Необходимость использования методических рекомендаций и консультационных услуг	Функционирующим предприятиям и организациям рекомендуется использовать методическое и нормативно-информационное обеспечение в виде консультационных услуг, участия в семинарах, курсах повышения квалификации, заключения договоров и т.п.
Уменьшение важности нормирования и оценки труда	В условиях децентрализации управления экономикой страны, спада производства, появления избытков рабочей силы, изменения правовой основы деятельности хозяйствующих субъектов многие функции управления на предприятиях стали «излишними», более ого функции организационного управления и оценка труда стала играть второстепенную роль.
Переход к «договорной» оценке рабочей силы	В практике управления производством укоренилась идея о том, что «договорная» цена выполненной работы является достаточной и заработная плата формируется на основе субъективных соображений и оценок. Как правило, метод оценки затрат на оплату труда «на глаз» позволяет работодателю существенно снизить себестоимость продукции за счет экономии на заработной плате сотрудников.
Возникновение препятствий	Ошибочное представление о легкости и неважности вопросов, которые можно решить посредством нормирования труда, привело к массовой безработице, когда большинство работников вынуждены соглашаться на любую форму и неоправданно низкий уровень оплаты труда.
Появление непродуктивной занятости	Отсутствие в экономике страны механизмов, стимулирующих предприятия и фирмы к повышению эффективности использования трудовых ресурсов, приводит к искусственному увеличению численности производственного персонала.
Препятствия к реформированию системы нормирования труда	Особенности современной экономической ситуации в стране существенно нарушают процесс оценки затрат и результатов труда, затрудняя реформирование системы нормирования труда и ее дальнейшее развитие.
Недостаточность ведения научно-методической работы	Теория и методология нормирования труда, ее научно-методическая база деградировали до уровня 1980-х годов. В настоящее время строительная отрасль регулируется комплексом строительных норм и правил (СНиП), элементными сметными нормами (ЭСН), а также единичными нормами и расценками на строительные, монтажные и ремонтные работы (ЕНиР), опубликованными ещё в 1987 году.
Анализ состояния нормирования труда (1998 г.)	Исследования, проведенные Центральным бюро трудовых стандартов России в 1998 году показали, что организация работы по определению новых стандартов и пересмотру существующих стандартов, положений, а также межотраслевых и отраслевых стандартов полностью прекратились. Аналогичное положение существовало и в Таджикистане, и только начиная с 2007 года были актуализированы и разработаны необходимые части трудозатрат и нормирование труда в строительстве .
Положительное отношение к требованиям нормирования труда в современную эпоху	Восстановление процессов определения необходимых трудозатрат должно быть максимально объективным, предельно понятным исполнителям и включать в себя установленные стандарты для всех видов работ, выполняемых на предприятии, что создаст основу для позитивного изменения отношений к трудовым нормам, эффективной рабочей нагрузки сотрудника и уровня его заработной платы.

Источник: Составлено автором на основе изученных и обобщенных научно-методических материалов.

Необходимо отметить, что в настоящее время предприятиям и компаниям предоставлена полная самостоятельность в решении вопросов организации и нормирования труда, а также других задач в сфере труда и трудовых отношений, что закреплено в Трудовом кодексе Республики Таджикистан.

В строительной отрасли Республики Таджикистан до сих пор применяются нормативные документы, разработанные ещё в советское время. Ведутся частичные разработки норм труда Комитетом по архитектуре и строительству Республики Таджикистан.

Нормативно-правовая база, сложившаяся в период социалистической системы, принципиально не отвечает требованиям рыночных отношений в условиях современной демократической системы, т.к. принципы рыночной экономики направлены на снижение издержек производства за счет повышения производительности труда, что приводит к ненадлежащим нормам труда и нарушениям трудовых прав работников. Принятые нормативно-правовые акты в Таджикистане в период Независимости с точки зрения их юридической силы имеют следующую последовательность:

- кодексы (Гражданский кодекс, Градостроительный кодекс, Трудовой кодекс);

- законы («О техническом нормировании», «Об охране труда», «О подготовке специалистов с учетом потребностей рынка труда» и т.д.);
- постановления ("О порядке разработки и признания стандартов компетенции каждой профессии", "О порядке обеспечения качества квалификаций и подтверждения квалификаций", «О Национальном классификаторе квалификаций», «О порядке определения повышенной оплаты труда на тяжелых работах, работах с вредными и особо вредными условиями труда» и др.);
- программы и стратегии (Генеральное соглашение между Правительством Республики Таджикистан, Федерацией независимых профсоюзов Таджикистана и Объединением работодателей Республики Таджикистан на 2024-2026 годы, Национальная стратегия развития Республики Таджикистан на период до 2030 года и т.д.).

Надо отметить, что основным действующим документом, регулирующим трудовые отношения и иные отношения, непосредственно связанные с ними, является Трудовой кодекс РТ, утверждённый 23 июля 2016 года №1329, который состоит из 6 разделов, 41 глав и 366 статей. В данном Кодексе глава 10 посвящена нормированию труда (статьи 132-138), где рассматриваются;

- нормы труда;
- государственные гарантии организации нормирования труда;
- установление, замена и пересмотр действующих норм труда;
- требования, предъявляемые к разработке норм труда;
- особенности регулирования нормирования труда;
- определение расценок при сдельной оплате труда;
- обеспечение нормальных условий для выполнения норм труда.

Непосредственно к отраслевым документам в строительстве относятся Единые нормы и расценки (ЕНиР) на строительно-монтажные работы, разработанные еще в 1986 году и состоящие из 40 сборников с дополнениями и Ведомственные нормы и расценки (ВНиР) того же года разработок, состоящие из 20 сборников.

Комитетом архитектуры и строительства республики возобновлены работы по нормированию труда только через 15 лет после приобретения Независимости страны и на данный момент Комитетом разработаны «Градостроительные нормы и правила по регулированию системы ценообразования (ГНИП РТ 81-01-2010)», "Республиканские единичные расценки на строительные работы (ЕР РТ-2009)», «Руководящие документы системы нормативных документов в строительстве (РДС РТ 81-202-2021), "Указания по применению элементных сметных норм на строительные и специальные строительные работы (ЭСН РТ-2007)» и др.

Таким образом, проведенные наши исследования свидетельствуют о том, что устаревшая научно-методическая база отрасли строительства выявляет проблемы при ее применении на практике. Повременная (дневная) оплата труда в сложных условиях строительного производства приводит к потере интереса специалистов к своевременному завершению строительных объектов. Идеология, ориентировавшая рабочих на высокие трудозатраты при низкой оплате труда, изначально противоречила интересам работников, что в корне является неприемлимой на практике и вынуждает трудоспособное население постоянно задумываться о поиске высокооплачиваемой работы, в частности, трудовой миграции. В свою очередь, трудовая миграция, являющаяся следствием проблем с занятостью (отсутствием рабочих мест), создает не только экономические и социальные, но и политические проблемы, с которыми сталкиваются большинство стран ближнего и дальнего зарубежья.

Заключение

Сегодня важным становится переход к более гибким, научно обоснованным и проектно-ориентированным подходам к нормированию, учитывающим как специфику строительных процессов, так и динамику развития современных технологий. Отсутствие системного подхода к пересмотру и адаптации норм труда, а также недостаточная интеграция инноваций в этот процесс препятствуют устойчивому развитию строительной отрасли и создают предпосылки для снижения мотивации работников, роста трудовой миграции и потери квалифицированных кадров.

1. Историко-теоретическая база нормирования труда в строительстве, заложенная в классический и социалистический периоды, по-прежнему имеет значение, однако требует модернизации в соответствии с современными экономическими условиями.

2. Развитие научных исследований в сфере нормирования труда, подготовка квалифицированных специалистов и формирование актуальных стандартов являются приоритетными направлениями для обеспечения конкурентоспособности строительной отрасли и устойчивого развития трудовых отношений в республике.

Рецензент: Амонова Д.С. – д.э.н., профессор кафедры «Менеджмент и маркетинг» РПИСУ.

Литература

1. Байматова М.М. Совершенствование организационно-экономического механизма оплаты и стимулирования труда работников строительных проектных организаций (на материалах Республики Таджикистан), Душанбе, 2023, ТГУК, С.107-111.

2. Бейманова Н.С. Концепция нормирования труда в системе нормирования труда. // В сборнике: Инновационные подходы в современной науке Сборник статей по материалам XXXI международной научно-практической конференции. 2018. С. 94-98.

3. Закиева Р.Х. Развитие микроэлементного нормирования труда как фактора роста производительности труда // Инженерный вестник Дона, №1 (2019). С. 474-482.

4. Зайнуллина М.Р., Набиева Л.Г., Палей Т.Ф. Организация и нормирование труда в отраслях непроизводственной сферы: Учебное пособие / Под ред. Палей Т.Ф. — Казань: 2013. С.5.

5. Олейник П.П., Григорьев В.А. Современные методы моделирования норм продолжительности строительства жилых зданий. // Технология и организация строительного производства. 2014. № 2. С. 42-44.

Побегайлов О.А., Храпова Е.М., Погорелов В.А. Эффективность организации труда строительного предприятия // Инженерный вестник Дона. 2013. № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1685. С.33.

7. Савичева А.Н. Нормирование труда: Исторические аспекты и современные проблемы применения в России. // Символ науки. 2015. №6. С.145-147.

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-AUTHOR'S BACKGROUND

TJ	RU	EN
Байматова Манзура Менгатовна	Байматова Манзура Менгатовна	Baymatova Manzura Mengatovna
Номзади илми иқтисод, муаллими калон	Кандидат экономических наук, старший преподаватель.	Candidate of Economic Sciences, Senior Lecturer
ДТТ ба номи академик М.С.Осими	ТТУ имени академика М.С.Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
Baymatova_2022@mail.ru		

УДК 338.43

ТАҲЛИЛИ ИСТЕҲСОЛОТИ КИШОВАРЗӢ ВА ТАЪСИРИ РАҚАМИКУНОНИИ ИҚТИСОДИЁТ ДАР БАРТАРАФСОЗИИ ПРОБЛЕМАҲОИ СОҲА

Д.Ш. Ҷамолов

Донишгоҳи байналмилалӣ сайёҳӣ ва соҳибкорӣ Тоҷикистон

Дар шароити имрӯза ҳангоми гузаронидани таҳлил дар саросари мамлакат ба назар мерасад, ки аксари заминҳо ба қорқард ва ё ҳамворнамоӣ эҳтиёҷ дорад, аммо дар қатори истеҳсолоти моӣ ҳангоми гузаронидани таҳлил мушоҳида карда шуд, ки заминҳои бекорхобида зиёд ба назар мерасанд.

Инчунин ҳамасола мушоҳида мешавад, ки дар саросари мамлакат маҳсулоти мевачот ва тропикӣ аз тарафи мамлакатҳои гуногун ба мо ворид мешаванд ва бозори дохила беш аз панҷоҳ фоизи харидоронро ҷалб менамояд. Ин самт аз давраи ба даст овардани истиқлолият то ба имрӯз ба мо самарани мусбӣ дода наметавонад. Агар аз як нигоҳ паст будани сифати мевачот ба назар расад, аз тарафи дигар набудани комбинатҳои истеҳсоли шарбат ва технологияи муосир мебошад.

Дар таҷрибаи имрӯза ба назар мерасад, ки тибқи таҳлилҳои ҳиссаи маҳсулоти истеҳсолшаванда ба шумораи аҳолии мамлакат қобили қонеъгардонандаи талаботи аҳолии шуда наметавонад. Аз таҳлили гузаронидашуда бояд дарк кард, ки барои қонеъгардонидани талаботи аҳолии ташкили кооперативи қорводорӣ ва ё ҷалби сармоягузори хориҷӣ дар бораи маблағгузорӣ дар ташкили қорводорӣ дар маҳал ба роҳ монда шаванд.

То кунун мушоҳида мешавад, ки дар саросари мамлакат воридоти техника ва технологияи муосир кам ба назар мерасад ва онҳо қонеъкунандаи талаботи аҳолии ва ё таъминкунандаи бозори дохила ва хориҷӣ шуда наметавонанд. Дар шароити имрӯза моро зарур аст, аз таҷрибаи байналмилалӣ истифода бурда, барои раванқабии соҳаи кишоварзӣ дар сатҳи деҳот қорҳои илмӣ-амалӣ татбиқ карда шаванд. Тибқи таҳлили мамлакатҳои тараққиқарда мушоҳида намудан мумкин аст, ки имрӯзҳо яқинд мамлакатҳо тавассути технологияи рақамӣ соҳаи хоҷагии қишлоқро раванқ дода истодаанд.

Калимаҳои калидӣ: рақамикунони кишоварзӣ, Тоҷикистон, мушкilotи кишоварзӣ, ғайрмақсаднок истифодабарии замин, вазъияти ноҳия ва маҳал, заминҳои бекорхобида.

АНАЛИЗ СЕЛЬСКОГО ПРОИЗВОДСТВА И ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЭКОНОМИКИ НА УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМ ДАННОЙ ОТРАСЛИ

Д.Ш. Джамолов

В современных условиях при проведении анализа по всей стране представляется вероятным, что большая часть земель нуждается в обработке или выравнивании, однако в ряду товарного производства при проведении анализа было замечено, что залежных земель много.

Также ежегодно наблюдается, что по всей стране к нам поступает импорт плодоовощной и тропической продукции из разных стран. Внутренний рынок привлекает более пятидесяти процентов покупателей. Это направление с периода обретения независимости до сегодняшнего дня не может дать нам положительного эффекта, если с одного взгляда видно низкое качество фруктов, с другой стороны, это отсутствие комбинаций по производству сиропов и современных технологий.

В сегодняшней практике видно, что, согласно приведенному анализу, доля производимой продукции в численности населения, проживающего в стране, не способна удовлетворить потребности населения. Из проведенного анализа следует предположить, что для удовлетворения потребностей населения необходимо организовать кооперативное животноводство или привлечь иностранные инвестиции для финансирования организации животноводства на месте.

До сих пор наблюдается, что импорт современной техники и технологий по всей стране невелик, и они не могут удовлетворить потребности населения или стать поставщиками на внутреннем и внешнем рынках. В современных условиях нам необходимо использовать международный опыт для совершенствования сельского хозяйства на уровне сельских прикладных научных работ. Согласно анализу развитых стран мира, сегодня несколько стран продвигают сферу сельского хозяйства с помощью цифровых технологий.

Ключевые слова: цифровизация сельского хозяйства, Таджикистан, проблемы сельского хозяйства, нецелевое землепользование, ситуация в районе и местности, незанятые земли.

ANALYSIS OF RURAL PRODUCTION AND THE IMPACT OF DIGITALIZATION OF THE ECONOMY ON ELIMINATING THE PROBLEMS OF THIS INDUSTRY

D.Sh. Jamolov

In today's conditions, when conducting an analysis throughout the country, it seems likely that most of the land needs to be cultivated or leveled, however, in a number of commercial production, it was noticed during the analysis that there are many fallow lands.

It is also observed annually that throughout the country we receive imports of fruits and vegetables and tropical products from different countries, the domestic market attracts more than fifty percent of buyers, this direction from the period of independence to today cannot give us a positive effect if at one glance the poor quality of fruits is visible, on the other hand, it is the lack of combinations for the production of syrups and modern technologies.

In today's practice, it can be seen that, according to the above schedule, the share of manufactured products in the population living in the country is not able to meet the needs of the population, from the analysis it should be assumed that in order to meet the needs of the population it is necessary to organize cooperative animal husbandry or attract foreign investment to finance the organization of livestock farming on the spot. It is still observed that the import of modern equipment and technologies throughout the country is small, and they cannot meet the needs of the population or become suppliers in the domestic and foreign markets. In today's conditions, we need to use international experience to improve agriculture at the level of rural applied scientific research. According to the analysis of the developed countries of the world, today several countries are promoting the field of agriculture with the help of digital technologies.

Key words: digitalization of agriculture, Tajikistan, problems of agriculture, inappropriate land use, the situation in the area and locality, unoccupied lands.

Муқаддима

Раванди ташаккулёбӣ нишон медиҳад, ки дараҷаи тараққиёти хоҷагии қишлоқ дар самти иқтисодӣ нақши муҳим дорад, давлат дар қатори таъминоти аҳолии бештар такя ба истеҳсолоти хоҷагии қишлоқ менамояд, аз ин лиҳоз барои тараққиёти хоҷагии халқ пеш аз ҳама зарур аст, ки заминҳои қорам ва бекорхобидаро дар шароити имрӯза ба иноват гирифт. Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ – Пешвои миллат муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон дар Паёми худ ҳангоми ироа намудан ба Маҷлиси

Олии Ҷумҳурии Тоҷикистон қайд намуда буданд, ки мақсади асосии мо баланд бардоштани иқтисодиёти мамлакат, таъмини рушди устувори иқтисодӣ ва дар амал татбиқи намудани “Саноатикунони босуръати кишвар” мебошад. Қайд кардан ба маврид аст, ки дар гузашта таҳти сиёсати роҳбарияти олии мамлакат дар сатҳи мамлакат се ҳадафи стратегӣ, яъне таъмини соҳибхӯрии энергетикӣ, баромадан аз бунбасти коммуникатсионӣ ва таъмини амнияти озуқаворӣ эълон гардида буд [6].

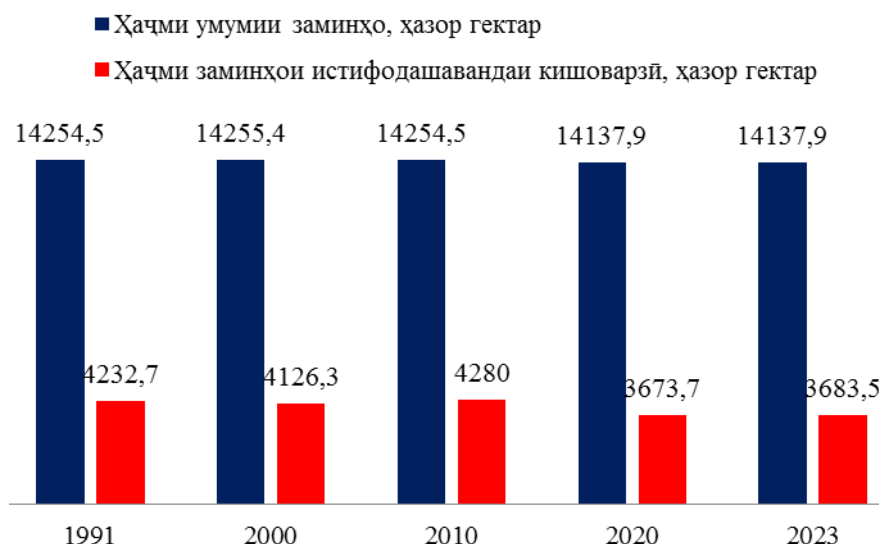
Таҷриба нишон медиҳад, ки дар соҳибкории кишоварзӣ пас аз ба даст овардани истиқлолияти давлатӣ то ба имрӯз техника ва технологияи пешқадам истифода нашуда истодааст. Таҷрибаи ҷаҳонӣ нишон медиҳад, ки мамлакатҳои тараққиқардаи ҷаҳон дар раванди соҳаҳои кишоварзӣ мамлакатҳои худ аз техника ва технологияи пешқадам истифода бурда, мавқеи истеҳсолиро раванқ дода истодаанд.

Дар шароити имрӯза ҳангоми гузаронидани таҳлил дар саросари мамлакат ба назар мерасад, ки аксари заминҳо ба қоркард ва ё ба ҳамворнамоӣ эҳтиёҷ дорад, аммо дар қатори истеҳсолоти молӣ ҳангоми гузаронидани таҳлил мушоҳида карда шуд, ки заминҳои бекорхобида зиёд ба назар мерасанд.

Ҷадвали 1 – Замини умумӣ ва замини истифодаи кишоварзӣ, ҳазор гектар

	1991	2000	2010	2020	2023
Ҳаҷми умумии заминҳо	14254,5	14255,4	14254,5	14137,9	14137,9
Ҳаҷми заминҳои истифодашавандаи кишоварзӣ	4232,7	4126,3	4280,0	3673,7	3683,5
Мазраъ	805,6	730,1	673,1	662,0	661,7
Ниҳолҳои бисёрсола	99,8	98,1	115,7	153,8	156,9
Алафдаравӣ	21,7	18,9	17,7	16,2	16,2
Чарогоҳ	3286,5	3258,4	2909,8	2909,8	2829,7
Замини боир	19,1	21,0	29,7	20,1	19,0

Сарчашма: Маҷмӯи омили Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, соли 2024, саҳ 275.



Расми 1 – Замини умумӣ ва замини истифодашавандаи кишоварзӣ

Дар саросари мамлакат дар даҳсолаи гузашта, ки панҷ давраро дар бар мегирад, маълум карда шуд, ки ҳаҷми заминҳои истифодашавандаи кишоварзӣ дар соли 1991 ба 4232,7 ҳазор гектар ва соли 2023 ба 3683,5 ҳазор гектар расидааст. Ин худ муаррифгари коҳиш ёфтани соҳаи кишоварзӣ мамлакат мегардад.

Инчунин аксари соҳибкорони инфиродӣ заминҳои хоҷагии деҳқонии худро дар доираҳои мамнуъ ба қор меандозанд. Масалан, чӣ тавре таҳлил нишон медиҳад, бобати ниҳолҳои бисёрсола, ки панҷ давраро дар бар мегирад, соли 1991 он 99,8 ҳазор гектар, 2000-ум 98,1 ҳазор гектар ва соли 2023-юм 156,9 ҳазор гектаро ташкил намудааст.

Қайд кардан бамаврид аст, ки як ниҳоли бисёрсола барои босамар шуданаш аз 3 то 5 сол лозим аст. Инчунин ҳамасола мушоҳида мешавад, ки дар саросари мамлакат маҳсулоти мевачот ва тропикӣ аз тарафи мамлакатҳои гуногун ба мо ворид мешавад. Бозори дохила беш аз панҷоҳ фоизи харидоронро ҷалб менамояд. Ин самт аз давраи ба даст овардани истиқлолияти давлатӣ то ба имрӯз ба мо самарайи мусбӣ дода наметавонад. Агар аз як нигоҳ паст будани сифати мевачот ба назар расад, аз тарафи дигар набудани комбинатҳои истеҳсоли шарбат ва технологияи муосир мебошад.

Бинобар ин, мо дар ин ҷода ба ҳулоса омада пешниҳод менамоем, ки барои бо сифати баланд истеҳсол шудани маҳсулоти мевачот соҳибкорони инфиродӣ бояд аз курсҳои кӯтоҳмуддати тақмили

ихтисос гузаронида шаванд, то ки молҳои истеҳсолнамудаи онҳо ба рақобати бозор ҷавобгӯ буда тавонад.

Ҳангоми таҳлил мушоҳида мешавад, ки дар сатҳи мамлакат як миқдори муайяни заминҳо ҳамчун ҷарогоҳ гузошта шудааст, масалан дар соли 1991 ҳаҷми заминҳои ҷарогоҳ ба 3286,5 ҳазор гектар, дар соли 2000-ум 3258,4 ҳазор гектар ва соли 2023-юм 2829,7 ҳазор гектарро ташкил намудааст.

Аз таҳлили гузаронидашуда маълум карда шуд, ки дар саросари мамлакат заминҳо барои ҷарогоҳ зиёданд, аммо дар замони ИҶШС дар сатҳи мамлакат колхоз ва совхоз амал мекард ва шумораи ҷорҳои хурд ва калон зиёд ба назар мерасид, аммо имрӯзҳо гарчанде ки шумораи ҷорҳо зиёд ба назар расад, ҳам аммо тавони нигоҳдошти арзиши маҳсулоти ғуштӣ шуда наметавонад [4].

Дар асоси гуфтаҳои боло қайд кардан зарур аст, ки тӯли солҳои охир ин афзоиш мушоҳида мешавад.

Ҷадвали 2 – Истеҳсоли маҳсулоти хоҷагии деҳот

Нишондиҳандаҳо	Воҳиди ченак	2015	2020	2023
Пойафзоли ҷармин	ҳаз. Ҷуфт	80,7	256,9	521,5
Ғушт	ҳаз. Тонна	40,7	69,5	72,8
Равғани ҷорво	Тонн	132,2	106,6	103,2
Маҳсулоти шири холис ба ҳисоби шир	ҳаз. Тонна	14,5	15,4	19,0
Консервҳо	млн. куттии шартӣ	16,1	62,4	70,0
Равғани растанӣ	ҳаз. Тонн	10,0	23,9	25,8

Сарчашма: Маҷмӯаи омили Агенсии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, соли 2024.

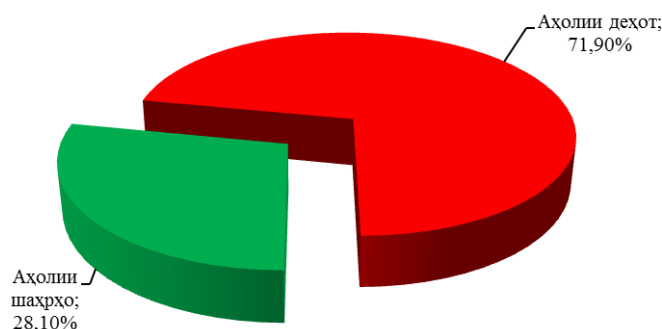
Дар таҷрибаи имрӯза мушоҳида мешавад, ки тибқи маълумот ҳиссаи маҳсулоти истеҳсолшаванда ба шумораи аҳолие, ки дар мамлакат умр ба сар мебаранд, қобили қонеғардонии талаботи аҳоли шуда наметавонад. Аз таҳлили гузаронидашуда бояд пешниҳод кард, ки барои қонеғардонии талаботи аҳоли ташкили кооперативи ҷорводорӣ ва ё ҷалби сармоягузори хориҷӣ дар бораи маблағгузорӣ дар ташкили ҷорводорӣ дар маҳал ташкил карда шавад.

Дар сатҳи мамлакат 10288,3 млн. нафар аҳоли умр ба сар мебаранд, ки аз инҳо пеш аз 70 фоизи он дар деҳот зиндагӣ мекунанд.

Ҷадвали 3 – Шумораи аҳолии доимӣ дар охири сол, %

	Воҳиди ченак	2015	2020	2023
Аҳолии шаҳрҳо	%	26,4	26,3	28,1
Аҳолии деҳот	%	73,6	73,7	71,9
Мардҳо	%	50,6	50,7	50,7
Занҳо	%	49,4	49,3	49,3

Сарчашма: Маҷмӯаи омили Агенсии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, соли 2024.



Расми 2 – Шумораи аҳолии доимӣ дар охири сол

Дар асоси ҷадвали овардашуда моро зарур аст, ки дар сатҳи мамлакат барномаи рушди ҷорвопарварӣ дар деҳотро ташкил намуда, ҳиссаи сармоягузори дар ин самт равақ диҳем. Масалан, дар асоси ҷадвали 3 ва расми 2 маълум аст, ки 71,9 фоизи аҳоли дар деҳот умр ба сар мебаранд ва тибқи маълумоти мавҷуда аксари аҳолии деҳот қобилияти харидорӣ ва таъминоти хӯроки ҷорворо надоранд. Ҳангоми дар амал татбиқ намудани барномаи мазкур мо метавонем ба ҳар як аҳолии деҳот бо додани имтиёзҳои зерин мусоидат намоем:

1. Азхуднамоии 30 фоизи шири ҷорҳои калони шохдор;

2. Пас аз зоидаи чорво аз худ намудани чорвои навзод;
3. Ройгон расонидаи маводи доруворӣ барои чорво.

Ҳангоми бастанӣ шартнома ба аҳолии деҳот мо метавонем шумораи чорворо дар мамлакат зиёд намуда, ҳиссаи маҳсулоти ғуштӣ ва нигоҳдории нарххоро таъмин намоем.

Қайд кардан бамаврид аст, ки имрӯзҳо дар саросари мамлакат бинобар сабаби гаронии арзиши маҳсулоти ғуштӣ ва ба назар расидани бекорӣ аксари аҳоли дар як моҳ барои харидории маҳсулоти ғуштӣ қобилияти пардохтпазирӣ надорад, аммо тибқи нишондодҳои соҳаи молшиносӣ 100 грамм маҳсулоти ғушти чорвои калони шохдор баробар ба 187 кило-калорияро ташкил медиҳад, аммо инсон дар як рӯз на камтар аз 2500 кило-калория хӯрок истеъмол намояд [1].

Дар аксари адабиёти иқтисодӣ хоҷагии деҳотро соҳаи дуҷумдараҷа ба қайд мегиранд, аммо ҳангоми гузаронидани таҳлил мушоҳида карда мешавад, ки хоҷагии деҳот эҳтиёҷ ба дастгириҳои давлатӣ дорад.

Дар шароити имрӯза бо дастгири Ҳукумати мамлакат раванқебии соҳаи соҳибкорӣ ба назар мерасад. Ҳангоми ташкил кардани корхонаҳои истеҳсоли сатҳи бекорӣ камтар шуда, раванди болоравии иқтисодии аҳоли низ ба чашм мерасад.

Масалан, дар замони истиқлолияти давлатӣ то ба ҳол мушоҳида мешавад, ки қувваи корӣ дар сатҳи ноҳия ва вилоятҳо зиёд ба назар мерасад, ҳол он ки асоси истеҳсолоти мол дар сатҳи ноҳия ва вилоят ба вучуд меояд.

Дараҷаи амнияти озуқаворӣ ва биологияи кишвар аз ҳамаи ҷабҳаҳо вобастагии калон дорад, аммо пас аз ба даст овардани истиқлолияти давлатӣ то ба имрӯз мушоҳида мешавад, ки дар сатҳи минтақаҳои шаҳр бештар ба соҳибкории хизматрасонӣ ва ё тиҷоратӣ равона шудаанд. Ин амал боиси ба пуррагӣ таъмин намудани аҳоли шуда наметавонад.

Дар шароити имрӯза дар сатҳи аксари мамлакатҳо, аз ҷумла дар Тоҷикистон таҷриба ва имкони истифодабарии технологияҳои рақамӣ бештар баррасӣ мешаванд. То кунун мушоҳида мешавад, ки дар саросари мамлакат воридоти техника ва технологияи муосир кам ба назар мерасад ва онҳо қонекунондаи талаботи аҳоли ва ё таъминкунондаи бозори дохила ва хориҷӣ шуда наметавонанд. Дар шароити имрӯза моро зарур аст, аз таҷрибаи байналмилалӣ истифода бурда, барои раванқебии соҳаи кишоварзӣ дар сатҳи деҳот қорҳои илмӣ-амалӣ татбиқ карда шавад. Тибқи таҳлилии мамлакатҳои тараққиқардаи дунё мушоҳида намудан мумкин аст, ки имрӯзҳо якҷанд мамлакатҳо тавассути технологияи рақамӣ соҳаи хоҷагии деҳотро раванқ дода истодаанд.

Дар самти иқтисодии рақамӣ рақамикунонии соҳаҳои иқтисоди миллӣ тавассути истифодаи васеи технологияҳои рақамӣ буда, барои баланд бардоштани маҳсулнокии истеҳсолот, фурушу дастрас намудани молу хизматрасониҳо ва беҳтар кардани сифати қору фаъолият мусоидат менамояд. Ташаққули иқтисоди рақамӣ ҷиҳати ҳамоҳангсозӣ, гардиши маълумот, савдои рақамӣ, долонҳои нақлиёти рақамӣ, саноати рақамӣ ва ғайра дар сатҳи дохилию байналмилалӣ муҳим арзёбӣ гашта, ба хизматрасониҳои давлатӣ, даромади буҷет, шаффофият, омодаасозии мутахассисон ва сатҳи зиндагии аҳолии кишвар таъсири мусбат мерасонад.

Дар асоси гуфтаҳои боло ба хулоса омадан мумкин аст, ки ташаққули иқтисодии рақамӣ тавонгари раванқебии иқтисодии хоҷагии деҳот шуда метавонад.

Ба рақамикунонии соҳаҳои гуногун Пешвои миллат муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон шахсан мутаваҷҷеҳ буда, дар суҳанронихояшон пайваста ҷорисозии технологияҳои рақамиро таъкид медоранд. Мавриди зикр аст, ки маҳз дар асоси Паёми Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 26-уми декабри соли 2018 Консепсияи иқтисоди рақамӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон таҳия гардида, 31-уми декабри соли 2019 таҳти рақами 642 бо қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон тасдиқ гардид. Консепсия ба Стратегияи миллии рушди Ҷумҳурии Тоҷикистон барои то соли 2030 асос ёфта, ба беҳтар шудани дурнамои истифодаи технологияҳои рақамӣ бо мақсади ноил гардидан ба ҳадафҳои олии рушди дарозмуҳлати Тоҷикистон равона шудааст.

Аз рӯи таҷрибаи ҷаҳонӣ ҳиссаи иқтисоди рақамӣ дар маҷмӯи маҳсулоти дохилии кишварҳои хориҷӣ аз 12 то 36 фоизро ташкил дода, дар оянда тамоюли афзоиш дорад. Аллакай аксари давлатҳои пешрафтаи дунё барои шаҳрвандони худ хизматрасониҳои электронӣ, аз қабili ҳуҷҷатгузори электронӣ (Digi Doc), суди электронӣ (e-Court), манзили электронӣ (e-Residency), қорти электронии муаррифкунондаи шахсият (E-ID Card), хизматрасонии муқарраркунондаи минтақаи шахс (Location-Based Services), имзои рақамӣ (e-signature) ва ғайраҳо ба роҳ мондаанд. Сармоягузори ва ҷорисозии технологияҳо ба самаранокӣ иқтисоди рақамии давлатҳои тараққиқарда мусоидат намуда, барои боз ҳам устувор гардидани иқтисодии онҳо имкон дод. Ин аст, ки имрӯз дар ҷаҳонӣ муосир моделҳои нави тиҷорат, ба монанди тиҷорати электронӣ, хизматрасониҳо ва татбиқи технологияҳои зехни сунъӣ барои гузариш ба иқтисоди рақамӣ рӯи қор омаданд. Технологияҳои зехни сунъӣ шакли нави рақамикунонӣ ба ҳисоб рафта, аз тиҷорати электронӣ, алоқаи иҷтимоӣ ва молия, истеҳсолот, энергетика, нафту газ ва нақлиёт иборат мебошад. Тибқи баҳодиҳии ширкати технологияҳои HUAWEI давоми 15 соли охир суръати рушди иқтисоди рақамӣ дар ҷаҳон 2,5 маротиба нисбат ба рушди иқтисоди ҷаҳонӣ пешсафтар аст. Мувофиқи пешбиниҳои ширкати мазкур иқтисоди рақамӣ дар ҷаҳон то 23 триллион доллари ИМА дар соли 2025 афзоиш меёбад [7].

Дар асоси таҳлили гузаронидашуда маълум карда шуд, ки дар тамоми мамлакатҳои ҷаҳон имрӯзҳо раванди рақамикунонии иқтисодӣ ташаккул ёфта истодааст, аксари мамлакатҳои ИДМ низ оид ба раванди номбаргардида саҳм гузошта истодаанд. Хушбахтона Ҷумҳурии Тоҷикистон дар асоси дастгириҳои бевоситаи роҳбарияти олии мамлакат то ба имрӯз як қатор корҳоро оид ба саноатикунонии босуръати мамлакат анҷом дода истодаанд. Аммо дар бобати рақамикунонии дар амалия бинобар сабаби набудани раванди маблағгузорӣ ва ё инвеститсияи хориҷӣ ин раванд дар сатҳи зарурӣ раванқ наёфта истодааст.

Қайд кардан бамаврид аст, ки мо маблағгузорӣ дар соҳаи кишоварзии деҳотро ба роҳ монда, аз ин раванд метавонем ба пурраги талаботи бозори дохила ва берунаро қонеъ гардонем. Чӣ тавре дар боло ишора намудем, имрӯзҳо қисме аз заминҳои мо дар ҳоли бекорхобӣ ва ё аз ғайрияти истеҳсоли боз мондаанд. Масалан, дар минтақаи кӯҳии ноҳияи Шаҳристон, Деваштич ва Истаравшан тибқи маълумот 84 ҳазор гектар замин то ба ҳол дар ҳоли кишт бинобар сабаби норасоии об аз кишоварзӣ боз мондааст.

Мувофиқи барномаҳои иқтисодӣ ва пеш аз ҳама мувофиқи Стратегияи миллии рушд то соли 2030 Ҷумҳурии Тоҷикистон бояд ба модели нави иқтисодӣ қадам гузорад ва асоси ин модел рушди сармояи инсонӣ мебошад. Тақия ба донишҳои нав ва аз худ кардани технологияи муосир, рушд додани хизматрасонии интернетӣ ва ҳамаи ин барои рушди минбаъдаи ғайрияти иқтисодии кишвар ва баланд бардоштани сифати аҳоли заминаи устувор мегузорад.

Дар замони муосири рушди технологияи муосир тамоми амалиёти иқтисодӣ ба таври электронӣ гузаронида мешавад. Иқтисодиёти рақамӣ шакли моддӣ надорад, он молро дигар карда наметавонад. Аммо истеҳсоли мол, хизматрасонӣ, тиҷорат ва ҳатто фармоиш додан ба таври электронӣ сурат мегирад.

Мамлакат метавонад тавассути ба роҳ мондани назорати ҷиддӣ дар соҳаи истеҳсоли хоҷагии деҳот вазъи иқтисодиётро боз ҳам боло бардорад. Зеро иқтисоди рақамӣ қисми ҷудонашавандаи ҳаёти иқтисодӣ, сиёсӣ, иҷтимоӣ ва фарҳангии субъектҳои хоҷагидорӣ буда, ба ҳадафи стратегияи сиёсати давлат мусоидат намуда, баҳри беҳтар намудани сифати зиндагии мардум равона карда мешавад.

Муқарриз: Содиқов М.С. – д.и.и., профессори кафедраи муносибатҳои байналхалқии молиявии қарзии Донишгоҳи молия ва иқтисоди Тоҷикистон.

Адабиёт

1. Бакланов П.Я. Пространственные системы производства (микроструктурный уровень анализа и управления). – М.: Наука, 1986, с.29.
2. Бакланов П.Я. Территориальные структуры хозяйства в региональном управлении. – М.: Наука, 2007, с. 3.
3. Бауэрсекс Д.ДЖ., Клосс Д.Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок. / Пер.с англ. – М.: ЗАО Олимп-Бизнес, 2001, с. 48.
4. Буклагин Д. С. Информационное обеспечение разработки справочников НДТ в АПК России // Технологии и технические средства механизации производства продукции растениеводства и животноводства. 2016. № 88. С. 5–19.
5. Маҷмуаи оморӣ Агентии оморӣ назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, соли 2024.
6. Паёми Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон Эмомалӣ Раҳмон ба Маҷлиси Олӣ. Сомонаи расмии Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон.- http://www.president.tj/rus/novostee_240410.html
7. Программа Развития ООН. Национальный отчет по человеческому развитию - 2008-2009. http://www.undp.tj/index.php?lang=russian&task=view&option=com_content&id=188&Itemid=99999999 35 из 156

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-AUTHORS BACKGROUND

TJ	RU	EN
Чамолов Довудхуҷа Шаҳобович	Джамолов Довудхуджа Шахобович	Jamolov Dovudhuja Shahobovich
Муаллими калон	Старший преподаватель	Senior Lecturer
Донишгоҳи байналмилалӣ сайёҳӣ ва соҳибкорӣ Тоҷикистон	Международный университет туризма и предпринимательство Таджикистана	International University of tourism and entrepreneurship of Tajikistan
E-mail: nasrin@mail.ru		

УДК 631,1

МАВҶЕИ СОҶИБКОРИИ КИШОВАРЗӢ ДАР НИЗОМИ ФАӢОЛИЯТИ ХОҶАГИДОРИИ КИШВАР**Д.Ш. Ҷамолов**

Донишгоҳи байналмилалӣ сайёҳӣ ва соҳибкорӣ Тоҷикистон

Соҳаи соҳибкорӣ кишоварзӣ дар шароити имрӯза яке аз соҳаҳои калидӣ, ба шумор рафта, ба пешрафти соҳаҳои иҷтимоӣ ва иқтисодӣ мусоидат менамояд. Пас аз ба даст овардани истиқлолияти давлатӣ то ба имрӯз соҳибкорӣ кишоварзӣ ба техника ва технологияи пешқадам таъмин нашуда истодааст. Таҷрибаи ҷаҳонӣ нишон медиҳад, ки мамлакатҳои тараққиқкардаи ҷаҳон дар раванди соҳибкорӣ кишоварзӣ мамлакатҳои худ аз техника ва технологияи пешқадам истифода бурда, мавҷеи истеҳсолиро раванқ дода истодаанд.

Ҳамасола дар сатҳи Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон дар бораи раванди раванқёбии соҳаи соҳибкорӣ кишоварзӣ мамлакат имтиёзҳо, ба монанди дастгирии давлатии соҳибкорон ба роҳ монда мешавад, мутаассифона то ба ҳол бинобар сабаби норасоии техника ва технологияи муосир тараққиёти муътадили соҳаи кишоварзӣ ба назар мерасад.

Бояд қайд кард, ки яке аз сабабҳои коҳиш ёфтани раванди истеҳсоли молҳои кишоварзӣ дар фарсудашии техникаи кишоварзӣ бошад, сабаби асосии он набудани маблағ ва сармоягузорӣ аст. Дар сатҳи мамлакат дар ин давра маблағгузории давлатӣ низ камтар ба назар расида, дастгирии давлатии соҳибкорӣ кишоварзӣ ба назар намерасад.

Сабаби дигаре ки дар раванди кишоварзӣ ба назар мерасад, баланд будани арзиши сӯзишвории дизелӣ ва моли воридшаванда будани он аст. Бинобар сабаби дар мамлакат набудани истеҳсоли маводи дизелӣ соҳибкорон онро аз хориҷи кишвар ба мамлакат ворид месозанд ва ин боиси афзоиши нарх хоҳад гашт.

Калимаҳои калидӣ: проблемаи кишоварзӣ, мушкилоти кишоварзӣ, ҳавасмандгардонӣ, мавҷеи ноҳия ва маҳал.

МЕСТО СЕЛЬСКОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В СИСТЕМЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТРАНЫ**Д.Ш. Джамолов**

Сектор аграрного предпринимательства в современных условиях считается одним из ключевых, способствующим развитию социальной и экономической сферах. С момента обретения страной государственной независимости сельскохозяйственные предприятия не были обеспечены передовой техникой и технологиями. Мировой опыт показывает, что развитые страны используют передовые методы и технологии в своих сельскохозяйственных бизнес-процессах, улучшая свои производственные позиции.

Правительство Республики Таджикистан ежегодно реализует такие меры стимулирования, как государственная поддержка предпринимателей, для содействия развитию аграрного сектора страны. К сожалению, из-за отсутствия современной техники и технологий аграрный сектор пока не развит удовлетворительно.

Следует отметить, что одной из причин спада в процессе производства сельскохозяйственной продукции является износ сельскохозяйственной техники, основной причиной которого является нехватка средств и инвестиций. На национальном уровне в этот период также наблюдалось сокращение государственного финансирования, и видимой государственной поддержки сельскохозяйственного предпринимательства не наблюдается.

Еще одна причина, которая очевидна в сельскохозяйственном процессе, это высокая стоимость дизельного топлива и его импорт. Из-за отсутствия производства дизельного топлива в стране, предприниматели импортируют его из-за рубежа, что приведет к росту цен.

Ключевые слова: аграрная проблема, проблемы сельского хозяйства, стимулирование, положение района и местности.

THE PLACE OF RURAL ENTREPRENEURSHIP IN THE SYSTEM OF ECONOMIC ACTIVITIES OF THE COUNTRY**D.Sh. Jamolov**

The agricultural entrepreneurship sector in modern conditions is considered one of the key ones, contributing to the development of social and economic spheres. Since the country gained independence, agricultural enterprises have not been provided with advanced equipment and technologies. World experience shows that developed countries use advanced methods and technologies in their agricultural business processes, improving their production positions.

The Government of the Republic of Tajikistan annually implements such incentive measures as state support for entrepreneurs to promote the development of the country's agricultural sector. Unfortunately, due to the lack of modern equipment and technologies, the agricultural sector has not yet been developed satisfactorily.

It should be noted that one of the reasons for the decline in the production of agricultural products is the depreciation of agricultural machinery, the main reason for which is the lack of funds and investment. At the national level, during this period, there was also a reduction in government funding, and there is no visible government support for agricultural entrepreneurship.

Another reason that is obvious in the agricultural process is the high cost of diesel fuel and its import. Due to the lack of diesel fuel production in the country, entrepreneurs import it from abroad, which will lead to an increase in prices.

Keywords: agrarian question, problems of agriculture, stimulation, situation of the region and locality.

Муқаддима

Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ – Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон дар Паёми худ ҳангоми ироа намудан ба Маҷлиси Олии Ҷумҳурии Тоҷикистон қайд намуда буданд, ки мақсади асосии мо баланд бардоштани иқтисодиёти мамлакат, таъмини рушди устувори иқтисодӣ ва дар амал татбиқ намудани “Саноатикунони босуръати кишвар” мебошад. Қайд кардан бамаврид аст, ки дар гузашта таҳти сиёсати роҳбарияти олии мамлакат дар сатҳи мамлакат се

ҳадафи стратегӣ, яъне таъмини соҳибхитории энергетикӣ, баромадан аз бунбасти коммуникатсионӣ ва таъмини амнияти озуқаворӣ эълон гардида буд [4].

Гуфтаҳои Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ – Пешвои миллат муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон дар ин бобат оид ба тараққӣ ёфтани соҳаи кишоварзии мамлакат аҳамияти аввалиндараҷа пайдо мекунад. Бояд қайд намуд, ки таъмини амнияти озуқаворӣ кишвар дар пешрафти мамлакат мавқеи босазо дошта, метавонад дар пешрафти иқтисодии мамлакат таъсири мусбӣ расонад. Имрӯзҳо дар сатҳи мамлакатҳои ҷаҳон дифференсиатсияи фаъол идома дорад, ҳамаи мамлакатҳои ҷаҳон дар доираи дараҷаи тараққиёти комплекси хоҷагии ҷаҳон раванди тараққиёти кишоварзиро таъмин намуда истодаанд.

Таҷриба нишон медиҳад, ки дар соҳибкории кишоварзӣ пас аз ба даст овардани истиқлолияти мамлакат то ба имрӯз аз техника ва технологияи пешқадам истифода нашуда истодааст.

Таҷрибаи ҷаҳонӣ нишон медиҳад, ки мамлакатҳои тараққикардаи ҷаҳон дар раванди соҳаҳои кишоварзии мамлакатҳои худ аз техника ва технологияи пешқадам истифода бурда мавқеи истеҳсолиро рушд дода истодаанд. Вобаста ба ин, рушди соҳибкорӣ дар ин соҳа таконбахши тамоми системаи хоҷагии халқ буда метавонад [5].

Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон шаклҳои зерини ташкилию ҳуқуқии соҳибкорӣ дар баҳши соҳибкории истеҳсоли хурд мавҷуданд:

- соҳибкории инфиродӣ;
- соҳибкории шарикӣ;
- соҳибкории иттиҳодия (кооперативӣ).

Масалан, дар мамлакат айни замон дар самти соҳибкории истеҳсоли минтақаҳо шумораи зиёди моликиятдорон фаъолият менамоянд, ки онҳо ба истеҳсоли молҳо, инчунин истеҳсол ва таъмири воситаҳои техникӣ машғуланд.

Соҳибкории инфиродӣ аз тарафи як нафар шахси воқеӣ амалӣ мегардад, ки он соҳиби амвол ба ҳисоб меравад. Ҳамаи даромадҳои он ба молики ягона алоқамандӣ дорад, ӯ идоракунанда ва танзимкунандаи фаъолият мебошад. Аммо ӯ метавонад аз кормандони кироӣ истифода барад. Мутаассифона дар ин сатҳ як камбуди ба назар мерасад, ки ин ҳам бошад, норасоии маблағ ва соҳибкории инфиродӣ имкони ҷалби сармоягузорию надорад.

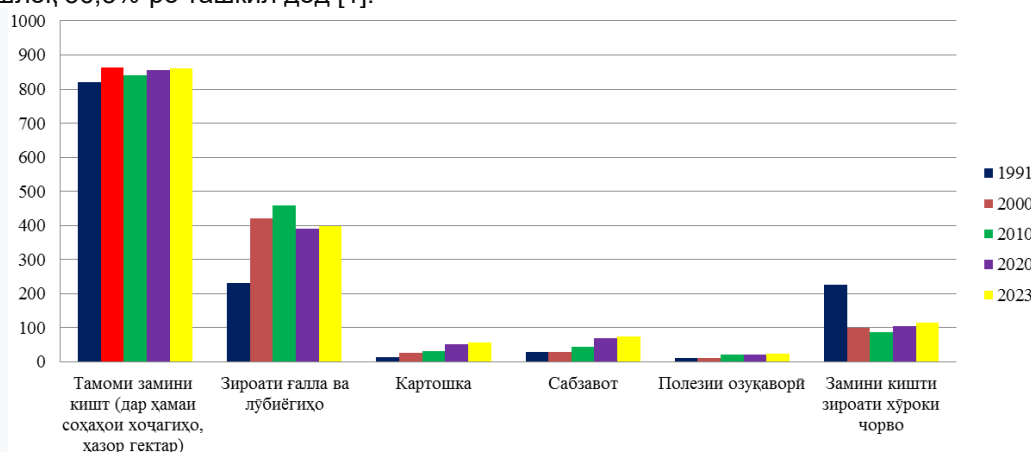
Дар ин радиф қайд намудан зарур аст, ки соҳаи кишоварзии мамлакат бояд ҳаҷми истеҳсоли молҳоро ба инбат гирифта, аз ташкилоти молиявии кишвар талаб намояд, то соҳибкорони инфиродӣ тавонанд, маблағҳои заруриро сари вақт ба даст оранд.

Ҳамасола дар сатҳи Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон дар бораи раванди рушди соҳаи кишоварзӣ имтиёзҳо, ба монанди дастгирии давлатии соҳибкорон ба роҳ монда мешавад. Мутаассифона то ба ҳол бинобар сабаби норасоии техника ва технологияи муосир тараққиёти муътадили соҳаи кишоварзӣ ба назар мерасад.

Яке аз омилҳои асосии пешрафти хоҷагиҳои минтақавӣ дар он аст, ки соҳаи саноат ва истеҳсоли молҳои гуногуни минтақа бояд ба роҳ монда шавад ва ин омил метавонад шумораи зиёди аҳолиро бо кор таъмин намояд. Инчунин ба роҳ мондани саноат дар минтақа метавонад, сатҳи камбизоатиро дар минтақаҳои мамлакат коҳиш диҳад.

Пас аз ба даст овардани истиқлолияти давлатӣ солҳои 1992-1997 раванди бӯхрони иқтисодиву сиёсӣ Ҷумҳурии Тоҷикистонро фаро гирифт. Соли 1996 Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон дар саросари мамлакат тамоми заминҳои бекорхобидаро ба аҳолии мамлакат тақсим намуд, ки ин боиси бартараф намудани як қатор мушкилиҳои бӯхрони иқтисодию иҷтимоӣ ва сиёсӣ гардид.

Баъди соҳибистиқлол гардидани Ҷумҳурии Тоҷикистон дар сохтори мамлакат дигаргунии кулӣ ба вуҷуд омад. Дар оғози солҳои 1990 дар сатҳи мамлакат ҳиссаи муҳсулоти умумии саноат 27,3%, хоҷагии қишлоқ 36,3%-ро ташкил дод [1].



Расми 1 – Динамикаи заминҳои кишти зироатҳои кишоварзӣ

Чадвали 1 – Заминҳои кишти зироатҳои кишоварзӣ

Нишондиҳандаҳо	1991	2000	2010	2020	2023
Тамоми замини кишт (дар ҳамаи соҳаҳои хоҷагӣ, ҳазор гектар)	821,0	864,5	839,5	856,7	861,5
Зироати ғалла ва лӯбиғӣҳо	231,7	421,4	459,9	391,5	398,3
-гандум	143,6	343,1	342,5	269,6	275,0
-ҷав	46,0	35,8	69,4	71,1	70,0
-шолӣ	9,4	19,9	14,8	13,0	12,9
-лӯбиғӣҳо	11,8	9,6	14,3	17,2	18,3
-пахта	298,8	238,6	162,4	185,4	166,3
-зироати рағандор	5,3	31,9	28,3	30,0	26,3
Картошка	12,8	25,5	31,8	52,7	56,6
Сабзавот	28,0	30,2	44,8	70,4	73,5
Полезии озуқаворӣ	10,9	10,3	20,9	22,8	23,8
Замини кишти зироати ҳӯроки чорво	226,6	99,2	87,7	105,9	115,5

Сарчашма: Маҷмӯаи оморӣ Агентии оморӣ назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, 2024, саҳ 277.

Чун динамика муҳаррики имконпазири рушдро бо он шарҳ додан мумкин аст, ки дар ҷумҳурӣ то ҳол ба тараққиёти хоҷагии қишлоқ ба қадри кифоя диққат дода нашудааст.

Дар асоси таҳлили гузаронидашуда маълум карда шуд, ки аз соли 1991 то 2001-юм раванди идоракунии дар сатҳи минтақаҳои мамлакат аз рӯи тарзи идоракунии хоҷагии қишлоқ бо таҷрибаи гузашта, яъне усули замони Шӯравӣ истифода мегардад. Аз соли 2001 сар карда, комплекси хоҷагии қишлоқ бар хилофи давраи Шӯравӣ, ки дар он шаклҳои коллективӣ инкишоф ёфта буд, амал мекунад. Соли 1991 то 2001 хоҷагии давлатии кишоварзӣ 568 воҳидро ташкил мекард, пас аз соли 2001 то 2023 ба 159 хоҷагии давлатии кишоварзӣ расид [2].

Бояд қайд кард, ки яке аз сабабҳои коҳиш ёфтани раванди истеҳсоли молҳои кишоварзӣ дар фарсудагии техникаи кишоварзӣ бошад, сабаби асосии он набудани маблағ ва сармоягузорӣ аст. Дар сатҳи мамлакат дар ин давра маблағгузори давлатӣ низ кам ба назар расида, дастгирии давлатии соҳибкории истеҳсолӣ ба назар намерасад.

Сабаби дигаре ки дар раванди кишоварзӣ ба назар мерасад, баланд будани арзиши сӯзишвории дизелӣ ва моли воридшаванда будани он аст. Бинобар сабаби дар мамлакат набудани истеҳсоли маводи дизелӣ соҳибкорон онро аз хориҷи кишвар ба мамлакат ворид месозанд ва ин боиси афзоиши нарх хоҳад гашт.

Барои баланд бардоштани стратегияи кишоварзии мамлакат зарур аст, ки ҷалби маблағгузорӣ дар раванди ташаккули самти кишоварзӣ ба роҳ монда шавад.

Масалан, дар замони ИҶШС дар Тоҷикистон кишти пахта ҷойи намоёнро ишғол намуда бошад, сабаби ин таъминоти обӣ ва нуриҳои минералӣ буд.

Имрӯзо таъминоти меъёри захираи обӣ дар ҳоли норасоӣ қарор дошта, боиси коҳиш ёфтани истеҳсолот шуда истодааст.

Дуруст аст, ки пахта дар ҷаҳон имрӯзо арзиши баланд дорад, аммо то ба имрӯз дар сатҳи мамлакат аксар молҳои кишоварзӣ аз мамлакатҳои хориҷ ба мо ворид карда мешавад. Агар ин як тарафи масъала бошад, аз тарафи дигар заминҳои хоҷагии деҳқонӣ бинобар сабаби норасоии обӣ полезӣ ва гаронии нуриҳои минералӣ қобилияти тавоноиро аз даст додаанд.

Бояд сабаби асосии коҳиш ёфтани соҳаи кишоварзиро муайян намуд:

-дуруст коркард намудани заминҳои кишт дар саросари мамлакат тавассути воситаҳои нақлиётӣ дар соҳаи кишоварзӣ истифодашаванда, ки қобилияти тавоноиро доро мебошанд;

-харидории навъи наварини тухмиҳо, ки аз тарафи мамлакатҳои ҷаҳон коркард шудаанд;

-тоза намудани ҷуйборҳои обгузар, ки ҳаҷми ғунҷоиши оби онҳо ба оби гирифташаванда нокифоя аст;

-маблағгузори давлатӣ ва ё қарзи бонкӣ дар соҳаи кишоварзӣ.

Пас аз ба роҳ мондани чунин амал ҳаҷми истеҳсоли соҳаи кишоварзӣ метавонад истеҳсоли ватаниро дучанд гардонад. Масалан, таҷрибаи ҷаҳонӣ нишон медиҳад, ки агар мо маҳсулоти кишоварзиро ҳамчун ашёи хом ба бозори хориҷӣ интиқол диҳем, даромади муътадил ба даст оварда намешавад. Моро зарур аст, ки маҳсулоти соҳаи кишоварзиро пас аз коркарди мол ба хориҷа барорем, ки дар натиҷа аз 10 то 15 дарсад фоидаи бештар ба даст меорем.

Гарчанде ки дар ҷаҳон имрӯзо пахта даромади зиёд дошта бошад ҳам, аммо бинобар сабаби гаронии арзиши сӯзишворӣ ба мо на он қадар даромад меорад.

Ҳар қадаре ки дар соҳаи кишоварзӣ маблағгузорӣ аз тарафи бучети давлатӣ ва ташкилоти тижоратӣ ба роҳ монда мешавад, ҳамон қадар ҳаҷми истеҳсолот раوناқ меёбад. Аммо барои чунин амал

моро зарур аст, ки барои ташаққули раванди истеҳсолӣ аз маслиҳатҳои мутахассисон барои самаранок истифода бурдани маблағ ва барои рушди истеҳсолот ҷалб намудан аз аҳамият ҳолӣ нест.

Инчунин барои боз ҳам ташаққул ёфтани истеҳсолот моро зарур аст, ки барои коркарди ашёи хом ва нимтайёр сазо кӯшиш намуда, барои истеҳсоли он ворид кардани технологияи муосирро тақвият диҳем.

Масалан, дар сатҳи мамлакат ҳаҷми истеҳсолоти помидор ва дигар маҳсулоти полезӣ зиёд ба назар мерасад, аммо истеҳсолкунандагони он наметавонанд, саривақт ғоидаи муайянеро ба даст оранд. Аз ин лиҳоз, мебошад, ки чунин маҳсулот пас аз қонеъ гардонидани бозори дохилӣ барои коркард ба комбинатҳои коркард ё консерва фурухта шаванд, ки ин боиси даромади зиёд хоҳад гашт.

Ин амал метавонад даромади мамлакат ва даромади солони истеҳсолкунандагони ватаниро боз ҳам афзоиш диҳад.

Дар шароити имрӯза бо дастгирии Ҳукумати мамлакат рушди соҳибкорӣ ба назар мерасад, ҳангоми ташкил кардани корхонаҳои истеҳсолӣ сатҳи бекорӣ камтар шуда, раванди болоравии иқтисодӣ аҳоли низ ба ҷашм мерасад.

Дар замони истиқлолияти давлатӣ то ба ҳол мушоҳида мешавад, ки қувваи корӣ дар сатҳи ноҳия ва вилоятҳо зиёд ба назар мерасад. Ҳол он ки асоси истеҳсолоти мол дар сатҳи ноҳия ва вилоят ба вучуд меояд.

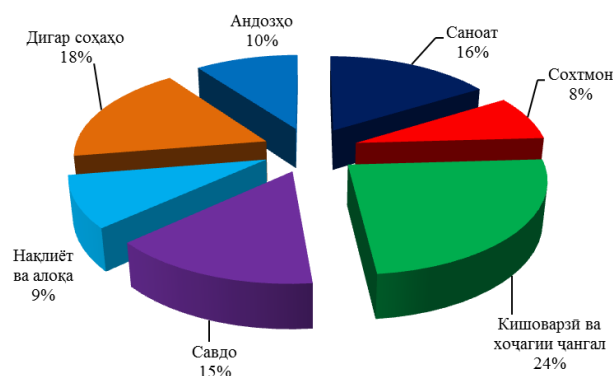
Қайд кардан бамаврид аст, ки сатҳи бекории расман ба қайд гирифташуда дар мамлакат соли 2020-ум 51 ҳаз. нафар бошад, ин нишондиҳанда дар соли 2023 ба 50 ҳаз. нафар расонида шуд, ки нисбат ба соли 2020-ум 98 фоизро ишғол намуд [2].

Вобаста ба ҳолати имрӯза яке аз сабабҳои норасоии истеҳсолот ва рушди ММД ин худ сатҳи бекорӣ ба шумор меравад ва ё ҳангоми мушоҳида намудан маълум мегардад, ки сатҳи хизматрасонии пулакӣ дар мамлакат зиёд буда, ифодагари коҳиш ёфтани истеҳсолот шуда истодааст. Гарчанде ки ҳиссаи андозбандии соҳаи хизматрасонӣ 23 фоиз бошад ҳам, ин то ба ҳол наметавонад ҳиссаи истеҳсолот ва ё ММД-ро раванқ диҳад.

Ҷадвали 2 – Маҷмӯи маҳсулоти дохилӣ

	Воҳиди ченак	2015	2019	2020	2021	2022	2023
Саноат	%	15,1	21,2	23,1	23,8	23,5	16,2
Соҳтмон	%	15,1	11,7	10,6	11,3	11,2	7,9
Кишоварзӣ ва хоҷагии ҷангал	%	21,6	20,9	22,7	22,4	22,9	24,3
Савдо	%	10,6	13,6	12,7	13,2	13,6	14,9
Нақлиёт ва алоқа	%	9,5	7,9	6,4	5,3	5,1	9,1
Дигар соҳаҳо	%	17,6	15,0	15,5	14,4	14,6	17,5
Андозҳо	%	10,5	9,7	9,0	9,6	9,1	10,1

Сарчашма: Маҷмӯаи оморӣ Агентии оморӣ назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, 2024.



Расми 2 – Ҳиссаи маҷмӯи маҳсулоти дохилӣ

Мушоҳидаҳо вобаста ба шароити имрӯзаи ҷаҳонӣ нишон медиҳад, ки бинобар сабабҳои гуногун дар сатҳи ноҳияҳо ва деҳаҳо шумораи бекорӣ зиёд шуда истодааст ва ин аз як тараф нооромиҳои байни мамлакатҳо ва таъсири сиёсати ҷаҳонӣ бошад, аз тарафи дигар афзоиши нархи маҳсулоти нафти ва нуриҳои минералӣ мебошад, ки ба самти фаъолияти кишоварзӣ ва бо кор таъмин гардидани истифодабарандагони замин монеъ мегардад.

Гарчанде ки нишондиҳандаҳои оморӣ пешниҳод мекунанд, ки сол аз сол сатҳи бекорӣ кам шуда истодааст, аммо дар амалия мавсимӣ будани фаъолияти кории онҳо мушоҳида мешавад. Ин амали онҳо низ боиси паст шудани вазъи иқтисодӣ ва коҳиш ёфтани соҳаи кишоварзӣ буда метавонад.

Масалан, дар минтақаи шимоли Тоҷикистон вобаста ба иқлим аҳоли истеҳсоли маҳсулоти полезиро ба роҳ мемонад. Ҳангоми таҳлил мушоҳида мешавад, ки дар ноҳияи Деваштич ва Мастҷоҳи

кӯҳӣ кишти картошка зиёд ба назар мерасад, аммо фаъолияти хоҷагидорӣ аҳоли шаш моҳро ба инобат мегирад, шаш моҳи дигар бошад, аҳоли ба пуррагӣ аз кор озоданд ва ин боиси рушди истеҳсолот ва ё хоҷагӣ нахоҳад гашт. Инчунин аксари аҳолии минтақаҳо бинобар сабаби норасоии оби полезӣ наметавонанд фаъолияти истеҳсолиро ба роҳ монанд.

Дар ин робита Кумитаи давлатии сармоягузорӣ ва идораи амволи давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистонро зарур аст, ки маблағгузорию дар соҳаи истеҳсоли масолеҳи полезӣ ба роҳ монда, таъминоти вазъи обро назорат намояд. Тибқи нишондодҳои омори байналмилалӣ маълум аст, ки ҳамасола ба мамлакат аз тарафи Бонки ҷаҳонӣ ва дигар бонкҳои молиявӣ маблағҳои грантӣ барои рушди мамлакат пешниҳод мешавад, аммо мутаассифона мушоҳида мешавад, ки ҳамасола проблемаи об дар тамоми минтақаҳо ба назар мерасад. Кумитаи давлатии сармоягузорӣ ва идораи амволи давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистонро зарур аст, ки нисбати таъминоти норасоии об талош варзад.

Ва аҳолиро зарур аст, ки аз ҳулосаҳои мутахассисон истифода бурда, барои ба пуррагӣ ба роҳ мондани истеҳсолоти гуногун чораандешӣ намояд.

Дар доираи баланд бардоштани сатҳи кишоварзии мамлакат моро зарур аст, ки аз таҷрибаи малакатҳои тараққиёфта истифода бурда, раванди истеҳсолоти молиро тавассути технологияи муосир ба роҳ монем. Масалан, тавассути технологияи нав мо метавонем, барои тараққиёти корхонаҳои пахтатозакунӣ, фабрикаҳои бофандагӣ, саноатӣ, ҳурукворӣ бо дастгирии ҷамаҷониба ҳиссаи содиротии мамлакатро зиёд намоем. Аммо дар ин самт бештар бояд маҳсулоти коркардашуда ба бозори хориҷӣ содирот карда шавад.

Дар сатҳи мамлакат дар ҳама давру замон соҳаи кишоварзӣ фаъолият менамуд ва имрӯзҳо низ ба назар мерасад, аммо бояд ба инобат гирифт, ки дар сатҳи мамлакат як тонна пахтаи тозакардашуда агар аз 500 то 800 доллари ИМА бошад, дар биржаи Ливерпул он баробар ба 3500 евро мебошад. Пас маълум мешавад, ки мо дар тӯли шаш моҳи меҳнати истеҳсолиамон чӣ қадар фоида ба даст меорем ва фоидаи бештарро кӣ мегирад. Дар ин самт ҳамаи мақомоти давлатиро зарур аст, ки доир ба ин масъала воқунишҳо нишон дода, барои бартараф намудани проблемаҳои мавҷуда саҳмгузор бошанд [3].

Муқарриз: Содиқов М.С. – д.и.и., профессори қаблаи муносибатҳои байналхалқии молиявӣ қарзии Донишгоҳи молия ва иқтисоди Тоҷикистон.

Адабиёт

1. Маҷмӯаи омории Агентии омори назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, соли 2015.
2. Маҷмӯаи омории Агентии омори назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, соли 2024.
3. Международная Финансовая Корпорация (группа Всемирного банка), отчет «Деловая среда в Таджикистане глазами малого и среднего бизнеса» [http://www.ifc.org/ifcext/tajikistansme.nsf/AttachmentsByTitle/TJ_BEE_ExSumRus12152009.pdf/\\$FILE/TJ_BEE_ExSumRus12152009.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/tajikistansme.nsf/AttachmentsByTitle/TJ_BEE_ExSumRus12152009.pdf/$FILE/TJ_BEE_ExSumRus12152009.pdf) - с. 24.
4. Паёми Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон Эмомалӣ Раҳмон ба Маҷлиси Олӣ. Сомонаи расмӣи Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон.- http://www.president.tj/rus/novostee_240410.html
5. Программа Развития ООН. Национальный отчет по человеческому развитию - 2008-2009. <http://www.undp.tj/index.php?lang=russian&task=view&id=188&Itemid=99999999> 35 из 156 option=com_content

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-AUTHOR BACKGROUND

TJ	RU	EN
Чамолов Довудхуча Шаҳобович	Джамолов Довудхужа Шаҳобович	Jamolov Dovudhuja Shahobovich
Муаллими калон	Старший преподаватель	Senior Lecturer
Донишгоҳи байналмилалӣ сайёҳӣ ва соҳибкорӣ Тоҷикистон	Международный университет туризма и предпринимательство Таджикистана	International University of tourism and entrepreneurship of Tajikistan
E-mail: nasrin@mail.ru		

УДК: 330

ТАРИФНАЯ ПОЛИТИКА В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ КАК МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

Ш.Н. Саидова

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

В статье рассматривается тарифная политика как стратегический механизм управления энергетической безопасностью, особенно актуальный для стран с выраженной сезонностью генерации электрической энергии и высокой долговой нагрузкой. На основе анализа состояния электроэнергетики Республики Таджикистан обоснована роль тарифного регулирования в обеспечении устойчивости энергосистемы, инвестиционной привлекательности сектора, модернизации инфраструктуры и социальной стабильности. На примере Нурекской ГЭС показано, как несогласованность между тарифной, операционной и экспортной политикой приводит к значительным экономическим потерям и снижению эффективности использования гидроэнергетического потенциала. В статье представлены авторские аналитические таблицы, отражающие взаимосвязь между типом тарифной политики и устойчивостью энергосистемы, а также классификация рисков при несбалансированном управлении тарифами на электрическую энергию. Предложены практические рекомендации по поэтапному реформированию тарифной системы с учётом климатических рисков, сезонных колебаний спроса и необходимости социальной защиты населения. Сделан вывод о необходимости интеграции тарифной политики в макроэкономическую стратегию устойчивого развития энергетического сектора.

Ключевые слова: энергетическая безопасность; тарифная политика; сезонная генерация; Нурекская ГЭС; холостые сбросы; инвестиционная устойчивость; гидроэнергетика; финансовые риски; социальная доступность энергии; экспорт электроэнергии; экономически обоснованные тарифы; Республика Таджикистан.

TARIFF POLICY AS A MECHANISM FOR MANAGING ENERGY SECURITY

Sh.N. Saidova

This article examines tariff policy as a strategic mechanism for managing energy security, with particular relevance for countries characterized by pronounced seasonality in electricity generation and high levels of debt. Based on an analysis of the current state of the electric power industry in the Republic of Tajikistan, the paper substantiates the role of tariff regulation in ensuring the stability of the energy system, the investment attractiveness of the sector, infrastructure modernization, and social stability. Using the example of the Nurek Hydropower Plant, the article demonstrates how inconsistency between tariff, operational, and export policies leads to significant economic losses and reduced efficiency in the utilization of hydropower potential. The study presents original analytical tables reflecting the relationship between the type of tariff policy and the resilience of the energy system, as well as a classification of risks arising from unbalanced electricity tariff management. Practical recommendations are offered for the phased reform of the tariff system, taking into account climate risks, seasonal demand fluctuations, and the need for social protection of vulnerable population groups. The study concludes that integrating tariff policy into the macroeconomic strategy for the sustainable development of the energy sector is essential.

Keywords: energy security; tariff policy; seasonal generation; Nurek HPP; non-revenue water discharges; investment resilience; hydropower; financial risks; social energy accessibility; electricity export; cost-reflective tariffs; Republic of Tajikistan.

СИЁСАТИ ТАРИФӢ ҲАМЧУН МЕХАНИЗМИ ИДОРАИ АМНИЯТИ ЭНЕРГЕТИКӢ

Ш.Н. Саидова

Дар мақола сиёсати тарифӣ ҳамчун механизми стратегии идоракунии амнияти энергетикӣ мавриди таҳлил қарор мегирад, ки махсусан барои кишварҳое, ки дорои мавсимияти равшани тавлиди нерӯи барқ ва сатҳи баланди қарз мебошанд, аҳамияти хоса дорад. Дар асоси таҳлили вазъи кунунии соҳаи энергетикаи барқии Ҷумҳурии Тоҷикистон, нақши танзими тарифҳо дар таъмини устувории низоми энергетикӣ, ҷалби сармоягузорӣ, навсозии инфрасохтор ва суботи иҷтимоӣ асоснок карда мешавад. Дар мисоли Нерӯгоҳи барқии Норақ нишон дода шудааст, ки номувофиқати байни сиёсати тарифӣ, сиёсати амалиётӣ ва сиёсати содиротӣ боиси талафоти ҷиддии иқтисодӣ ва кохиши самаранокии истифодаи иқтисодии гидроэнергетикӣ мегардад. Дар мақола ҷадвалҳои таҳлили муаллиф пешниҳод гардидаанд, ки робитаи байни навъи сиёсати тарифӣ ва устувории низоми энергетикӣ, инчунин таснифи хатарҳо, ки дар натиҷаи идоракунии номуносиби тарифҳои нерӯи барқ ба вучуд меоянд, инъикос мекунад. Пешниҳодҳои амалӣ барои ислоҳоти марҳилавии низоми тарифӣ бо дарназардошти хатарҳои иқлимӣ, тағйироти мавсимии талабот ва зарурати ҷамъии иҷтимоӣ гуруҳҳои осебазири аҳоли пешниҳод гардидаанд. Дар анҷом хулоса бароварда мешавад, ки ҳамгироии сиёсати тарифӣ ба стратегияи макрокитисодии рушди устувори бахши энергетикӣ зарур аст.

Калидвожаҳо: амнияти энергетикӣ; сиёсати тарифӣ; тавлиди мавсимӣ; НБО-и Норақ; партофтҳои оби бенатича; устувории сармоягузорӣ; гидроэнергетика; хатарҳои молиявӣ; дастрасии иҷтимоӣ нерӯ; содироти нерӯи барқ; тарифҳои иқтисодан асоснокшуда; Ҷумҳурии Тоҷикистон.

Основная часть статьи

Энергетическая безопасность предполагает устойчивое функционирование системы энергоснабжения, её способность обеспечивать потребности экономики и населения в энергоносителях в условиях внутренних и внешних вызовов. Это не только техническое состояние энергетической инфраструктуры, но и результат эффективной управленческой политики, где особое место занимает тарифное регулирование, как один из ключевых механизмов управления.

Тарифная политика в электроэнергетике напрямую влияет на такие параметры энергетической безопасности, как доступность энергии, инвестиционная привлекательность сектора, устойчивость поставок, модернизация мощностей и уровень энергоэффективности. Чётко выстроенная система тарифов позволяет сбалансировать интересы потребителей и поставщиков, создать стимулы к экономному энергопотреблению и направить ресурсы на развитие инфраструктуры.

Вопрос формирования тарифной политики остаётся актуальным как для развитых, так и для развивающихся стран, особенно в условиях экономической нестабильности. Ю.В. Жилкина в своей работе [3] отмечает, что в условиях экономической нестабильности тарифная политика должна опираться на комплексный подход, обеспечивающий сбалансированные интересы государства, поставщиков и потребителей электроэнергии. Особенно важно предусматривать механизмы адаптации тарифов в период макроэкономических кризисов, как это было в условиях пандемии COVID-19.

Как подчёркивается в ряде работ [1, 4], государственная тарифная политика представляет собой стратегический инструмент регулирования отрасли, обеспечивающий баланс интересов между производителями и потребителями, а также стимулирующий модернизацию энергетики и устойчивое развитие экономики.

Авторы [8] отмечают, что дифференцированная структура тарифов, основанная на учёте временных блоков, мощности и географической привязки, может служить эффективным стимулом к рациональному потреблению электроэнергии и обеспечению справедливого распределения затрат между категориями потребителей.

С управленческой точки зрения, тарифная политика выполняет сразу несколько функций:

- регулирует спрос и потребление ресурсов;
- формирует устойчивые источники доходов для энергокомпаний;
- задаёт ориентиры для инвестиций;
- позволяет компенсировать внешние шоки, в том числе климатические и геополитические.

Таким образом, измерение уровня энергетической безопасности невозможно без оценки эффективности тарифной политики. Одним из индикаторов выступает степень финансовой устойчивости энергетических предприятий, платежеспособный спрос потребителей, наличие дифференцированных тарифов, обеспечивающих социальную справедливость и экономическую эффективность. В этом контексте тарифная политика выступает не как вспомогательный, а как системообразующий элемент управления энергетической безопасностью, особенно в странах с ограниченными энергетическими ресурсами, сезонной зависимостью и высокими социальными рисками, как в случае Республики Таджикистан.

Для Таджикистана, энергетическая система которого в значительной степени зависит от гидроэнергетики, тарифная политика играет критически важную роль в обеспечении энергетической безопасности [9]. Сезонные колебания выработки электроэнергии, ограниченные возможности аккумуляции, высокий уровень износа инфраструктуры, значительный внешний долг и необходимость привлечения инвестиций в модернизацию требуют выстраивания экономически обоснованной и предсказуемой тарифной системы. Кроме того, значительная часть населения страны сталкивается с проблемой доступа к энергетическим ресурсам, особенно в осенне-зимний период, что делает задачу социально справедливого тарифного регулирования неотъемлемой частью национальной энергетической стратегии. Адаптация тарифной политики с учётом климатических рисков, роста спроса и стратегических приоритетов развития энергетики необходима для устойчивого и безопасного функционирования отрасли в долгосрочной перспективе.

Тарифы на электроэнергию оказывают прямое воздействие на финансовую устойчивость энергетических предприятий, инвестиционную привлекательность отрасли и поведение потребителей. Сбалансированная тарифная политика позволяет покрывать операционные расходы, направлять средства на модернизацию инфраструктуры и снижать уязвимость энергосистемы перед сезонными или форс-мажорными колебаниями. Вместе с тем электроэнергия — это социально значимый ресурс, и любое резкое или экономически необоснованное повышение тарифов на нее может привести к росту энергетической бедности, социальной напряжённости и снижению уровня платежеспособности спроса со стороны населения.

Особенно остро эта проблема стоит в Таджикистане, где:

- энергосистема сильно зависит от гидрогенерации с выраженной сезонностью,
- высокий уровень износа инфраструктуры требует значительных инвестиций,
- сохраняется значительная внешняя долговая нагрузка в энергетическом секторе.

Финансирование крупных проектов — таких как строительство Рогунской ГЭС, реконструкция Нурекской ГЭС, строительство новых и модернизация существующих линий передачи и распределения электроэнергии — осуществляется во многом за счёт международных заимствований. Это обязывает государство обеспечивать стабильные источники возврата долга, и тарифная политика в этом случае становится не только механизмом энергорегулирования, но и фискальной мерой [10].

Возникает сложный управленческий вызов: как установить экономически обоснованные тарифы, способные обеспечить возврат инвестиций и устойчивость энергетической системы, но при этом не допустить подрыва социальной стабильности. Важно, чтобы тарифная стратегия включала:

- поэтапный характер повышения цен;
- прозрачные принципы тарифообразования;
- адресную социальную защиту уязвимых категорий населения;

- согласование с государственными стратегиями управления внешним долгом и реформирования энергосектора.

Особенности сезонного водно-энергетического режима Республики Таджикистан серьёзно влияют на эффективность работы гидроэлектростанций и формируют дополнительные риски для энергетической безопасности. В осенне-зимний период, когда уровень водности снижается, возникает дефицит электроэнергии, провоцируя неудовлетворённый спрос. В то же время в весенне-летний сезон наблюдается обратная ситуация: внутренний спрос на электроэнергию падает, а экспорт ограничен из-за инфраструктурных и договорных факторов. В результате существует риск, того, что избыток электроэнергии не реализуется, а гидроэлектростанция вынуждена производить холостые сбросы воды, не сопровождающиеся генерацией, что снижает общий коэффициент полезного действия электростанции. Уменьшение числа часов использования установленной мощности Нурекской ГЭС из-за отсутствия рынка сбыта в весенне-летнем периоде и холостых сбросов воды, представлено на рис. 1.

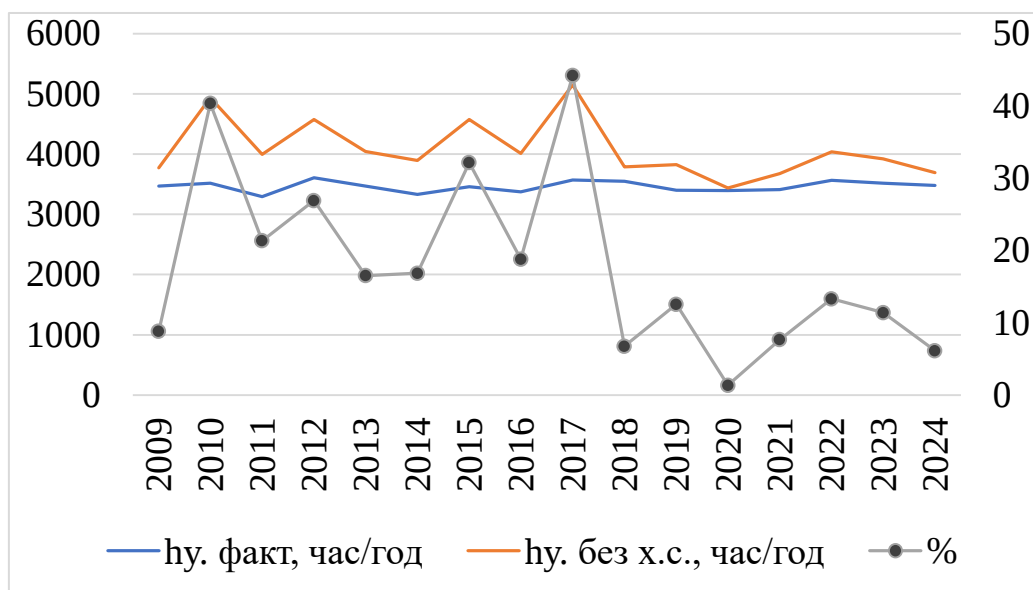


Рисунок 1 – Влияние холостых сбросов воды на Нурекской ГЭС на число часов использования ее установленной мощности

Для систематизации анализа представлены типовые модели тарифной политики и их потенциальное влияние на устойчивость энергосистемы (табл. 1). Предложенная нами классификация отражает ключевые компромиссы между экономической, технологической и социальной составляющими тарифного регулирования.

Таблица 1 – Связь между типом тарифной политики и устойчивостью энергосистемы

Элемент тарифной политики	Финансовая устойчивость энергокомпаний	Технологическая эффективность	Социальная стабильность населения	Комментарий
Фиксированный тариф (одно ставочный тариф)	*недостаточное покрытие затрат	*отсутствие стимулов к модернизации	*социально предсказуем для населения	- Приводит к инвестиционному дефициту и износу
Экономически обоснованный тариф	*генерирует устойчивый доход	*поощряет энергоэффективность и развитие	*может вызвать недовольство без компенсаций	- Требуется сопровождения механизмами социальной поддержки
Сезонно-дифференцированный тариф	*сглаживает кассовые разрывы и покрывает пики	*стимулирует сбалансированную генерацию	*при наличии льгот и адресной поддержки	- Наиболее адаптивная и устойчивая модель в условиях сезонной генерации

Источник: Составлено автором

Как видно из таблицы, фиксация тарифов на уровне, не отражающем реальную себестоимость, обеспечивает краткосрочную социальную стабильность, но одновременно ведёт к снижению инвестиционной привлекательности и торможению технологического обновления. Это типичная

ситуация для стран с ограниченным бюджетом и высокой социальной чувствительностью, где тарифы используются как механизм социальной политики.

В свою очередь, экономически обоснованное тарифное регулирование позволяет обеспечить финансовую устойчивость энергетических компаний и стимулирует модернизацию инфраструктуры, однако требует внедрения механизмов адресной поддержки для защиты уязвимых слоёв населения. Без этого такой подход может усилить риски энергетической бедности.

Наиболее сбалансированной представляется сезонно-дифференцированная модель, особенно в условиях выраженной сезонности генерации, как в случае Таджикистана. Такой подход позволяет компенсировать неравномерность спроса и предложения, оптимизировать загрузку генерирующих мощностей и формировать гибкую систему стимулирования как производителей, так и потребителей. При этом важно сопровождать внедрение дифференциации прозрачными тарифными механизмами и коммуникационной стратегией.

Таким образом, анализ представленной таблицы подтверждает необходимость перехода к более гибким и адаптивным формам тарифного регулирования, которые учитывают не только экономическую, но и технологическую и социальную специфику энергосистемы страны.

Для комплексного анализа последствий несогласованной или неадаптивной тарифной политики, нами разработана классификация рисков, возникающих на предприятиях энергетической системы на примере Нурекской ГЭС (табл. 2).

Таблица 2 – Риски Нурекской ГЭС при несогласованной тарифной политике и механизмы их снижения

Категория риска	Проявление	Потенциальные последствия	Механизмы снижения
Финансовый	Холостые сбросы → упущенная выручка	Увеличение внешнего долга	Учет сезонных колебаний
Технологический	Заиление → снижение коэффициента полезного действия	Рост эксплуатационных расходов	Планирование сбросов и дноуглубление
Социальный	Низкие тарифы → низкое качество услуг	Энергетическая бедность	Адресные субсидии и повышение качества
Экспортный	Неустойчивая генерация	Упущенные экспортные рынки	Гибкие экспортные соглашения

Источник: Составлено автором

Данные таблицы 2 показывают, что в условиях выраженной сезонности генерации и внешней долговой нагрузки, несогласованная и неадаптивная тарифная политика в электроэнергетике Республики Таджикистан формирует комплексную систему рисков, которые затрагивают не только экономику отдельной электростанции и энергокомпании, но и устойчивость всей макроэкономической системы, а также социальную стабильность. На примере Нурекской ГЭС выделены четыре взаимосвязанные категории таких рисков: финансовый, технологический, социальный и экспортный.

Финансовый риск проявляется в виде значительных упущенных доходов вследствие холостых сбросов, обусловленных отсутствием гибких тарифных механизмов в периоды избытка электроэнергии. Проведённые исследования показывают, что за период 2009–2024 гг. Нурекская ГЭС потеряла 435,45 млн долл. США прибыли из-за холостых сбросов. При этом недополученные налоговые поступления в бюджет, при ставке налога на прибыль 15 %, составили 76,84 млн долл. США. Эти потери означают не только упущенные доходы, но и снижение способности энергокомпаний участвовать в обслуживании внешнего долга, значительная часть которого приходится именно на электроэнергетику.

По данным Министерства финансов Республики Таджикистан, на 1 января 2024 года внешний долг страны составил 3,24 млрд долл. США, или 26,9 % ВВП, из которых 36,9 % — это заимствования, направленные в энергетический сектор, включая строительство Рогунской ГЭС [6]. Общая сумма долговых соглашений в электроэнергетике достигла 1,19 млрд долл. США. Таким образом, неэффективное использование гидроресурсов и отсутствие механизмов перераспределения избыточной энергии через тарифы и экспорт напрямую ослабляют финансовую устойчивость энергетической отрасли и государства в целом.

Кроме того, холостые сбросы способствуют заилению водохранилища Нурекской ГЭС, что ведёт к снижению его полезного объёма. За весь период эксплуатации, по экспертным оценкам, вклад холостых сбросов в заиление составил 80,87 млн тонн, что требует дополнительных затрат на

дноуглубление или модернизацию. Эти данные подчёркивают необходимость пересмотра тарифной и экспортной политики с целью стимулирования рационального использования сезонной генерации и недопущения экономических потерь. В результате неэффективной тарифной политики снижается инвестиционный потенциал энергокомпаний, ограничиваются возможности модернизации энергетической инфраструктуры и, что особенно важно, снижается способность страны обслуживать внешние долговые обязательства, значительная часть которых направлена именно в энергетический сектор. Отсутствие сезонно-дифференцированного тарифа лишает энергосистему гибкости и способствует нарастанию долговой нагрузки, в том числе и в форме фискального дефицита. Для снижения этого риска требуется внедрение адаптивной тарифной политики, предусматривающей более высокие тарифы в зимний период и стимулирующие меры по экспорту избыточной энергии в летний сезон.

Технологический риск связан с деградацией гидротехнической инфраструктуры, вызванной нерациональным режимом работы ГЭС. Холостые сбросы воды, не сопровождающиеся генерацией электроэнергии, приводят к ускоренному заилению водохранилища, снижению полезного объёма и напора, а, следовательно, и коэффициента полезного действия электростанции. По экспертным оценкам как отмечается выше, вклад холостых сбросов в заиливание водохранилища Нурекской ГЭС составляет около 80,87 млн тонн. Это создаёт угрозу для стабильной работы станции, увеличивает потребность в дноуглубительных работах и модернизации турбин. Кроме того, неравномерная нагрузка на оборудование, вызванная нерегулируемыми колебаниями спроса, ускоряет его износ и снижает надёжность всей системы. Для преодоления данного риска необходимо внедрение цифровых платформ прогнозирования водности, синхронизация операционной и тарифной политики, а также инвестиции в гидротехнический мониторинг и плановое управление сбросами.

Социальный риск возникает вследствие несоответствия между тарифной политикой и реальными потребностями населения. Поддержание искусственно заниженных тарифов, без сопутствующей финансовой компенсации энергокомпаниям, приводит к снижению качества электроснабжения, частым отключениям и неспособности проводить модернизацию сетей. Особенно остро это ощущается в отдалённых и сельских районах страны, где отсутствуют альтернативные источники энергии. Это усугубляет проблему энергетической бедности, при которой население физически или экономически не может обеспечить себя достаточным объёмом энергоресурсов для поддержания минимального уровня благосостояния. Долгосрочные последствия включают снижение человеческого капитала, ухудшение условий жизни и рост недоверия к государственным институтам. Устранение социального риска требует перехода от популистской тарифной политики к системе адресных субсидий для уязвимых категорий граждан, сопровождения реформ разъяснительной работой и повышением энергоэффективности бытовых потребителей. Например, в 2020 году в целях смягчения экономических последствий пандемии COVID-19 [2] Правительством Республики Таджикистан были заморожены тарифы на электроэнергию и коммунальные услуги, что позволило временно снизить производственные издержки и инфляционные риски, но обострило проблему накопления долгов в секторе.

Согласно результатам исследования [5], фрагментация тарифа в результате реформ привела к росту конфликтов интересов между субъектами оптового и розничного рынков, а также к усилению рисков неплатежеспособности промышленных потребителей. Это подтверждает необходимость координации между государственным регулированием и реальной рыночной структурой. Опыт Кыргызстана, проанализированный в [7], показывает, что резкое повышение тарифов без должного социального диалога может спровоцировать политические протесты и угрожать устойчивости государства. Это подчёркивает важность поэтапного и социально согласованного перехода к экономически обоснованным тарифам.

Экспортный риск проистекает из неспособности страны эффективно использовать периоды избыточной генерации для выхода на внешние рынки. Из-за отсутствия гибкой тарифной сетки и ограниченной трансграничной инфраструктуры Таджикистан ежегодно теряет возможность реализации до 1,5–2 млрд кВт·ч электроэнергии. Это ведёт к утрате потенциальных валютных поступлений, снижению регионального влияния страны и росту зависимости от внешней помощи. Более того, упущенные экспортные возможности ослабляют доверие со стороны внешних партнёров и мешают формированию устойчивых энергетических коридоров в рамках проектов региональной интеграции, таких как CASA-1000. Решение этой проблемы требует институционального укрепления экспортной

платформы, заключения гибких межгосударственных соглашений, а также разработки экономически обоснованных экспортных тарифов, адаптированных к сезонной структуре генерации.

Представленная классификация демонстрирует, что несогласованность между тарифной политикой и фактической структурой генерации, особенно в условиях сезонности и инфраструктурных ограничений, способна порождать мультиуровневые угрозы как для отрасли, так и для макроэкономической стабильности страны. Это подчёркивает актуальность системного подхода к реформированию тарифного регулирования в Республике Таджикистан.

Выводы

Исходя из вышеприведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1. Тарифная политика играет стратегическую роль в управлении энергетической безопасностью, оказывая влияние на устойчивость поставок, финансовую стабильность энергокомпаний, инвестиционную привлекательность сектора и социальную устойчивость в обществе.
2. В условиях Таджикистана, где энергетическая система зависит от сезонной гидрогенерации, а значительная часть населения уязвима к изменениям цен, тарифное регулирование становится не только экономическим, но и социально-политическим механизмом.
3. Несбалансированная тарифная система может привести к энергетической бедности, недоиспользованию установленной мощности ГЭС и прямым экономическим потерям, как это показано на примере холостых сбросов воды на Нурекской ГЭС, вызвавших утрату более 435 млн долларов потенциальной прибыли за 2009–2024 гг.
4. Высокий уровень внешнего долга в электроэнергетике (около 1,19 млрд долл. США) требует устойчивых источников возврата, и тарифная политика в данном случае должна рассматриваться как часть макроэкономической стратегии управления долгом и привлечения инвестиций.
5. Выявленные риски — финансовый, технологический, социальный и экспортный — носят взаимосвязанный характер и подчеркивают уязвимость энергетической системы в условиях неадаптивной тарифной модели. Они затрагивают не только экономику отрасли, но и макроэкономическую стабильность страны в целом, а также уровень жизни населения.
6. Существующая практика фиксированных или заниженных тарифов, несмотря на краткосрочный социальный эффект, приводит к дефициту инвестиционных ресурсов, энергетической бедности и технологической деградации инфраструктуры. Такой подход усиливает зависимость от внешнего финансирования и снижает потенциал экспорта.
7. Сезонно-дифференцированная и экономически обоснованная тарифная политика представляет собой наиболее адаптивную и устойчивую модель для Таджикистана. Она позволяет учитывать климатические колебания, сглаживать сезонные дисбалансы, формировать стимулы для эффективного энергопотребления и поддерживать экспортную гибкость.
8. Реформа тарифной политики должна быть поэтапной, прозрачной и социально ориентированной, с обязательным введением адресных субсидий для уязвимых категорий населения, цифровизацией системы учёта и расчётов, а также интеграцией с государственными программами управления внешним долгом и устойчивого развития.

Рецензент: Аламишова М.М. — к.э.н., и.о. доцента, зав. кафедрой прикладной информатики ТДЖУ государственного финансового университета.

Литература

1. Гришанов В.В. Формирование государственной тарифной политики в электроэнергетике // Вестник МФЮА. — 2015. — №3. — С. 150–157.
2. ЕЭК ООН. Анализ потенциальных возможностей экономики Таджикистана для интеграции принципов устойчивой торговли. [Электронный ресурс] — Женева, 2020. — 73 с. — Режим доступа: <https://unece.org/sites/default/files/2024-01/Assessment%20of%20the%20readiness%20of%20TJ%20to%20implement%20the%20SPECA%20Principles%20of%20Sustainable%20Trade%20RU.pdf>
3. Жилкина Ю. В. Тарифная политика в электроэнергетике в условиях пандемии COVID-19 // Вестник ТОГУ. — 2020. — №3 (58). — С. 69–73.

4. Кузьмин Р. А. Развитие государственной тарифной политики в электроэнергетике // Вестник МФЮА. — 2015. — №3. — С. 150–157.
5. Колибаба В. И., Тарасова А. С. Оценка влияния тарифного регулирования на устойчивое функционирование и развитие энергокомпаний РФ // Вестник Казанского государственного энергетического университета. — 2023. — Т. 15, №1(57). — С. 152–172.
6. Министерство финансов Республики Таджикистан. Отчёт о государственном долге на 01.01.2024 г. — Режим доступа: <https://www.minfin.tj/>
7. Омурзакова Ж. Т. Тарифная политика на электроэнергию и экономическая эффективность деятельности распределительных энергетических компаний на примере ОАО «Востокэнерго» // Учёный XXI века. — 2017. — №1–1(26). — С. 71–73.
8. Хамидов Ш.В., Иргашева З.Х. Дифференцированные тарифы на электроэнергию: международная практика. Тарифная политика в Узбекистане // Universum: технические науки. [Электронный ресурс] — 2024. — №5 (122). — Режим доступа: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/17618>
9. Шуплецов А.Ф., Бураков В.И., Буриев Ф.М. Тарифная политика в гидроэнергетике и ее влияния на экономику Таджикистана // [Электронный ресурс]. Baikal Research Journal. 2019. №2. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/tarifnaya-politika-v-gidroenergetike-i-ee-vliyaniya-na-ekonomiku-tadzhikistana>
10. International Energy Agency. World Energy Outlook 2023. [Электронный ресурс] — Paris: IEA, 2023. — Режим доступа: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ - СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ – INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

TJ	RU	EN
Саидова Шахло Нуруллоевна	Саидова Шахло Нуруллоевна	Saidova Shahlo Nurulloevna
докторанти Ph.D	докторанти Ph.D	Ph.D student
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик Осимӣ М.С.	Таджикский технический университет имени академика Осими М.С.	Tajik Technical University named after academician Osimi M.S.
E-mail: saidova.sharlotta@gmail.com		

УДК:658

КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ И КЛИМАТИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН

А.Д. Ахророва, Ш.Р. Орифова

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Статья посвящена анализу современного состояния и перспектив развития промышленности строительных материалов в Республике Таджикистан с учётом его климатических особенностей. Рассмотрены основные сегменты отрасли, динамика производства, ценовая политика и экспортные возможности и проблемы развития. Особое внимание уделено климатическим условиям страны и требованиям к строительным материалам с точки зрения устойчивости к экстремальным температурам, влаге и сейсмичности и их влиянию на конкурентоспособность продукции на внутреннем и внешних рынках. На основании экономико-математического анализа выявлены основные проблемы и предложены пути повышения конкурентоспособности отрасли через модернизацию, внедрение международных стандартов и расширение экспорта.

Ключевые слова: конкурентоспособность, международные стандарты, развитие, строительные материалы, промышленность.

РАҚОБАТПАЗИРӢ ВА БА ИҚЛИМ ТОБОВАРИИ ИСТЕҲСОЛИ МАСОЛЕҲИ СОҲТМОНӢ ДАР ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

А.Д. Ахророва, Ш.Р. Орифова

Мақола ба таҳлили вазъи кунунӣ ва дурнамон рушди саноати масолеҳи сохтмонӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон бо назардошти хусусиятҳои иқлимӣ он баҳшида шудааст. Бахшҳои асосии саноат, динамикаи истеҳсолот, сиёсати нархгузорӣ ва имкониятҳои содирот ва мушкilotи рушд баррасӣ мешаванд. Ба шароити иқлими кишвар ва талабот ба масолеҳи сохтмонӣ аз нигоҳи муқовимат ба ҳароратҳои шадид, намӣ ва сейсмиқӣ ва таъсири онҳо ба рақобатпазирӣ маҳсулот дар бозорҳои дохилӣ ва хориҷӣ таваҷҷуҳи хоса зоҳир мешавад. Дар асоси таҳлили иқтисодӣ риёзӣ проблемаҳои асосӣ муайян гардида, роҳҳои баланд бардоштани рақобатпазирӣ соҳа тавассути навсозӣ, ҷорӣ намудани стандартҳои байналмилалӣ ва тавсеаи содирот пешниҳод шудаанд.

Калидвожаҳо: рақобатпазирӣ, стандартҳои байналмилалӣ, рушд, масолеҳи сохтмон, саноат.

COMPETITIVENESS AND CLIMATE ADAPTATION OF CONSTRUCTION MATERIALS PRODUCTION IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

A.D. Ahrorova, Sh.R. Orifova

The article is devoted to the analysis of the current state and development prospects of the construction materials industry in the Republic of Tajikistan, taking into account its climatic features. The main segments of the industry, production dynamics, pricing policy and export opportunities and development problems are considered. Particular attention is paid to the climatic conditions of the country and the requirements for construction materials in terms of resistance to extreme temperatures, moisture and seismicity and their impact on the competitiveness of products in the domestic and foreign markets. Based on economic and mathematical analysis, the main problems are identified and ways to improve the competitiveness of the industry through modernization, implementation of international standards and expansion of exports are proposed.

Keywords: competitiveness, international standards, development, building materials, industry.

Введение

Промышленность строительных материалов играет ключевую роль в экономике Республики Таджикистан, обеспечивая развитие строительного комплекса, инфраструктурных проектов и жилья. Развитие этой отрасли способствует созданию рабочих мест, привлечению инвестиций и повышению уровня урбанизации в стране. В рамках Национальной стратегии развития до 2030 года предусмотрено увеличение доли отрасли в ВВП страны до 5%, модернизация ключевых предприятий и стимулирование частных инвестиций в сферу производства стройматериалов. Современные климатические и экономические вызовы требуют адаптации производства строительных материалов к местным условиям и международным требованиям качества.

Исторический обзор и структура отрасли. С переходом на рыночную модель экономика Таджикистана начала демонстрировать устойчивую динамику роста, в том числе в строительной отрасли. Это создало повышенный спрос на строительные материалы, что, в свою очередь, стимулировало развитие соответствующей промышленности. За последние годы правительство Таджикистана реализовало ряд программ и инициатив, направленных на поддержку и модернизацию отрасли.

Производственные мощности и структура отрасли характеризуются следующими показателями.

- **Цемент:** Республика Таджикистан достигла значительного прогресса в развитии цементной промышленности. По данным на 2023 год, ежегодное производство цемента превышает 4 млн тонн при внутренней потребности около 3 млн тонн. Это означает профицит производства и возможность экспорта (в основном в Афганистан и Узбекистан).
- **Кирпич, бетонные блоки и ЖБИ:** Производство строительных блоков и железобетонных изделий осуществляется как на крупных, так и на средних предприятиях. Однако технологическое оборудование на многих предприятиях устарело, что влияет на качество продукции.
- **Металлоконструкции и арматура:** Существуют ограничения в производстве металлопроката и арматуры, значительная часть импортируется из России, Казахстана и Ирана.

- *Отделочные материалы (плитка, лакокрасочные изделия и т.п.):* В этом сегменте наблюдается высокая доля импорта, особенно из Китая, Турции, Ирана.
- *Стекло и теплоизоляционные материалы:* Производственные мощности по выпуску стеклопакетов и теплоизоляции ограничены, продукция часто ввозится из-за рубежа.

По данным Министерства промышленности и новых технологий Республики Таджикистан, в стране зарегистрировано более 100 предприятий, выпускающих строительные материалы. В таблице 1 приведены крупнейшие производители строительных материалов в Таджикистане.

Таблица 1 - Основные предприятия по производству строительных материалов

Наименование предприятия	Местонахождение	Специализация
ОАО "Точикцемент"	Душанбе	Цемент
ЗАО "Хужа Хасан"	Худжанд	Кирпич, строительные смеси
ОАО "Завод ЖБИ"	Душанбе	Железобетонные изделия
ООО "Гипс"	Турсунзаде	Гипсовые и отделочные материалы
ЗАО "Ширкати Шиша"	Душанбе	Строительное стекло

Дополнительно, ООО «Сифат-Сохтмон» в Согдийской области выпускает энергоэффективные пеноблоки, соответствующие требованиям теплоизоляции в холодных районах, а предприятие «Кулоб-Гранит» занимается добычей и обработкой мрамора и гранита, часть продукции которого экспортируется в Узбекистан.

Ассортимент строительных материалов в Таджикистане включает более 50 видов продукции. Основной объем производства приходится на цемент, кирпич, ЖБИ, гипсокартон и строительные смеси.

Динамика объема производства строительных материалов в Таджикистане в денежном эквиваленте иллюстрируется данными таблицы 2, которые демонстрируют устойчивое ежегодное увеличение производства. Темпы роста превышают 10% в год, что указывает на расширение отрасли и высокий внутренний спрос на ее продукцию.

Таблица 2 - Динамика объема производства строительных материалов

Год	Объем производства (млрд сомони)	Темп роста (%)
2019	2,7	—
2020	2,9	107,4
2021	3,2	110,3
2022	3,8	118,4
2023	4,0	116,4

Производство основных строительных материалов характеризуется значительным ростом производства кирпича и цементного кирпича, что связано с расширением жилищного строительства и инфраструктурных проектов (Рис.1). Только за один год (2023) производство кирпича увеличилось более чем на 22%, а прирост производства цементного кирпича составил 72%. Производство цемента стабильно на уровне 4,3 млн тонн в год, что свидетельствует о достижении производственной мощности. Производство бетона увеличивается, что связано с развитием инфраструктурных проектов. Данные по гипсокартону за последние годы отсутствуют, что может указывать на необходимость инвестиций в данный сегмент.

Таблица 3 - Средние цены на основные строительные материалы по состоянию на 2024 год

Вид продукции	Средняя цена (сомони за единицу)
Цемент (мешок 50 кг)	45
Кирпич (1 шт.)	1.2
ЖБИ (м3)	420
Гипсокартон (лист)	38
Строительная смесь (мешок)	52

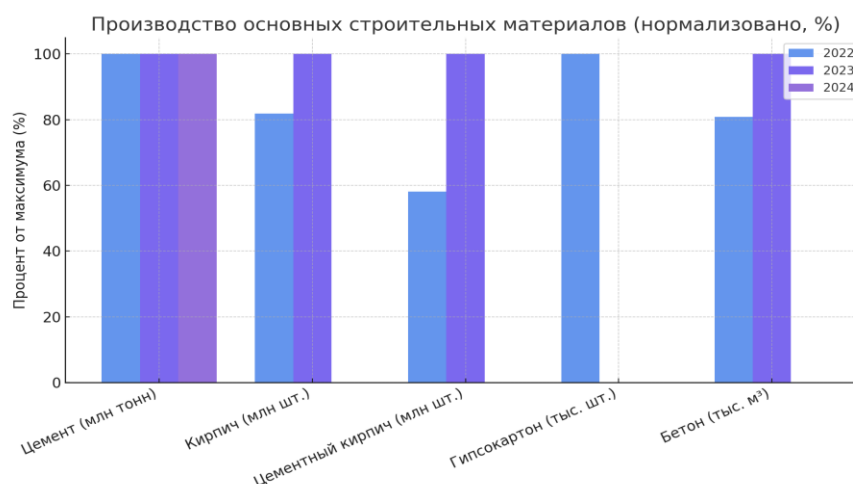


Рисунок 1 - Динамика объёма производства строительных материалов в Таджикистане (2019–2023)

Ценовая доступность. Цены на строительные материалы демонстрируют рост в связи с инфляционными процессами и затратами на импорт. Это снижает доступность жилья и инфраструктурных объектов, особенно в сельских районах. В то же время, внутренние производители (особенно цемента) позволяют частично сдерживать ценовое давление. Средние цены по состоянию на 2024 год приведены в таблице 3.

Конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках. Отечественные строительные материалы успешно конкурируют на внутреннем рынке благодаря:

- доступной цене по сравнению с импортной продукцией;
- близости к строительным объектам (снижение логистических издержек);
- растущему качеству при модернизации производств.

Спрос на строительные материалы в стране устойчиво растёт благодаря активному жилищному строительству, государственной поддержке инфраструктурных проектов (ГЭС, дороги, школы, больницы), а также росту частных инвестиций. В 2022–2024 гг. объёмы строительства увеличивались в среднем на 8–10% ежегодно, особенно в городах Душанбе, Худжанд, Бохтар и в зонах свободной экономической деятельности.

Отмечаются позитивные тенденции в наращивании экспорта цемента. Общий объём экспорта цемента в 2022 году составил 1,3 млн. тонн, в том числе в Узбекистан 0,965 млн. тонн. Однако при сохранении объёмов экспорта цемента в Исламскую Республику Афганистан, экспорт его в Узбекистан снижается. Экспорт цемента сократился почти вдвое в 2023 году по сравнению с 2022-м, главным образом из-за конкуренции и логистических ограничений. Эти данные указывают на необходимость улучшения экспортной стратегии и снижения транспортных издержек для повышения конкурентоспособности.

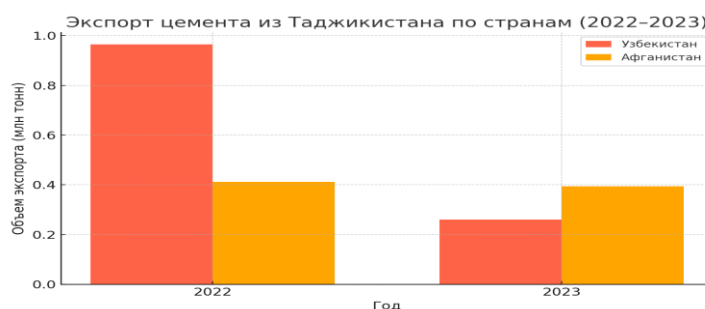


Рисунок 2 - Экспорт цемента из Таджикистана

Основными барьерами наращивания экспорта отечественных строительных материалов являются высокая себестоимость их производства, транспортные расходы и недостаточная сертификация по международным стандартам. Для повышения конкурентоспособности строительных материалов отечественного производства необходимо:

- внедрение международных стандартов ISO 9001 и ISO 14001;
- сертификация продукции по ГОСТ и СНиП для экспорта;
- инвестиции в энергоэффективные и цифровые технологии (например, автоматизированные линии контроля качества);
- расширение логистической инфраструктуры (включая железнодорожные узлы и хабы);

- продвижение таджикских брендов на зарубежных выставках и через торговые представительства.

Импортозависимость и логистические риски. Несмотря на рост внутреннего производства, рынок сохраняет значительную импортозависимость:

- до 80% отделочных материалов – импорт,
- до 50% металлоконструкций – импорт,
- технологическое оборудование и сырьё для производства стройматериалов (например, клинкер, если не производится локально) – ввозятся.

Логистика: Таджикистан — страна без выхода к морю, и любая нестабильность на внешних транспортных коридорах (особенно через Узбекистан или Китай) повышает себестоимость материалов и создает перебои в поставках.

Результаты выполненной авторами оценки уровня насыщенности внутреннего рынка строительными материалами приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Уровень насыщенности рынка строительными материалами

Категория материала	Уровень насыщенности рынка	Примечание
Цемент	Высокий	Производство превышает потребление
Кирпич, блоки, ЖБИ	Средний	Производство есть, но качество и технологии разнятся
Арматура, металлопрокат	Низкий	Сильная импортозависимость
Отделочные материалы	Низкий	Импорт преобладает
Стекло, теплоизоляция	Низкий–средний	Частично локализовано, но не в полном объёме

Для улучшения ситуации на внутреннем рынке строительных материалов следует реализовать следующие меры:

- Стимулировать локализацию производства отделочных и металлических стройматериалов;
- Привлекать инвестиции в модернизацию оборудования;
- Поддерживать развитие логистической инфраструктуры и местных карьеров;
- Развивать сотрудничество с технологическими партнёрами из стран ЕАЭС и КНР.

Критерии качества и климатические тенденции. В современных тенденциях изменения климата особого внимания производителей строительных материалов требует соблюдение требований к их качеству и устойчивости к климатическим характеристикам. Современные климатические условия Таджикистана, включая резкие перепады температур (от -20°C зимой до +45°C летом), засушливость и сейсмоопасность, требуют от строительных материалов следующих характеристик:

- устойчивость к ультрафиолетовому излучению и влаге (особенно в южных регионах);
- морозостойкость (не менее 50 циклов замораживания-оттаивания);
- высокая теплопроводность и звукоизоляция (коэффициент теплопроводности ≤ 0.15 Вт/м·К);
- прочность и сейсмостойкость конструкций;
- экологическая безопасность (низкое содержание формальдегидов и тяжелых металлов).

Ряд отечественных производителей начали учитывать эти требования — например, при производстве кирпича используется обжиг с контролем влажности, а в цемент добавляются минеральные присадки для повышения морозостойкости. Примерами разработки и адаптации технологий производства строительных материалов в Таджикистане к климатическим и экологическим вызовам являются:

- ОАО «Точикцемент» модернизировало свои печи с внедрением технологии сухого способа производства, что снизило уровень выбросов CO₂ и повысило прочностные характеристики цемента;
- Заводы по производству пеноблоков в Хатлонской области используют автоклавную обработку, обеспечивающую высокую теплоизоляцию;
- Предприятие «Завод ЖБИ» разработало линейку плит и балок с антисейсмическими соединениями, адаптированных под зону высокой сейсмической активности.

Однако, системная адаптация производственных стандартов к новым климатическим вызовам требует дальнейших усилий, включая разработку национальных строительных норм с учетом климатологии и создание климатических лабораторий сертификации.

Государственная политика и инвестиции. Государство активно поддерживает развитие строительной отрасли, включая локализацию производства строительных материалов, предоставление льгот для инвесторов в СЭЗ, стимулирование инноваций (энергосберегающие материалы, экологически чистые технологии). Существуют планы по развитию промышленных кластеров, что может способствовать росту производства комплектующих и отделочных материалов.

Проблемы и барьеры развития отрасли. Несмотря на положительные тенденции, отрасль сталкивается с рядом проблем:

- высокая энергоемкость производства;
- изношенность оборудования на части предприятий;
- ограниченный доступ к дешевому кредитованию;
- зависимость от импорта отдельных компонентов (например, цементных добавок);
- нехватка квалифицированных кадров.

Перспективы и тенденции развития отрасли. Выполненное исследование позволило сформулировать следующие стратегические приоритеты развития отрасли:

- локализация производства сырья и компонентов;
- внедрение энергоэффективных и экологических технологий;
- рост экспорта в сопредельные страны;
- цифровизация производственных процессов;
- развитие системы сертификации и повышения качества продукции;
- подготовка кадров и развитие отраслевой науки.

Заключение

Промышленность строительных материалов в Республике Таджикистан демонстрирует устойчивую позитивную динамику. На фоне активного строительства и климатических вызовов отрасль строительных материалов Таджикистана требует модернизации и технологического перехода. Своевременное решение существующих проблем, поддержка со стороны государства и развитие внутреннего спроса позволят укрепить её позиции в национальной экономике и обеспечить устойчивое развитие строительного комплекса страны. Повышение конкурентоспособности, сертификация продукции и адаптация к климатическим вызовам станут ключевыми факторами успешного роста отрасли в ближайшие годы.

Рецензент: Бойназарова М.М. – к.э.н., и.о. доцента, зав. кафедрой инновационного менеджмента и маркетинга Технологического университета Таджикистана.

Литература

1. Глазов М.М. Предпосылки формирования эффективной системы управления конкурентоспособностью хозяйствующих субъектов / М.М. Глазов // Наука и бизнес: пути развития. — 2021.
2. Думчина О.А. Конкурентоспособные показатели, характеризующие развитие предприятий / О.А. Думчина // Образование и наука без границ: социально-гуманитарные науки. — 2021
3. Промышленность в Республике Таджикистан. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан, 2024г.
4. Статсборник Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан Внешнеэкономическая деятельность – Душанбе, 2024г.
5. Строительство в Республике Таджикистан. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан, 2022г.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН - СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

TJ	RU	EN
Ахророва Алфия Дадахановна д.и.и., профессор	Ахророва Альфия Дадахановна д.э.н., профессор	Akhrorova Alphiya Dadakhanovna Doctor of Economic Sciences, Professor
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик Осимӣ М.С.	Таджикский технический университет имени академика Осими М.С.	Tajik Technical University named after academician Osimi M.S.
E-mail: aalphia@mail.ru		
TJ	RU	EN
Орифова Шахноза Рузимуродовна ассистент	Орифова Шахноза Рузимуродовна ассистент	Orifova Shahnova Ruzimurodovna assistant
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик Осимӣ М.С.	Таджикский технический университет имени академика Осими М.С.	Tajik Technical University named after academician Osimi M.S.
shahnoza.orifova@mail.ru		

УДК 336.7(575.3)

МОДЕЛИ ОЯНДАБИНИИ САРМОЯГУЗОРИҲОИ ХОРИҶИ ДАР СОҲАИ САНОАТИ НАССОЧИВУ ДЌЗАНДАГИИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Д.А. Розиев

Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Дар мақола модели эконометрии ояндабинии вуруди сармояи хориҷӣ ба соҳаҳои саноати нассочӣ ва дўзандагии Ҷумҳурии Тоҷикистон пешниҳод шудааст. Омилҳои асосии макроиқтисодӣ, институционалӣ ва соҳавӣ, ки ба ҷолибияти сармоягузорӣ таъсир мерасонанд, таҳлил карда мешаванд. Модели таҳияшуда метавонад ҳамчун воситаи арзёбии дурнамои сармоягузорӣ ва таҳияи тавсияҳо оид ба ҳавасмандгардонии сармоягузорӣ дар соҳа истифода шавад. Натиҷаҳои бадастомада барои ташаккули сиёсати давлатии сармоягузорӣ, таҳияи барномаҳои рушди соҳа ва баланд бардоштани рақобатпазирии саноати миллий дар бозорҳои байналмилалӣ аҳамияти амалӣ доранд.

Калидвожаҳо: сармоягузори хориҷӣ, рақобати ҷаҳонӣ, мамлакатҳои рӯ ба рушд, сиёсати ҳадафноки сармоягузорӣ, сармоягузориҳои мустақими хориҷӣ, саноати нассочиву дўзандагӣ, ояндабинӣ, модели эконометрикӣ.

МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНОСТРАННЫХ ИНВЕСТИЦИЙ В ТЕКСТИЛЬНОЙ И ШВЕЙНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Д.А. Розиев

В статье предлагается эконометрическая модель прогнозирования притока иностранных инвестиций в текстильную и швейную промышленность Республики Таджикистан. Анализируются ключевые макроэкономические, институциональные и отраслевые факторы, влияющие на инвестиционную привлекательность. Разработанная модель может использоваться как инструмент для оценки инвестиционных перспектив и выработки рекомендаций по стимулированию инвестиций в отрасли. Полученные результаты обладают практической значимостью для формирования государственной инвестиционной политики, разработки отраслевых программ развития и повышения конкурентоспособности национальной промышленности на международных рынках.

Ключевые слова: иностранные инвестиции, глобальная конкуренция, развивающиеся страны, целевая инвестиционная политика, прямые иностранные инвестиции, текстильная и швейная промышленность, прогнозирование, эконометрическая модель.

FORECASTING MODEL OF FOREIGN INVESTMENTS IN THE TEXTILE AND GARMENT INDUSTRY OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

D.A. Roziev

The article proposes an econometric model for forecasting the inflow of foreign investment into the textile and clothing industry of the Republic of Tajikistan. Key macroeconomic, institutional and industry factors influencing investment attractiveness are analyzed. The developed model can be used as a tool for assessing investment prospects and developing recommendations for stimulating investment in the industry. The results obtained are of practical importance for the formation of state investment policy, development of industry development programs and increasing the competitiveness of national industry in international markets.

Keywords: foreign investment, global competition, developing countries, targeted investment policy, foreign direct investment, textile and clothing industry, forecasting, econometric model.

Муқаддима

Дар шароити рақобати ҷаҳонӣ ва афзоиши вобастагии байниҳамдигарии иқтисодиёти миллии мамлакатҳо ҷалби сармоягузори хориҷӣ ба омилҳои муҳими рушди устувори иқтисодӣ ва таҷдиди асосҳои технологияи истеҳсолот табдил меёбад. Ин махсусан барои мамлакатҳои рӯ ба рушд, ки барои дигаргунсозии сохторӣ ва навсозии соҳаҳои асосии иқтисодиёт саъй мекунанд, дахл дорад. Барои Ҷумҳурии Тоҷикистон яке аз чунин соҳаҳо саноати нассочӣ ва дўзандагӣ мебошад, ки дорои иқтидори баланди воридотивазкунӣ, тамоюли рушди содирот ва шугли аҳолии мебошад.

Сарфи назар аз шароити мусоиди рушди ин соҳа – мавҷудияти захираҳои назарраси ашёи хом, қувваи кории нисбатан арзон ва дастрасӣ ба бозорҳои минтақавӣ – ҳаҷми сармоягузори хориҷӣ ба саноати нассочӣ ва дўзандагӣ ноустувор боқӣ мемонад. Ин ба таъсири як қатор омилҳои ҳам дохилӣ ва ҳам берунӣ вобаста аст, аз қабилӣ: муҳити институционалӣ, инфрасохтори логистикӣ, шаффофияти танзимкунӣ, сатҳи ҳосилнокии ва ҳавфҳо.

Дар шароити маҳдуд будани захираҳо ва зарурати роҳандозӣ намудани сиёсати ҳадафноки сармоягузорӣ эҳтиёҷ ба равишҳои аз ҷиҳати илмӣ асоснок барои ояндабинии воридшавии сармоягузори хориҷӣ меафзояд. Дар ин маврид, модели ояндабинӣ имкон медиҳад, ки на танҳо ҳаҷмҳои имконпазири сармоягузориҳо арзёбӣ карда шавад, балки инчунин дар муайян кардани нуқтаҳои асосии афзоиш, монеаҳо ва ангезаҳо, ки ба рафтори субъектҳои сармоягузори хориҷӣ таъсир мерасонанд, мадад мерасонад.

Масъалаҳои ҷалби сармояи хориҷӣ ба иқтисоди мамлакатҳои рӯ ба рушд, аз ҷумла кишварҳои Осиёи Марказӣ дар асарҳои олимони ватанӣ ва хориҷӣ инъикоси васеъ пайдо кардаанд. Таҳқиқоти илмӣ муаллифони ватанӣ Б.Ҳ. Каримов [1; 2; 3], Ф.А. Қодирзода [4], Б.А. Набиев [7], А.К. Сафоев [9] ҷанбаҳои ҷолибияти сармоягузорӣ, муҳити институционалӣ, инчунин омилҳои макроиқтисодиро, ки ба динамикаи сармоягузориҳои асосӣ таъсир мерасонанд, фаро мегирад. Дар баробари ин, масъалаи ояндабинии сармоягузориҳо дар заминаи соҳаҳои алоҳидаи саноат, бахусус саноати нассочӣ ва дўзандагии Ҷумҳурии Тоҷикистон ба қадри кофӣ рушд наёфта боқӣ мондааст, ки аҳамияти ин таҳқиқотро таъкид мекунад.

Ҳадафи мақолаи мазкур таҳияи модели эконометрикӣ мебошад, ки робитаи нишондиҳандаҳои макроиқтисодӣ, институтсионалӣ ва соҳавиро бо динамикаи ҷалби сармояи хориҷӣ ба саноати нассочӣ ва дӯзандагии Ҷумҳурии Тоҷикистон инъикос мекунад. Модел барои истифодаи амалӣ дар фаъолияти сохторҳои давлатӣ, таҳлилгарон ва сармоягузори стратегӣ нигаронида шудааст.

Усулҳо ва методология

Методологияи пешниҳодшуда метавонад барои таҳияи дурнамои сармоягузорӣ, инчунин барои ташаккули маҷмуи тавсияҳо, ки ба баланд бардоштани ҷолибияти сармоягузори соҳа нигаронида шудаанд, асос бошад. Аҳамияти амалии таҳқиқот дар имкони истифодаи натиҷаҳои бадастомада барои тақмили сиёсати давлатӣ дар соҳаи рушди саноати сабук ва ҷалби сармояи хориҷӣ ифода меёбад.

Сармоягузори хориҷӣ «маблағҳои сармояи аз як мамлакат баровардашуда ва ба намудҳои гуногуни фаъолияти соҳибкорӣ дар хориҷа бо мақсади ба даст овардани фоида ё манфиати тиҷоратӣ сафарбаршуда мебошанд» [11, с. 488]. Ба маънои васеъ, онҳо на танҳо сармоягузориҳои мустақим, балки инчунин сармоягузориҳои сандуқӣ, инчунин шаклҳои дигари ҳаракати байнисарҳадии сармояро фаро мегиранд.

Тибқи таҷрибаи ҷаҳонӣ сармоягузориҳои хориҷӣ ба чунин гурӯҳҳо ҷудо мешаванд:

- сармоягузориҳои мустақими хориҷӣ, ки бо мақсади муқаррар намудани манфиати дарозмуддати иқтисодӣ анҷом дода шуда, асосан иштироки сармоягузоро дар идоракунии корхона (доштани ҳиссаи на камтар аз 10 фоизи сармоя) дар назар доранд;

- сармоягузориҳои сандуқӣ – сармоягузорӣ ба қоғазҳои қиматнок бидуни иштироки фаъолона дар идоракунии;

- сармоягузориҳои дигар – қарзҳо, вомҳо, маблағгузориҳои тиҷоратӣ ва лизингро дар бар мегиранд;

- даромадҳои аз нав сармоягузоришуда - қисми фоидаест, ки ба хориҷа бароварда нашуда, балки барои рушди минбаъда дар мамлакати қабулкунанда равона карда мешавад.

Таснифоти сармоягузориҳои хориҷиро инчунин аз рӯи чунин маҳакҳо метавон анҷом дод: муҳлат (кӯтоҳмуҳлат, миёнамуҳлат, дарозмуҳлат), шакли иштирок (корхонаҳои муштарак, 100% моликияти хориҷӣ), соҳаи сармоягузорӣ, минтақа ва мамлакати пайдоиши сармоя.

Барои мақсадҳои таҳқиқот таваҷҷуҳи асосӣ ба сармоягузориҳои мустақими хориҷӣ дар соҳаи истеҳсолот равона карда шудааст, зеро он заминаи устувори навсозӣ, интиқоли технология ва шуғлои ташкил медиҳад.

Ояндабинии сармоягузориҳои хориҷӣ ба равишҳои гуногуни иқтисодӣ риёзӣ ва эконометрикӣ, ки ба ошкор кардан ва арзёбии миқдории омилҳои муайянкунандаи воридшавии сармоя нигаронида шудаанд, асос меёбад. Моделҳои маъмултарин инҳоянд:

- моделҳои регрессияи бисёромила (имкон медиҳанд, ки робитаи миқдорӣ байни ҳаҷми сармоягузорӣ ва тағирёбандаҳо, аз қабилҳои маҷмуи маҳсулоти дохилӣ (ММД), сатҳи таваррум, суботи сиёсӣ, сифати ниҳодҳо ва инфрасохтор муқаррар карда шаванд);

- моделҳои маълумоти панелӣ (panel data models) - маълумотро барои мамлакатҳо ё минтақаҳо дар тӯли якчанд давра фаро мегиранд, ки эътимодноқӣ ва тафсирпазирии натиҷаҳо зиёд мекунад;

- моделҳои ARIMA ва VAR, ки барои ояндабинӣ дар асоси қаторҳои вақтӣ истифода мешаванд;

- моделҳои гравитатсионӣ, ки ҳангоми омӯзиши қараёнҳои сармоягузориҳои байнидавлатӣ бо назардошти «вазн»-и иқтисодии мамлакатҳо ва масофаи байни онҳо истифода мешаванд;

- моделҳои ҳамгирошуда бо истифода аз зеҳни сунъӣ (AI - artificial intelligence) ва омӯзиши машин (machine learning), аз ҷумла шабакаҳои нейронӣ ва кластерсозӣ, ки барои муайян кардани вобастагиҳои пинҳон истифода мешаванд.

Интиҳоби модел аз мавҷудият ва сифати маълумот, ҳадафҳои ояндабинӣ, уфуқҳои вақтӣ ва хусусиятҳои соҳа вобаста аст. Дар заминаи таҳқиқоти мо, сохтани модели регрессияи бисёромила бо истифода аз маълумоти соҳавӣ дар 10-15 соли охир беҳтарин ба назар мерасад.

Саноати сабук, аз ҷумла саноати бофандагӣ ва дӯзандагӣ як қатор хусусиятҳои дорад, ки хосияти рафтори сармоягузориҳо дар ин соҳа муайян мекунанд. Якум, он ба шароити иқтисодии берунӣ, аз ҷумла ба тағйирёбии нархи ашёи хом (пахта, матоъ), маҳдудиятҳои тарифию ғайритарифӣ, инчунин омилҳои моддию техникаи хеле хассос аст.

Сониян, қарорҳои сармоягузорӣ дар соҳа аксаран аз омилҳои на танҳо хусусияти иқтисодӣ дошта, балки аз омилҳои иҷтимоӣ низ вобастагӣ доранд, масалан, омили инсонӣ - мавҷудияти қувваи кории баландиқтисос, сатҳи маҳалликунонии истеҳсолот, стандартҳои экологӣ ва тамоюлҳои истеъмолий.

Сеюм, монеаи нисбатан пасти воридшавӣ ба соҳа онро барои сармоягузориҳои хурд ва миёнаи хориҷӣ ҷолиб мегардонад, аммо ҳамзамон рақобат ва хавфҳои зиёд мекунад. Ғайр аз ин, даври зисти маҳсулот дар саноати сабук нисбатан кӯтоҳ аст, ки ин чандирӣ ва бозгашти зуди сармояи гузашташударо талаб мекунад. Ҳамчунин бояд қайд кард, ки барои соҳаи нассочӣ ва дӯзандагии Ҷумҳурии Тоҷикистон «норасоии захираҳои сармоягузорӣ ва кормандони соҳибхитисос мубрам аст, ки ба рушди соҳа монеа мешавад. Дар ин маврид, соҳаи нассочиву дӯзандагӣ ҳамчун бахши хеле калони ғайрирасмӣ ва дорои дараҷаи баланди парокандагӣ фарқ мекунад, ки ин имконияти корхонаҳо барои зиёд кардани ҳаҷми истеҳсоли маҳсулоти ва бомуваффақият рақобат кардан бо истеҳсолкунандагони хориҷӣ маҳдуд мекунад» [10, с. 12].

Ба рафтори сармоягузори инчунин дараҷаи дастгирии соҳа аз ҷониби давлат, аз ҷумла имтиёзҳои андоз, барномаҳои субсидиявӣ, ташкили минтақаҳои саноатӣ ва кластерҳои ба содирот нигаронидашуда таъсир мерасонанд. Дар шароити Ҷумҳурии Тоҷикистон хавфҳои иловагӣ зери таъсири маҳдудиятҳои институтсионалӣ, набудани инфрасохтор ва ноустувории пойгоҳи меъёри ҳуқуқӣ ба миён меоянд.

Ҳангоми таҳияи модели ояндабинӣ ва пешниҳоди тавсияҳо барои ҷалби сармоя ин хусусиятҳо бояд ба назар гирифта шаванд.

Қараёни воридшавии сармоягузориҳои хориҷӣ ба соҳа бештар аз муҳити умумии макроиқтисодии мамлакат вобаста аст. Омилҳои асосӣ устувории рушди иқтисодӣ, сатҳи таваррум, қурби асъор, ҳаҷми ММД, хароҷоти сармоягузори давлатӣ ва вазъи тавозуни савдои хориҷӣ мебошанд.

Дар солҳои охир дар Ҷумҳурии Тоҷикистон афзоиши муътадили ММД ва сатҳи нисбатан устувори таваррум мушоҳида мешавад, вале вобастагии зиёд аз омилҳои иқтисодии берунӣ, аз ҷумла ҳаҷми интиқоли маблағҳои муҳоҷирони корӣ, нархи пахтаи хом ва тағйирёбии қурби асъор ҳанӯз боқӣ мемонад.

Барои сармоягузoron нишондиҳандаи муҳим инчунин сатҳи кушода будани иқтисодиёт мебошад, ки бо ҳиссаи содирот ва воридот дар ММД, инчунин иштироки мамлакат дар созишномаҳои савдои байналмилалӣ муайян карда мешавад. Афзоиши ҳосияти ояндабинишавандагии макроиқтисодӣ ва устувории пули миллӣ ба коҳиш додани хавфҳои сармоягузори ва дар натиҷа ба ҳавасмандгардонии вуруди сармоя мусоидат мекунад.

Муҳити институтсионалӣ омили муҳими ташаккули интизориҳои сармоягузoron мебошад. Мавҷудияти низоми муассири ҳуқуқӣ, кафолатҳои ҳифзи моликият, шаффофияти расмиёти маъмурий ва сатҳи пасти коррупсия ба фазои сармоягузори таъсири мусбат мерасонад.

Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар солҳои охир барои беҳбуди шароити пешбурди соҳибкорӣ тадбирҳои муайян андешида шуданд: оҷонсҳои сармоягузори таъсис ёфта, Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон «Дар бораи сармоягузори» (аз соли 2016) амал мекунад, ки ба сармоягузoron хориҷӣ кафолатҳои муайян фароҳам меорад. Аммо дар амал мушкilot бо монетаҳои маъмурий, ноустувории пойгоҳи меъёри ҳуқуқӣ ва дастрасии маҳдуд ба ҳимояи судӣ боқӣ мондаанд.

Маҳдудиятҳо ҳангоми бақайдгирии корхонаҳо, мушкили дарёфти иҷозатнома ва шаффоф набудани расмиёти гумрукӣ ба рушди фаъолияти сармоягузори дар саноати сабук монета эҷод мекунад. Баланд бардоштани сифати идоракунии давлатӣ ва риояи қонунҳо вазифаи аввалиндараҷа боқӣ мемонад.

Вазъи инфрасохтори соҳавӣ ба ҷолибияти сармоягузори ба саноати нассочӣ ва дӯзандагӣ таъсири мустақим дорад. Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳанӯз ҳам дар шакли ашъи хоми дастрас (пеш аз ҳама пахта), инчунин қувваи кории нисбатан арзон иқтисодӣ худро дорад. Аммо иқтисодҳои истеҳсолӣ ба таҷдид ниёз доранд, инфрасохтори логистикиро ҳеле беҳтар кардан лозим аст.

Аксарияти корхонаҳои амалкунанда дар минтақаҳои кӯҳнашудаи саноатӣ ҷойгир шудаанд, ки дастрасии онҳо ба шабакаҳои муосири муҳандисӣ коммуналӣ ва захираҳои энергетикӣ маҳдуд аст. Мушкilotи логистикаи нақлиётӣ, аз ҷумла шароити релефи душвори мамлакат, маҳдуд будани алоқаи роҳи оҳан ва хароҷоти баланди транзаксионӣ барои содирот, ҳамчунин самаранокӣ ва ҷолибияти соҳаро коҳиш медиҳанд.

Барои рушди иқтисодӣ содиротӣ ва ҷалби сармоягузори барномаҳои ташкили кластерҳои нассочӣ, паркҳои саноатӣ ва марказҳои логистикиро амалӣ кардан зарур аст. Инчунин самти муҳими рушди сармоягузори ба соҳаи нассочӣ ва дӯзандагӣ рақамикунории равандҳои истеҳсолӣ ва татбиқи стандартҳои байналмилалӣ сифат мебошад.

Таҳлили ҷиҳатҳои қавӣ, заиф, имкониятҳо ва таҳдидҳо (таҳлили SWOT) имкон медиҳад, ки вазъи муосир ва дурнамои рушди соҳа аз нуқтаи назари сармоягузори арзёбӣ карда шавад (ҷадвали 1).

Ҷадвали 1 - Таҳлили SWOT-и соҳаи нассочӣ ва дӯзандагии Ҷумҳурии Тоҷикистон

Ҷиҳатҳои қавӣ (S)	Ҷиҳатҳои заиф (W)
• Дастрасӣ ба ашъи хом (пахта) • Қувваи кории арзон • Мавқеи мусоиди ҷуғрофӣ (наздиқ ба бозорҳои ИДМ ва Чин) • Иқтисодӣ рушди содирот	• Воситаҳои асосии фарсудашуда • Дастрасии маҳдуд ба технологияҳои ҳам истеҳсолӣ ва ҳам идоракунии • Хароҷоти зиёди логистикӣ • Норасоии дастгирии институтсионалӣ
Имкониятҳо (O)	Таҳдидҳо (T)
• Ҷалби сармоягузoron дар дораи Шарикии давлат ва бахши хусусӣ (ШДБХ) • Рушди минтақаҳои саноатӣ • Иштирок дар иттиҳодияҳои минтақавии иқтисодӣ • Афзоиши талабот ба матоъҳои табиӣ	• Ноустувории нархи пахта ва манбаҳои энергия • Пулзӯршавии рақобат аз ҷониби мамлакатҳои Осиёи Ҷануби Шарқӣ • Хавфҳои геополитикӣ ва иқтисодии берунӣ • Хуруҷи қувваи кории соҳибхотас

Сарчашма: таҳияи муаллиф

Натиҷаҳои таҳлили SWOT зарурати сиёсати ҳадафноки сармоягузорию, ки ба таҳкими афзалиятҳои рақобатпазирии соҳа, рафъи монеаҳои институтсионалӣ ва навсозии заминаи истеҳсолӣ нигаронида шудааст, тасдиқ мекунанд.

Ҳадафи асосии сохтани модели эконометрикӣ ошкор кардан ва аз ҷиҳати миқдорӣ арзёбӣ кардани омилҳои асосие мебошад, ки ҳаҷми сармоягузорию хориҷӣ ба саноати нассочӣ ва дӯзандагии Ҷумҳурии Тоҷикистонро муайян мекунанд. Модел барои ояндабинии фаъолияти сармоягузорӣ бо назардошти тағйирёбии шароити макроиқтисодӣ, институтсионалӣ ва соҳавӣ нигаронида шудааст.

Мантиқи бунёди модел ба он асос ёфтааст, ки ҳаҷми сармоягузорӣ аз як қатор тағйирёбандаҳои шарҳдиҳанда вобаста аст, ки суботи иқтисодӣ, дастрасӣ ба инфрасохтор, амнияти ҳуқуқӣ, кушодагии савдо ва сатҳи рушди соҳаро инъикос мекунанд. Регрессияи бисёрномила истифода мешавад, ки дар он тағйирёбандаи вобаста ҳаҷми сармоягузорию мустақими хориҷӣ дар соҳа ва тағйирёбандаҳои мустақил омилҳои ба ҷолибияти сармоягузорӣ таъсиркунанда мебошанд.

Барои сохтани модел маълумоти расмӣ Агентии оморӣ назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, Бонки ҷаҳонӣ, UNCTAD ва маълумоти таҳлили соҳавӣ барои солҳои 2010-2023 истифода шудаанд [5; 8].

Тағйирёбандаи вобаста (Y):

- $FDI_{textile}$ – ҳаҷми сармоягузорию хориҷӣ ба саноати нассочӣ ва дӯзандагӣ (миллион доллари ИМА, солана).

Тағйирёбандаҳои мустақил (X):

- GDP_{growth} – суръати афзоиши ММД-и Ҷумҳурии Тоҷикистон, %;
- $Inflation$ – сатҳи таваррум, %;
- $Exchange_{rate}$ – қурби миёнаи солана (сомонӣ/доллари ИМА);
- $Trade_{openness}$ – ҳиссаи савдои хориҷӣ дар ММД, %;
- $Institution_{index}$ – шохиси умумиҷаҳонии сифат (WGI), ҳол;
- $Infrastructure_{index}$ – шохиси маҷмуии ҳолати инфрасохтори саноатӣ (арзёбии коршиносон);
- $Wage_{level}$ – музди миёнаи меҳнат дар соҳа (сомонӣ);
- $Energy_{price}$ – нархи миёнаи нерӯи барқ барои корхонаҳои саноатӣ (сомонӣ/кВт/соат).

Шакли асосии регрессияи бисёрномилаи хатӣ чунин аст:

$$FDI_{textile} = \beta_0 + \beta_1 GDP_{growth} + \beta_2 Inflation + \beta_3 Exchange_{rate} + \beta_4 Trade_{openness} + \beta_5 Institution_{index} + \beta_6 Infrastructure_{index} + \beta_7 Wage_{level} + \beta_8 Energy_{price} + \varepsilon$$

Параметрҳои модел бо истифода аз усули квадратҳои хурдтарин (LSM - least squares method) ҳисоб карда шуданд. Барои санҷидани аҳамияти омори t-омор ва дараҷаи аҳамияти 5% истифода шудааст. Таъхиси модел арзёбии автокоррелятсияи хатоҳо (санҷиши Дарбин-Уотсон), бисёрколлинеарӣ (VIF) ва гетероскедастӣ (санҷиши Бройш-Паган)-ро дар бар мегирад.

Натиҷаҳои таҳлили регрессионӣ нишон доданд, ки омилҳои муҳимтарине, ки ба воридшавии сармоягузорию мустақими хориҷӣ ба соҳа таъсири мусбат мерасонанд, инҳоянд:

- афзоиши ММД ($\beta_1 > 0$, $p < 0,01$),
- кушодагии савдо ($\beta_4 > 0$, $p < 0,05$),
- шохиси инфрасохтор ($\beta_6 > 0$, $p < 0,01$).

Сатҳи баланди таваррум ва болоравии нархи нерӯи барқ ба вуруди сармоягузорӣ таъсири манфӣ мерасонад. Сатҳи музди меҳнат таъсири кам нишон дода, рақобатпазирии соҳаро аз ҷиҳати хароҷоти меҳнат тасдиқ кард.

Кoeffисиенти детерминатсия (R^2)-и модел 0,81 буда, аз дараҷаи баланди шарҳшаванда будани тағйирёбандаи вобаста шаҳодат медиҳад. Модел аз ҳама санҷишҳо барои мувофиқат гузашт ва метавонад барои ояндабинӣ истифода шавад.

Дар асоси модели сохташуда ояндабинии ҳаҷми сармоягузорию хориҷӣ ба соҳа барои панҷ соли оянда (2024-2028) аз рӯи сценарияҳои гуногун таҳия карда шуд:

- сценарияи ибтидоӣ: афзоиши муътадили ММД (5%), таварруми муътадил (7%), беҳбуди шохиси инфрасохтор – афзоиши пешбинишудаи сармоягузорию мустақими хориҷӣ 8-10% дар як сол;
- сценарияи пессимистӣ: афзоиши таваррум ва ноустувории қурби асъор – руқуд ё коҳиши сармоягузорӣ;
- сценарияи оптимистӣ: афзоиши шохиси институтсионалӣ ва субсидияҳои энергетикӣ - афзоиши эҳтимолии сармоягузорию мустақими хориҷӣ ҳар сол 15-20%.

Ҳамин тариқ, модели таҳияшудаи ояндабинии воридоти сармоягузорию хориҷӣ ба баррасии ҳамаҷонибаи омилҳои макроиқтисодӣ, институтсионалӣ ва соҳавӣ асос ёфтааст. Модел мазкур омилҳоеро дар бар мегирад, ки ба муҳити сармоягузорӣ дар саноати нассочӣ ва дӯзандагӣ таъсири бештар доранд, аз қабили суръати афзоиши ММД, сатҳи таваррум, шохиси амнияти ҳуқуқи моликият, сатҳи мавҷудияти инфрасохтор ва ҳаҷми содироти маҳсулоти нассочӣ. Истифодаи таҳлили регрессионии бисёрномила имкон дод, ки вобастагии аз ҷиҳати омори муҳим муайян карда шавад, ки ҳассосияти баланди соҳаро ба тағйирот дар муҳити иқтисодӣ ва институтсионалӣ тасдиқ мекунанд.

Дар модел ба хусусиятҳои соҳа, ки бештар ҷолибияти сармоягузорию ташаккул медиҳанд, аз қабилӣ мавҷудияти қувваи корӣ соҳибхисос, дараҷаи истифодаи иқтидорҳои истеҳсолӣ, дастрасӣ ба ашёи хом ва долонҳои логистикӣ диққати махсус дода шудааст. Ин параметрҳо ба модел ҳамчун муайянкунандаи соҳа дохил карда шудаанд, ки хусусияти саноати нассочӣ ва дӯзандагии Ҷумҳурии Тоҷикистонро инъикос мекунад. Натиҷаҳои бадастомада имкон медиҳанд, ки дар бораи иқтидори назарраси афзоиши сармоягузорӣ ба соҳа сухан гӯем, ба шарте ки монеаҳои мавҷуда бартараф карда шаванд.

Қиматҳои пешбинишудаи модел нишон медиҳанд, ки агар тамоюлҳои ҷорӣ макроиқтисодӣ идома ёбанд ва ислоҳоти кулӣ сурат нагирад, суръати афзоиши сармоягузориҳои хориҷӣ дар 3-5 соли оянда ноустувор боқӣ мемонад. Бо вучуди ин, бо татбиқи сиёсати пайвастаи дастгирии соҳа, афзоиши сармоягузорӣ дар муқоиса бо сценарияи асосӣ 20-30% имконпазир аст. Таъсири бештар дар модел бо беҳбуди нишондиҳандаҳои таъмини инфрасохтор ва ҳифзи ҳуқуқи сармоягузoron мушоҳида мешавад.

Аз ин рӯ, татбиқи амалии модели пешниҳодшуда метавонад барои ташаккули сиёсати мутаваззини сармоягузории давлат ва таҳияи барномаҳои ҳадафноки дастгирии саноати нассочӣ ва дӯзандагӣ замина гардад. Модел метавонад на танҳо барои арзёбии дурнамо, балки барои мониторинги самаранокии тадбирҳои андешидашуда, инчунин барои ҷалби шарикони стратегӣ дар доираи ҳамкорӣҳои байналмилалӣ истифода шавад.

Бо дарназардошти натиҷаҳо ва ҳулосаҳои бадастомада, гузаштан ба таҳияи тавсияҳои мушаххас оид ба ҳавасмандгардонии сармоягузории хориҷӣ ба саноати нассочӣ ва дӯзандагии Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки ҳам шароити сатҳи макроиқтисодӣ ва ҳам хусусиятҳои соҳаро ба инобат мегиранд, бамаврид аст.

Такмили сиёсати макроиқтисодӣ. Барои рушди устувори ҳаҷми сармоягузориҳои хориҷӣ муҳити устувори макроиқтисодӣ фароҳам овардан зарур аст, аз ҷумла:

- таъмини пешбинишаванда будани сиёсати буҷет ва андоз;
- нигоҳ доштани сатҳи муътадили таваррум;
- пешгирии хавфҳои асбӯрӣ тавассути таҳкими захираҳои молиявӣ ва навсозии танзими асбӯр;
- дастгирии рушди иқтисодӣ тавассути рушди содирот ва воридотивазкунӣ дар саноати нассочӣ ва дӯзандагӣ.

Устувории нишондиҳандаҳои макроиқтисодӣ барои банақшагирии дарозмуддат аз ҷониби сармоягузoron шароити мусоид фароҳам оварда, боварию ба иқтисодиёти миллӣ зиёд мекунад.

Баланд бардоштани ҷолибияти институтсионалӣ. Муҳити институтсионалӣ бештар сатҳи эътимоди сармоягузoron хориҷиро муайян мекунад. Дар робита ба ин, чунин тавсияҳо дода мешаванд:

- пурзӯр намудани ҳифзи ҳуқуқҳои сармоягузoron, бахусус дар соҳаи қонунгузории шартномавӣ ва кафолатҳои баргардонидани сармоя;
- содагардонии расмиёти маъмурӣ (бақайдгирии соҳибкорӣ, дастрасӣ ба замин, иҷозат барои сохтмон ва пайвастшавӣ ба шабакаҳо);
- таъсиси механизми мустақили ҳалли баҳсҳои сармоягузорӣ;
- баланд бардоштани шаффофияти фаъолияти мақомоти давлатӣ ва мубориза бо коррупсия.

Ташаккули ниҳодҳои муассир омили дарозмуддат, вале муҳими баланд бардоштани ҷолибияти сармоягузории мамлакат мебошад.

Рушди инфрасохтори соҳа ва пойгоҳи истеҳсолӣ. Маҳдудиятҳои инфрасохторӣ яке аз монеаҳои шадидтарин мебошанд. Барои ҳавасмандгардонии сармоягузорӣ чунин тадбирҳо зарур мебошанд:

- навсозии инфрасохтори муҳандисӣ ва нақлиётӣ (логистика, роҳҳо, обтаъминкунӣ, таъмини энергия);
- таъмини устувории нерӯи барқ бо нархҳои дастрас;
- рушди минтақаҳои саноатӣ ва кластерҳои нассочӣ бо коммуникасияҳои тайёр;
- таъсиси марказҳои хизматрасонии техникии таҷҳизот ва иншооти ёрирасон.

Такмили инфрасохтори техникӣ бевосита хароҷоти сармоягузoronро коҳиш медиҳад ва сатҳи рақобатпазирӣ соҳаро баланд мебардорад.

Барномаи дастгирӣ ва пешбурди соҳа дар бозорҳои байналмилалӣ. Тадбирҳои давлатӣ барои муаррифии Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳамчун як макони сармоягузории нассочӣ заруранд, аз қабилӣ:

- фаъл намудани дипломатияи иқтисодӣ ва пешбурди бренди «Made in Tajikistan»;
- иштирок дар намоишгоҳҳо, форумҳо ва платформаҳои сармоягузорӣ;
- бастанӣ созишномаҳо оид ба ҳифзи мутақобилаи сармоягузорӣ ва пешгирии андозбандии дукарата;

- дастгирии содирот ва татбиқи стандартҳои сифат, ки дар бозорҳои ҷаҳонӣ эътироф шудаанд.

Ташаккули имиҷи мусбат ва эътирофи байналмилалӣ як қадами муҳим дар роҳи ҷалби сармоягузoronии стратегӣ мебошад.

Рушди сармояи инсонӣ ва иқтидори таъминот бо кормандон. Ҳосилнокии меҳнат на танҳо ба таҷҳизот, балки ба кормандони кордон низ вобаста аст. Тавре муҳаққиқ А.Б. Мирсаидов қайд мекунад, «Вазифаи муҳимтарини сармоягузориҳо ба сармояи инсонӣ – ин сармоягузории инноватсионӣ

мебошад. Бо кумаки сармоягузорӣ таҷдиди инноватсионии фондҳои асосӣ амалӣ мешавад, ки дар асоси истифодаи дастовардҳои илмӣ ва техникаӣ ё технологияҳои нав ё муосиркунонидашудаи самаранок татбиқ мешавад» [6, с. 83].

Хулоса

Вазифаи муҳимтарини сармоягузориҳо ба сармояи инсонӣ – ин сармоягузориҳои инноватсионӣ мебошад. Бо кумаки сармоягузорӣ таҷдиди инноватсионии фондҳои асосӣ амалӣ мешавад, ки дар асоси истифодаи дастовардҳои илмӣ ва техникаӣ ё технологияҳои нав ё муосиркунонидашудаи самаранок татбиқ мешавад.

Бинобар ин, дар ин самт чунин тавсияҳо дода мешаванд:

- таҳияи барномаҳои таҳсилоти техникаӣ ва таълими касбии кормандони соҳа;
- таъсиси марказҳои таълимӣ истеҳсоли дар ҳамкорӣ бо сармоягузoron;
- ҳавасмандгардонии татбиқи технологияҳои муосири идоракунии истеҳсолот (LEAN, рақамикунонӣ, автоматикунонӣ).

Баланд бардоштани сатҳи оморасозии кормандон хавфи сармоягузoronро коҳиш дода, самаранокии фаъолияти истеҳсолиро беҳтар мекунад.

Дар шароити ҷаҳонишавӣ ва афзоиши рақобат дар бозорҳои байналмилалӣ, саноати насосӣ ва дӯзандагии Ҷумҳурии Тоҷикистон дорои зарфияти назарраси сармоягузорӣ буда, вале он кам истифода мешавад. Таҳқиқоти гузаронидашуда нишон дод, ки ҷалби устувори сармояи хориҷӣ ба соҳа танҳо дар сурати ҳамзамон беҳтар намудани шароити макроиқтисодӣ, муҳити институтсионалӣ ва дастгирии инфрасохтор имконпазир аст.

Моделҳои эконометрии пешниҳодшуда имкон медиҳад, ки на танҳо тамоюлҳои ҷорӣ дар фаъолияти сармоягузорӣ арзёбӣ карда шаванд, балки вобаста ба тағирёбии нишондиҳандаҳои асосӣ дурнамоҳои дахлдор ташаккул дода шаванд. Модел ба равиши фарогири омилҳои макроиқтисодӣ, институтсионалӣ ва соҳавӣ асос ёфтааст ва метавонад дар фаъолияти амалии сохторҳои давлатӣ, марказҳои таҳлилӣ ва сармоягузoronи хусусӣ истифода шавад.

Таҳлил нишон дод, ки монетаҳои асосӣ маҳдудиятҳои институтсионалӣ, номукаммалии қонунгузорӣ, рушди сусти логистика ва омодагии нокифояи касбии кормандон боқӣ мемонад. Дар баробари ин имкониятҳо низ мавҷуданд, аз қабилӣ: мавқеи ҷуғрофӣ, мавҷудияти қувваи қори арзон, иқтисодӣ содиротӣ, инчунин таваҷҷуҳи шарикони хориҷӣ ба кӯчонидани истеҳсолот.

Тавсияҳои таҳияшуда ба рафъи монетаҳои муайяншуда ва амалӣ намудани ҷиҳатҳои қавии соҳа нигаронида шудаанд. Иҷрои онҳо ҳамоҳангсозии талошҳои давлат, соҳибкорӣ ва донорҳои байналмилалӣ ро тақозо мекунад. Танҳо равиши муназзам ва ҳадафнок ба Ҷумҳурии Тоҷикистон имкон медиҳад, ки дар занҷираҳои ҷаҳонӣ бунёди арзиши маҳсулоти насосӣ мавқеи сазовори худро ишғол намояд.

Ҳамин тариқ, таҳқиқоти мазкур ба таҳияи равишҳои аз ҷиҳати илмӣ асоснокӣ идоракунии ҷолибияти сармоягузории соҳаи насосӣ ва дӯзандагӣ мусоидат намуда, барои таҳқиқоти минбаъдаи амалӣ дар самти ояндабинӣ ва ҳавасмандгардонии сармоягузориҳои хориҷӣ ба иқтисодиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон заминаи муносиб мебошад.

Муқаррир: Қаримов Б.Ҳ. – н.и.у., дотсенти Донишгоҳи байналмилалӣ сайёҳӣ ва соҳибқорӣ Тоҷикистон.

Адабиёт

1. Қаримов, Б.Ҳ. Дастгирии давлатии қарздиҳии кишоварзӣ / Б.Ҳ. Қаримов, И.Х. Тоҳтаров // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои иҷтимоӣ-иқтисодӣ ва ҷамъиятӣ. – 2023. – № 12. – С. 139-148
2. Қаримов, Б.Ҳ. Сармоягузорӣ ҳамчун омилҳои пешбарандаи рушди сайёҳӣ ва инфрасохтори он / Б.Ҳ. Қаримов, З. Аҳмади // Паёми Донишгоҳи давлатии тичорати Тоҷикистон. – 2023. – № 4-1(49)
3. Қаримов, Б.Ҳ. Ҷанбаҳои иқтисодии идоракунии ва рушди соҳаи сайёҳӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон / Б.Ҳ. Қаримов, М.А. Раҳимов // Паёми Донишгоҳи давлатии тичорати Тоҷикистон. – 2022. – № 3(42). – С. 180-188
4. Қодирзода, Ф.А. Нақши сармоягузории хориҷӣ дар суръатбахшӣ ба рушди иқтисодӣ: нигоҳ ба иқтисодиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон / Ф.А. Қодирзода, Р.М. Мирбобоев // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои иҷтимоӣ-иқтисодӣ ва ҷамъиятӣ. – 2024. – № 4-1. – С. 20-27
5. Международный валютный фонд. Макроэкономические обзоры по Центральной Азии, 2023.
6. Мирсаидов, А.Б., Юсуфов, Ш.Н. Идоракунии рушди инноватсионии бахши иҷтимоӣ иқтисодиёти Тоҷикистон: монография / А.Б. Мирсаидов, Ш.Н. Юсуфов. – Душанбе: АМИТ, 2021. – 171 с.
7. Набиев, Б.А. Самаранокии ҷалби сармоягузорӣ дар соҳаҳои иқтисодиёт: комплекси энергетикӣ: монография / Б.А. Набиев. – Душанбе: Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, 2023. – 174 с.

8. Омори сармоягузории хориҷӣ [Сарчашмаи электронӣ] / Низоми дастрасӣ: URL: <https://investcom.tj/investment/activity/11-omori-sarmojaguzorii-hori.html>

9. Сафоев, А.К. Ҷанбаҳои назариявӣ-методи таҳқиқоти сармоя ва сиёсати сармоягузорӣ / А.К. Сафоев // Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Силсилаи илмҳои гуманитарӣ ва иқтисодӣ. – 2022. – № 1-2(98). – С. 244-252

10. Хайдарзода, М.И. Формирование и развитие региональных текстильно-швейных кластеров (на материалах Центрального Таджикистана) / Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук: 08.00.05 / Хайдарзода Мехроби Исом. – Душанбе, 2019. – 26 с.

11. Юзвович, Л.И., Князева, Е.Г., Разумовская, Е.А. и др. Инвестиции: учебник / Под ред. Л.И. Юзвович / 2-е изд., испр. и доп. - Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. — 610 с.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН - СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

TJ	RU	EN
Розиев Диловар Астанакулович	Розиев Диловар Астанакулович	Roziev Dilovar Astanakulovich
н.и.и., ассистент	к.э.н., ассистент	Candidat of Economic Sciences, assistant
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон	Таджикский национальный университет	Tajik National University
E-mail: Mister.dilovar@list.ru		

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Приложение 1
к Положению о научном журнале
"Политехнический вестник"

ТРЕБОВАНИЯ И УСЛОВИЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ статей в журнал "Политехнический вестник"

1. В журнале публикуются статьи научно-практического и проблемного характера, представляющие собой результаты завершённых исследований, обладающие научной новизной и представляющие интерес для широкого круга читателей журнала.
2. Основные требования к статьям, представляемым для публикации в журнале:
 - статья (за исключением обзоров) должна содержать новые научные результаты;
 - статья должна соответствовать тематике и научному уровню журнала;
 - статья должна быть оформлена в полном соответствии с требованиями к оформлению статей (см. пункт 5).
3. Статья представляется в редакцию по электронной почте и в одном экземпляре на бумаге, к которому необходимо приложить электронный носитель текста, идентичного напечатанному, а также две рецензии на статью и справку о результате проверки на оригинальность.

4. Структура статьи

Текст статьи должен быть представлен в формате IMRAD⁵ на таджикском, английском или русском языке:

ВВЕДЕНИЕ (Introduction)	Почему проведено исследование? Что было исследовано, или цель исследования, какие гипотезы проверены? Включает: актуальность темы исследования, обзор литературы по теме исследования, постановку проблемы исследования, формулирование цели и задач исследования.
МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ (MATERIALS AND METHODS)	Когда, где и как были проведены исследования? Какие материалы были использованы или кто был включен в выборку? Детально описывают методы и схему экспериментов/наблюдений, позволяющие воспроизвести их результаты, пользуясь только текстом статьи. Описывают материалы, приборы, оборудование и другие условия проведения экспериментов/наблюдений.
РЕЗУЛЬТАТЫ (RESULTS)	Какой ответ был найден. Верно ли была протестирована гипотеза? Представляют фактические результаты исследования (текст, таблицы, графики, диаграммы, уравнения, фотографии, рисунки).
ОБСУЖДЕНИЕ (DISCUSSION)	Что подразумевает ответ и почему это имеет значение? Как это вписывается в то, что нашли другие исследователи? Каковы перспективы для будущих исследований? Содержит интерпретацию полученных результатов исследования, включая: соответствие полученных результатов гипотезе исследования; ограничения исследования и обобщения его результатов; предложения по практическому применению; предложения по направлению будущих исследований.
ЗАКЛЮЧЕНИЕ (CONCLUSION)	Содержит краткие итоги разделов статьи без повторения формулировок, приведенных в них.
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК (REFERENCES)	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. п.3).
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' INFORMATION)	оформляется в конце статьи в следующем виде:

⁵ Данный термин составлен из первых букв английских слов: Introduction (Введение), Materials and Methods (Материалы и методы), Results (Результаты) Acknowledgements and Discussion (Обсуждение). Это самый распространенный стиль оформления научных статей, в том числе для журналов Scopus и Web of Science.

	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name			
Дараҷа ва унвони илмӣ, Степень и должность, Title ⁶			
Ташкилот, Организация, Organization			
e-mail			
ORCID ⁷ Id			
Телефон			

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ (CONFLICT OF INTEREST)	Конфликт интересов — это любые отношения или сферы интересов, которые могли бы прямо или косвенно повлиять на вашу работу или сделать её предвзятой. Пример: 1. Конфликт интересов: Автор Х.Х.Х. Владеет акциями Компании Y, которая упомянута в статье. Автор Y.Y.Y. – член комитета XXXX. 2. Если конфликта интересов нет, авторы должны заявить: Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов. Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи
ЗАЯВЛЕННЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ (AUTHOR CONTRIBUTIONS).	Публикуется для определения вклада каждого автора в исследование. Описание, как именно каждый автор участвовал в работе (предпочтительно), или сообщение о вкладах авторов в процентах или долях (менее желательно). Пример данного раздела: 1. Авторы A1, A2 и A3 придумали и разработали эксперимент, авторы A4 и A5 провели теоретические исследование. Авторы A1 и A6 участвовали в обработке данных. Авторы A1, A2 и A5 участвовали в написании текста статьи. Все авторы участвовали в обсуждении результатов. 2. Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации
ДОПОЛНИТЕЛЬНО (по желанию автора)	
БЛАГОДАРНОСТИ (опционально) - ACKNOWLEDGEMENT (optional)	Если авторы в конце статьи выражают благодарность или указывают источник финансовой поддержки при выполнении научной работы, то необходимо эту информацию продублировать на английском языке.
ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ (FUNDING)	Информация о грантах и любой другой финансовой поддержке исследований. Просим не использовать в этом разделе сокращенные названия институтов и спонсирующих организаций.
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ (ADDITIONAL INFORMATION)	В этом разделе могут быть помещены: Нестандартные ссылки. Например, материалы, которые по каким-то причинам не могут быть опубликованы, но могут быть предоставлены авторами по запросу. Дополнительные ссылки на профили авторов (например, ORCID). Названия торговых марок на иностранных языках, которые необходимы для понимания статьи или ссылки на них. Особые сообщения об источнике оригинала статьи (если статья публикуется в переводе). Информация о связанных со статьей, но не опубликованных ранее докладов на конференциях и семинарах.

⁶ Title can be chosen from: master student, Phd candidate, assistant professor, senior lecture, associate professor, full professor

⁷ ORCID или Open Researcher and Contributor ID (Открытый идентификатор исследователя и участника) — незапатентованный буквенно-цифровой код, который однозначно идентифицирует научных авторов. www.orcid.org.

5. Требования к оформлению статей

Рекомендуемый объем оригинальной статьи – до 10 страниц, обзора – до 15 страниц, включая рисунки, таблицы, библиографический список. В рубрику «Краткие сообщения» принимаются статьи объемом не более 3 страниц, включая 1 таблицу и 2 рисунка.

Рекомендации по набору и оформлению текста

Наименование	Требования	Примечания
Формат страницы	A4	
Параметры страницы и абзаца	отступы сверху и снизу - 2.5 см; слева и справа - 2 см; табуляция - 2 см;	ориентация - книжная
Редактор текста	Microsoft Office Word	
Шрифт	Times New Roman, 12 пунктов	
межстрочный интервал	Одинарный, выравнивание по ширине	Не использовать более одного пробела между словами, пробелы для выравнивания, автоматический запрет переносов, подчеркивания.
Единица измерения	Международная система единиц СИ	
Сокращения терминов и названий	В соответствии с ГОСТ 7.12-93.	должны быть сведены к минимуму
Формулы	Математические формулы следует набирать в формульном редакторе MathTypes Equation или MS Equation, греческие и русские буквы в формулах набирать прямым шрифтом (опция текст), латинские курсивом. Формулы и уравнения печатаются с новой строки и центрируются.	Обозначения величин и простые формулы в тексте и таблицах набирать как элементы текста (а не как объекты формульного редактора). Нумеровать следует только те формулы, на которые есть ссылки в последующем изложении. Нумерация формул сквозная. Повторение одних и тех же данных в тексте, таблицах и рисунках недопустимо
Таблицы	При создании таблиц рекомендуется использовать возможности MS Word (Таблица – Добавить таблицу) или MS Excel. Таблицы должны иметь порядковые номера, название и ссылку в тексте. Таблицу следует располагать в тексте после первого упоминания о ней. Интервал между строчками в таблице можно уменьшать до одинарного, размер шрифта – до 9 пунктов.	Внутри таблицы заголовки пишутся с заглавной буквы, подзаголовки – со строчной, если они составляют одно предложение с заголовком. Заголовки центрируются. Боковые – по центру или слева. Диагональное деление ячеек не рекомендуется. В пустой ячейке обязателен прочерк (тире –). Количество знаков после запятой (точность измерения) должно быть одинаковым.
Рисунки (иллюстрации, графики, диаграммы, схемы)	Должны иметь сквозную нумерацию, название и ссылку в тексте, которую следует располагать в тексте после первого упоминания о рисунке. Рисунки должны иметь расширение, совместимое с MS Word (*JPEG, *BIF, *TIFF (толщина линий не менее 3 пкс) Фотографии должны быть предельно четкими, с разрешением 300 dpi. Максимальный размер рисунка: ширина 150 мм, высота 245 мм. Каждый рисунок должен иметь подписную подпись, в которой дается объяснение всех его элементов. Кривые на рисунках нумеруются арабскими цифрами и комментируются в подписях к рисункам.	Заголовки таблиц и подписные подписи должны быть по возможности лаконичными, а также точно отражающими смысл содержания таблиц и рисунков. Все буквенные обозначения на рисунках необходимо пояснить в основном или подписном текстах. Все надписи на рисунках (наименования осей, цифры на осях, значки точек и комментарии к ним и проч.) должны быть выполнены достаточно крупно, одинаковым шрифтом, чтобы они легко читались при воспроизведении на печати. Наименования осей, единицы измерения физических величин и прочие надписи должны быть выполнены на русском языке. Не допускается наличие рамок вокруг и внутри графиков и диаграмм. Каждый график, диаграмма или схема вставляется в текст как объект MS Excel.

Рукопись должна быть построена следующим образом:

Раздел	Содержание (пример)	Расположение
Индекс УДК ⁸	УДК 62.214.4; 621.791.05	в верхнем левом углу полужирными буквами
Заголовок	НАЗВАНИЕ СТАТЬИ (должен быть информативным и, по возможности, кратким) (на языке оригинала статьи)	В центре полужирными буквами
Авторы	Инициалы и фамилии авторов (на языке оригинала статьи)	В центре полужирными буквами
Организация	Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	В центре полужирными буквами
Реферат (аннотация)	Должен быть информативным и на языке оригинала статьи (таджикском, русском и английском), содержать 800-1200 печатных знаков (120-200 слов). Структура реферата: Введение. Материалы и методы исследования. Результаты исследования. Заключение.	Выровнять по ширине
Ключевые слова	5-6, разделены между собой « , ». (на языке оригинала статьи) Пример: энергосбережение, производство корунда, глинозем, энергопотребление, оптимизация	Выровнять по ширине
На двух других языках приводится: Заголовок Авторы Организация Реферат (аннотация)	перевод названия статьи, авторов ⁹ , организации ¹⁰ , заголовки и реферат ¹¹ и ключевые слова ¹² на двух других языках	
Статья согласно структуры	Согласно требованиям пункта 4 требования и условия предоставления статей в журнал "Политехнический вестник"	Выровнять по ширине

К статье прилагается (см. <https://web.ttu.tj/tj/pages/73>):

1. Сопроводительное письмо.
2. Авторское заявление .
3. Лицензионный договор.
4. Экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати
5. Рецензия.

⁸ Универсальная десятичная классификация (УДК) — система классификации информации, широко используется во всём мире для систематизации произведений науки, литературы и искусства, периодической печати, различных видов документов и организации картотек. Межгосударственный стандарт ГОСТ 7.90—2007. Пример: <https://www.teacode.com/online/udc/>

⁹ В английском переводе фамилии авторов статей представляются согласно системе транслитерации BSI (British Standard Institute). Стандарт BSI обычно применяется в случае, когда требуется корректная транслитерация букв, слов и предложений из кириллического алфавита в латинский в случае оформления библиографических списков с официальным статусом. Им пользуются для того, чтобы попасть в зарубежные базы данных.

¹⁰ Название организации в английском переводе должно соответствовать официальному, указанному на сайте организации. Непереводимые на английский язык наименования организаций даются в транслитерированном варианте.

¹¹ Необходимо использовать правила написания организаций на английском языке: все значимые слова (кроме артиклей и предлогов) должны начинаться с прописной буквы. Совершенно не допускается написание одних смысловых слов с прописной буквы, других – со строчной.

¹² В английском переводе ключевых слов не должно быть никаких транслитераций с русского языка, кроме непереводимых названий собственных имен, приборов и др. объектов, имеющих собственные названия; также не должен использоваться непереводимый сленг, известный только ограниченному кругу специалистов.

Мухаррири матни русӣ:	М.М. Якубова
Мухаррири матни тоҷикӣ:	Муаллифон
Ороиши компютерӣ ва тарроҳӣ:	Ш.Р. Орифова
Редактор русского текста:	М.М. Якубова
Редактор таджикского текста:	Авторская редакция
Компьютерный дизайн и верстка:	Ш.Р. Орифова

Нишонӣ: ш. Душанбе, хиёбони акад. Рачабовҳо, 10^А
Адрес: г. Душанбе, проспект акад. Раджабовых, 10^А

Ба чоп 28.06.2025 имзо шуд. Ба матбаа 30.06.2025 супорида шуд.
Чопи офсетӣ. Коғазӣ офсет. Андозаи 60x84 1/8
Адади нашр 50 нусха.

Матбааи Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ
ш. Душанбе, кӯчаи акад. Рачабовҳо, 10^А