

ISSN 2520-2235

ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКӢ

Баҳши Интеллект, Инноватсия, Инвеститсия

3 (71) 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

3(71)
2025

Маҷалла ба рӯйхати нашрияҳои тақризии КОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, КОА-и назди Вазорати таҳсилоти олии, илм ва инноватсияҳои Ҷумҳурии Узбекистон 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 физико-математических 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.

МУНДАРИҶА – ОГЛАВЛЕНИЕ

МАТЕМАТИКА - MATHEMATICS	5
<u>МАСЪАЛАИ КАНОРӢ БАРОИ МУОДИЛАИ ИНТЕГРАЛИИ ДУЧЕНАКАИ СИММЕТРИИ ҒАЙРИ МОДЕЛИИ НАМУДИ ВОЛТЕРРА БО ХАТӢОИ СУПЕРСИНГУЛЯРӢ</u> С.Б. Зарипов.....	5
ФИЗИКА - PHYSICS.....	13
<u>ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ СОРТА "НАВРУЗ"</u> М.И. Солихова ¹ , И.А. Курзина ¹ , Т.А. Ходжазода ² , А.Т. Ходжаев ¹	13
<u>ВЛИЯНИЕ СВЧ-ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СЕМЕНА ХЛОПЧАТНИКА СОРТА "ФЛОРА" ПРИ РАЗЛИЧНЫХ МОЩНОСТЯХ И ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛАХ В ОТКРЫТОМ ГРУНТЕ</u> А.Т. Ходжаев ¹ , И.А. Курзина ¹ , Т.А. Ходжазода ² , М.И Солихова ¹	19
ИНФОРМАТИКА, ТЕХНИКАИ ҲИСОББАРОР ВА ИДОРАКУНӢ - ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ - INFORMATICS, COMPUTER TECHNOLOGY AND MANAGEMENT	24
<u>ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РЕВЕРСИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕКТРИЧЕСКИМИ МАШИНАМИ НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА</u> И.И. Исломов.....	24
<u>ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЭЛЕМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ</u> Х.А. Худойбердиев ¹ , Ф.С. Атаева ²	29
<u>СПОСОБЫ ВСТАВКИ И ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕКСТОВОГО ОБЪЕКТА В ЯЧЕЙКИ КЛЮЧ-МАТРИЦ МАТРИЧНЫХ И ОПЕРАТОР-МАТРИЧНЫХ МЕТОДОВ</u> М.Х. Гафуров.....	36
<u>ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ВНЕШНЕГО ВИДА КРЫШЕК НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ</u> И.Л. Касимов, Li Jianjun, MA, Zhenhuai.....	42
<u>КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕРЕВЬЕВ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ И МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В СРЕДЕ RUTRON</u> И.Л. Касимов, Н.И. Юнусов, Ш.Ш. Зияев.....	51
<u>КОРКАРД ВА ТАӢЛИЛИ ДОДАӢОИ КАЛОН ДАР СИСТЕМАИ БАӢОДИӢИ СИФАТИ ТАӢЛИМ БО ИСТИФОДАИ УСУӢӢОИ ЗЕӢНИ СУНӢӢ</u> З.О. Муродзода, Н.И. Юнусов, Ш.Ӣ. Холов.....	58
<u>ОСОБЕННОСТИ МОБИЛЬНЫХ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ И КРОССПЛАТФОРМЕННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ</u> ¹ Б.Х. Ашурзода, ² А.С. Бобоев, ³ А.А. Анварзода.....	63
<u>МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПИСАНИЯ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ СВОЙСТВ ТЕКСТОВ</u> А.А. Косимов, Н.М. Курбонов.....	68
<u>ТАӢИИИ АЛГОРИТМИ ХУЛОСАБАРОРӢ БАРОИ МОДЕЛӢО (АМСИЛАӢО) ОИДИ БА ТАРТИБИ ДУРУСТ ОВАРДАНИ ЧУМЛАИ СОДАИ ТОЧИКӢ ӢАНГОМИ НАВИШТИ НОДУРУСТ</u> А.А. Қосимов, С.М. Шамсов.....	73
ИҚТИСОД ВА ИДОРАКУНИИ ХОӢАГИИ ХАЛҚ - ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ - ECONOMICS AND MANAGEMENT OF THE NATIONAL ECONOMY	78

**ТАТБИҚ ВА ИСТИФОДАИ ТАМСИЛАИ ОПТИМИЗАТСИОНИИ БАЙНИМИНТАҚАВИИ БАЙНИСОҲАВӢ ДАР
ДАВЛАТҲОИ МИНТАҚАИ ОСИӢИ МАРКАЗӢ**

¹М.И. Садриддинов, ²М.М. Садриддинов 78

**ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЕЁ ФИНАНСОВОЙ
УСТОЙЧИВОСТИ**

М.И. Сайфудинова 86

МОҲИЯТИ ИҚТИМОИЮ ИҚТИСОДИ ВА ВАЗИФАҲОИ НАҚЛИӢТИ МУСОФИРБАР ДАР ШАҲРИ ДУШАНБЕ

Ф.Ҳ. Саидзода, У.Ҷ. Ҷалилов 93

**ҲАМКОРӢ БО МАҚОМОТИ ЗАХИРАҲОИ ДАВЛАТИИ КИШВАРҲОИ ИТТИҲОДИ ДАВЛАТҲОИ МУСТАҚИЛ
(ИДМ) ҲАМЧУН ОМИЛИ ТАЪСИРРАСОН БА БУҶЕТИ ДАВЛАТИИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН**

С.С. Ниёззода 101

МАТЕМАТИКА - MATHEMATICS

УДК 517.968.220

МАСЪАЛАИ КАНОРӢ БАРОИ МУОДИЛАИ ИНТЕГРАЛИИ ДУЧЕНАКАИ СИММЕТРИИ ҒАЙРИ МОДЕЛИИ НАМУДИ ВОЛТЕРРА БО ХАТӢОИ СУПЕРСИНГУЛЯРӢ

С.Б. Зарипов

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Дар кори мазкур омӯхта шудааст, басъалаи канорӣ барои муодилаи ғайри моделии дученакаи симметрии интегралӣ намуди Волтерра бо хатҳои суперсингулярӣ, ки нисбат ба тағйирёбандаи X симметрӣ мебошад. Дар асоси тасвирҳои ҳосилшудаи муодилаи ғайри моделии интегралӣ ҳангоме, ки ҳалли умумии муодила функсияи ихтиёро дар бар мегирад, барои ёфтани доимии ихтиёрӣ масъалаи типии Коши гузошта шуда, тадқиқ карда шудааст. Инчунин наздикшавии тасвири интегралӣ бо ёрии шартҳои асимптотикӣ талаб карда шудааст. Вобаста ба натиҷаҳои ҳосилшуда, теоримаҳо баён ёфтаанд.

Калидвожаҳо: муодилаи ғайри моделӣ, муодилаи симметрӣ, хатҳои суперсингулярӣ, муодилаи интегралӣ дученака, формулаи асимптотикӣ, доимииҳои ихтиёрӣ.

КРАЕВАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ НЕМОДЕЛЬНОГО ДВУХМЕРНОГО СИММЕТРИЧНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ТИПА ВОЛТЕРРЫ С СУПЕРСИНГУЛЯРНЫМИ ЛИНИЯМИ

С.Б. Зарипов

В работе изучается граничное условие для немодельного двумерного симметричного интегрального уравнения типа Вольтерра с суперсингулярными линиями, симметричного относительно переменной X . На основе полученных представлений немодельного интегрального уравнения, когда общее решение уравнения содержит произвольную функцию, ставится и исследуется задача типа Коши для нахождения произвольной константы. При этом требуется аппроксимация интегрального представления асимптотическими условиями. На основе полученных результатов формулируются теоремы.

Ключевые слова: немодельное уравнение, симметричное уравнение, суперсингулярные линии, двумерное интегральное уравнение, асимптотическая формула, произвольные константы.

BOUNDARY-VALUE PROBLEM FOR A NON-MODEL TWO-DIMENSIONAL SYMMETRIC INTEGRAL EQUATION OF VOLTERRA TYPE WITH SUPERSINGULAR LINES

S.B. Zaripov

In this paper, we study the boundary condition for a non-model two-dimensional symmetric integral equation of the Volterra type with supersingular lines, symmetric with respect to the variable X . Based on the obtained representations of a non-model integral equation, when the general solution of the equation contains an arbitrary function, a Cauchy-type problem is posed and investigated to find an arbitrary constant. This requires approximating the integral representation with asymptotic conditions. Theorems are formulated based on the obtained results.

Key words: non-model equation, symmetric equation, supersingular lines, two-dimensional integral equation, asymptotic formula, arbitrary constants.

Муқаддима

Яке аз фаслҳои зарурии математикаи замони ҳозира, ки дар мавқеи илмӣ тадқиқи зиёд дорад, ин омӯзиш ва рушд додани муодилаҳои интегралӣ намуди Волтерра мебошад. Вобаста ба омӯзиши ингуна муодилаҳои интегралӣ, оварда мерасонад ба бисёр масъалаҳои гуногуни амалӣ. Ҳамчунин муодилаҳои интегралӣ ғайри моделии симметрӣ дар физикаи назариявӣ, назарияи эластикӣ, назарияи майдон механикаи назариявӣ ва дигар самтҳои физикаи математикӣ татбиқ доранд. Дар байни муодилаҳои интегралӣ Волтерра муодилаи дученакаи интегралӣ ғайри моделии симметрӣ ҷои махсусро ишғол мекунанд. Мақсади омӯзиш ва тадқиқи мазкур, ин ба даст овардани ҳалҳои бисёршакла барои муодилаи интегралӣ дученакаи симметрии намуди Волтерра нисбат ба яке аз тағйирёбандаҳои симметрӣ бо соҳаҳои суперсингулярӣ мебошад. Инчунин ҳалли умумии ҳосилшуда, ки доимииҳои ихтиёро дар бар мегирад, гузориши масъалаи канорӣ низ тадқиқ карда шудааст.

Гузориши масъала

Бо ёрии D росткунҷаи зеринро ишорат мекунем:

$$D_0 = \{(x, y) : -a < x < a, 0 < y < b\}, \quad D_0^- = \{-a < x < 0, 0 < y < b\}, \quad D_0^+ = \{0 < x < a, 0 < y < b\}, \quad \Gamma_0 = \{-a < x < a\}, \quad \Gamma_1 = \{0 < y < b\}, \quad l_1 = [-a < x < 0], \quad l_2 = [0 < x < a].$$

Онгоҳ $\Gamma_0 = l_1 \cup l_2$.

Дар соҳаи D муодилаи интегралӣ дученакаи намуди зеринро диди мебароем:

$$\varphi(x, y) + \int_{-x}^x \frac{K_1(x, y, t)}{|t|^\alpha} \varphi(t, y) dt + \int_0^y \frac{K_2(x, y, s)}{s^\beta} \varphi(x, s) ds + \int_{-x}^x \frac{dt}{|t|^\alpha} \int_0^y \frac{K_3(x, y, t, s)}{s^\beta} \varphi(t, s) ds = f(x, y). \quad (1)$$

дар ин ҷо $\alpha = \text{const} > 1$, $\beta = \text{const} > 1$, $K_1(x, y, t)$, $K_2(x, y, s)$,

$K_3(x, y, t, s)$, $f(x, y)$ – функсияҳои бефосилаи додашуда буда, инчунин $K_1(0, 0, t) \neq 0$, $K_2(0, 0, s) \neq 0$, $K_3(0, 0, t, s) \neq 0$, дар соҳаи росткунҷаи додашудаи D мебошанд.

Ҳалли муодилаи интегралӣ ғайри моделии дученакаи симметрии (1) – ро дар синфи функсияҳои ҳамаҷағири менамоям, ки функсияи $\varphi(x, y) \in C(\bar{D})$, $\varphi(0, 0)$, ба сифр баробар шавад, бо формулаи асимптотикии зерин:

$$\varphi(x, y) = o[|x|^{\gamma_1} y^{\gamma_2}], \quad \gamma_1 > \alpha - 1, \quad \gamma_2 > \beta - 1 \quad \text{дар ҳолати} \quad (x, y) \rightarrow (0, 0). \quad (2)$$

Дар муодилаи ғайри моделии интегралӣ (1), функсияҳои дар ядро буда, байни худ алоқаманд нестанд. Бо истифода аз натиҷаҳои §1.6, дар [3], масъала оид ба ёфтани ҳалли муодилаи интегралӣ ғайри моделии дученакаи (1) оварда мешавад, ба омӯхтани системаи муодилаҳои ғайри моделии зерин:

$$\begin{aligned} \varphi_2(x, y) - \int_0^x \frac{K_1(x, y, t)}{|t|^\alpha} (\varphi_1(t, y) + \varphi_2(t, y)) dt + \int_0^y \frac{K_2(x, y, s)}{s^\beta} \varphi_2(x, s) ds - \\ - \int_0^x \frac{dt}{|t|^\alpha} \int_0^y \frac{K_3(x, y, t, s)}{s^\beta} (\varphi_1(t, s) + \varphi_2(t, s)) ds = f(-x, y) \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \varphi_1(x, y) + \int_0^x \frac{K_1(x, y, t)}{|t|^\alpha} (\varphi_1(t, y) + \varphi_2(t, y)) dt + \int_0^y \frac{K_2(x, y, s)}{s^\beta} \varphi_1(x, s) ds + \\ + \int_0^x \frac{dt}{|t|^\alpha} \int_0^y \frac{K_3(x, y, t, s)}{s^\beta} (\varphi_1(t, s) + \varphi_2(t, s)) ds = f(x, y). \end{aligned} \quad (4)$$

Баробариҳои (1.6.3) ва (1.6.4) – ро ҷамъ карда, ҳосил мекунем:

$$\varphi_2(x, y) + \varphi_1(x, y) + \int_0^y s^{-\beta} K_2(x, y, s) [\varphi_2(x, s) + \varphi_1(x, s)] ds = f(-x, y) + f(x, y), \quad (5)$$

гузоришҳои навбатиро иҷро мекунем:

$$\Psi(x, y) = \varphi_1(x, y) + \varphi_2(x, y), \quad F(x, y) = f(-x, y) + f(x, y).$$

Онгоҳ муодилаи ғайри моделии (5) ба намуди зерин дода мешавад:

$$\Psi(x, y) + \int_0^y s^{-\beta} K_2(x, y, s) \Psi(x, s) ds = F(x, y), \quad (6)$$

Дар тарафи чапи муодилаи ҳосилшудаи (6) функсияи $K_2(0, 0, s)$ - ро ҷамъ ва фарқ карда, баробарии зеринро ҳосил мекунем:

$$\Psi(x, y) + \int_0^y s^{-\beta} K_2(0, 0, s) \Psi(x, s) ds = F(x, y) - \int_0^y s^{-\beta} [K_2(x, y, s) - K_2(0, 0, s)] \Psi(x, s) ds. \quad (7)$$

Дар баробарии ҳосил кардаи (7), гузоришҳои зеринро истифода мебарем:

$$K_2(0, 0, s) = B(s),$$

$$F^1(x, y) = F(x, y) - \int_0^y s^{-\beta} [K_2(x, y, s) - K_2(0, 0, s)] \Psi(x, s) ds. \quad (8)$$

Дар ин ҳолат муодилаи (7) чунин намудро мегирад:

$$\Psi(x, y) + \int_0^y s^{-\beta} B(s) \Psi(x, s) ds = F^1(x, y). \quad (9)$$

Ҳолати $B(0) < 0$.

Бигузор дар муодилаи ғайри моделии якченакаи интегралӣ (9) $B(0) < 0$, онгоҳ ҳалли муодилаи (9), бо ёрии формулаи зерин дода мешавад:

$$\begin{aligned} \Psi(x, y) = \exp[B(0)\omega_\beta(y) - W_\beta^\beta(y)] c_1(x) + F^1(x, y) - \\ - \int_0^y \exp[B(0)(\omega_\beta(y) - \omega_\beta(s)) + W_\beta^\beta(s) - W_\beta^\beta(y)] F^1(x, s) B(s) s^{-\beta} ds, \end{aligned} \quad (10)$$

дар ин ҷо $c_1(x)$ – функсияи ихтиёрии Γ_0 . Ҳалли интегралӣ намуди (10) дар Ҳолате ҷой дорад, ки функсияи $f(x, y) \in C(\bar{D})$, $f(x, 0) = 0$, бо рафтори асимптотикии зерин:

$$f(x, y) = o\left[\exp(B(0)\omega_\beta(y)) y^{\gamma_3} |x|^{\gamma_4}\right], \quad \gamma_3 > \alpha - 1, \quad \gamma_4 > \beta - 1 \quad \text{дар ҳолати} \quad y \rightarrow 0. \quad (11)$$

Қимати функцияи $F^1(x, y)$ аз тасвири интегралӣ (8), ба ифодаи (10) гузошта, баробарии зеринро ҳосил мекунем:

$$\begin{aligned} \Psi(x, y) + \int_0^y s^{-\beta} [K_2(x, y, s) - K_2(0, 0, s)] \Psi(x, s) ds - \int_0^y s^{-\beta} \Psi(x, s) ds * \\ * \int_s^y \exp \left[B(0) (\omega_\beta(y) - \omega_\beta(s_1)) + W_b^\beta(s_1) - W_b^\beta(y) \right] B(s_1) s_1^{-\beta} * \\ * [K_2(x, s_1, s) - K_2(0, 0, s)] ds_1 = Y(x, y), \end{aligned} \quad (12)$$

дар ин ҷо

$$\begin{aligned} Y(x, y) = \exp[B(0)\omega_\beta(y) - W_b^\beta(y)] c_1(x) + f(-x, y) + f(x, y) - \int_0^y \exp[B(0) - \\ - (\omega_\beta(y) - \omega_\beta(s)) + W_b^\beta(s) - W_b^\beta(y)] (f(-x, s) + f(x, s)) B(s) s^{-\beta} ds. \end{aligned} \quad (13)$$

Функцияи нави $N_2^1(x, y, s)$ ворид месозем:

$$\begin{aligned} N_2^1(x, y, s) = s^{-\beta} [K_2(x, y, s) - K_2(0, 0, s)] + s^{-\beta} \int_s^y \exp[B(0) (\omega_\beta(y) - \omega_\beta(s_1)) + \\ + W_b^\beta(s_1) - W_b^\beta(y)] B(s_1) s_1^{-\beta} [K_2(x, s_1, s) - K_2(0, 0, s)] ds_1, \end{aligned}$$

Оngoҳ тасвири интегралӣ (12) намуди зеринро мегирад:

$$\Psi(x, y) + \int_0^y N_2^1(x, y, s) \Psi(x, s) ds = Y(x, y). \quad (14)$$

Бигузор ядроӣ муодила яъне $K_2(x, y, s)$ дар атрофи $(x, y) = (0, 0)$ шартӣ зеринро қаноат кунонад:

$$|K_2(x, y, s) - K_2(0, 0, s)| \leq H_1 \cdot s^{\sigma_1} \cdot y^{\sigma_2}, \quad \sigma_1 > \beta - 1, \quad \sigma_2 > 0. \quad (15)$$

бо дарназардошти баҳодиҳии (15) ва нобаробарии зерин

$$\begin{aligned} \exp[|(B(0)[\omega_\beta(y) - \omega_\beta(s)] + W_b^\beta(s) - W_b^\beta(y))B(s)|] \leq |M|, \\ \delta = (\sigma_1 - \beta + 1), \end{aligned}$$

барои функцияи $N_2^1(x, y, s)$ баҳодиҳии зеринро ҳосил мекунем:

$$|N_2^1(x, y, s)| \leq H_2 \cdot s^{(\sigma_1 - \beta + 1) - 1}.$$

дар ин ҷо

$$H_2 = \max |H_1 \left(y^{\sigma_2} + \frac{M(s^{\sigma_2 - \beta + 1} - y^{\sigma_2 - \beta + 1})}{\sigma_2 - \beta + 1} \right)|.$$

Ба ҳамин тариқ баҳодиҳии ядроҳои такроршавандаро ҳосил мекунем:

$$\begin{aligned} |N_2^{2\alpha}(x, y, s)| &\leq H_2^2 \cdot \int_s^y s^{\delta-1} s_1^{\delta-1} ds_1 \leq \frac{H_2^2 s^{\delta-1}}{\delta} (y^\delta - s^\delta), \\ |N_2^{3\alpha}(x, y, s)| &\leq H_2^3 \cdot \int_s^y s^{\delta-1} \frac{s_1^{\delta-1}}{\delta} (s^\delta - s_1^\delta) ds_1 \leq H_2^3 \frac{s^{\delta-1}}{2\delta^2} (y^\delta - s^\delta)^2, \\ |N_2^{4\alpha}(x, y, s)| &\leq H_2^4 \cdot \frac{s^{\delta-1}}{6\delta^3} (y^\delta - s^\delta)^3, \\ |N_2^{5\alpha}(x, y, s)| &\leq H_2^5 \cdot \frac{s^{\delta-1}}{24\delta^4} (y^\delta - s^\delta)^4, \dots \\ |N_2^{n\alpha}(x, y, s)| &\leq \sum_{n=1}^{\infty} H_2^n \frac{s^{\delta-1} (y^\delta - s^\delta)^{n-1}}{(n-1)! \delta^{n-1}}. \end{aligned}$$

Бо истифода аз баҳодиҳии боло, барои резолвентаи муодилаи (14) қатори можарантии зеринро ҳосил мекунем:

$$\sum_{n=1}^{\infty} H_2^n \frac{s^{\delta-1}}{n! \delta^n} (y^\delta - s^\delta)^n. \quad (16)$$

Қатори можарантии (16) мутлақ наздикшаванда мешавад, агар фарқияти $K_2(x, y, s) - K_2(0, 0, s)$ шартӣ (15) – ро қаноат кунонад.

Бо ёрии резолвента, бо назардошти [3], Ҳалли муодилаи интегралӣ (14) ба намуди зерин ифшо мегардад:

$$\Psi(x, y) = Y(x, y) - \lambda \int_0^y \Gamma_2(x, y, s) Y(x, s) ds. \quad (17)$$

Ҳалли интегралли намуди (17) дар ҳолате ҷой дорад, ки функсияи $f(x, y) \in C(\bar{D})$, $f(x, 0) = 0$, бо формулаи асимптотикии (11).

Дар тасвири интегралли (17) ба ҷои функсияи $\Psi(x, y)$, ($\Psi(x, y) = \varphi_1(x, y) + \varphi_2(x, y)$), қимати онро ба баробарии (17) гузошта Ҳосил мекунем:

$$\varphi_1(x, y) + \varphi_2(x, y) = Y(x, y) - \lambda \int_0^y \Gamma_2(x, y, s) Y(x, s) ds. \quad (18)$$

Аз баробарии интегралли (18) қимати функсияи $\varphi_2(x, y)$ бо ёрии функсияи $\varphi_1(x, y)$ меёбем:

$$\varphi_2(x, y) = Y(x, y) - \lambda \int_0^y \Gamma_2(x, y, s) Y(x, s) ds - \varphi_1(x, y). \quad (19)$$

Қимати функсияи $\varphi_2(x, y)$ - ро аз баробарии (19) ба (4) гузошта, барои ёфтани функсияи $\varphi_1(x, y)$ муодилаи интегралли якченакаи зеринро Ҳосил мекунем:

$$\begin{aligned} \varphi_1(x, y) + \int_0^y s^{-\beta} K_2(x, y, s) \varphi_1(x, s) ds &= F^2(x, y), \\ F^2(x, y) &= f(x, y) + F^3(x, y), \\ F^3(x, y) &= \int_0^x |t|^{-\alpha} K_1(x, y, t) c_1(t) dt \left[-\exp(B(0)\omega_\beta(y) - W_b^\beta(y)) + \right. \\ &+ \int_0^y \exp(B(0)\omega_\beta(s) - W_b^\beta(s)) \Gamma_2(t, y, s) ds \left. \right] - \int_0^x |t|^{-\alpha} c_1(t) dt * \\ &* \int_0^y K_3(x, y, t, s) [\exp(B(0)\omega_\beta(s) - W_b^\beta(s))] ds - \\ &- \int_0^y \exp(B(0)\omega_\beta(s_1) - W_b^\beta(s_1)) \Gamma_2(t, s, s_1) ds_1 \int_{s_1}^y K_3(x, y, t, s) \frac{ds}{s^\beta} + \\ &+ E_\alpha(x, y), \\ E_\alpha(x, y) &= \int_0^x |t|^{-\alpha} K_1(x, y, t) dt \left[\int_0^y e^{B(0)(\omega_\beta(y) - \omega_\beta(s)) + W_b^\beta(s) - W_b^\beta(y)} \cdot \right. \\ &(f(t, s) + f(-t, s)) \frac{B(s)}{s^\beta} ds - (f(t, s) + f(-t, s)) + \int_0^y \Gamma_2(t, y, s) * \\ &* (f(t, s) + f(-t, s)) ds - \int_0^y e^{(-B(0)\omega_\beta(s_1) - W_b^\beta(s_1))} (f(t, s_1) + f(-t, s_1)) * \\ &* \frac{B(s_1)}{s_1^\beta} ds_1 \int_{s_1}^y \Gamma_2(t, y, s) \exp(B(0)\omega_\beta(s) - W_b^\beta(s)) ds \left. \right] - \\ &- \int_0^x |t|^{-\alpha} dt \int_0^y K_3(x, y, t, s) (f(t, s) + f(-t, s)) \frac{ds}{s^\beta} + \\ &+ \int_0^x |t|^{-\alpha} dt \int_0^y \exp(-B(0)\omega_\beta(s_1) + W_b^\beta(s_1)) (f(t, s_1) + \\ &+ f(-t, s_1)) \frac{B(s_1)}{s_1^\beta} ds_1 \int_{s_1}^y \exp(B(0)\omega_\beta(s) - W_b^\beta(s)) K_3(x, y, t, s) \frac{ds}{s^\beta} + \\ &+ \int_0^x |t|^{-\alpha} dt \int_0^y \Gamma_2(t, s, s_1) [f(t, s_1) + f(-t, s_1)] ds_1 * \end{aligned} \quad (20)$$

$$\begin{aligned}
 & * \int_{s_1}^y K_3(x, y, t, s) \frac{ds}{s^\beta} - \int_0^x |t|^{-\alpha} dt \int_0^y \Gamma_2(t, s, s_1) \exp(B(0)\omega_\beta(s_1) - \\
 & - W_b^\beta(s_1)) ds_1 \int_{s_1}^y \exp(W_b^\beta(s_2) - B(0)\omega_\beta(s_2))(f(t, s_2) + f(-t, s_2)) * \\
 & * \frac{B(s_2)ds_2}{s_2^\beta} \int_{s_2}^y K_3(x, y, t, s) \frac{ds}{s^\beta}.
 \end{aligned}$$

Агар функцияи $f(x, y) \in C(\bar{D})$, $f(0, 0) = 0$ шавад, бо рафтори асимптотикии (11), дар тасвири интегралӣ (12), $c_1(x) \in C(\bar{\Gamma})$, $c_1(0) = 0$ шавад, бо рафтори асимптотикии зерин:

$$c_1(x) = o[|x|^{\gamma_5}], \quad \gamma_5 > \alpha - 1. \quad \text{Ҳангоми} \quad x \rightarrow 0, \quad (21)$$

Онгоҳ тарафи рости муодилаи интегралӣ якченакаӣ (20), нисбат ба ҳарду тағйирёбандаҳо бефосила мешавад.

Пас масъала оид ба ёфтани ҳалли муодилаи интегралӣ (1), оварда мешавад, ба омӯзиши муодилаи интегралӣ якченакаӣ намуди Волтерра бо хати суперсингулярӣ, бо истифода аз тадқиқотҳои боло, ҳалли муодилаи (20) – ро меёбем.

$$\varphi_1(x, y) = Z(x, y) - \lambda \int_0^y \Gamma_2(x, y, s) Z(x, s) ds, \quad (22)$$

дар ин ҷо

$$\begin{aligned}
 Z(x, y) = \exp[B(0)\omega_\beta(y) - W_b^\beta(y)] c_1(x) + F^2(x, y) - \int_0^y \exp[B(0)(\omega_\beta(y) - \omega_\beta(s)) \\
 + W_b^\beta(s) - W_b^\beta(y)] F^2(x, s) B(s) s^{-\beta} ds, \quad c_1(x) - \text{функсияи ихтиёрии } \Gamma_0.
 \end{aligned}$$

Ба ҳамин тариқ ҳалли муодилаи интегралӣ якченакаӣ (20) – ро дар синфи функцияҳои мекобем, ки $\varphi_1(0, y) = 0$ шавад, аз ҳамин сабаб дар баробарии (22) талаб мекунем, ки $c_1(0) = 0$ бо рафтори асимптотикии (21).

Ҳалли намуди (22) дар ҳолате ҷой дорад, ки функцияи $f(x, y) \in C(\bar{D})$, $f(0, 0) = 0$, бо рафтори асимптотикии (11).

Дар тасвири интегралӣ (20) ба ҷои қимати функцияи $Z(x, y)$ қимати онро гузошта, баъд аз як чанд тағйирот ҳосил мекунем:

$$\begin{aligned}
 \varphi_1(x, y) = \exp[B(0)\omega_\beta(y) - W_b^\beta(y)] c_1(x) - c_1(x) * \\
 * \int_0^y \Gamma_2(x, y, s) [B(0)\omega_\beta(s) - W_b^\beta(s)] ds + f(x, y) + F^3(x, y) - \\
 - \int_0^y e^{[B(0)(\omega_\beta(y) - \omega_\beta(s)) + W_b^\beta(s) - W_b^\beta(y)]} B(s) s^{-\beta} f(x, s) ds - \\
 - \int_0^y \exp[B(0)(\omega_\beta(y) - \omega_\beta(s)) + W_b^\beta(s) - W_b^\beta(y)] B(s) s^{-\beta} F^3(x, s) ds \\
 - \int_0^y \Gamma_2(x, y, s) f(x, s) ds - \int_0^y \Gamma_2(x, y, s) F^3(x, s) ds + \int_0^y B(s_1) s_1^{-\beta} * \\
 * e^{W_b^\beta(s_1) - B(0)\omega_\beta(s_1)} f(x, s_1) ds_1 \int_{s_1}^y \exp(B(0)\omega_\beta(s) - W_b^\beta(s)) \Gamma_2(x, y, s) ds + \\
 + \int_0^y \exp(W_b^\beta(s_1) - B(0)\omega_\beta(s_1)) B(s_1) s_1^{-\beta} F^3(x, s_1) ds_1 * \\
 * \int_{s_1}^y \exp(B(0)\omega_\beta(s) - W_b^\beta(s)) \Gamma_2(x, y, s) ds \equiv T_1^{B(0), \beta}[c_1(x), f(x, y)]. \quad (23)
 \end{aligned}$$

Қимати ёфташудаи функсияи $\varphi_1(x, y)$ – ро аз баробарии (23) ба баробарии (19) гузошта, қимати функсияи $\varphi_2(x, y)$ – ро меёбем:

$$\begin{aligned}\varphi_2(x, y) &= Y(x, y) - \lambda \int_0^x \Gamma_2(x, y, s) Y(x, y) ds - T_1^{B(0), \beta}[c_1(x), f(x, y)] \equiv \\ &\equiv T_2^{B(0), \beta}[c_1(x), f(x, y)].\end{aligned}\quad (24)$$

Тасвири интегралҳои (23) ва (24) наздикшавандаанд, агар функсияи $f(x, y) \in C(\bar{D})$, $f(0, 0) = 0$ шавад ва рафтори он аз рӯи формулаи асимптотикии (11) муайян карда шавад.

Дар асоси муҳокимарониҳои болои ба ҳуллосае омадем, ки Ҳалли муодилаи интегралӣ (1) Ҳангоми $B(0) < 0$ бо ёрии формулаи зерин дода мешавад:

$$\varphi(x, y) = \begin{cases} T_1^{B(0), \beta}[c_1(x), f(x, y)], & \text{ҳангоми } (x, y) \in D_0^+ \\ T_2^{B(0), \beta}[c_1(x), f(x, y)], & \text{ҳангоми } (x, y) \in D_0^- \end{cases} \quad (25)$$

Ба ҳамин тариқ муҳокимаронии зерин ҷой дорад:

Теорема 1. Бигуздор дар муодилаи ғайри моделии интегралӣ (1), $\alpha = \text{const} > 1$, $\beta = \text{const} > 1$, $B(0) < 0$, фарқияти функсияҳои намуди $K_2(x, y, s) - K_2(0, 0, s)$ дар атрофи хати $(x, y) = (0, 0)$ ба сифр майл кунад, бо рафтори асимптотикии (15). Бағайр аз ин фарз мекунем, ки $f(x, y) \in C(\bar{D})$, $f(0, 0) = 0$, бо рафтори асимптотикии (11). Онгоҳ муодилаи интегралӣ (1) дар синфи $C(\bar{D})$, дар ибтидои системаи координатӣ ба сифр майл карда, дорои ҳал мебошад ва ҳалли умумии ёфташуда, як функсияи ихтиёро дар бар мегирад ва бо ёрии (25), (24), (23), дода мешавад, ки дар ин ҷо $c_1(x)$ – функсияи ихтиёрии нуқтаи Γ_0 мебошад, инчунин $c_1(0) = 0$ бо рафтори асимптотикии (21).

Қайд кардан ба маврид аст, ки ҳангоми иҷро шудани шартҳои теоремаи 1. ҳалли намуди (25) дорои хосияти зерин мебошад:

$$[\exp(-B(0)\omega_\beta(y)) \varphi(x, y)]_{y=0} = [T_1^{B(0), \beta}[c_1(x), f(x, y)]]_{y=0} = c_1(x). \quad (26)$$

Пас, хосияти (26) ба мо имконият медиҳад, ки барои муодилаи (1) гузориши масъалаи канории зеринро дида бароем:

Масъалаи R1. Талаб карда мешавад, ки ҳалли муодилаи интегралӣ (1) аз синфи функсияи $C(\bar{D})$, ҳангоми $B(0) < 0$ ёфта шавад, аз рӯи шартҳои канории зерин:

$$[\exp(-B(0)\omega_\beta(y)) \varphi(x, y)]_{y=0} = A^\alpha(x), \quad (27)$$

дар ин ҷо $A^\alpha(x)$ – функсияи додашудаи нуқтаи Γ_0 .

Ҳалли масъалаи R1. Бигуздор шартҳои теоремаи 1. иҷро шаванд.

Бо истифода аз хосияти (26) ва шартҳои масъалаи канории R1, аз тасвири интегралӣ (23) ҳосил мекунем:

$$[\exp(-B(0)\omega_\beta(y)) \varphi(x, y)]_{y=0} = c_1(x) - \int_0^x \frac{K_1(x, 0, t)}{|t|^\alpha} c_1(t) dt \equiv \tau^\alpha(x),$$

дар ин ҷо

$$\tau^\alpha(x) = A^\alpha(x) - [\exp(-B(0)\omega_\beta(y)) f(x, y)]_{y=0} - \int_0^x \left[\frac{K_1(x, y, t)}{|t|^\alpha} (f(t, y) + f(-t, y)) \exp(-B(0)\omega_\beta(y)) \right]_{y=0} dt.$$

Ба ҳаимн тариқ, барои ёфтани функсияи ихтиёрии $c_1(x)$ муодилаи интегралӣ якченакаи зеринро ҳосил мекунем:

$$c_1(x) - \int_0^x \frac{K_1(x, 0, t)}{|t|^\alpha} c_1(t) dt = \tau^\alpha(x). \quad (28)$$

Бо назардошти натиҷаҳои ҳосилшудаи боло ҳалли муодилаи интегралӣ якченакаи (28) бо ёрии формулаи зерин дода мешавад:

$$\begin{aligned}c_1(x) &= \theta^\alpha(x) - \lambda \int_0^x \Gamma_1(t, s) \theta^\alpha(t) dt, \\ \theta^\alpha(x) - \lambda \int_0^x \Gamma_1(t, s) \theta^\alpha(t) dt &= T^\alpha(c_2, \tau^\alpha(x)),\end{aligned}\quad (29)$$

дар ин ҷо

$$\theta^{\alpha}(x) = \exp(A_1(0)\omega_{\alpha}(x) - W_a^{\alpha}(x))c_2 + \tau^{\alpha}(x) - \int_0^x \exp[A_1(0)(\omega_{\alpha}(x) - \omega_{\alpha}(t)) + W_a^{\alpha}(t) - W_a^{\alpha}(x)] \frac{A_1(t)}{|t|^{\alpha}} \tau^{\alpha}(t) dt,$$

c_2 – доимии ихтиёрӣст, $A_1(x) = -A(x)$.

Қимати функсияи номаълуми $c_1(x)$ бо ёрии формулаи зерин дода мешавад:

$c_1(x) = T^{\alpha}(c_2, \tau^{\alpha}(x))$. Қимати ёфташудаи функсияи $c_1(x)$ – ро ба ҳалли умумии (25) гузошта, ҳалли масъалаи R_1 – ро ҳосил мекунем:

$$\varphi(x, y) = \begin{cases} T_1^{B(0), \beta}[T^{\alpha}(c_2, \tau^{\alpha}(x)), f(x, y)], \text{ ҳангоми } (x, y) \in D_0^{+} \\ T_2^{B(0), \beta}[T^{\alpha}(c_2, \tau^{\alpha}(x)), f(x, y)], \text{ ҳангоми } (x, y) \in D_0^{-} \end{cases}. \quad (30)$$

Теоремаи 1. Бигузур дар муодилаи ғайри моделии симметрии интегралӣ (1) функсияи $f(x, y)$ шартҳои теоремаи 1 – ро қаноат кунонад, ҳудуди зерин мавҷуд бошад,

$$\lim_{y \rightarrow 0} [\exp(-B(0)\omega_{\beta}(y)) f(x, y)] = f_1(x).$$

Ғайр аз ин, бигузур фарқияти $K_1(x, s) - K_1(0, s)$ дар атрофи хати $x=0$ шартҳои зеринро қаноат кунонад:

$$|K_1(x, s) - K_1(0, s)| \leq o[|t|^{\gamma_5}], \quad \gamma_5 > \alpha - 1.$$

Онгоҳ масъалаи R_1 дорои ҳал буда, бо ёрии формулаи (30) дода мешавад.

Хулоса

Усулҳои дар боло тадқиқшуда ва натиҷаҳои ҳосилшударо ба инобат гирифта, гуфтан мумкин аст, ки барои минбаъд вусъатдиҳии назарияи муодилаҳои интегралӣ ғайри моделии дученака ва бисёрченакаи симметрии намуди Волтерра бо хатҳои сингулярӣ ва суперсингулярӣ, инчунин барои дигар масъалаҳои гуногуни амалӣ истифода бурдан мумкин аст. Бо дида баромадани муодилаи ғайри моделии интегралӣ симметрии намуди Волтерра – чинси дуюм бо ҳудудҳои тағйирёбандаи симметрӣ, ба мисол ва масъалаҳои фазогии нисбат ба тир симметрии назарияи эластикӣ оварда мерасонад.

Муқаррир: Хушвахтзода М. – н.и.ф.-м., муовини декан оид ба илми факултети механикаю математикаи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон.

Адабиёт

1. Зарипов С.Б. Интегральные уравнения симметричного бинарного типа Вольтерра со специальными внутренними и граничными линиями порядка / С.Б.Зарипов // Политехнический Вестник – Душанбе, 2020. - №1(49). с.7-9.
2. Зарипов С.Б. Краевые задач для двумерного интегрального уравнения с сверх - сингулярной линией, симметричное относительно переменного X // Материалы Международной научно-практической конференции “ Эпистемологические основания современного образования: актуальные вопросы продвижения фундаментального знания в учебный процесс”. Воронежский государственный университет. Борисоглебск -2020г., с.358-361.
3. Раджабов Н., Зарипов С.Б. Двухмерные симметричные интегральные уравнения типа вольтерра с сингулярными и сверхсингулярными линиями LAPLAMBERT Academic Publishing, GERMANY, 2019г.- с.112.
4. Зарипов С.Б. Двухмерные симметричные интегральные уравнения типа вольтерра с сингулярными и сверхсингулярными линиями /С.Б. Зарипов, Н.Р. Раджабов // Germany; LAP LAMBERT Academic Publishing; 2019.- с.112.
5. Зарипов С.Б. Немодельные двумерные симметричные интегральные уравнения Вольтерровского типа с сингулярной линией в частных случаях / Раджабов Н., С.Б.Зарипов // Материалы международной научной конференции «Дифференциальные уравнения и смешные проблемы». посвященной «110-летию основателя самарской математической школы профессора С.П. Пулькина и 90-летию профессора В.Ф. Волкодавова». – Самара. – 2017г. - с. 83-85.
6. Зарипов С.Б. К теории одного класса двумерного интегрального уравнения типа Вольтерра с сверхсингулярной линией симметричных относительно одной из переменных / С.Б.Зарипов, Раджабов Н.Р. // Известия академии наук Республики Таджикистан, – Душанбе, 2020. - №1(178). с.37-43.
7. Зарипов С.Б. К теории трехмерного симметричного интегрального уравнения типа вольтерра с сингулярной областью/ С.Б.Зарипов //Материалы II Международной научно-практической конференции.

“Актуальные вопросы продвижения фундаментального знания в учебный процесс”. Эпистемологические основания современного образования. Борисоглебского филиала ФГБОУ ВО «ВГУ» 15-16 октября 2021 г. – с. 515-521.

8. Зарипов С.Б. Трехмерного симметричного интегрального уравнения типа вольтерра с сингулярной областей/ С.Б.Зарипов // Материалы V Международной научно-практической конференции “ Актуальные проблемы науки и образования в современном вузе” Республика Башкортостан, г. Стерлитамак, Россия.16–18 сентября 2021 г. – с. 69-75.

9. Зарипов С.Б. Интегральные уравнения симметричного бинарного типа Вольтерра со специальными внутренними и граничными линиями порядка / С.Б.Зарипов // Политехнический Вестник – Душанбе, 2020. - №1(49). с.7-9.

10. Radjabov N. Volterra type integral equation with boundary and interior fixed singularity and super - singularity kernels and their application / N.R. Radjabov //Germany; LAP LAMBERT Academic Publishing; 2011. - 282p.

11. Зарипов С.Б. Муодилаҳои интегралҳои дученака ва сеченакаи симметрии намуди волтерра бо хатҳо ва соҳаҳои сингулярӣ ва суперсингулярӣ / С.Б. Зарипов // Монография - Душанбе: ДТТ ба номи. акад. М.С. Осимӣ, протоколи №5 аз 05.05.с.2021, 2021с.- с.131.

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

TJ	RU	EN
Зарипов Сухроб Бобокулович	Зарипов Сухроб Бобокулович	Zaripov Suhrob Boboqulovich
Номзади илмҳои физикаю математика, и.в.дотсент	Кандидат физико-математических и.о. доцент	Candidate of Physics and Mathematics, Acting Associate Professor
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, кафедраи математикаи олӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими, кафедра высшей математики	Tajik Technical University named after academician M.S.Osimi, Department Higher Mathematics
E-mail: zaripov_s89@mail.ru		

УДК 581:53

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ СОРТА "НАВРУЗ"**М.И. Солихова¹, И.А. Курзина¹, Т.А. Ходжазода², А.Т. Ходжаев¹**¹Национальный Исследовательский Томский государственный университет, Россия, г. Томск²Таджикский национальный университет, Таджикистан, г. Душанбе

В данной статье представлена обработка семян пшеницы СВЧ в течение 5, 20, 40 и 60 секунд с малой, средней и большой мощностями. Эксперимент был проведен в лабораторных условиях. Семена помещались в термостат при температуре 20°C. Облучение растений сверхвысокочастотным излучением воздействует на стимуляцию роста, энергию прорастания, всхожесть и, как следствие, на качество семян. Рассмотрены параметры влияния СВЧ на энергию прорастания и всхожесть пшеницы. Результаты исследований показали, что обработка малыми дозами СВЧ влияет на скорость прорастания и приводит к улучшению всхожести семян, а большая доза оказывает негативный эффект. Доказано, что обработка семян пшеницы с помощью СВЧ при малой дозе ведет к увеличению энергии прорастания и всхожести. Оценивание энергии прорастания и жизнеспособности семян выполнялось по тесту лабораторной энергии прорастания и всхожести.

Исследования сорта пшеницы "Навруз" позволяют предположить, что стимуляция электромагнитным излучением может положительно влиять на морфологические характеристики растений. Целью проводимого исследования является изучение действия микроволнового излучения на энергию прорастания, общую всхожесть и морфологические свойства семян пшеницы в лаборатории в зависимости от времени обработки и мощности.

Ключевые слова: СВЧ-излучение, пшеница, семена, энергия прорастания, всхожесть.**ТАДҶИҚОТИ ЛАБОРАТОРИ ОИД БА ТАЪСИРИ НУРДИҶИИ БАЛАНДШИДДАТ БА ПАРАМЕТРҶОИ МОРФОЛОГИИ ТУХМИ ГАНДУМИ НАВЪИ "НАВРУЗ"****М.И. Солихова, И.А. Курзина, Т.А. Ходжазода, А.Т. Ходжаев**

Дар ин мақола коркарди тухми гандуми нурдиҷии баландшиддат дар давомии 5, 20, 40 ва 60 сония бо қувваи хурд, миёна ва калон пешниҳод карда мешавад. Озмоиш дар шароити лаборатория гузаронида шуд. Тухмиҳо дар термостат дар ҳарорати 20°C ҷойгир карда шуданд. Равшани растаниҳо бо нурдиҷии баландшиддат ба ҳавасмандкунии афзоиш, энергияи афзоиш, ва дар натиҷа ба сифати тухмҳо таъсир мерасонад. Параметрҳои нурдиҷии баландшиддат ба энергияи нашъунамо ва нашъунамои гандум баррасӣ карда мешаванд. Натиҷаҳои таҳқиқот нишон доданд, ки коркарди вояи хурди ба нурдиҷии баландшиддат суръати нашъунамо таъсир мерасонад ва ба бехтар шудани нашъунамои тухмӣ оварда мерасонад ва вояи калон таъсири манфӣ мерасонад. Коркарди тухми гандум бо микдори кам исбот шудааст, ки ба афзоиши энергияи нашъунамо ва нашъунамо оварда мерасонад. Арзёбии энергияи нашъунамо ва қобилияти тухмӣ аз санҷиши энергияи лаборатории нашъунамо ва нашъунамо гузаронида шуд. Натиҷаҳои дар ҷараёни тадқиқоти таҷрибавӣ дар навъи гандуми "Наврӯз" ба даст овардашуда имкон медиҳанд, ки эҳтимолияти истифодаи микдори ҳавасмандкунандаи радиатсияи электромагнитро барои ҷаҳол кардани раванҷҳои морфологӣ пешбинӣ кунанд. Мақсади тадқиқоти гузаронидашуда омӯзиши таъсири радиатсияи микроволновка ба энергияи сабзиш, нашъунамои умумӣ ва ҳосиятҳои морфологӣ тухмҳо мебошад гандум дар лаборатория вобаста ба вақти коркард ва қудрат.

Калимаҳои калидӣ: нурдиҷии баландшиддат, гандум, тухм, энергияи афзоиш, афзоиш.**LABORATORY STUDY OF THE EFFECTS OF ULTRAHIGH FREQUENCY RADIATION ON THE MORPHOLOGICAL PARAMETERS OF WHEAT SEEDS OF THE "NAVRUZ" VARIETY****M.I. Salikhova, I.A. Kurzina, T.A. Khojazoda, A.T. Khojaev**

This article presents microwave wheat seed treatment for 5, 20, 40 and 60 seconds with low, medium and high power. The experiment was conducted in a laboratory setting. The seeds were placed in a thermostat at 20 °C. Irradiation of plants with ultrahigh frequency radiation affects growth stimulation, germination energy, germination and, as a result, seed quality. The parameters of the microwave effect on germination energy and wheat germination are considered. The research results have shown that treatment with small doses of microwave affects the germination rate and leads to an improvement in seed germination, while a large dose has a negative effect. It has been proven that microwave treatment of wheat seeds at a low dose leads to an increase in germination energy and germination. The assessment of germination energy and seed viability was performed using the laboratory germination and germination energy test. The results obtained during experimental studies on the «Navruz» wheat variety suggest the possibility of using stimulating doses of electromagnetic radiation to activate morphological processes. The purpose of the study is to study the effect of microwave radiation on germination energy, total germination and morphological properties of wheat seeds in the laboratory, depending on the processing time and power.

Keywords: Microwave radiation, wheat, seeds, germination energy, germination.**Введение**

В рамках данного исследования было установлено, что применение микроволнового излучения стимулирует более быстрое развитие и рост ростков, а также повышает процент всхожести зерна. Эффект воздействия микроволн эффективно применяется для интенсификации процесса прорастания семян. Традиционное ведение сельского хозяйства, с применением удобрений и агрохимикатов, хоть и несёт потенциальный вред окружающей среде, дополняется физическими методами, например, использованием лазеров или излучение. Физические методы обработки считаются одними из наиболее безопасных требуемых для улучшения прорастания семян и стимуляции роста растений, благодаря их щадящему воздействию на природу. Физические воздействия могут быть использованы для положительного влияния на растения, не оказывая негативного воздействия на экологию.

Среди физических факторов, применяемых в настоящее время для обработки семян, выделяют электромагнитные волны, включая ультрафиолетовое и микроволновое излучение, ультразвук, лазеры и ионизирующее излучение. Микроволны (МВ) представляют собой неионизирующее электромагнитное излучение в диапазоне высоких частот от 300 мГц до 300 ГГц с длиной волны от 1 м до 1 мм. Они поглощаются на молекулярном уровне, вызывая вибрационную энергию или тепло, а также оказывая биологическое воздействие. Согласно исследованиям, микроволны способны оказывать долгосрочное воздействие на здоровье. Из-за отсутствия четкого понимания механизма воздействия микроволновых радиочастот на биологические системы, выявление и оценка биологических эффектов микроволн представляли собой сложную и противоречивую задачу. В биофизике и инженерных науках распространено мнение, что микроволновые поля не способны вызывать биологические эффекты, кроме тех, которые обусловлены нагревом [1].

Обработка семян — это биологические, физические и химические агенты и методы, применяемые к семенам для обеспечения защиты и улучшения создания здоровых культур. Преимущества обработки семян — это повышенная всхожесть, равномерное появление всходов, защита семян или рассады от ранних болезней и насекомых-вредителей, улучшение всхожести и роста урожая. Антропогенные изменения почвы, воды и атмосферы из-за использования различных химических добавок для повышения продуктивности растений привели к поиску альтернативных путей. Безопасные методы повышения урожайности включают разумное использование химикатов и замену некоторых из них соответствующими физическими обработками, а именно: клетки подвергаются воздействию различных видов энергии благодаря физическим факторам, таким как магнитные поля, гамма-излучение, электрические поля, лазерное излучение, ультразвук и СВЧ. Это своего рода энергетическая обработка, которая стимулирует ферменты и другие биохимические реакции, способствующие скорейшему прорастанию семян. Привнесенная энергия поглощается клетками в различных молекулах. Поглощенная энергия может быть преобразована в другой вид энергии (скорее всего, химический) и затем использована для ускорения метаболизма семян. В последнее время использование физических методов для стимуляции роста растений становится все более популярным в связи с их меньшим вредным воздействием на окружающую среду. В данной статье рассмотрены различные виды энергетической обработки, а именно магнитное поле, гамма-облучение, электрическое поле, лазерное облучение, звуковая энергия, целебная энергия, световая и тепловая энергия для прорастания, урожайность семян и качество сельскохозяйственных и плодовоовощных культур. Физические методы обработки семян — это инновационная область исследований, которая повышает урожайность сельскохозяйственных культур. Несмотря на то, что растения реагируют на физическую обработку, она еще не была в полной мере использована в промышленных масштабах. В течение последних двух десятилетий были предприняты значительные усилия для повышения урожайности за счет предпосевных обработок.

Тепловая обработка — это альтернативные физические методы в место химических, позволяющие уменьшить количество грибов, переносимых семенами, и, следовательно, увеличить процент всхожести семян. Явное влияние высокой температуры на образование пыльцы и прорастание пыльцевых зерен будет иметь большое значение для процесса внесения удобрений и завязывания плодов на чувствительных к погодным условиям культурах в будущем. Экологические изменения имеют важные последствия, как положительные, так и отрицательные, для будущей урожайности и производства сельскохозяйственных культур. Несмотря на то, что сообщалось об улучшении урожайности благодаря применению этой технологии в нескольких культурах, физические и биохимические механизмы, с помощью которых электрический стимул влияет на урожайность, еще предстоит четко понять. Кроме того, существует необходимость в разработке простого и экономически эффективного устройства, позволяющего популяризировать технологию для эффективного использования [2].

В современной жизни электромагнитные поля, возникающие из-за электромагнитного излучения, становятся все более распространенными, оказывая как негативное, так и положительное влияние. Физические факторы вызвали большой интерес у исследователей из разных областей, включая аграрную науку.

Однако наше понимание влияния физических факторов на экофизиологические показатели растений в неоптимальных условиях ограничено. Несмотря на это, есть признаки того, что физические факторы могут повысить урожайность сельскохозяйственных культур за счет повышения всхожести семян, питания растений, точного земледелия, эффективности водопользования, гидропроводности корней, поглощения воды растениями, антиоксидантной защиты, борьбы с вредителями, передачи сигналов о стрессе и гормональных воздействий. В этом обзоре освещается практическое применение физических воздействий для увеличения производства растительной биомассы путем выяснения основных механизмов, участвующих в прорастании семян, росте растений, водном балансе, потоке ионов, фотосинтезе и антиоксидантной защите.

Согласно литературе перспективы использования физических факторов в устойчивом сельском хозяйстве и их потенциал для снижения традиционной нагрузки на сельское хозяйство, связанной с

проблемами продовольственной безопасности. Мир сталкивается с серьезными проблемами, происходящему экологическими условиями, связанно с глобальными изменениями климата. На фоне роста численности населения и увеличения спроса на продовольствие, воду, жилье и энергию эти проблемы приобретают еще более сложный и многогранный характер. Надежное обеспечение поставок продовольствия и энергии становится ключевым условием экономического развития и устойчивого роста. Глобальная угроза продовольственной безопасности особенно остро проявляется в странах с быстрым приростом населения и тяжелыми климатическими условиями, включая экстремальные температуры и низкое количество осадков, ограничивающих сельскохозяйственное производство. Помимо этого, нехватка невозобновляемых ресурсов, таких как пресная вода, а также низкое плодородие почв для сельского хозяйства являются основными причинными факторами ухудшения продовольственной ситуации. Изменение климата еще больше усугубляет продовольственную безопасность, сокращая продолжительность вегетационного периода. Поэтому сельскохозяйственный сектор должен адаптировать и внедрять безопасные технологии, такие как электромагнитные поля, для эффективного увеличения производства продуктов питания. Неправильное управление поставками продовольствия приводит к нехватке продовольствия и рискам отходов.

Множество научных исследований было посвящено изучению влияния электромагнитного излучения, его существенного воздействия на жизнеспособность семян, процессы прорастания и рост растений, очистку сточных вод для орошения, фотосинтез, минеральное питание, защиту от питательных веществ и борьбу с вредителями. В то время как электромагнитное излучение, особенно световое, имеет важное значение для роста растений, поскольку оно служит источником питания для фотосинтеза и влияет на рост, различия в продолжительности воздействия, длине волны или интенсивности могут выступать в качестве факторов стресса для растений, влияя на их приспособленность и выживаемость. Помимо электромагнитного излучения, различные факторы окружающей среды, такие как засуха, засоление, колебания температуры, наводнения, опыление и заражение патогенными микроорганизмами, могут прямо или косвенно вызывать стресс у растений, влияя на их рост и продуктивность.

Однако низкие дозы электромагнитного излучения предлагают новый подход к усилению роста и продуктивности растений. Важно тщательно контролировать воздействие электромагнитного излучения, чтобы оптимизировать рост сельскохозяйственных культур и свести к минимуму неблагоприятное воздействие на здоровье растений и продуктивность сельского хозяйства. Исследования показали, что контролируемые и соответствующие дозы электромагнитного излучения могут принести пользу растениеводству. Электромагнитное излучение Электромагнитное излучение состоит из синхронизированных колебаний электрического и магнитного полей, перпендикулярных друг другу и направлению распространения энергии и волн. Они распространяются в виде электромагнитных волн. Электромагнитным излучением может быть видимый свет, радиоволны, микроволны и рентгеновские лучи. Оно может перемещаться в пространстве и даже проникать сквозь твердые объекты. Электромагнитное излучение также используется во многих областях применения, таких как связь, медицинская диагностика и терапия, а также сельского хозяйство. Характерными параметрами этих волн являются частота, длина волны и энергия [3]. Микроволновая технология обладает рядом преимуществ, включая безопасность, высокую эффективность и защиту окружающей среды.

В последние десятилетия, с распространением органического земледелия, всё большее внимание уделяется различным методам физической обработки семян. Эти методы базируются главным образом на применении тепловой энергии, как в сухой форме (например, повышенные температуры, солнечное тепло), так и во влажной (например, горячая вода или аэрированный пар). Микроволны представляют собой электромагнитные волны сверхвысокой частоты, которые находят широкое применение в различных сферах жизни, включая агропромышленный комплекс, связь, медицину и металлургию. Хотя наиболее известны именно тепловые эффекты воздействия микроволн, учёные также предполагают существование нетепловых эффектов. Они могут вызывать различные молекулярные изменения и преобразования, влияющие на живые организмы. С увеличением длительности микроволновой обработки, повышение выходной мощности и частоты волн, сопровождаемое ростом температуры, как правило, отрицательно сказывается на жизнеспособности семян. Напротив, сообщалось, что правильно применяемая микроволновая обработка может значительно улучшить всхожесть семян и появление всходов [4].

В течение прошлого века активно изучалось влияние электромагнитных излучений на биологические и жизненные процессы. Научные исследования охватывали широкий спектр частот, включая микроволновые радиочастоты, которые представляют особый интерес в области электромагнитных излучений. Биологические эффекты микроволновых радиочастот и различных электромагнитных излучений вызывают все больший интерес. Микроволны – это разновидность электромагнитных волн, охватывающая диапазон частот от 300 мегагерц до 300 гигагерц, или, соответственно, длин волн от 1 метра до 1 миллиметра. Эти радиочастоты относятся к неионизирующим излучениям, воздействие которых основано на поглощении энергии молекулами [5].

Данная обработка семян обладающий прогрессирующий направление в сельском хозяйстве. Согласно данными литературы, подбор правильном параметров обработки, в том числе мощность, частота и время воздействия, можно добиться значительного улучшения характеристик семян. В большинстве случаев, микроволны могут стимулировать на прорастание, повышать энергию прорастания и улучшать устойчивость растений к некоторым болезням. Перегрев семян может привести к их повреждению и снижению всхожести. Поэтому важно использовать микроволновое оборудование с точной регулировкой мощности и системой контроля температуры. В данном опыте семена пшеницы были обработаны с малой, средней и большой мощностью

Экспериментальная часть

Эксперименты с использованием семян пшеницы были проведены в лабораторных условиях. В качестве объекта исследования были использованы семена пшеницы сорта «Навруз». В качестве оборудования использовалась микроволновка «Zarget» параметры сети составиться 230-240 В/50 Гц, а мощность 700Вт (табл.1). (В качестве оборудования большего объема обработки семян растений использовать, промышленные микроволновые установки (ПМУ) представляют собой перспективное направление в повышении эффективности предпосевной обработки семян [6].)

Таблица 1- Параметры мощности микроволновка Zarget

№	Мощности	Вт	%
1	Минимальная мощность	116 Вт	16,6
2	Разморозка	232 Вт	23,2
3	Малая мощность	348 Вт	34,8
4	Средняя мощность	464 Вт	46,4
5	Большая мощность	580 Вт	58
6	Максимальная мощность	700 Вт	100

При закладке опыта семена обрабатывали с СВЧ при малой средней и болящая мощность. Время обработки 5, 20, 40 и 60 секунд. Исследование был проведен в лаборатории Сибирского научно-исследовательского институт Процесс прорастания семян пшеницы фильтрованной бумаги, по 25 штук в каждой чашке, в трех повторностях. Для проведения эксперимента использовался термостат марки ТСО-1/80 [7]. Процесс проращивания проходил при постоянной температуре 20 °С. На третий день определялась энергия прорастания, а на седьмой — всхожесть. Также были измерены морфологические характеристики образцов: длина и масса проростков, длина и масса корней.

Результаты

Всхожесть и энергия прорастания семян являются одними из основных показателей качества семенного материала. Обработка семян пшеницы сорта «Навруз» с помощью СВЧ в течение 5, 20, 40, и 60 секунд показала различные результаты. Эксперимент проводился с целью оптимизации предпосевной подготовки семян для повышения их энергия прорастания и всхожести. В первой серии опытов по выявлению эффекта облучения на всхожесть семян пшеницы было установлено, что для пшеницы наиболее действенными оказались сочетания более низких мощностей и малая время 5 сек. чем у 20, 40 и 60 (рис.1).



Рисунок1 - Энергия прорастание вариантов

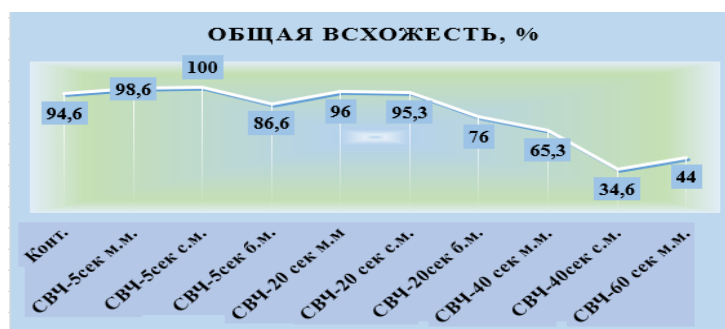


Рисунок 2 - Общая всхожесть вариантов

При воздействии СВЧ в течение 5 секунд при малой средней и болящая мощности наблюдался положительный эффект, приводящий к нормальной прорастания и всхожести семян и в другие параметры; количество корней длину и масса корней длина и масса проростки тоже положительно влияла. Этот режим, вероятно, стимулировал физиологические процессы внутри семян, способствуя их активации и дальнейшему развитию (рис.2).

Увеличение времени обработки до 20 секунд дало низкий показатель. Всхожесть была удовлетворительной, но не достигала показателей, зафиксированных при 5, секунда, однако, при увеличении времени воздействия до 40 секунд при малая и средняя мощности СВЧ-излучения наблюдался неудовлетворительный результат.

Таблица 2-Морфологический свойств пшеницы- лабораторный опыт

СВЧ 20, 40,60 секунд малая, средняя, большая мощность (м.м, с.м, м.м)								
№	Тип обработки	Энергия прорастания, %	Общ. Всхожесть, %	Количество корней	Длина корней	Длина проростка	Масса корней	Масса проростка
1	Конт.	91,2	94,6	3,7	7,1	6,1	0,5	1,24
2	СВЧ-5сек м.м.	98,6	98,6	4,5	10,1	9,1	0,9	1,49
3	СВЧ-5сек с.м.	98,6	100	4,5	9	7,7	0,6	1,15
4	СВЧ-5сек б.м.	85,3	86,6	4,4	7,8	8,8	0,6	1,08
2	СВЧ-20сек м.м	95,6	96	4,4	9,9	8,7	0,5	1,09
3	СВЧ-20сек с.м.	95,3	95,2	4,6	8,6	8,5	0,7	1,23
4	СВЧ-20сек б.м.	74,6	76	4,5	8	9,4	0,3	1,02
5	СВЧ-40сек м.м.	53,3	65,3	4,6	9,3	8,9	0,3	0,8
6	СВЧ-40сек с.м.	32	34,6	4,1	6	8,3	0,3	6
7	СВЧ-60сек м.м.	36	44	5	8,1	9,4	0,3	1,9

Согласно результатам, увеличение времени воздействия привело к незначительному перегреву семян, что слегка замедлило их развитие. Обработка семян в течение 40 секунд, болящая 60 секунд малая средняя и большая мощность при высокой мощности привела к отрицательным результатам. Большинство семян не взошли, либо продемонстрировали ненормальные всходы, либо проростки оказывались слабыми и уязвимыми. В некоторых случаях наблюдалось загнивание семян. Это указывает на то, что чрезмерное длительное время воздействие СВЧ приводит к повреждению внутренних структур семян, делая их нежизнеспособными (табл.2).

Анализ рисунка 3 позволяет сделать вывод, что чем больше мы продлим время обработки чем меньше становятся результаты, с меньшим временем обработки мы подходим к истинному значению исследуемого параметра.

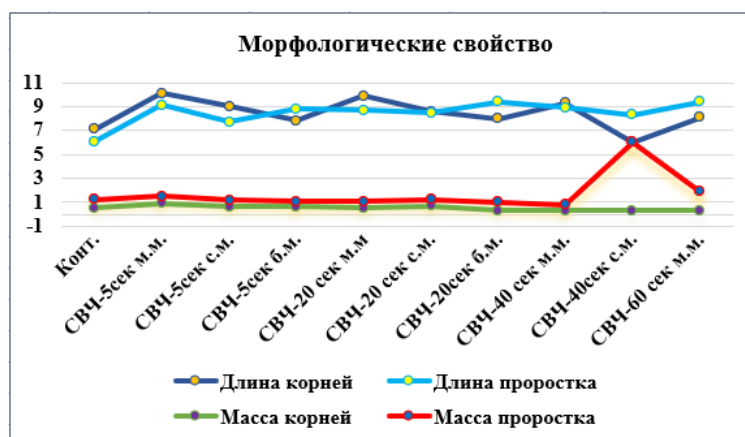


Рисунок 3 - Морфологические показатели семян пшеницы в лабораторных условиях

Заключение

Таким образом, оптимальным режимом обработки семян пшеницы сорта «Навруз» с использованием СВЧ является 5 секунд при малой, средней и большой мощности. Этот режим обеспечивает нормальную всхожесть и способствует увеличению энергии прорастания и других морфологических параметров, а обработка в течение 20 секунд показала низкий результат. В то же время обработка семян пшеницы с использованием чрезмерно высокой мощности в течение длительного времени, в том числе 40 и 60 секунд, оказывала крайне негативное воздействие на их

жизнеспособность. Наблюдалось, что семена после такой интенсивной обработки набухали, а затем загнивали. Подобное воздействие высокой мощности и продолжительности приводило к гибели зародыша, делая семена непригодными для посева. Растения, полученные из таких поврежденных семян, демонстрировали крайне слабый рост, замедленное развитие, загнивали и в конечном итоге не давали нормальных проростков. Таким образом, результаты проведенных экспериментальных исследований позволяют предположить возможность использования стимулирующего эффекта, характерного для данного сорта, при меньшем времени облучения для активации ростовых процессов.

Рецензент: Солихов Д.К. – к.ф.-м.н., профессор кафедры теоретической физики физического факультета Таджикского национального университета.

Литература

1. O.O. Fisayomi., A.A. Adeyinka., A.J. Oluwatosin., O. F. Oyindamola., S.A. Adeniyi. Effects of Low and Medium Microwave Radiation on Germination of Bean and Maize Seedlings. IJAMR.9, 2021, P.197-206.
2. P. Govindaraj., V. Masilamani., A. Albert., M. Bhaskaran. Effect of physical seed treatment on yield and quality of crops. Tamil Nadu.2016. P-621.
3. C. V. Balint., V. Surducun., E. Surducun., I.G. Oroian.Plant irradiation device in microwave field with controlled environment. Computers and Electronics in Agriculture. 121, 2016, P. 48-56.
4. D. Szopińska., H. Dorna. Effect of microwave treatment on germination and health of carrot (daucus carota l.) Seeds. Agronomy 2021, 11(12), P-2571.
5. M. Abdelghafar., Abu-Elsaoud. Effect Microwave Electromagnetic Radiofrequency on Germination and Seedling Growth Consequences of Six Wheat Triticum aestivum Cultivar. Adv. Environ. Biol., 9(24), 2015. P 270-280.
6. <https://www.ingredient.su/devices.html>
7. Солихова М.И., Ходжаев А.Т., Курзина И.А., Дайбова Е.Б., Ходжазода Т.А. Положительные эффекты гумата натрия на физические и морфологические свойства пшеницы сорта «Навруз». Вестник Томского государственного университета. Химия. 2024. № 33. С. 45-53.

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

TJ	RU	EN
Солихова Маҳина Имомалиевна	Солихова Махина Имомалиевна	Solikhova Makhina Imomaliyevna
Аспирант	Аспирант	Graduate student
Донишгоҳи Миллии Тадқиқоти Давлатии Тоҷик	Национальный Исследовательский Томский государственный университет	National Research Tomsk State University
TJ	RU	EN
Курзина Ирина Александровна	Курзина Ирина Александровна	Курзина Ирина Александровна
н.и.ф.-м., профессор	к.ф.-м.н., профессор	Candidate of Physical and Mathematical Sciences
Донишгоҳи Миллии Тадқиқоти Давлатии Тоҷик	Национальный Исследовательский Томский государственный университет	National Research Tomsk State University
TJ	RU	EN
Ходжазода Тоир Абдулло	Ходжазода Тохир Абдулло	Khojazoda Toir Abdullo
н.и.ф.-м., профессор	к.ф.-м.н., профессор	Candidate of Physical and Mathematical Sciences
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон	Таджикский национальный университет	National University of Tajikistan
TJ	RU	EN
Ходжаев Абдулло Тоирович	Ходжаев Абдулло Тоирович	Khodzhaev Abdullo Toirovich
Аспирант	Аспирант	Graduate student
Донишгоҳи Миллии Тадқиқоти Давлатии Тоҷик	Национальный Исследовательский Томский государственный университет	National Research Tomsk State University

УДК 581:53

ВЛИЯНИЕ СВЧ-ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СЕМЕНА ХЛОПЧАТНИКА СОРТА "ФЛОРА" ПРИ РАЗЛИЧНЫХ МОЩНОСТЯХ И ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛАХ В ОТКРЫТОМ ГРУНТЕ**А.Т. Ходжаев¹, И.А. Курзина¹, Т.А. Ходжазода², М.И Солихова¹**¹Национальный Исследовательский Томский государственный университет 634050, Россия, г. Томск²Таджикский национальный университет

В статье рассматриваются результаты исследования воздействия сверхвысокочастотного (СВЧ) излучения на семена хлопчатника. Оценены изменения физиологических и биохимических параметров семян после обработки различными режимами СВЧ. Анализируются эффекты на прорастание, рост и развитие проростков, а также изменения в составе углеводов и белков в тканях семян. Результаты показали, что оптимальные параметры СВЧ-обработки могут стимулировать прорастание и улучшать общий рост растений, что открывает перспективы использования СВЧ-технологий для повышения урожайности и устойчивости растений. Тем не менее, необходимо учитывать, что чрезмерное воздействие СВЧ может иметь негативные эффекты, такие как замедление роста и ухудшение здоровья проростков. Статья подчеркивает важность детального изучения доз и режимов СВЧ-воздействия для получения максимальной эффективности. Воздействие сверхвысокочастотного (СВЧ) излучения на семена хлопчатника в течение 20, 40 и 60 секунд может оказывать различное влияние на их биологические свойства и всхожесть.

Ключевые слова: семена, хлопчатник, энергия прорастания, всхожесть, морфологические свойства, влияние.**ТАЪСИРИ БАСОМАДИ БАЛАНДШИДДАТ БА ТУХМИ ПАХТАИ НАВЪИ "ФЛОРА" БО КУВВАИ ГУНОГУН ВА ФОСИЛАИ ВАҚТ ДАР ЗАМИНИ КУШОД.****А.Т. Хоҷаев, И.А. Курзина, Т.А. Хоҷазода, М.И Солихова**

Дар мақола натиҷаҳои таҳқиқи таъсири басомади баландшиддат ба тухми пахта баррасӣ карда мешаванд. Тағйироти параметрҳои физиологӣ ва биохимиявӣ тухмҳо пас аз қоркард бо режимҳои гуногуни басомади баландшиддат арзёбӣ карда шуданд. Таъсирҳо ба нашъунамо, афзоиш ва рушди навдаҳо, инчунин тағирот дар таркиби карбогидратҳо ва сафедаҳо дар бофтаҳои тухмӣ таҳлил карда мешаванд. Натиҷаҳо нишон доданд, ки параметрҳои оптималии басомади баландшиддат метавонанд сабзишро ҳавасманд кунанд ва афзоиши умумии растанӣҳоро беҳтар созанд, ки дурнамои истифодаи технологияҳои басомади баландшиддат барои баланд бардоштани ҳосилнокӣ ва устувории растанӣҳо мекушояд. Бо вучуди ин, бояд ба назар гирифт, ки таъсири аз ҳад зиёди басомади баландшиддат метавонад таъсири манфӣ дошта бошад, ба монанди сустшавии афзоиш ва бад шудани саломатии навдаҳо. Мақола аҳамияти омӯзиши муфассали микдорҳо ва режимҳои басомади баландшиддатро барои ба даст овардани самаранокии ҳадди ақсар таъкид мекунад. Таъсири басомади баландшиддат ба тухми пахта дар гули 20, 40 ва 60 сония метавонад ба ҳосиятҳои биологӣ ва нашъунамои онҳо таъсири гуногун расонад.

Калидвожаҳо: тухми, пахта, энергияи сабзиш, нашъунамо, ҳосиятҳои морфологӣ, таъсир.**THE EFFECT OF MICROWAVE EXPOSURE ON COTTON SEEDS OF THE "FLORA" VARIETY AT VARIOUS CAPACITIES AND TIME INTERVALS IN THE OPEN GROUND.****A.T. Khodjaev, I.A. Kurzina, T.A. Khojazoda, M.I. Solikhova**

The article deals with the results of the study of the impact of ultra-high frequency (UHF) radiation on cotton seeds. Changes in physiological and biochemical parameters of seeds after treatment with different microwave modes are evaluated. The effects on germination, growth and development of seedlings, as well as changes in the composition of carbohydrates and proteins in seed tissues were analyzed. The results showed that optimal microwave treatment parameters can stimulate germination and improve overall plant growth, which opens up the prospects of using microwave technology to improve plant yield and sustainability. Nevertheless, it should be taken into account that excessive exposure to microwave can have negative effects such as stunted growth and impaired seedling health. The article emphasizes the importance of detailed study of microwave exposure doses and regimes to maximize efficacy. Exposure of cotton seeds to ultra-high frequency (UHF) radiation for 20, 40 and 60 seconds can have different effects on their biological properties and germination.

Keywords: seeds, cotton, germination energy, germination, morphological properties, influence.**Введение**

Разведение хлопка – это важная отрасль мирового агропромышленного комплекса, включающая более 70 стран. Среди основных производителей отмечаются США, Китай, Индия, Пакистан и страны СНГ, в том числе Кыргызстан, Узбекистан и Таджикистан. Хлопчатник, возделываемый в тропических и субтропических зонах, занимает не малые посевные территории – примерно 32 миллионов гектаров по всему миру. Эта старинная культура считается ценным источником технического волокна и масла, а также находит обширное использование в промышленности: от производства тканей и бумаги для денег до изготовления пороха, мыла, глицерина и стеарина. Помимо этого, жмых хлопка служит важным ингредиентом кормов для животноводства. Для Таджикистана хлопчатник имеет первостепенное значение, будучи базой его сельского хозяйства. В связи с увеличением мировых цен на хлопок, являющийся стратегическим экспортным продуктом, его производство получает особую актуальность. Однако успешное выращивание хлопчатника во многом зависит от условий посева и прорастания семян. Весной, в период посева, увеличивающиеся осадки могут приводить к ухудшению механического состава почвы: она становится плотнее и покрывается коркой, что затрудняет прорастание семян.

Одной из актуальных задач современного сельского хозяйства является поиск методов ускорения прорастания семян в полевых условиях. Особенно это важно в условиях весенних дождей и неблагоприятных почвенных условий. В последние десятилетия активно исследуются возможности использования различных физических факторов для стимуляции биологических процессов у

сельскохозяйственных культур. Применение подобных методик позволяет повысить энергию прорастания и процент всходов семян. Кроме того, это положительно сказывается на росте и развитии растений после их высадки, что в конечном итоге приводит к увеличению объема собранного урожая и рентабельности сельскохозяйственного производства [1].

В период бурного развития технологий в сельском хозяйстве особо актуальны вопросы экологической безопасности. Многие исследователи считают, что наиболее экономичным, эффективным и экологически чистым способом ускорения прорастания семян является электромагнитная стимуляция. С ее помощью можно добиться желаемого результата в короткие сроки и на значительных объемах семян несмотря на то, что имеющиеся сведения по этому вопросу пока что носят противоречивый характер. Помимо стимулирующего эффекта, предпосевная обработка семян импульсным электрическим полем (ИЭП) демонстрирует сильное бактерицидное действие, как показали исследования ученых Ставропольского ГАУ. Данные результаты указывают на актуальность дальнейшей разработки и совершенствования методик и технологий ИЭП обработки семян, в том числе изучения особенностей воздействия импульсного электрического поля на посевные качества в разных слоях семян. Важным направлением остается снижение амплитуды напряжений в ИЭП, что откроет путь для создания активаторов для обработки семян с более низким энергозатратами, повышающими безопасность эксплуатации, уменьшающими габариты и повышающими мобильность для использования в полевых условиях [2].

В начале нового столетия глобальный прогресс будет тесно связан с демографическим ростом и необходимостью инновационных решений в обеспечении продовольственной безопасности. Привычные методы повышения продуктивности сельского хозяйства все чаще показывают свою несостоятельность: рост энергозатрат, обусловленный деятельностью человека, все менее эффективно сказывается на урожайности и влечет за собой экологическое неблагополучие. Очевидно, что существующие подходы не способны гарантировать требуемый подъем урожайности для удовлетворения глобальной потребности в продовольствии и ресурсах.

Развертывание более ресурсоемких методов в сельском хозяйстве становится не только затратным, но и недостаточно эффективным. В последние годы ученые акцентируют внимание на создании физиологических, биохимических и биофизических технологий, ориентированных на раскрытие генетических возможностей растений, повышение их устойчивости к неблагоприятным условиям и расширение адаптационных возможностей для стабилизации и повышения урожая.

Вместе с тем, в наступившем тысячелетии важно учитывать последствия климатических изменений, в частности, глобального потепления и связанных с ним экологических проблем, которые усиливают стрессовое воздействие на живые организмы. В сложившейся ситуации переход к принципиально новым агротехнологиям станет определяющим фактором для устойчивого наращивания объемов сельскохозяйственного производства [3,4].

Экспериментальная часть

Целью данной экспериментальной работы является изучение влияния сверхвысокочастотного (СВЧ) излучения различной длительности и мощности — 20, 40 и 60 секунд (малая, средняя и большая мощность) — на семена хлопчатника с целью определения оптимальных условий для ускорения их прорастания и повышения всхожести.

Таблица 1 – Распределение уровней мощности СВЧ-обработки (700 Вт)

№	СВЧ- Количество уровней мощности		%
	ОБЩАЯ МОЩНОСТЬ 700 Вт		
1	Минимальная мощность	116 Вт	16,6
2	Разморозка	232 Вт	23,2
3	Малая мощность	348 Вт	34,8
4	Средняя мощность	464 Вт	46,4
5	Большая мощность	580 Вт	58
6	Максимальная мощность	700 Вт	100

Использование микроволн для обработки семян сельскохозяйственных культур помогает сделать их более живучими и быстрыми в росте [5]. Микроволны нагревают воду и ткани внутри семян, что активирует их и способствует более быстрому прорастанию. Также такая обработка помогает уничтожить вредителей, споры болезней и плесень, которые могут находиться на семенах. Обработка семян микроволнами должна проводиться правильно, чтобы не повредить их. Если обработать слишком долго или неправильно, семена могут пострадать и не взойти. Поэтому важно подобрать оптимальное время и мощность воздействия. В ходе эксперимента семена делят на группы: одну не обрабатывают вовсе, а другие подвергают микроволновой обработке на разное время. После этого семена высаживают в почву или контейнеры и создают одинаковые условия для всех. Потом наблюдают за тем, сколько семян взошло, как быстро это произошло и как растут проростки.

Результаты

Полученные данные свидетельствуют о положительном воздействии микроволновой обработки на посевной материал. Зерна, подвергнутые такому воздействию, продемонстрировали более высокие показатели прорастания и всхожести по сравнению с контрольными образцами. Наиболее выраженный эффект наблюдался при использовании средней мощности микроволн, что способствовало ускоренному появлению всходов и увеличению их количества. Даже кратковременное облучение показало эффективность, способствуя росту всхожести и сокращению периода вегетации. Таким образом, применение микроволновой обработки может рассматриваться как действенный метод повышения качества семян и будущей урожайности. В связи с этим была поставлена задача проведения полевого эксперимента по обработке семян хлопчатника сорта «Флора» с использованием СВЧ-воздействия. Полученные результаты подтверждают, что микроволновая обработка является перспективным направлением для улучшения посевных свойств семян.

Таблица 2 – Результаты эксперимента до и после обработки (СВЧ)

№	СВЧ-20с, 40с, 60с.	Дата обработки	Дата посева	Закладные семена	Появление всходов после закладки семян(дни).					Всхожесть
					5	6	7	8	9	
					СВЧ-20с					
1	контрольный	27.03.2023	09.04.2023	300	12	40	64	69	73	258
2	Мал. мощ.			300	14	43	67	71	82	277
3	контрольный			300	9	39	67	72	81	268
4	Ср. мощ.			300	11	38	71	73	79	272
5	контрольный			300	11	38	59	73	78	259
6	Бол. мощ.			300	16	40	68	75	80	279
					СВЧ-40с					
1	контрольный	27.03.2023	09.04.2023	300	10	39	61	69	82	263
2	Мал. мощ.			300	18	40	68	78	87	291
3	контрольный			300	8	43	63	72	70	256
4	Ср. мощ.			300	26	45	69	72	84	296
5	контрольный			300	12	37	65	71	83	268
6	Бол. мощ.			300	19	39	65	73	86	282
					СВЧ-60с					
1	контрольный	27.03.2023	09.04.2023	300	10	42	63	71	75	261
2	Мал. мощ.			300	15	53	59	69	81	277
3	контрольный			300	9	51	61	68	84	273
4	Ср. мощ.			300	19	49	62	71	83	284
5	контрольный			300	8	41	65	81	83	278
6	Бол. мощ.			300	13	51	63	68	79	274

Как видно из данных таблицы 2, в контрольных образцах, не подвергавшихся воздействию микроволн, количество проросших семян варьировалось в пределах от 256 до 268 штук, составляя в среднем около 262. При обработке семян низкой мощностью также наблюдались положительные результаты: число проросших семян достигало 291. Однако наибольший эффект был зафиксирован при использовании средней мощности, где количество проросших семян достигало 296. Кратковременное воздействие микроволн (около 40 секунд) в большинстве случаев способствовало увеличению числа проросших семян по сравнению с контролем. Особенно выраженный результат был получен при применении средней мощности, что обеспечивало максимальные показатели всхожести.

Полевые наблюдения показали, что наиболее эффективным режимом является воздействие микроволн средней мощности продолжительностью около 40 секунд. Данный метод не только способствует увеличению числа всходов, но и ускоряет их появление. Даже при снижении мощности

обработки наблюдалось улучшение показателей, что, вероятно, связано с оптимальным уровнем поступающей энергии и тепла. Вместе с тем, небольшие различия в результатах указывают на необходимость дальнейших исследований для точного определения оптимальных параметров микроволнового воздействия.

Для повышения достоверности выводов в будущих экспериментах целесообразно использовать большее количество образцов. Кроме того, требуется изучить влияние дополнительных факторов — интенсивности воздействия, частоты микроволн и других параметров обработки. Не менее важно оценить, каким образом микроволновая обработка отражается на физиологических свойствах семян и конечной урожайности растений.

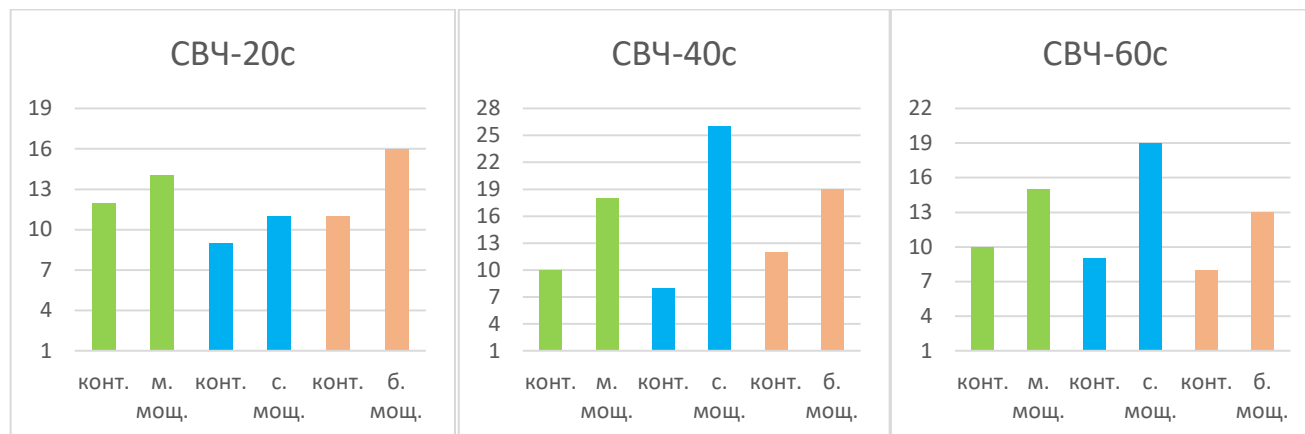


Рисунок 1– Процесс появления первых всходов у семян хлопчатника сорта «Флора» после СВЧ-обработки и в контрольной группе

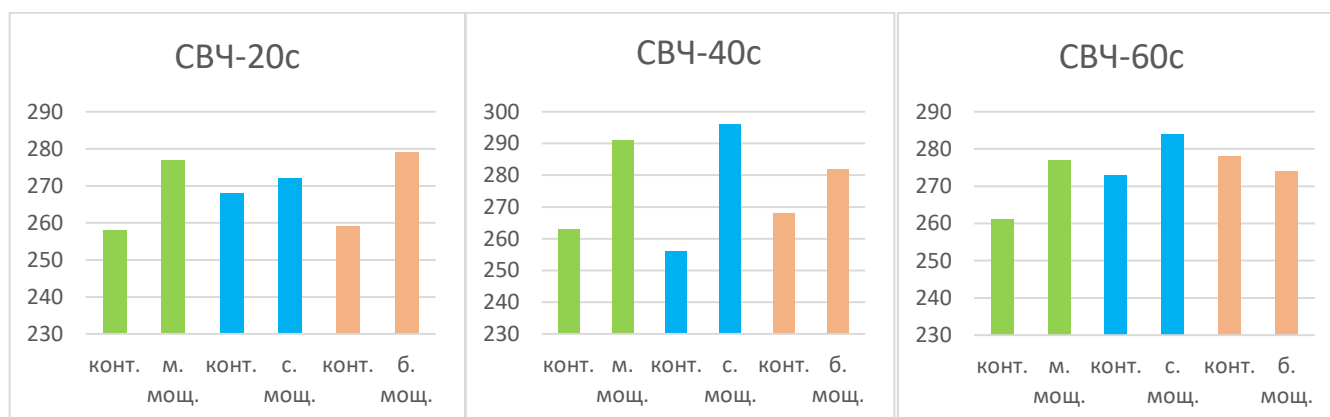


Рисунок 2 – Общая всхожесть семян хлопчатника сорта «Флора»: данные по контрольным образцам и образцам, подвергнутым СВЧ-обработке

Закключение

Результаты проведённых исследований свидетельствуют о том, что микроволновая обработка семян оказывает выраженное положительное влияние на их посевные качества. Наибольший эффект был достигнут при воздействии средней мощности в течение около 40 секунд, что обеспечивало ускоренное появление всходов и максимальное количество проросших семян. Даже при пониженной мощности наблюдалось улучшение показателей по сравнению с контролем, что указывает на высокую чувствительность семян к данному виду обработки.

Полевые эксперименты подтвердили, что применение микроволновой обработки может рассматриваться как перспективный метод повышения всхожести, сокращения сроков начального вегетационного периода и улучшения агрономических характеристик семян. Однако для уточнения оптимальных параметров воздействия требуется проведение дополнительных исследований с расширенным числом образцов, а также анализ влияния таких факторов, как мощность, длительность и частота микроволн. В дальнейшем важно оценить не только динамику прорастания, но и влияние обработки на физиологические особенности растений и их конечную урожайность.

Литература

1. Ходжазода Т.А., Курзина И.А., Кудряшов С.В., Рябов А.Ю., Лыткина Д.Н., Солихова М.И., Ходжаев А.Т. Влияние барьерного разряда на энергию прорастания и всхожесть семян хлопчатника // Вестник Томского государственного университета. Химия. 2022. № 28. С. 65–75.
2. Использование физических факторов в сельском хозяйстве / Е.И. Рубцова, Ю.А. Безгина, В.Н. Авдеева, И.А. Боголюбова, М.А. Афанасьев, Е.Н. Голубницкая // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т.29. №9. С. 84-86.
3. Гордеев Юрий Анатольевич. Методологические и агробиологические основы предпосевной биоактивации семян сельскохозяйственных культур потоком низкотемпературной плазмы. Автореферат. 2012. С. 3
4. Солихова М.И., Ходжаев А.Т., Курзина И.А., Дайбова Е.Б., Ходжазода Т.А. Положительные эффекты гумата натрия на физические и морфологические свойства пшеницы сорта «Наврз» // Вестник Томского государственного университета. 2024. № 33. С. 45-53
5. Ходжаев А.Т., Солихова М.И., Курзина И.А., Дайбова Е.Б., Ходжазода Т.А. Действие барьерного разряда при атмосферном давлении на физические и морфологические свойства сорта пшеницы «Наврз» // Вестник Томского государственного университета. 2024. № 33. С. 54-62.

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

TJ	RU	EN
Ходжаев Абдулло Тоирович	Ходжаев Абдулло Тоирович	Khodzhaev Abdullo Toirovich
Аспирант	Аспирант	Graduate student
Донишгоҳи Миллии Тадқиқотии Давлатии Томск	Национальный Исследовательский Томский государственный университет	National Research Tomsk State University
E-mail: Abdullo1997asa@gmail.com		
TJ	RU	EN
Курзина Ирина Александровна	Курзина Ирина Александровна	Курзина Ирина Александровна
н.и.ф.-м., профессор	к.ф.-м.н., профессор	Dr. Phys.-Math. Sciences
Донишгоҳи Миллии Тадқиқотии Давлатии Томск	Национальный Исследовательский Томский государственный университет	National Research Tomsk State University
E-mail: kurzina99@mail.ru		
TJ	RU	EN
Ходжазода Тоир Абдулло	Ходжазода Тоҳир Абдулло	Khojazoda Toir Abdullo
н.и.ф.-м., профессор	к.ф.-м.н., профессор	Candidate of Physical and Mathematical Sciences
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон	Таджикский национальный университет	National University of Tajikistan
E-mail: toir.khodzhaev.62@mail.ru		
TJ	RU	EN
Солихова Маҳина Имомалиевна	Солихова Махина Имомалиевна	Solikhova Makhina Imomalievna
Аспирант	Аспирант	Graduate student
E-mail: solihovamahina@gmail.com		

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

УДК 621.311

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РЕВЕРСИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕКТРИЧЕСКИМИ МАШИНАМИ НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

И.И. Исломов

Политехнический институт Таджикского технического университета им. академик

М.С. Осими

В статье приведена функциональная схема, схема рекуперации энергии из статора электрической машины, которое подключено к преобразователю частоты. В данной работе рассматриваются принципы формирования электромагнитной мощности в электрических машинах, обусловленные взаимодействием магнитных потоков в воздушных зазорах между статором и ротором. Особое внимание уделено рекуперативному режиму работы преобразователя частоты (ПЧ), который позволяет организовать двусторонний обмен энергией между статором и сетью, повышая коэффициент полезного действия (КПД) системы. Рекуперация энергии осуществляется посредством возврата избыточной мощности, возникающей при торможении или инерционном движении ротора, что способствует эффективному использованию ресурсов и рациональному использованию выработанной энергии. Анализируются методы управления магнитным потоком и оптимизации работы ПЧ, направленные на повышение стабильности работы электрической машины и увеличение её общей производительности.

Ключевые слова: рекуперация, транзистор, логический, СИФУ, управляющий сигнал, задающий сигнал, датчик скорости, электромагнитная мощность, магнитный поток, воздушные зазоры, статор, ротор, преобразователь частоты (ПЧ), рекуперативный режим, двусторонний обмен энергией, коэффициент полезного действия (КПД), возврат избыточной мощности, инерционное движение, оптимизация.

ТАДҚИҚ ВА ТАҲЛИЛИ РЕЖИМҲОИ ИДОРАИ РЕВЕРСИВИИ МОШИНҲОИ ЭЛЕКТРИҚӢ ДАР АСОСИ КОНВЕРТЕРИ БАСОЯТХ

И.И. Исломов

Дар ин мақола диаграммаи функционалии барқарорсозии энергия аз статори мошини электриқӣ, ки ба таъдидиҳандаи басомад пайваст шудааст, пешниҳод карда мешавад. Дар ин мақола принсипҳои таълиди нерӯи электромагнитӣ дар мошинҳои барқӣ, ки тавассути таъсири мутақобилаи ҷараёнҳои магнитӣ дар фосилаҳои ҳаво байни статор ва ротор ба амал меоянд, баррасӣ карда мешавад. Ба режими регенеративии конвертери басомад (ФК), ки мубодилаи дутарафаи энергияро байни статор ва шабака имкон медиҳад, самаранокии системаро баланд бардорад, диққати махсус дода мешавад. Барқарорсозии энергия тавассути баргардонидани қувваи зиёдагии ҳангоми тормоз ё ҳаракати инерсиалии ротор ба даст оварда мешавад, ки ин ба истифодаи самаранокии захираҳо ва истифодаи оқилонаи энергияи таълидшуда мусоидат мекунад. Усулҳои идоракунии ҷараёни магнитӣ ва оптимизатсияи кори ФК таҳлил карда мешаванд, ки ба баланд бардоштани устувории мошини электриқӣ ва баланд бардоштани самаранокии умумии он нигаронида шудаанд.

Калидвожаҳо: транзистори барқарорсозӣ, мантиқӣ, СИФУ, сигнали идоракунии, сигнали танзим, сенсори суръат, қувваи электромагнитӣ, ҷараёни магнитӣ, ҳолигии ҳаво, статор, ротор, таъдидиҳандаи басомад (ФК), рекуперативӣ, мубодилаи дучонибаи энергия, самаранокиӣ, баргардонидани қувваи зиёдагӣ, ҳаракати инерсиалиӣ, оптимизатсия.

RESEARCH AND ANALYSIS OF REVERSIBLE CONTROL MODES OF ELECTRIC MACHINES BASED ON AC FREQUENCY CONVERTERS

I.I. Islomov

The article presents a functional diagram and an energy recovery scheme from the stator of an electric machine connected to a frequency converter. This study examines the principles of electromagnetic power generation in electric machines, which are determined by the interaction of magnetic fluxes in the air gaps between the stator and rotor. Special attention is given to the regenerative mode of operation of the frequency converter (FC), which enables bidirectional energy exchange between the stator and the power grid, thereby improving the system's efficiency (COP). Energy recuperation is carried out by returning excess power generated during braking or the inertial movement of the rotor, contributing to efficient resource utilization and energy loss reduction. The study analyzes methods for managing the magnetic flux and optimizing FC operation to enhance the stability of electric machines and increase overall system productivity.

Keywords: recuperation, transistor, logic, SIFU, control signal, set signal, speed sensor, electromagnetic power, magnetic flux, air gaps, stator, rotor, frequency converter (FC), regenerative mode, bidirectional energy exchange, coefficient of performance (COP), excess power return, inertial motion, optimization.

Введение

Большинство схем управления транзисторными электроприводами имеют одностороннюю проводимость. В результате, во время торможения электрической машины ток в обмотке статора не изменяет своего направления и не возвращается в сеть, что исключает возможность рекуперации энергии. Для реверсивного режима работы преобразователя частоты (ПЧ) и эффективной рекуперации энергии применяют две группы транзисторов, обеспечивающих различное направление тока на выходе. Управление этими группами транзисторов может осуществляться независимо либо синхронно в

зависимости от заданного режима работы. В некоторых случаях одна из групп транзисторов работает автономно, в других обе группы функционируют одновременно.

Схема рекуперации энергии от статора электрических машин является ключевым показателем рационального использования энергоресурсов и представляет собой один из важнейших факторов энергосбережения в системах электроприводов. Она находит широкое применение в таких отраслях, как электротранспорт, промышленная автоматизация, ветроэнергетика, а также в гибридных и автономных энергетических системах, интегрированных в интеллектуальные сети (Smart Grid).

Материалы и методы исследования

Принцип работы реверсивного режима или рекуперации энергии схематически представлен на рисунке 1. В данной блок-схеме продемонстрирован единый комплект системы управления (СИФУ), обеспечивающий управление ключами транзисторов через сигналы «вперёд» и «назад» [4, 5].

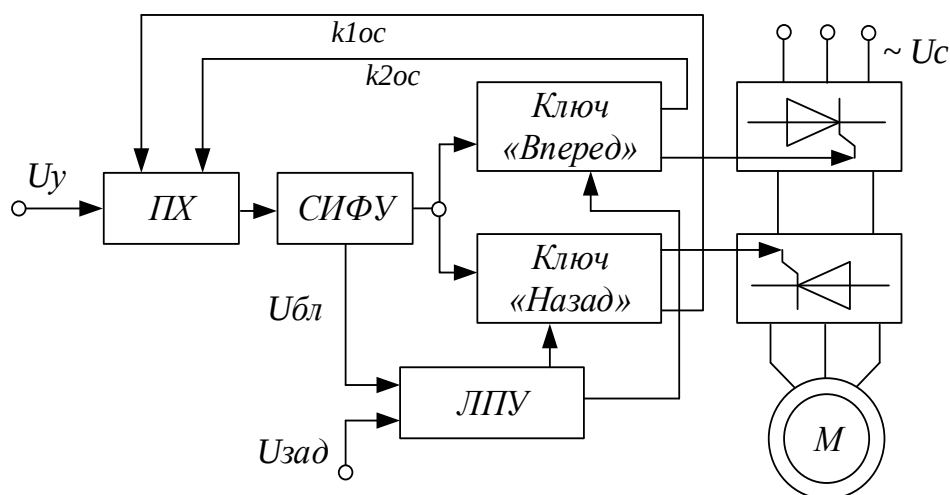


Рисунок 1 – Блок-схема реверсивного транзисторного ПЧ

Сигнал для переключения транзисторов поступает отдельно, и логические переключающие устройства (ЛПУ) предотвращают одновременное включение этих транзисторов. Встроенный алгоритм управления ЛПУ обеспечивает открытие только одного транзисторного ключа, одновременно отправляя блокирующий сигнал $U_{бл}$ на другой ключ. Это исключает возможность одновременной активации ключей «вперёд» и «назад».

Для мониторинга состояния транзисторных ключей схема включает устройство переключения характеристик сигналов (ПХ), которое принимает отрицательный обратный сигнал от управляющих транзисторов k_{1oc} и k_{2oc} .

Изменение параметров тока и напряжения статора связано с переходом электрической машины из двигательного режима в генераторный, что происходит в режиме рекуперации энергии с возвратом избыточной мощности переменного тока в сеть. Этот процесс может быть вызван обратным вращением ротора или переходом в инерционный режим.

В этом режиме группа транзисторов с ключом «вперёд» работает как инвертор, преобразуя постоянный ток промежуточного звена в переменный ток с номинальной частотой и напряжением сети, а транзисторы группы «назад» функционируют в выпрямительном режиме. В двигательном режиме, когда угловая скорость тихоходного ротора ниже заданного уровня, транзисторные ключи работают в обратном порядке.

В представленной блок-схеме основным элементом формирования управляющего сигнала является блок ЛПУ, который обеспечивает подачу напряжения $U_{зад}$ и получает отрицательную обратную связь от управляющих транзисторов k_{1oc} и k_{2oc} . В схеме рекуперации (рис. 2) два преобразователя частоты (ПЧ) подключены к статору электрической машины: один отвечает за подачу мощности при снижении скорости вращения ВК, а второй рекуперировывает избыточную мощность статора, возникающую в результате обратного вращения ротора или его инерционного движения.

При повышении скорости вращения ВК магнитный поток тихоходного ротора увеличивается, что влечет за собой рост тока и ЭДС статора. Это приводит к пропорциональному увеличению выходного напряжения ДС и к поступлению сигнала на СИФУ для открытия затворов управляющих транзисторов выпрямителя. После открытия затвора транзистора избыточная мощность направляется через промежуточное звено постоянного тока и возвращается в сеть через инвертор.

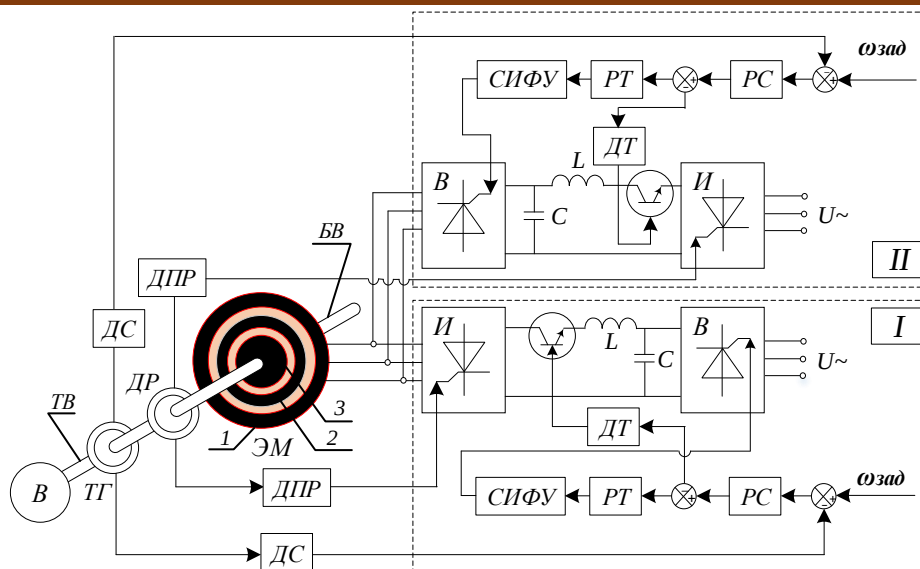


Рисунок 2 – Схема управления и рекуперации энергии электрической машины: I – контур стабилизации ротора путём изменения величины магнитного поля статора статическим ПЧ; II – контур рекуперации энергии статора электрической машины; ДС – датчик скорости; ДПР – датчик положения ротора; В – вал; ТГ – тахогенератор; ЭМ – электрическая машина; В – выпрямитель; И – инвертор; С – конденсатор; L – индуктивность; ДТ – датчик тока; СИФУ – система импульсно-фазного управления; РС – регулятор скорости

В зависимости от скорости вращения вала электрическая машина будет работать в двигательном или генераторном режиме (Рисунок 3).

Результаты

Система уравнений (1) подтверждает, что в процессе генерации мощности в статоре электрической машины возникает избыточная энергия. Это происходит вследствие обратного вращения ротора или перехода в режим инерционного вращения вала. В частности, данный эффект можно наблюдать на примере лифта, где избыточная мощность обусловлена движением отпускаемого груза [4, 5].

$$\begin{cases} M_{BK} \Omega_{BK} + P_{ЭМСТ} = M_3 \Omega_3 \\ M_{BK} \Omega_{BK} = P_{ЭМСТ} + M_3 \Omega_3 \end{cases} \quad (1)$$

Формирование электромагнитной мощности происходит за счёт магнитных потоков, проходящих через воздушные зазоры между статором и ротором. Баланс магнитного потока в этих зазорах обеспечивается взаимодействием магнитного поля статора и работой статического преобразователя частоты (ПЧ) [1, 2, 4, 5].

Рекуперативный режим работы ПЧ позволяет организовать двусторонний обмен энергией: мощность передаётся от статора электрической машины в сеть и обратно в статор. Такой принцип функционирования способствует повышению коэффициента полезного действия (КПД) системы.

В системах рекуперации кинетической энергии важную роль играет взаимодействие вращающихся масс, особенно в переходных режимах между движением и торможением. Принцип работы таких систем базируется на законе сохранения момента импульса, с учётом внешнего момента, создаваемого электромагнитной системой торможения (ЭМСТ). Рассмотрим механическую модель, описывающую это взаимодействие.

Рассматривается система, включающая блок колеса с моментом инерции M_{BK} и угловой скоростью Ω_{BK} , генераторный вал с моментом инерции M_3 и угловой скоростью Ω_3 . Электромагнитную систему торможения (ЭМСТ), создающую тормозной момент $P_{ЭМСТ}$. Взаимодействие описывается системой уравнений, характеризующих баланс моментов в различных режимах:

$$M_{BK} \cdot \Omega_{BK} + P_{ЭМСТ} = M_3 \cdot \Omega_3 \quad (2)$$

$$M_{BK} \cdot \Omega_{BK} - P_{ЭМСТ} = M_3 \cdot \Omega_3 \quad (3)$$

Уравнение (2) описывает случай, когда момент от ЭМСТ действует в том же направлении, что и момент вращения блока колеса. ЭМСТ не тормозит, а поддерживает передачу энергии на вал генератора. Уравнение (3) описывает противодействие со стороны ЭМСТ – активное торможение, при котором часть энергии идёт на генерацию.

Совместное рассмотрение уравнений, если вычесть (2) из (3), получим:

$$M_{BK} = 0 \rightarrow P_{ЭМСТ} = 0 \quad (4)$$

Подстановка в одно из уравнений даёт:

$$M_{БК} \cdot \Omega_{БК} = M_3 \cdot \Omega_3 \quad (5)$$

Это форма закона сохранения момента импульса без внешних воздействий.

$$W_{рек} = \int P_{ЭМСТ}(t) dt \quad (6)$$

Выражение 5 описывает количество энергии, возвращённой (рекуперирующей) в систему за определённый интервал времени. Здесь $P_{ЭМСТ}(t)$ – мгновенная электрохимическая мощность, подлежащая рекуперации, а интеграл по времени отражает накопленную энергию в процессе торможения или замедления электропривода.

Эта формула играет важную роль в анализе энергоэффективности электроприводов, особенно в системах с обратной связью и интеллектуальным управлением, таких как электротранспорт, промышленная автоматизация и возобновляемая энергетика. Чем больше значение $W_{рек}$, тем эффективнее система использует механическую энергию, преобразуя её в электрическую и направляя обратно в сеть или накопитель.

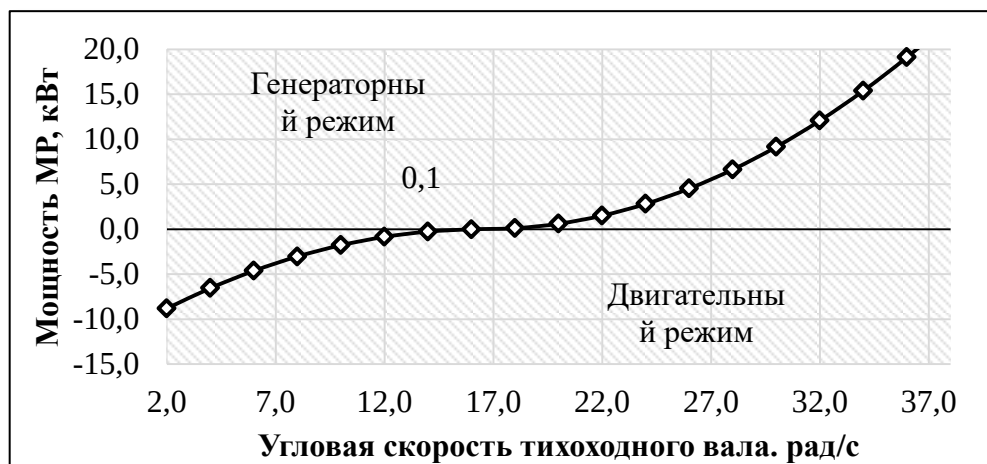


Рисунок 3 – Аналитический расчёт графика зависимости мощности МР от угловой скорости тихоходного вала

Использование данной зависимости позволяет оценивать эффективность рекуперативных режимов, оптимизировать алгоритмы управления и снижать общие энергозатраты систем.

Обсуждение

Представленная структурно-функциональная схема электропривода с двухконтурной системой автоматического регулирования демонстрирует высокую динамическую устойчивость и энергоэффективность благодаря использованию замкнутых контуров регулирования тока и скорости. Интеграция рекуперативного модуля позволяет реализовать эффективное управление потоками энергии в замкнутом цикле. Система описывается уравнениями баланса моментов, из которых следует три характерных режима функционирования таких как идеальная рекуперация ($P_{ЭМСТ} = 0$), активное торможение с возвратом энергии ($P_{ЭМСТ} > 0$) и режим поддержания вращательного движения ($P_{ЭМСТ} < 0$). Выбор режима определяет эксплуатационные характеристики привода, включая энергетический КПД, на основе силовых элементов таких как преобразователь частоты и систем управления магнитным полем статора.

Вывод

Применение таких схем целесообразно в механических и электрохимических системах, где критичны параметры энергоподдачи, плавности переходных процессов и электромагнитной совместимости. Указанный подход соответствует современным требованиям к интеллектуальным энергосберегающим системам управления и может служить основой для построения адаптивных приводных комплексов в автоматизированных технологических установках. Разработанная схема управления и рекуперации энергии электрической машины, состоящая из двух контуров, позволяет стабилизировать все электрические параметры и при этом максимально экономить энергоресурсы.

Рецензент: Мирзоев С.Х. – д.т.н., профессор кафедры информатики ТГДжикского национального университета.

Литература

1. Аракелян А.К., Афанасьев А.А., Чиликин М.Г. Вентильный электропривод с синхронным двигателем и зависимым инвертором. М.: Энергия, 1977. 224 с.
2. Иваново-Смоленский А.В., Абрамкин Ю.М., Власов А.И., Кузнецов В.А. / Под. ред. А.В. Иванова-Смоленского. Универсальный метод расчета электромагнитных процессов в электрических машинах. М.: Энергоатомиздат, 1986, 216 с.

3. Иваново-Смоленский, А. В. Электрические машины: учебник для вузов. В двух томах. – 3-е изд. стереотип / А. В. Иваново-Смоленский. – М.: Изд-во «МЭИ», 2006. – 532 с.

4. Исломов, И. И. Реверсивный режим работы магнитного редуктора / И. И. Исломов // «Электромехатроника и управление»: материалы XIII Междунар. науч-техн. Конф. студентов, аспирантов и молодых учёных; – Иванов. гос. энергетич. университет им. В.И. Ленина. – Иваново, 2018. – С. 6.

5. Исломов, И. И. Стабилизация напряжения и частоты электрогенератора ветроэнергетической установки с помощью магнитного редуктора / А. А. Афанасьев, И. И. Исломов, В. А. Чихняев, А. М. Дмитренко // Вестник Чувашского университета. – 2017. – № 1. – С. 14–25.

6. Исломов, И.И. Регулируемый магнитный редуктор / Афанасьев, А.А., Генин, В.С., Исломов, И.И., Калинин, А.Г., Токмаков, Д.А. // Электротехника. – 2014. – №7. – С. 55-59.

7. Исломов, И.И. Исследование ветроустановки с магнитным редуктором: дис. к-та техн. наук. Чебоксары, 2018.

8. Попов С.В., Бурмакин О.А., Бишлетов А.В., Гуляев В.Н. Особенности работы автоматизированной системы управления автономной электростанции / С.В. Попов // Интеллектуальная электротехника №2, 2019.

9. Попов, С.В., Бурда, Е.М. Работа Автономной электростанции параллельно с сетью в условиях низкого качества напряжения сети / С.В. Попов // Вестник ВГАВТ, № 44, 2015 г.

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-ABOUT AUTHOR

TJ	RU	EN
Исломов Илѣсхоча Икромхочаевич	Исломов Ильѣсходжа Икромходжанвич	Islomov Ilyoskhoja Ikromkhojaevich
номзади илмѣои техникѣ	кандидат технических наук	Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Донишкадаи политехникии Донишгоѣи техникии Тоѣикистон ба номи академик М.С. Осимѣ	Политехнический институт Таджикского технического университета им. академика М.С. Осими	Polytechnic Institute of the Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi
E-mail: ilyoskhoja86@gmail.com		

УДК 004.8

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЭЛЕМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

Х.А. Худойбердиев¹, Ф.С. Атаева²

¹Политехнический институт Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими в городе Худжанде

²Таджикский государственный университет права, бизнеса и политики

Развитие искусственного интеллекта и интеграция её элементов в образовательный процесс предоставляет ряд возможностей, а также и проблем для самостоятельного развития знания студентов. В этой статье изучается влияние технологий искусственного интеллекта на учебный процесс в ВУЗах и их успеваемость. Проведены ряд статистических анализов с акцентом на восприятие и проблемы, связанные с внедрением элементов искусственного интеллекта. Исследование проводилось в Политехническом институте Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими в городе Худжанд и в Таджикском государственном университете права, бизнеса и политики с участием студентов второго и третьего курса направления информационных технологий. Целенаправленная выборка состояло из 120 участников. Количественные данные анализировались с использованием частотных и процентных расчетов, а также над наиболее из качественных ответов проведены тематический анализ. Количественные данные анализировались с использованием расчёта частот и процентов, а также проведён тематический анализ наиболее качественных ответов.

Ключевые слова: компьютерные модели, информационные системы, учебный процесс, искусственный интеллект в образовании; образовательные технологии.

ОИД БА ИСТИФОДАИ УНСУРҲОИ ЗЕҲНИ СУНӢ ДАР РАВАНДИ ТАЪЛИМИ ДОНИШҚҶӢН

Х.А. Худойбердиев, Ф.С. Атаева

Рушди зеҳни сунӣ ва ворид намудани унсурҳои он ба раванди таълим як қатор имкониятҳо ва ҳамзамон мушкилотро барои рушди мустиқдори донишҳои донишҷӯён ба миён меорад. Дар ин мақола таъсири технологияҳои зеҳни сунӣ ба раванди таълим дар муассисаҳои таҳсилоти олии ба натиҷаҳои донишмӯзии онҳо мавриди омӯзиш қарор дода мешавад. Як қатор таҳлилоҳои омӯриш ба таваҷҷӯҳ ба дарк ва мушкилот, ки бо қорӣ намудани унсурҳои зеҳни сунӣ алоқаманданд, гузаронида шуданд. Таҷқиқот дар Донишгоҳи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд ва Донишгоҳи давлатии ҳуқуқ, бизнес ва сиёсати Тоҷикистон бо истифодаи донишҷӯёни курси дуюм ва сеюми ихтисоси технологияҳои иттилоотӣ гузаронида шуд. Намунаи мақсаднок аз 120 иштирокчиёи ҷабрӣ буд. Маълумоти миқдорӣ бо истифода аз ҳисобкуниҳои басомадӣ ва ғоизӣ таҳлил карда шуд ва таҳлили мавзӯӣ ба ҷавобҳои босифат гузаронида шуд. Маълумоти миқдорӣ бо истифода аз ҳисоби басомадҳо ва ғоизҳо таҳлил карда шуда, таҳлили мазмун ва мундариҷаи ҷавобҳо низ гузаронида шудааст.

Калидвожаҳо: моделҳои компютерӣ, системаҳои иттилоотӣ, раванди таълим, зеҳни сунӣ дар таълим; технологияҳои таълимӣ.

ON THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ELEMENTS IN THE PROCESS OF STUDENT LEARNING

Kh.A. Khudoyberdiev, Ataeva F.S.

The development of artificial intelligence and the integration of its elements into the educational process provides a number of opportunities, as well as challenges, for students' independent knowledge development. This article examines the impact of artificial intelligence technologies on the educational process in higher education institutions and on students' academic performance. A series of statistical analyses were conducted with a focus on the perception and challenges associated with the implementation of artificial intelligence elements. The research was conducted at the Polytechnic institute of Tajik Technical University named after academician M.S.Osimi in Khujand and at the Tajik state university of law, business and politics, involving second and third-year students in the information technology field. The purposive sample consisted of 120 participants. Quantitative data were analyzed using frequency and percentage calculations, and a thematic analysis was performed on the most qualitative responses.

Keywords: computer models, information systems, educational process, artificial intelligence in education, educational technologies.

Введение

В последние годы искусственный интеллект (ИИ) стремительно трансформируется из узкоспециализированной технологии в инструмент, доступный широкому кругу пользователей. Образовательная сфера не стала исключением. Такие инструменты, как ChatGPT, Bard, Copilot и другие, активно проникают в учебную деятельность студентов, меняя подходы к поиску информации, выполнению заданий и самому процессу обучения. Цель данного исследования – проанализировать масштабы и характер использования ИИ-инструментов студентами, выявить их отношение к потенциальным преимуществам и рискам, а также оценить текущую готовность образовательной системы к интеграции новых технологий. В основу статьи легли данные опроса, в котором приняли участие 120 респондентов из студенческой среды.

На сегодняшний день использование ИИ в учебном процессе поднимает важные вопросы, связанные с возможностями, доступности, а главное меняющейся роль традиционных методов обучения. Влияние ИИ на образование по всему миру является преобразующим и многогранным. Внедрение ИИ способствует персонализации обучения и адаптации образовательной среды. Исследования учёных разных стран показали, что студенты в персональной среде обучения получают

более высокие эффективные результаты в учебном процессе. Для достижения результатов чаще используются инструменты на базе ИИ, которые анализируют огромные объёмы данных [1,3].

В традиционном образовании большинство студентов развиваются посредством получения навыков исследования, анализа и решения сложных задач. Преподаватели, в свою очередь, рассматривают правильные методы постановки задач и используют диалоговый режим, чтобы повысить способность студентов анализировать данные и развивать их точку зрения. Однако, методы быстрой обработки данных, которые предоставляет ИИ, бросают вызов традиционным методам обучения. Этот глобальный вопрос формирует различие между человеческим и машинным обучением: ИИ может эффективно обрабатывать и анализировать данные, но тонкое понимание и осмысление результатов по-прежнему требует участия человеческого интеллекта [2].

Эффективное использование элементов ИИ в сфере образования требует глубокого понимания, как самой технологии, так и процесса обучения. Наиболее из важных рисков – это злоупотребление элементами ИИ для получения контента для выполнения самостоятельных заданий без указания источника. Преподаватели в образовательных учреждениях сталкиваются с большими проблемами в процессе наблюдения, контроля и оценки знаний студентов. Следовательно, каждый ВУЗ должен четко определить роль и масштабы использования элементов ИИ в учебном процессе [4, 5].

Для получения ответов на поставленные вопросы нами проведены ряд мероприятий, как сбор данных посредством анкетирования, так и анализ полученных данных на основе статистических и методологических средств.

Выборка данных состояла из ответов 120 студентов второго и третьего курса, специальностей в сфере информационных технологий, которые делают акцент на интеграции ИИ. У каждого участники опроса было непосредственный опыт работы в интегрированных с ИИ обучающих средах, которые имели прямой контакт с технологиями, лежащими в основе исследования. Для получения более надежных данных требуется проведение дальнейших исследований на увеличенной и разнообразной выборке.

Данные собирались с помощью анкеты, заполняемой самостоятельно, и распространяемой через Google Forms, который предоставляет удобный интерфейс и интегрированный аналитический инструмент. Анкета состояла из 10 вопросов, из них 6 вопросов закрытого типа и 4 вопроса открытого типа. Количественные данные были проанализированы с использованием методов описательной статистики. На основе частотного и процентного анализа было сформировано чёткое представление о восприятии студентами эффективности использования ИИ, а также о выявленных закономерностях его применения.

Результаты и обсуждение

В данном разделе представлен последовательный анализ ответов респондентов на 10 вопросов анкеты.

1. Как часто вы используете инструменты на базе ИИ (например, ChatGPT, Bard, Copilot и др.) в своей учебной деятельности?

Результаты: Подавляющее большинство студентов используют ИИ-инструменты на регулярной основе. **52,7%** респондентов обращаются к ним **ежедневно**, а **32,7%** – **несколько раз в неделю**. Таким образом, более 85% опрошенных интегрировали ИИ в свой учебный процесс как постоянный вспомогательный инструмент. Лишь незначительная часть студентов использует ИИ редко (8,2% – несколько раз в месяц) или не использует совсем (таблица 1).

Таблица 1 – Использование инструментов на базе ИИ в учебной деятельности.

Вариант ответа	Процент
Ежедневно	52,70%
Несколько раз в неделю	32,70%
Несколько раз в месяц	4,50%
Редко (несколько раз в семестр)	8,20%
Никогда	1,80%

Эти данные свидетельствуют о том, что ИИ перестал быть экзотической технологией и превратился в неотъемлемую часть образовательной рутины для современного студента. Высокая частота использования говорит о глубокой интеграции ИИ в процессы выполнения домашних заданий, подготовки к занятиям и поиска информации.

2. Для каких целей вы чаще всего используете ИИ в учебе?

Результаты: Спектр применения ИИ весьма широк. Безусловным лидером является поиск информации – эту цель указали **83,5%** опрошенных. Далее по популярности идут:

- решение задач (математика, программирование и т.д.) – 45,9%
- написание рефератов, эссе и других письменных работ – 44%
- генерация идей и мозговой штурм – 43,1%

Менее популярными, но все же значимыми целями являются визуализация данных (28,4%), проверка грамматики (27,5%) и подготовка к экзаменам (26,6%) (таблица 2).

Таблица 2 – Применение ИИ в учебе

Вариант ответа	Процент
Поиск информации	83,50%
Написание рефератов, эссе и других письменных работ	44,00%
Проверка грамматики и стиля	27,50%
Перевод текстов	16,50%
Решение задач (математика, программирование и т.д.)	45,90%
Генерация идей / мозговой штурм	43,10%
Подготовка к экзаменам (составление конспектов, карточек)	26,60%
Визуализация данных / создание изображений	28,40%

Студенты используют ИИ не только как продвинутую поисковую систему, но и как активного помощника в решении сложных задач и генерации контента. Это говорит о том, что ИИ выполняет функции как информационного справочника, так и творческого или аналитического партнера, что кардинально меняет подходы к выполнению академических заданий.

3. *Считаете ли Вы, что использование ИИ снижает Вашу самостоятельность или креативность?*

Результаты: Мнения студентов по этому вопросу разделились. **37,3%** опрошенных считают, что ИИ **в той или иной степени снижает** их самостоятельность и креативность (19,1% – «скорее да», 18,2% – «да, существенно снижает»). При этом **33,6%** придерживаются противоположного мнения (10% – «скорее нет», 23,6% – «нет, не снижает»). **29,1%** студентов выбрали нейтральный вариант «особо не влияет» (таблица 3).

Таблица 3 – Влияния ИИ на когнитивные навыки

Вариант ответа	Процент
Да, существенно снижает	18,20%
Скорее да	19,10%
Особо не влияет	29,10%
Скорее нет	10%
Нет, не снижает	23,60%

Отсутствие единого мнения указывает на сложный и неоднозначный характер влияния ИИ на когнитивные навыки. Вероятно, эффект зависит от того, *как именно* студент использует технологию: как инструмент для слепого копирования или как средство для поиска идей и анализа информации. Этот раскол во мнениях подчеркивает важность развития навыков критического и осознанного использования ИИ.

4. *Как вы оцениваете уровень осведомленности преподавателей вашего вуза об инструментах ИИ и их применении в образовании?*

Результаты: Студенты довольно сдержанно оценивают компетенции своих преподавателей в области ИИ. Наибольшее число респондентов (**46,3%**) оценили этот уровень как **средний**. **30,6%** считают его высоким и лишь **12%** – очень высоким. В то же время, более 10% оценивают осведомленность как низкую или очень низкую (таблица 4).

Таблица 4 – Оценка компетенций преподавателей в области ИИ

Вариант ответа	Процент
Очень высокий	12%
Высокий	30,60%
Средний	46,30%
Низкий	8,30%
Очень низкий	2,80%

Студенты, активно использующие ИИ, замечают разрыв в цифровых компетенциях между собой и преподавательским составом. Большинство считает, что преподаватели имеют лишь поверхностное представление о технологиях, которые уже стали для студентов повседневностью. Это может приводить к недопониманию, нерелевантным заданиям и трудностям в оценке работ.

5. Достаточно ли информации и руководства по безопасному и этичному использованию ИИ предоставляется вам в учебном заведении?

Результаты: В этом вопросе также нет единства, что свидетельствует о проблеме. Хотя **28,7%** считают информацию достаточной, почти такой же процент (**27,8%**) придерживается мнения «скорее нет, чем да». Если суммировать негативные и неопределенные ответы, то более **50%** студентов либо не получают достаточных инструкций по этике использования ИИ, либо не сталкивались с ними вовсе (27,8%, 8,3%, 14,8%) (таблица 5).

Таблица 5 – Оценка информированности студентов об этике и безопасности ИИ

Вариант ответа	Процент
Да, вполне достаточно	28,70%
Скорее да, чем нет	20,40%
Скорее нет, чем да	27,80%
Нет, совершенно недостаточно	8,30%
Не знаю/Не сталкивался(лась)	14,80%

Вузы пока не выработали системного подхода к обучению студентов принципам академической честности в эпоху ИИ. Отсутствие четких правил и руководств создает «серую зону», в которой студенты действуют на свой страх и риск, что повышает вероятность плагиата и других неэтичных практик.

6. Какие основные риски или отрицательные стороны использования ИИ в образовании вы видите?

Результаты: Студенты четко осознают потенциальные угрозы. Ключевыми рисками они считают:

зависимость от технологий – 50,5%

снижение навыков критического мышления – 43,7%

риск плагиата и несамостоятельного выполнения работ – 40,8%

Также вызывают опасения искажение информации (36,9%) и потеря интереса к глубокому изучению материала (30,1%) (таблица 6).

Таблица 6 – Основные риски внедрения ИИ в образовательный процесс.

Вариант ответа	Процент
Зависимость от технологий	50,50%
Снижение навыков критического мышления	43,70%
Риск плагиата и несамостоятельного выполнения работ	40,80%
Искажение информации или ошибки в генерируемом контенте	36,90%
Потеря интереса к глубокому изучению материала	30,10%
Неравный доступ к ИИ-инструментам	12,60%

Эти данные коррелируют с опасениями по поводу снижения самостоятельности (вопрос 3). Студенты боятся не просто «облениваться», а утратить фундаментальные когнитивные способности и стать чрезмерно зависимыми от внешнего инструмента. Осознание риска плагиата говорит о понимании этических вызовов.

7. *Какими вы видите основные преимущества внедрения ИИ в учебный процесс в будущем?*

Результаты: Взгляд студентов на будущее ИИ в образовании весьма оптимистичен (рисунок 1).

Главными преимуществами они назвали:

- доступ к большому объему информации и ресурсов – 58,2%
- персонализированное обучение (адаптация под нужды студента) – 50%
- подготовка студентов к рынку труда, где ии играет важную роль – 47,3%

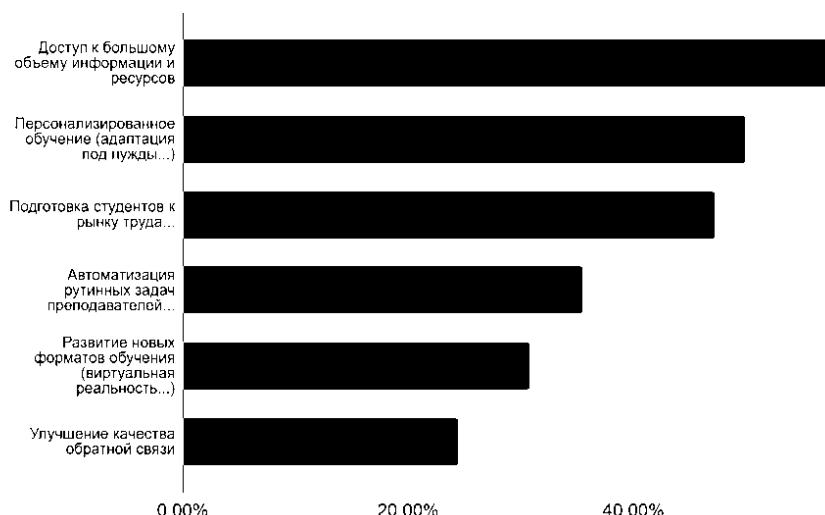


Рисунок 1 – Ожидания от внедрения ИИ в учебный процесс

Студенты видят в ИИ не просто помощника, а технологию, способную произвести революцию в образовании. Ключевые ожидания связаны с переходом к индивидуальным образовательным траекториям и получением актуальных для будущей карьеры навыков.

8. *Считаете ли вы, что для эффективного и этичного внедрения ИИ ключевым является обучение преподавателей работе с новыми технологиями и принципами этики?*

Результаты: Ответ на этот вопрос был практически единогласным: 91,7% респондентов ответили «Да» (рисунок 2).

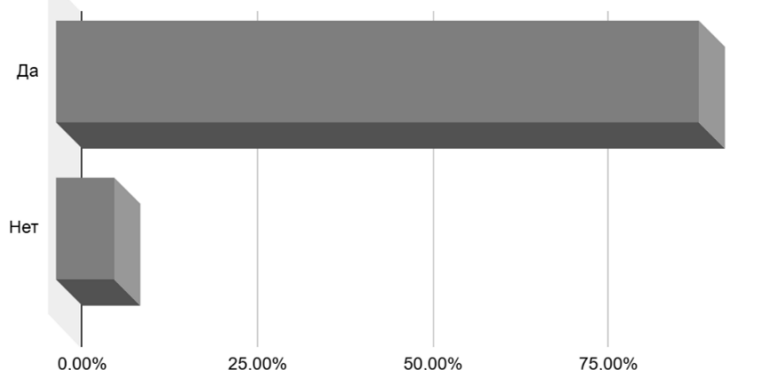


Рисунок 2 – Обучение преподавателей и внедрение ИИ

Студенты абсолютно уверены, что успех интеграции ИИ зависит не от них, а от готовности преподавателей. Этот результат напрямую связан с низкой оценкой текущей осведомленности преподавателей (вопрос 4) и отсутствием этических руководств (вопрос 5). Студенты понимают, что без подготовленного преподавателя технология не сможет быть эффективно и этично встроена в учебный процесс.

9. *Как вы считаете, готовы ли наши ВУЗы к массовому внедрению ИИ в учебный процесс?*

Результаты: преобладает скептическая оценка. Самая крупная группа респондентов (43,6%) считает, что вузы **«скорее не готовы, чем да»**. Положительно готовность оценивают в сумме 42,7% опрошенных (20% – «полностью готовы» и 22,7% – «скорее готовы, чем нет») (рисунок 3).

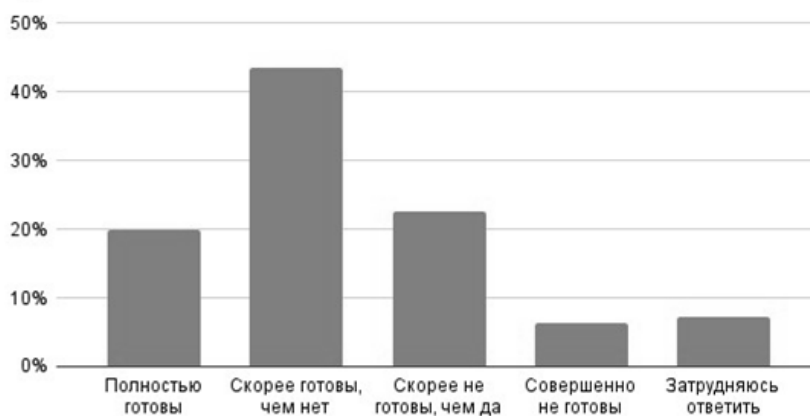


Рисунок 3 – Готовность вузов к внедрению ИИ

Студенты сомневаются в способности своих учебных заведений обеспечить полноценное внедрение ИИ, учитывая необходимость обновления материально-технической базы, учебных программ и, главное, подготовки кадров. Эта оценка отражает реальные проблемы, с которыми сталкивается система образования.

10. *Согласны ли вы с тем, что в ближайшие 5-10 лет основным изменением в системе образования под влиянием ИИ станет переход к персонализированному обучению?*

Результаты: несмотря на все риски и текущую неготовность системы, студенты верят в трансформационный потенциал ИИ. **85,5%** респондентов **согласились** с этим утверждением (рисунок 4).

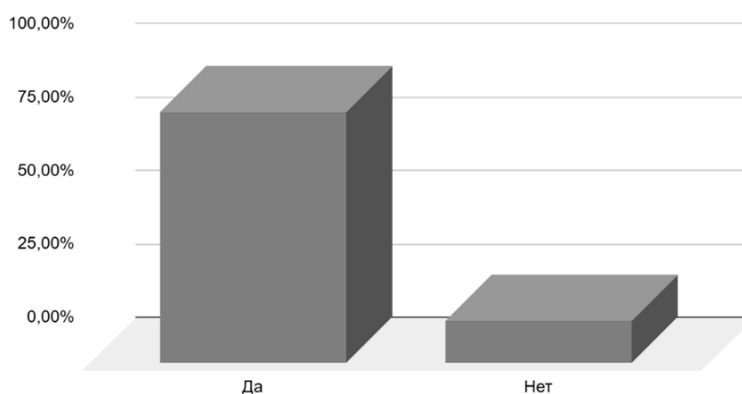


Рисунок 4 – ИИ и персонализация обучения

Этот результат демонстрирует четкое видение будущего. Студенты верят, что конечной и главной пользой от ИИ станет создание адаптивной образовательной среды, подстроенной под каждого ученика. Эта вера в позитивную трансформацию является мощным стимулом для преодоления существующих трудностей.

Заключение

По мере ускорения развития технологий становится всё сложнее принимать обоснованные решения о внедрении ИИ. Внедрение образовательных платформ с использованием ИИ на основе этого меняющегося и сложного набора критериев будет становиться всё сложнее.

Проведенный опрос показал, что искусственный интеллект уже стал неотъемлемой частью академической жизни студентов. Он используется ежедневно для широкого круга задач: от поиска информации до решения аналитических и творческих проблем.

По результатам исследования получены статистические данные и их ситуационный анализ по следующим аспектам:

1. Частота использования ИИ в учебной деятельности.
2. Основные цели использования ИИ.
3. Влияние ИИ на самостоятельность и креативность.
4. Оценка осведомленности преподавателей об ИИ.
5. Достаточность информации об этичном использовании ИИ.
6. Основные риски использования ИИ в образовании.
7. Основные преимущества внедрения ИИ в будущем.
8. Важность обучения преподавателей работе с ИИ.
9. Готовность вузов к массовому внедрению ИИ.
10. Будущее образования: переход к персонализированному обучению.

В то же время исследование выявило ряд ключевых противоречий и проблем:

1. Разрыв в компетенциях: студенты активно используют ИИ, в то время как уровень осведомленности преподавателей, по их мнению, остается на среднем или низком уровне.
2. Этический вакуум: ВУЗы не предоставляют достаточных руководств по этичному использованию ИИ, оставляя студентов один на один со сложными вопросами академической честности.
3. Осознание рисков: студенты хорошо понимают угрозы, связанные с зависимостью от технологий и снижением критического мышления.
4. Низкая оценка готовности: существует серьезный скепсис относительно готовности вузов к полномасштабной интеграции ИИ.

Несмотря на эти проблемы, студенты смотрят в будущее с оптимизмом, практически единогласно считая, что ключевой ролью ИИ станет переход к персонализированному обучению. Абсолютное большинство также уверено, что главным условием для успешного и этичного внедрения ИИ является целенаправленное обучение преподавательского состава. Это свидетельствует о том, что студенты не просто адаптируются к новым инструментам, но и видят в них потенциал для фундаментальной трансформации образовательного процесса, где акцент будет смещен на индивидуальные потребности и траектории развития. Таким образом, преодоление разрыва между повседневной практикой студентов и инертностью образовательной системы становится центральной задачей на ближайшие годы.

В дальнейших исследованиях будут планируются анализ более крупных и разнообразных выборки данных, для более лучшего понять влияние ИИ на учебный процесс при подготовке студентов технических направлений, таких как энергетика, транспорт и строительство. Исследования позволят получить более надежные выводы и разработать практические рекомендации для адаптации учебных программ к новым реалиям, связанным с повсеместным использованием искусственного интеллекта в профессиональной среде.

Рецензент: Косимов Я.А. – д.т.н., доцент кафедры АСУ ТПУ имени академика М.С. Осими.

Литература

1. Дворецкая И.В. Искусственный интеллект в образовании: вызовы и перспективы. – Москва : Издательский дом «Дело» РАНХиГС. - 2021. – с.184
2. Кузьмин Н. Н. и др. Искусственный интеллект и его роль в построении индивидуальной траектории развития обучающихся в вузах // Управление образованием: теория и практика. – 2024. – Т. 14. – №. 3-1. – С. 113–121
3. Атаева Ф.С. Роль искусственного интеллекта в образовании // Республиканская научно-практическая конференция «Цифровизация: достижения, перспективы и проблемы в транспорте и других сферах экономики» в рамках «Годов развития промышленности 2022-2026». - Бустон, 2024. – С. 248-251.
4. Атаева Ф.С. Инженерное образование с применением искусственного интеллекта: текущее состояние, перспективы и вызовы // Светоч науки. – 2024. - № 3 (3). – С. 90-99.
5. Атаева Ф.С. Подготовка инженерных кадров в вузе с применением технологий искусственного интеллекта // Научно-практическая конференция «Наука и образование в социально-экономическом прогрессе правового государства», посвященная 35-летию Государственной независимости Республики Таджикистан, Году правового просвещения и Дню таджикской науки. Раздел V. – Худжанд, 2024. – С. 88-91.

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

TJ	RU	EN
Худойбердиев Хуршед Атохонович Доктори илмҳои техники, дотсенти кафедраи «БваНИ»	Худойбердиев Хуршед Атохонович Доктор технических наук, доцент кафедры “ПиИС”	Khudoyberdiev Khurshed Atokhonovich Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of "PandIS "
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: tajlingvo@gmail.com		
TJ	RU	EN
Атаева Фарзона Сирочиддиновна	Атаева Фарзона Сироджиддиновна	Ataeva Farzona Sirojiddinovna
Унвонҷӯи дараҷаи илмӣ	Соискатель ученой степени	applicant
Донишгоҳи давлатии ҳуқуқ,бизнес ва сиёсати Тоҷикистон	Таджикский государственный университет права, бизнеса и политики	Tajik state university of law, business and politics
E-mail: farzona2905@gmail.com		

УДК 003.26:004.056.55

СПОСОБЫ ВСТАВКИ И ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕКСТОВОГО ОБЪЕКТА В ЯЧЕЙКИ КЛЮЧ-МАТРИЦ МАТРИЧНЫХ И ОПЕРАТОР-МАТРИЧНЫХ МЕТОДОВ

М.Х. Гафуров

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Для защиты и обеспечения сохранности информации в информационных системах (ИС) необходимо представить и использовать новые способы и методы шифрования текстовых объектов, отвечающие требованиям времени. Новые способы и методы шифрования текстовых объектов позволяют использовать структурам обеспечивающие государственную тайну и техническую защиту информации, с учетом увеличения переписки и оборота документов с использованием сведений, содержащих государственную тайну, развития науки и техники, а также новых инициатив на пути развития государственности, разработка и реализация которых реализуются посредством секретного режима. Передача и доступ к информации в ИС осуществляется с использованием открытых и закрытых (специальных) Интернет-соединений. Поэтому, необходимо принять меры для обеспечения сохранности и защиты открытого текстового объекта от киберпреступников и от несанкционированного (незаконного) доступа в сфере государственной тайны и защиты технической информации.

Данной статье предложены способы вставки (извлечения) элементов открытого текстового объекта в ячейках ключа матричных и оператор-матричных методов шифрования открытого текстового объекта, использование которых приводит к увеличению стабильности зашифрованного объекта. В результате чего лишает киберпреступников, добывающих необходимые материалы различными путями, возможности их знакомства и использования.

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

ТАРЗҶОИ ДОХИЛКУНӢ ВА ХОРИҶКУНӢИ ЭЛЕМЕНТҶОИ ОБЪЕКТИ МАТНӢ ДАР ЯЧЕЙКАҶОИ КАЛИД-МАТРИТСАҶОИ УСУЛҶОИ МАТРИТСАВӢ ВА ОПЕРАТОР-МАТРИТСАВӢ

М.Ҳ. Гафуров

Барои ҳифз ва таъмини беҳатарии иттилоотӣ дар системаҳои иттилоотӣ (СИ), зарур аст ки тарзӯ усулҳои нави бадалсозии объектҳои матнии ба талаботи замон ҷавобгӯ пешниҳод карда шуда, мавриди истифода қарор дода шаванд. Тарзӯ усулҳои нави бадалсозӣ имкон медиҳанд, ки сохторҳои таъминкунандаи сирри давлатӣ ва ҳифзи техникии иттилоот бо назардошти зиёд гардидани мукотиба ва гардиши ҳуҷҷатҳо бо истифода аз маълумоти дорони сирри давлатӣ, рушди илму техника ва ташаббусҳои нав дар роҳи рушди давлатдорӣ, ки тарҳрезӣ ва амалигардонии онҳо тавассути речаи махфӣ амалӣ мегарданд, истифода кунанд. Иттилооти дар СИ буда бо истифода аз алокаи кушодаи пушидаи (махсуси) шабакаҳои гуногуни интернетӣ интиқол ва дастрас карда мешаванд. Дар таъмини беҳатарӣ ва ҳифз кардани объекти кушодаи матнӣ аз киберҷинояткорон ва аз дастрасии беҷозат (ғайриқонунӣ) дар самти сирри давлатӣ ва ҳифзи техникии иттилоот, чораҳои зарурӣ андешидан зарур мегардад.

Дар мақолаи мазкур тарзҳои дохилкунӣ (хориҷкунӣ)-и элементҳои объекти кушодаи матнӣ дар ячейкаҳои калид-матритсаи усулҳои матритсаӣ ва оператор-матритсаӣ бадалсозии объекти кушодаи матнӣ пешниҳод мегардад, ки истифодаи онҳо бо баланд гардидани объекти бадалшуда меоварад. Дар натиҷа киберҷинояткоронро, ки беҷозат маводи заруриро бо роҳҳои гуногун ба даст меоранд, аз шинос гардидан ва истифодаи он маҳрум месозад.

Калимаҳои калидӣ: усул, объект, бадалсозӣ, бадалкунӣ, аксбадалкунӣ, элемент, аломат, калид, вариант, матритса, оператор-матритса, устуворӣ, киберҷиноят.

METHODS OF INSERTING AND EXTRACTING TEXT OBJECT ELEMENTS INTO KEY-MATRIX CELLS OF MATRIX AND OPERATOR-MATRIX METHODS

M.Kh. Gafurov

To protect and ensure the safety of information in information systems (IS), it is necessary to introduce and use new methods and techniques for encrypting text objects that meet the requirements of the time. New methods and techniques for encrypting text objects allow the use of structures that provide state secrets and technical protection of information, taking into account the increase in correspondence and circulation of documents using information containing state secrets, the development of science and technology, as well as new initiatives towards the development of statehood, the development and implementation of which are carried out through a secret regime. Transfer and access to information in the IS is carried out using open and closed (special) Internet connections. Therefore, it is necessary to take measures to ensure the safety and protection of an open text object from cybercriminals and from unauthorized (illegal) access in the field of state secrets and the protection of technical information.

This article proposes methods for inserting (extracting) elements of an open text object in the key cells of matrix and operator-matrix methods for encrypting an open text object, the use of which leads to increased stability of the encrypted object. As a result, it deprives cybercriminals who obtain the necessary materials in various ways from the opportunity to be acquainted with and use them.

Keywords: method, object, encryption, decryption, element, symbol, key, option, matrix, matrix operator, stability, cybercrime.

Введение

Способы определения корневых слов, слогов, приставок, суффиксов, аффиксов, биграмм, триграмм и морфологического анализа слов, на основе которых были разработаны компьютерные программы, представлены и обсуждаются в работах [1,2]. Способ выбора или создания алфавита шифрования (частного, расширенного и общего), способы разработки ключа шифрования и метод шифрования с использованием символов и знаков открытого объекта представлены в работе [3]. В [4] был представлен и рассмотрен метод шифрования с использованием элементов заданного открытого текста, в котором создается множество текстовых элементов - корневых слов, префиксов и суффиксов, слогов, орфографических и специальных символов, цифр и с их помощью разрабатывается произвольный ключ шифрования данного текстового объекта. Шифрование открытого текстового

объекта на основе текстовых элементов - биграмм и триграмм, применяемое с помощью метода Полибея, рассмотрено в [5]. Применение шифрования открытого текстового объекта на основе текстовых элементов - корневых слов, префиксов и суффиксов, слогов, орфографических и специальных символов и цифр с использованием метода Полибея представлено в [6]. В [7] рассмотрено применение шифрования открытого текстового объекта с помощью триграмм в квадрате Полибея и двойного ключа. В работе [8] представлено и обсуждено применение оператор-матричного метода шифрования с указанием способов вставки и извлечения символов и знаков в ячейках произвольного ключа, присутствующие в данном открытом текстовом объекте. В работе [9] представлены методы матричного и оператор-матричного шифрования с использованием текстовых элементов. В [10] представлен матричный метод шифрования с помощью текстовых символов и знаков, и способы их вставки и извлечения в (от) ячейки ключ-матрицы.

При выполнении операции зашифрования данного открытого текстового объекта на произвольном языке в первую очередь учитываются особенности языка текста, так как объект разбивается на элементы. С другой стороны, способ вставки и извлечения текстовых элементов - корневых слов, префиксов и суффиксов, слогов, орфографических и специальных знаков, цифр, биграмм и триграмм в ячейках ключ-матрицы не зависит от языка текста.

Алгоритм решения задач

На примере текстового объекта произвольного языка можно применять способы вставки и извлечения текстовых элементов в ячейках ключ-матрицы (корневых слов, префиксов и суффиксов, слогов, орфографических и специальных знаков, чисел, биграмм и триграмм). Предлагаем алгоритм решения задач:

Пусть текст данного открытого объекта W написан или представлен на произвольном языке.

Данный текстовый объект могут быть разделена на следующие группы элементов:

- коренные слова, префиксы и суффиксы, орфографические и специальные знаки, цифры;
- слоги;
- униграммы (символы), биграммы и триграммы.

При шифровании данного открытого текстового объекта матричным методом выбирается ключ шифрования - матрица который имеет произвольный размер и некоторые его ячейки могут быть неактивными (закрытыми). В оператор-матричном методе выбираются ключ шифрования состоящей из не менее двух матриц произвольного размеров, в каждой матрице некоторые их ячейки могут быть неактивными.

Чтобы показать процесс вставки и извлечения текстовых элементов в (от) ячейки матрицы - произвольного выбранного ключа, рассмотрим это действие в произвольной по размеру матрице.

Пусть задан произвольная матрица $A(4,5)$. Элементы данного текстового объекта обозначено как a_{ij} , где $i = \overline{1,4}$ и $j = \overline{1,5}$ тогда, реализуем способы вставки и извлечения в (от) ячейки матрицы следующим образом (рис. 1).

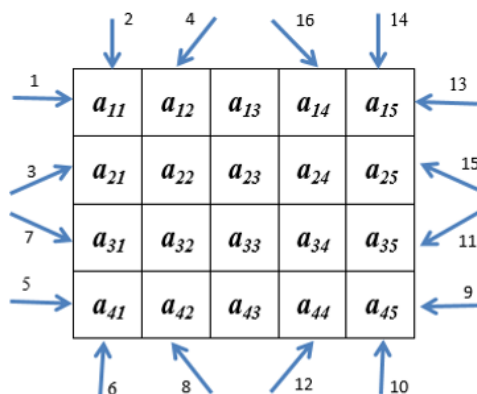


Рисунок 1 - Варианты вставки и извлечения элементов текстового объекта в (от) ячеек ключ-матрицы произвольного размера

В1. Последовательные способы вставки (извлечения) текстовых элементов в ячейки матрицы – в виде строк, столбец и диагональ (по левой и правой стороне):

1.1. $a_{11} a_{12} a_{13} a_{14} a_{15} a_{21} a_{22} a_{23} a_{24} a_{25} a_{31} a_{32} a_{33} a_{34} a_{35} a_{41} a_{42} a_{43} a_{44} a_{45}$ - по строкам, сверху слева, слева направо;

1.2. $a_{11} a_{21} a_{31} a_{41} a_{12} a_{22} a_{32} a_{42} a_{13} a_{23} a_{33} a_{43} a_{14} a_{24} a_{34} a_{44} a_{15} a_{25} a_{35} a_{45}$ - по столбцам, сверху слева, сверху вниз;

1.3. $a_{11} a_{21} a_{12} a_{31} a_{22} a_{13} a_{41} a_{32} a_{23} a_{14} a_{42} a_{33} a_{24} a_{15} a_{43} a_{34} a_{25} a_{44} a_{35} a_{45}$ - по диагонали, сверху слева, снизу-вверх;

- 1.4. $a_{11} a_{12} a_{21} a_{13} a_{22} a_{31} a_{14} a_{23} a_{32} a_{41} a_{15} a_{24} a_{33} a_{42} a_{25} a_{34} a_{43} a_{35} a_{44} a_{45}$ - по диагонали, сверху слева, сверху вниз;
- 1.5. $a_{41} a_{42} a_{43} a_{44} a_{45} a_{31} a_{32} a_{33} a_{34} a_{35} a_{21} a_{22} a_{23} a_{24} a_{25} a_{11} a_{12} a_{13} a_{14} a_{15}$ - по строкам, снизу слева, слева направо;
- 1.6. $a_{41} a_{31} a_{21} a_{11} a_{42} a_{32} a_{22} a_{12} a_{43} a_{33} a_{23} a_{13} a_{44} a_{34} a_{24} a_{14} a_{45} a_{35} a_{25} a_{15}$ - по столбцам, снизу слева, снизу-вверх;
- 1.7. $a_{41} a_{31} a_{42} a_{21} a_{32} a_{43} a_{11} a_{22} a_{33} a_{44} a_{12} a_{23} a_{34} a_{45} a_{13} a_{24} a_{35} a_{14} a_{25} a_{15}$ - по диагонали, снизу слева, сверху вниз;
- 1.8. $a_{41} a_{42} a_{31} a_{43} a_{32} a_{21} a_{44} a_{33} a_{22} a_{11} a_{45} a_{34} a_{23} a_{12} a_{35} a_{24} a_{13} a_{25} a_{14} a_{15}$ - по диагонали, снизу слева, снизу-вверх;
- 1.9. $a_{45} a_{44} a_{43} a_{42} a_{41} a_{35} a_{34} a_{33} a_{32} a_{31} a_{25} a_{24} a_{23} a_{22} a_{21} a_{15} a_{14} a_{13} a_{12} a_{11}$ - по строкам, снизу справа, справа налево;
- 1.10. $a_{45} a_{35} a_{25} a_{15} a_{44} a_{34} a_{24} a_{14} a_{43} a_{33} a_{23} a_{13} a_{42} a_{32} a_{22} a_{12} a_{41} a_{31} a_{21} a_{11}$ - по столбцам, снизу справа, снизу вверх;
- 1.11. $a_{45} a_{35} a_{44} a_{25} a_{34} a_{43} a_{15} a_{24} a_{33} a_{42} a_{14} a_{23} a_{32} a_{41} a_{13} a_{22} a_{31} a_{12} a_{21} a_{11}$ - по диагонали, снизу справа, сверху вниз;
- 1.12. $a_{45} a_{44} a_{35} a_{43} a_{34} a_{25} a_{42} a_{33} a_{24} a_{15} a_{41} a_{32} a_{23} a_{14} a_{31} a_{22} a_{13} a_{21} a_{12} a_{11}$ - по диагонали, снизу справа, снизу вверх;
- 1.13. $a_{15} a_{14} a_{13} a_{12} a_{11} a_{25} a_{24} a_{23} a_{22} a_{21} a_{35} a_{34} a_{33} a_{32} a_{31} a_{45} a_{44} a_{43} a_{42} a_{41}$ - по строкам, сверху справа, справа налево;
- 1.14. $a_{15} a_{25} a_{35} a_{45} a_{14} a_{24} a_{34} a_{44} a_{13} a_{23} a_{33} a_{43} a_{12} a_{22} a_{32} a_{42} a_{11} a_{21} a_{31} a_{41}$ - по столбцам, сверху справа, сверху вниз;
- 1.15. $a_{15} a_{25} a_{14} a_{35} a_{24} a_{13} a_{45} a_{34} a_{23} a_{12} a_{44} a_{33} a_{22} a_{11} a_{43} a_{32} a_{21} a_{42} a_{31} a_{41}$ - по диагонали, сверху справа, снизу-вверх;
- 1.16. $a_{15} a_{14} a_{25} a_{13} a_{24} a_{35} a_{12} a_{23} a_{34} a_{45} a_{11} a_{22} a_{33} a_{44} a_{21} a_{32} a_{43} a_{31} a_{42} a_{41}$ - по диагонали, сверху справа, сверху вниз.
- B2. Вставка (извлечение) текстовых элементов в ячейки матрицы – в виде строк, столбец и диагональ (по левой и правой стороне) по спирали:
- 2.1. $a_{11} a_{12} a_{13} a_{14} a_{15} a_{25} a_{24} a_{23} a_{22} a_{21} a_{31} a_{32} a_{33} a_{34} a_{35} a_{45} a_{44} a_{43} a_{42} a_{41}$ - по строкам, сверху слева, слева направо и по спирали;
- 2.2. $a_{11} a_{21} a_{31} a_{41} a_{42} a_{32} a_{22} a_{12} a_{13} a_{23} a_{33} a_{43} a_{44} a_{34} a_{24} a_{14} a_{15} a_{25} a_{35} a_{45}$ - по столбцам, сверху слева, сверху вниз и по спирали;
- 2.3. $a_{11} a_{12} a_{21} a_{31} a_{22} a_{13} a_{14} a_{23} a_{32} a_{41} a_{42} a_{33} a_{24} a_{15} a_{25} a_{34} a_{43} a_{44} a_{35} a_{45}$ - по диагонали, сверху слева, снизу-вверх и по спирали;
- 2.4. $a_{11} a_{21} a_{12} a_{13} a_{22} a_{31} a_{41} a_{32} a_{23} a_{14} a_{15} a_{24} a_{33} a_{42} a_{43} a_{34} a_{25} a_{35} a_{44} a_{45}$ - по диагонали, сверху слева, сверху вниз и по спирали;
- 2.5. $a_{41} a_{42} a_{43} a_{44} a_{45} a_{35} a_{34} a_{33} a_{32} a_{31} a_{21} a_{22} a_{23} a_{24} a_{25} a_{15} a_{14} a_{13} a_{12} a_{11}$ - по строкам, снизу слева, слева направо и по спирали;
- 2.6. $a_{41} a_{31} a_{21} a_{11} a_{12} a_{22} a_{32} a_{42} a_{43} a_{33} a_{23} a_{13} a_{14} a_{24} a_{34} a_{44} a_{45} a_{35} a_{25} a_{15}$ - по столбцам, снизу слева, снизу-вверх и по спирали;
- 2.7. $a_{41} a_{42} a_{31} a_{21} a_{32} a_{43} a_{44} a_{33} a_{22} a_{11} a_{12} a_{23} a_{34} a_{45} a_{35} a_{24} a_{13} a_{14} a_{25} a_{15}$ - по диагонали, снизу слева, сверху вниз и по спирали;
- 2.8. $a_{41} a_{31} a_{42} a_{43} a_{32} a_{21} a_{11} a_{22} a_{33} a_{44} a_{45} a_{34} a_{23} a_{12} a_{13} a_{24} a_{35} a_{25} a_{14} a_{15}$ - по диагонали, снизу слева, снизу-вверх и по спирали;
- 2.9. $a_{45} a_{44} a_{43} a_{42} a_{41} a_{31} a_{32} a_{33} a_{34} a_{25} a_{24} a_{23} a_{22} a_{21} a_{11} a_{12} a_{13} a_{14} a_{15}$ - по строкам, снизу справа, справа налево и по спирали;
- 2.10. $a_{45} a_{35} a_{25} a_{15} a_{14} a_{24} a_{34} a_{44} a_{43} a_{33} a_{23} a_{13} a_{12} a_{22} a_{32} a_{42} a_{41} a_{31} a_{21} a_{11}$ - по столбцам, снизу справа, снизу вверх и по спирали;
- 2.11. $a_{45} a_{44} a_{35} a_{25} a_{34} a_{43} a_{42} a_{33} a_{24} a_{15} a_{14} a_{23} a_{32} a_{41} a_{31} a_{22} a_{13} a_{12} a_{21} a_{11}$ - по диагонали, снизу справа, сверху вниз и по спирали;
- 2.12. $a_{45} a_{35} a_{44} a_{43} a_{34} a_{25} a_{15} a_{24} a_{33} a_{42} a_{41} a_{32} a_{23} a_{14} a_{13} a_{22} a_{31} a_{21} a_{12} a_{11}$ - по диагонали, снизу справа, снизу вверх и по спирали;
- 2.13. $a_{15} a_{14} a_{13} a_{12} a_{11} a_{21} a_{22} a_{23} a_{24} a_{25} a_{35} a_{34} a_{33} a_{32} a_{31} a_{41} a_{42} a_{43} a_{44} a_{45}$ - по строкам, сверху справа, справа налево по спирали;

2.14. $a_{15} a_{25} a_{35} a_{45} a_{44} a_{34} a_{24} a_{14} a_{13} a_{23} a_{33} a_{43} a_{42} a_{32} a_{22} a_{12} a_{11} a_{21} a_{31} a_{41}$ - по столбцам, сверху справа, сверху вниз и по спирали;

2.15. $a_{15} a_{14} a_{25} a_{35} a_{24} a_{13} a_{12} a_{23} a_{34} a_{45} a_{44} a_{33} a_{22} a_{11} a_{21} a_{32} a_{43} a_{42} a_{31} a_{41}$ - по диагонали, сверху справа, снизу вверх и по спирали;

2.16. $a_{15} a_{25} a_{14} a_{13} a_{24} a_{35} a_{45} a_{34} a_{23} a_{12} a_{11} a_{22} a_{33} a_{44} a_{43} a_{32} a_{21} a_{31} a_{42} a_{41}$ - по диагонали, сверху справа, сверху вниз и по спирали.

Из последовательной вставки (извлечения) текстовых элементов в (от) ячейки матрицы в случаях пунктов В1 и В2 видно, что для одного (16) способа вставки существует пятнадцать (15) произвольных способов извлечения. То есть для каждого случая вставки (извлечения) элементов имеется 240 вариантов, а всего для обоих случаев (пунктов В1 и В2) — для одного (из 32) способа вставки существует тридцать один (31) произвольных способов извлечения, всего имеются 992 варианта вставки (извлечения) текстовых элементов в (от) ячейки матрицы.

Решение задачи на примерах

Реализуем способы вставки и извлечения текстовых элементов в оператор-матричном методе шифрования с использованием биграмм в ячейках произвольного ключа.

Пусть текст открытого объекта W имеет следующий вид (Лоик Шерали):

$$W = \begin{pmatrix} \text{Зарафшон меравад сӯи Бухоро,} \\ \text{Зи кӯҳи Панҷрӯд, аз чашмасорон.} \\ \text{Ба роҳаш ёдгорӣ монда ҷорист,} \\ \text{Ба нафъи халқ зар афшонда ҷорист.} \end{pmatrix} \quad (1)$$

Чтобы разбить на левосторонние биграммы и сохранить структуру исходного объекта при выполнении расшифрования, создадим следующий вспомогательный ключ, который заменяет орфографические знаки и при необходимости знак пустоты на буквенными символами, отсутствующими в объекте. Пусть одним из вариантов вспомогательного ключа имеет следующий вид:

$$K^h = \{ ' \rightarrow k, \cdot \rightarrow f, \sim \rightarrow v, \downarrow \rightarrow t, \emptyset \rightarrow q \} \quad (2)$$

Используя вспомогательный ключ K^h , получаем данный открытый объект (1) в следующей (канонической) последовательности символов:

$$W^h = \left\{ \begin{array}{l} \text{ЗарафшонвмеравадвсӯивБухороkтЗивкӯҳивПанч} \\ \text{рӯдквзавчашмасоронftБавроҳашвёдгорӣвмондав} \\ \text{ҷористktБавнафъивхалқзарвафшондавҷористf} \end{array} \right\} \quad (3)$$

Теперь разделим объект (3) на левосторонние биграммы и получим следующий объект $W1$, разделенный на биграммы:

$$W1 = \left\{ \begin{array}{l} \text{За, ра, фш, он, вм, ер, ав, ад, вс, ўи, вБ, ух, ор, ок, тЗ,} \\ \text{ив, кӯ, ҳи, вП, ан, ҷр, ўд, kv, аз, вч, аш, ма, со, ро, нф,} \\ \text{тБ, ав, ро, ҳа, шв, ёд, го, рй, вм, он, да, вч, ор, ис, тк, тБ,} \\ \text{ав, на, фъ, ив, ха, лқ, vz, ар, ва, фш, он, да, вч, ор, ис, тф} \end{array} \right\} \quad (4)$$

Для зашифрования открытого объекта, заданного в (1), выбираем произвольный ключ состоящей как минимум из двух матриц разных размерностей, в каждой из которых произвольные ячейки могут быть неактивными. Пусть она состоит из следующих двух матриц разной размерности $B1(5,4)$ и $B2(4,4)$, в которых следующие ячейки $b1(2,3)$, $b1(4,2)$, $b1(5,3)$ и $b2(2,2)$, $b2(3,4)$ неактивны, то есть произвольно выбранный ключ шифрования объекта имеет следующий вид:

$$K1 = B1(5,4) \cup B2(4,4) - \{b1(2,3), b1(4,2), b1(5,3), b2(2,2), b2(3,4)\} \quad (5)$$

Используя произвольный ключ (5), зашифруем данный открытый объект. Последовательно разложим биграммы, заданные в (4), приведенные в 1.5-м способом (по строкам, нижний левый, слева направо) в ячейках матрицы $B1(5,4)$ и 2.11-м способом (по диагонали, снизу справа, сверху вниз и по спирали) в ячейках матрицы $B2(4,4)$ и получим:

ok	t3	ив	кӯ
вБ	ух		ор
ав	ад	вс	ўи
он		вм	ер
За	ра		фш

U

тБ	нф	ма	аш
ро		вч	ан
со	аз	ҷр	
kv	ўд	вП	ҳи

тк	тБ	ав	на
вч	ор		ис
рй	vm	он	да
шv		ёд	го
ав	ро		ха

U

тf	ис	да	он
ор		фш	ха
вч	va	лқ	
ар	vз	ив	фъ

Теперь, способом приведенные в 1.3 (по диагонали, сверху слева, снизу-вверх) из ячеек матрицы **B1(4,5)** и способом 2.13 (по строкам, сверху справа, справа налево по спирали) из ячеек матрицы **B2(4,4)** извлечем биграммы, создав зашифрованный объект **W2**, который имеет следующий вид:

$$W2 = \left\{ \begin{array}{l} okvBtЗавухивонадкўЗавсорравмўнерфшашманf \\ tБровчанчразокvўдвПхитkvчтБрйоравшvvmнаав \\ онисроёддагохаондаистфорфшхалқvavчарvзивфъ \end{array} \right\} \quad (6)$$

Для реализации процесса расшифрования зашифрованного объекта, достаточно получить ключ шифрования (5) и зашифрованный объект (6). После зашифрованный объект (6) разделим на левосторонние биграммы, и при использовании ключа меняем операции извлечения на вставку и операции вставки на извлечения биграмм, получим объект состоящий из последовательности символов вида (3). Применяя к полученному объекту (3) вспомогательный ключ (2), в результате получим исходный открытый объект.

Вывод

1. Данные способы вставки (извлечения) текстовых символов или элементов в ячейки матрицы позволяют взломщикам не иметь возможности выполнить расшифрование зашифрованного объекта в случае определения способа использования шифрования. Возможно применение данного метода и способов создания ключей шифрования для текстового объекта произвольного языка.
2. Данные способы вставки (извлечения) текстовых символов или элементов в (из) ячеек матрицы позволяют реализовать ее для заданных текстовых элементов - корневых слов, префиксов и суффиксов, слогов, орфографических и специальных символов, чисел, биграмм и триграмм.
3. Так как в оператор-матричном методе выбираются ключ шифрования состоящий из не менее двух матриц произвольного размеров, в каждой матрице возможно произвольного выбора вариантов вставки (извлечения) текстовых символов или элементов.
4. Указанные способы вставки (извлечения) текстовых символов или элементов (992 вариантов) в (из) ячеек матрицы позволяют повысить стабильность зашифрованного объекта.

Рецензент: Мирзоев С.Х. – д.т.н., профессор кафедры информатики ТДЖИКСкого национального университета.

Литература

1. Усманов З.Д. Морфологический анализ словоформ таджикского языка: монография. / З.Д. Усманов, Г.М. Довудов / Душанбе: «Дониш», 2015. – 130 с.
2. Усманов, З.Д. Частотность биграмм таджикской литературы / З.Д. Усманов, А.А. Косимов // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. - 2016. -т.59. -№1-2. -С.28-32.
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 шифрования объекта с использованием элементов языка. / М.Х. Гафуров // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2023. №2 (62). С.22-29.
5. Гафуров М.Х. Применение биграмм и триграмм при шифровании объекта с использованием квадратом Полибея. / М.Х. Гафуров // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2024. №1 (65). С.72-75.
6. Гафуров М.Х. Операторное применение шифрования элементов языка с квадратом Полибея. / М.Х. Гафуров // Вестник Технологического университета Таджикистана. 2024. № 1 (56). С.159-164.
7. Gafurov M.Kh. Application of trigrams in encryption of objects using the Polybius square and a double key. / M.Kh. Gafurov, A.S. Rajabova,, R.B. Ghiyosov // Bulletin of the Tajik National University. Series of natural sciences. 2024. №3. С.28-31. doi.org/10.62965/tnu.sns.2024.3.3
8. Гафуров М.Х. Шифрование объекта оператор-матричным методом. / М.Х. Гафуров // Общественная безопасность, законность и правопорядок в III тысячелетии. 2018. № 4-2. С. 14–21.

9. Гафуров М.Х. Шифрование элементов текста матричным и оператор-матричным методом. / М.Х. Гафуров // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2024. №4 (68). С.26-32.

10. <https://www.cyberforum.ru/php-beginners/thread1879116.html> - электронный ресурс. (дата обращения 07.02.2025)

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

TJ	RU	EN
Гафуров Миршафи Ҳамитович	Гафуров Миршафи Хамитович	Gafurov Mirshafi Khamitovich
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: mirugaf56@gmail.com		

УДК 621.791.7:004.932.72

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ВНЕШНЕГО ВИДА КРЫШЕК НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

И.Л. Касимов, Li Jianjun, MA, Zhenhuai

Таджикский национальный университет

Университет Цзяотун в Шаньдуне

В данной работе предложен метод обнаружения дефектов на крышках, основанный на машинном зрении. Для решения проблем, связанных с техническими сложностями в обнаружении дефектов, была предложена методика обнаружения царапин. На первом этапе двусторонний фильтр применяется к полученным образцам и образцам шаблонов для снижения шума. Затем метод сопоставления шаблонов на основе формы используется для извлечения признаков, точного позиционирования целевого региона и определения области интереса (ROI). Далее выполняется анализ Blob на образцах с применением алгоритма автоматического определения порога Otsu для двухуровневой дискретизации изображения. Это преобразует градиентное изображение в бинарное, чтобы четче выделить область дефектов. На основе этого, морфологическая операция закрытия используется для заполнения внутренних пустот в области дефекта, обеспечивая непрерывность пятен. После этого проводится анализ связанных областей (ССА) для выделения и извлечения признаков областей пятен, а также вычисления площади каждого связанного региона. Наконец, на основе заданного порога площади определяется область дефектов, а образцы с отклонением от порога подлежат удалению. Эксперименты показали, что данный алгоритм обладает высокой точностью и устойчивостью к ошибкам при обнаружении дефектов, эффективно удовлетворяя требованиям реальности и точности в промышленной обработке данных.

Ключевые слова: обнаружение дефектов, машинное зрение, крышки бутылок, анализ изображений, шумоподавление, сопоставление шаблонов, область интереса (ROI), анализ Blob, алгоритм Otsu, бинаризация, морфологические операции, сегментация, обработка дефектов, контроль качества, позиционирование региона, выделение дефектов, классификация, цифровая обработка изображений, промышленная автоматизация, оценка качества.

ТАДҚИҚИ АЛГОРИТМИ ОШКОРСОЗИИ НУҚСОНҲОИ НАМУДИ ЗОҲИРИИ САРПЌШҲО БАР АСОСИ БИНИШИ МОШИНӢ

И.Л. Қосимов, МА Ченхуай, Ли Цзянцун

Дар ин кор усули ошкорсозии нуқсонҳо дар сарпўшҳо, ки ба биниши мошинӣ асос ёфтааст, пешниҳод карда мешавад. Барои ҳалли мушкилоти марбут ба душвории техникии ошкорсозии нуқсонҳо, методи ошкорсозии ҳарошидан пешниҳод шудааст. Дар марҳилаи аввал филтри дутарафа ба намунаҳои гирифташуда ва намунаҳои қолабӣ барои коҳиши садо татбиқ карда мешавад. Баъдан, усули мутобиқсозии қолабҳо бар асоси шакл барои истихроҷи хусусиятҳо, ҷойгиркунии дақиқи минтақаи ҳадаф ва муайян кардани минтақаи таваҷҷўҳ (ROI) истифода мешавад. Сипас, таҳлили Blob ба намунаҳо бо татбиқи алгоритми муайянкунии остонаи ҳудуди Otsu барои дусатҳабандии тасвир иҷро карда мешавад. Ин тасвири градиентиро ба бинарӣ табдил медиҳад, то минтақаи нуқсонҳо равшантар ҷудо шавад. Дар асоси ин, амалиёти морфологӣи басташавӣ барои пур кардани холигиҳои дохилии минтақаи нуқсон истифода мешавад, ки пайвастиҳои доғхоро таъмин мекунад. Пас аз ин, таҳлили минтақаҳои пайваста (ССА) барои ҷудокунӣ хусусиятҳо ва ҳисобкунии масоҳати ҳар як минтақаи пайваста анҷом дода мешавад. Дар ниҳоят, минтақаи нуқсонҳо дар асоси остонаи масоҳати муайяншуда муайян карда шуда, намунаҳое, ки аз остона берунанд, рад карда мешаванд. Таҷрибаҳо нишон доданд, ки ин алгоритм дақиқии баланд ва устуворӣ нисбат ба ҳатоҳо дар ошкорсозии нуқсонҳоро доро буда, талаботи воқеият ва дақиқиро дар коркарди маълумоти саноатӣ самаранок қоне мегардонад.

Калимаҳои калидӣ: ошкорсозии нуқсонҳо, биниши мошинӣ, сарпўшҳои шиша, таҳлили тасвир, коҳиши садо, мутобиқсозии қолабҳо, минтақаи таваҷҷўҳ (ROI), таҳлили **Blob**, алгоритми Otsu, бинаризация, амалиёти морфологӣ, сегментация, коркарди нуқсонҳо, назорати сифат, ҷойгиркунии минтақа, ҷудокунӣ нуқсонҳо, таснифот, коркарди рақамии тасвир, автоматикунӣ саноатӣ, баҳодихӣ сифат.

RESEARCH ON A MACHINE VISION-BASED ALGORITHM FOR DETECTING VISUAL DEFECTS ON BOTTLE CAPS

I.L. Qosimov, MA, Zhenhuai, Li Jianjun

This paper presents a method for detecting defects on bottle caps based on machine vision. To address technical challenges in defect detection, a scratch detection approach is proposed. In the first stage, a bilateral filter is applied to the captured samples and template images to reduce noise. Then, a shape-based template matching method is employed to extract features, precisely locate the target region, and determine the region of interest (ROI). Next, Blob analysis is performed on the samples using the Otsu thresholding algorithm for two-level image segmentation. This converts the grayscale image into a binary image, highlighting the defect areas more clearly. Based on this, a morphological closing operation is used to fill internal voids within the defect region, ensuring continuity of the defect spots. After that, connected component analysis (CCA) is carried out to identify and extract features of the defect regions, and the area of each connected region is calculated. Finally, based on a predefined area threshold, defect areas are determined, and samples deviating from the threshold are removed. Experimental results show that the proposed algorithm demonstrates high accuracy and robustness in defect detection, effectively meeting real-world demands and precision requirements in industrial data processing.

Keywords: defect detection, machine vision, bottle caps, image analysis, noise reduction, template matching, region of interest (ROI), Blob analysis, Otsu algorithm, binarization, morphological operations, segmentation, defect processing, quality control, region positioning, defect extraction, classification, digital image processing, industrial automation, quality assessment.

Введение

Крышки, как ключевой элемент упаковки, напрямую влияют на безопасность товара и доверие потребителей к качеству [1-2]. Однако в процессе изготовления крышек могут возникать дефекты (заусенцы, цветовые несоответствия, повреждения) из-за аномалий давления формования, дефектов матриц или попадания посторонних предметов [3-4]. Традиционные методы ручного контроля имеют

низкую эффективность, высокое физическое напряжение и высокий процент ошибок, что затрудняет удовлетворение потребностей современной производственной линии в высокой точности и эффективности. Поэтому разработка надежной и малозатратной автоматизированной системы контроля стала актуальной задачей.

Технология машинного зрения, сочетающая оптоэлектронные датчики и обработку изображений, позволяет эффективно и точно распознавать дефекты внешнего вида крышек, такие как повреждения, загрязнения и деформации [5-6]. По сравнению с традиционными методами контроля с помощью датчиков эта система обладает рядом преимуществ: гибкость настроек, высокая скорость обнаружения, точность. Она особенно полезна в условиях работы с токсичными или опасными веществами, так как повышает эффективность проверки и снижает расходы на рабочую силу и вероятность человеческих ошибок [7-8]. По этой причине технология машинного зрения для контроля внешнего вида крышек становится предметом пристального внимания отрасли. [21].

Wang et al. [9] разработали метод обнаружения щелей на крышках в фармацевтической промышленности, используя алгоритмы маркировки областей CCL, Canny edge detection и двухуровневую дискретизацию изображения для обработки полученных изображений. Они определили ширину пикселя анализа крышек и предоставили физическую ширину. Zhang et al. [10] предложили метод обнаружения дефектов на основе выделения области крышки, определяя положение заусенцев путем локализации центра крышки и используя метод разницы изображений для расчета площади заусенца. В сочетании с формулой взвешенного цветового различия реализована проверка цветовых отклонений. Wang et al. [11] представили систему контроля медицинских бутылок на основе машинного зрения, которая использовала операции гистограммного выравнивания, усиления изображения, сегментации и извлечения границ, чтобы завершить проектирование программного обеспечения системы с помощью MATLAB GUI. Peng et al. [12] предложили алгоритм обнаружения дефектов противоугонной кольца на крышке, который использует расчет кривизны контура и обнаружение угловых точек. Они определяют разрыв противоугонного кольца на основе наличия или отсутствия зазора между кольцом опоры и противоугонным кольцом. Wen et al. [13] разработали систему обнаружения дефектов крышек на основе Canny-оператора и SVM, чтобы решить проблему пропусков при ручном контроле черных точек на поверхности крышки.

С развитием технологий глубокого обучения [14-15] точность обнаружения повысилась. Peng et al. [16] предложили метод онлайн-обнаружения дефектов стеклянных фармацевтических бутылок, используя проекционный анализ для позиционирования стеклянной бутылки в целом изображении, локальное максимальное энтропийное уравнение для автоматического удаления области помех и многоуровневую морфологическую фильтрацию с множеством морфологических операторов для обнаружения дефектов. Shu et al. [17] предложили метод обнаружения дефектов крышек, который объединяет усиление изображения при низкой освещенности, сегментацию с использованием значений и обнаружение аномалий. С помощью модели Retinex на основе максимального энтропия усиливается изображение при низком освещении, для удаления фона используется сеть сегментации OCR-Net, а сеть GANomaly улучшает способность к реконструкции изображений за счет внимания в форме креста и функции потерь наименьших квадратов. Для решения проблемы качества поверхности крышек бутылок с белым напитком и громоздкости алгоритма параметров Zhao et al. [18] внесли изменения в YOLOv5s и предложили SEGC-YOLO, который является легким и высокоточным алгоритмом. Вместо операции интерполяции ближайшего соседа используется оператор CARAFE для замены процедуры сэмплирования вверх, а использование ядра предсказания выборки повышает способность к информационной передаче в шейковой сети, что приводит к повышению точности обнаружения. По мере совершенствования алгоритмов и методов модернизации точность обнаружения продолжает расти, однако структура моделей алгоритмов становится все более сложной, параметры увеличиваются, что затрудняет развертывание многих моделей на мобильные и встроенные устройства. Поэтому разработка алгоритмов и систем на основе легких моделей глубокого обучения является важной направлением исследований.

В целом, применение технологий машинного зрения для контроля внешнего вида крышек по-прежнему сталкивается с рядом проблем. Высокая зависимость системы от высокопроизводительных аппаратных средств приводит к увеличению стоимости и сложности; алгоритмы обнаружения являются сложными, и их устойчивость и обобщающая способность при обработке дефектов разных типов недостаточны; отсутствие способности к автоматической классификации и идентификации типов дефектов ограничивает возможности поддержки принятия решений на основе глубокого анализа качества.

В связи с этим, будущие исследования в области технологии машинного зрения для контроля внешнего вида крышек должны сосредоточиться на оптимизации аппаратных средств, упрощении алгоритмов, повышении эффективности и внедрении методов интеллектуальной классификации, чтобы добиться точного обнаружения и классификации дефектов и способствовать дальнейшему развитию и применению этой технологии.

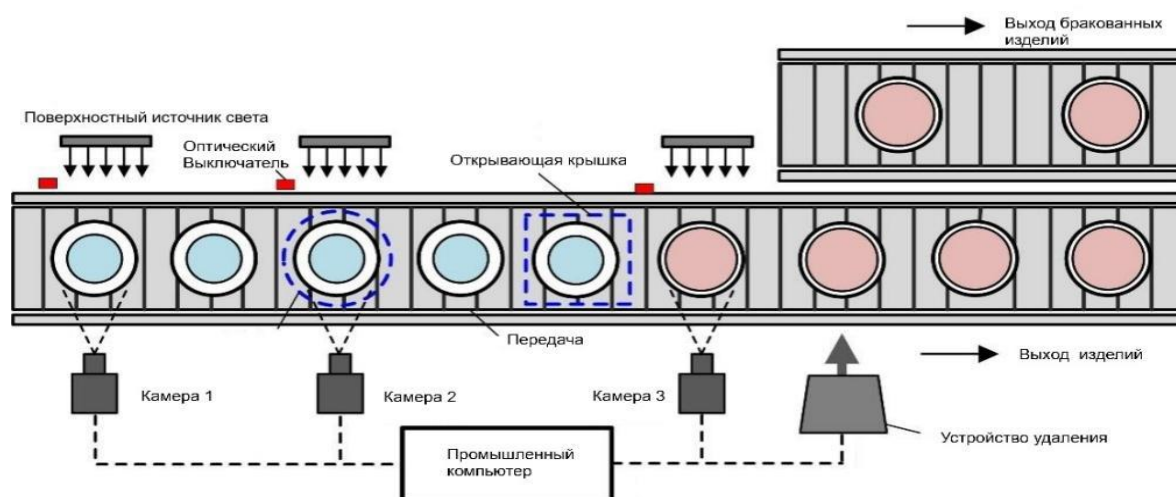


Рисунок 1 – Система обнаружения дефектов крышек бутылок

Основная система включает модули датчиков, транспортировочного устройства, устройства поворота, устройства удаления некачественной продукции и модуль визуального контроля, как показано на рисунке 1. Модуль датчиков в реальном времени обнаруживает наличие крышек на транспортировочном устройстве и передаёт сигнал в систему управления, которая контролирует скорость и частоту цикла транспортировки. Когда крышка достигает заданного рабочего места, камера CCD 1 снимает изображение передней стороны крышки, а затем, достигнув следующего этапа, камера 2 снимает изображение боковой стороны крышки. Устройство поворота поворачивает крышку на 120° и 240° перед повторной съемкой боковых изображений, а затем, когда крышка продолжает двигаться к следующему рабочему месту, устройство переворачивания крышки совершает движение и переворачивает крышку полностью. Камера 3 затем снимает изображение перевернутой крышки. Фотографии, полученные в результате съемки, передаются в систему управления ПЛК, где системой вызывается алгоритм обработки изображений для определения качества поверхности крышки. При обнаружении крышек с дефектом поверхности, устройство удаления некачественной продукции активируется и удаляет крышку с конвейера на боковую конвейерную систему, в результате чего обеспечивается сортировка соответственных и несоответственных крышек. Типичные фотографии с дефектными крышками представлены на рисунке 2.

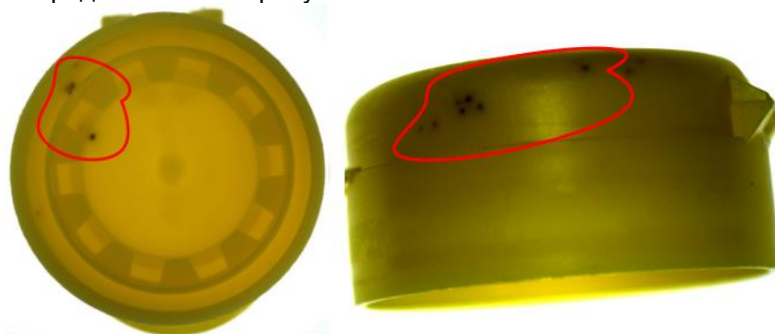


Рисунок 2 – Типичный образец крышки бутылки с дефектом

Общий аппаратный каркас системы представлен на рис. 3.

Система промышленного контроля соединена с CCD-камерами по протоколу GigE через интерфейс, управление всеми модулями осуществляется микроконтроллером. В рамках настоящего исследования для разработки алгоритмов обработки изображений используется среда разработки Visual Studio, библиотеки Open CV и C++. Для реализации интерактивного взаимодействия пользователя с системой обработки изображений и настройки параметров используется платформа Qt.

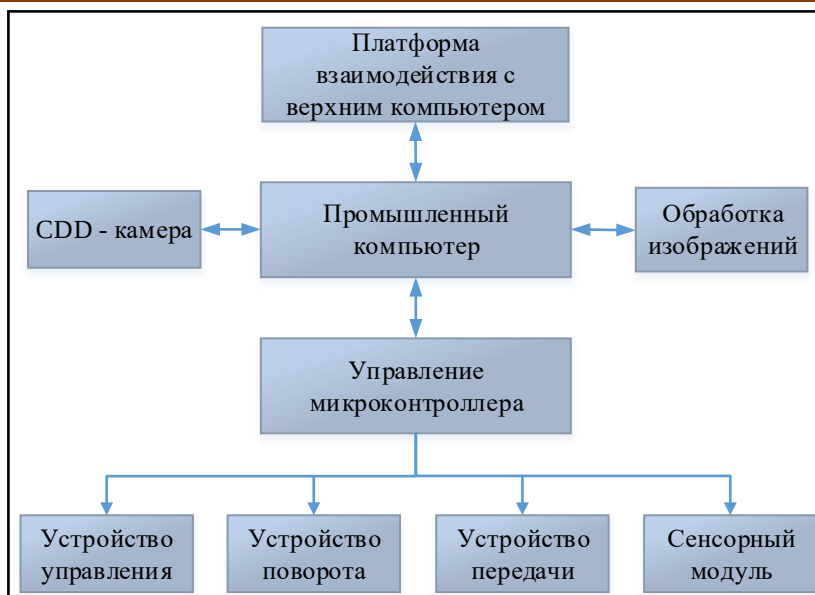


Рисунок 3 – Схема программно-аппаратной архитектуры системы

Алгоритм обнаружения дефектов. Нелинейная двусторонняя фильтрация. Во время захвата изображений крышек на процесс оказывают влияние факторы внешней среды (пыль, неравномерность освещения) и характеристики поверхности крышки (блеск, текстура), что приводит к заметной посторонней за шумок изображения. Эта шум может существенно помешать извлечению признаков мелких царапин, приводя к ошибкам пропуска (False Negative) и ложным срабатываниям (False Positive), в результате чего снижается точность и надежность обнаружения дефектов. Поэтому процедура шумоподавления является важным шагом на этапе предварительной обработки.

В настоящее время широко распространенные фильтры, такие как средние, медианы и гауссовы фильтры, при обработке тонких или небольших по площади царапин сталкиваются с врожденными ограничениями. Эти методы, удаляя шум, не всегда могут полностью защитить пиксели на краях царапин, что приводит к потере или размытию деталей края и снижению точности обнаружения дефектов. Двусторонняя фильтрация как нелинейный метод фильтрации, используя комбинацию пространственной близости и локальной взвешенной средней стратегии по подобию пикселей, может одновременно подавлять шум и сохранять информацию о границах. Этот подход преодолевает недостатки традиционных фильтров, которые игнорируют информацию о градиентах изображения, и обеспечивает лучшую балансировку между шумоподавлением и защитой краев. Главное выражение для него:

$$f(x, y) = \frac{\sum_{(m,n) \in H(x,y)} z_s(x,y) z_r(m,n) g(m,n)}{\sum_{(m,n) \in H(x,y)} z_s(x,y) z_r(m,n)} \quad (1)$$

где:

$f(x, y)$ — это обработанное изображение;

$H(x, y)$ — это окрестность центрального пикселя (x, y) ;

$g(m, n)$ — это один из пикселей в данной окрестности;

$z_s(m, n)$ — это функция, которая измеряет пространственную близость между центром области и соседними точками.

$$z_s(m, n) = \exp\left[-\frac{(|m-x|^2 + |n-y|^2)}{2\sigma_s^2}\right] \quad (2)$$

σ_s — это стандартное отклонение пространственного сходства, которое контролирует скорость уменьшения пространственного веса.

$z_r(m, n)$ — это функция измерения сходства яркостей, выраженная как:

$$z_r(m, n) = \exp\left[-\frac{(|g(m,n) - g(x,y)|)^2}{2\sigma_r^2}\right] \quad (3)$$

σ_r — это стандартное отклонение яркостного сходства, которое контролирует скорость уменьшения веса яркости.

Сравнение шаблонов. Как правило вид спереди, боковая и обратная стороны крышек для обработки имеют различные области, где применяется сравнение шаблонов для классификации типа изображения. Данный метод предполагает локализацию шаблона в изображении.

Сопоставления шаблонов имеют следующие основные типы:

По яркости: сравнение пикселей, отражающих яркости в шаблоне и образце, характеризуется хорошей точностью при устойчивом освещении, и даёт ошибки при изменении освещения и нестабильной среде.

По форме: метод находит оптимальное положение шаблона в изображении. Отличительные особенности метода: устойчивость к различным изменениям освещения и высокая точность.

Как происходит извлечение нужных признаков. Этап обнаружения границ — главное в извлечении признаков по форме изображений. Здесь осуществляется поиск областей с резкими переходами яркости, особенно это происходит вблизи контуров объектов на обрабатываемом изображении. Для обнаружения границ используются следующие пакеты реализующие алгоритмы, основанные на различных способах дифференцирования и цифровой обработки данных:

Sobel, Prewitt, LoG: классические методы, основанные на операциях дифференцирования первого порядка.

Canny: метод, основанный на многоступенчатой оптимизации для достижения баланса между подавлением шума и точностью обнаружения границ.

Сглаживание изображения производится с помощью гауссовского фильтра:

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad (4)$$

Изображение после сглаживания функцией Гаусса имеет вид $f_s(x, y)$:

$$f_s(x, y) = G(x, y) * f(x, y) \quad (5)$$

Где: $G(x, y)$ — функция гауссова ядра, используемая для сглаживания изображения. Она представляет собой двумерную функцию распределения Гаусса, в которой σ — стандартное отклонение, определяющее степень сглаживания.

$f_s(x, y)$ — результат сглаживания изображения. Путём свёртки исходного изображения $f(x, y)$ с гауссовым ядром $G(x, y)$ можно эффективно подавить шум, сохранив при этом основную структуру изображения.

Рассчитываются сила (величина) и направление градиента границы после применения фильтрации, а также определяется граница, проходящая через заданное пороговое значение. Для вычисления величины и направления градиента используется метод конечных разностей частных производных. Частные производные g_x и g_y по направлениям x и y соответственно вычисляются следующим образом:

$$g_x(x, y) = \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} \approx f(x + 1, y) - f(x, y) \quad (6)$$

$$g_y(x, y) = \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} \approx f(x, y + 1) - f(x, y) \quad (7)$$

Модуль и направление градиента для соответствующей точки:

$$M(x, y) = \sqrt{g_x^2 + g_y^2} \quad (8)$$

$$\theta(x, y) = \arctan(g_y/g_x) \quad (9)$$

где:

g_x и g_y — компоненты градиента изображения в горизонтальном и вертикальном направлениях соответственно. Они рассчитываются как разность значений яркости между соседними пикселями и отражают скорость изменения интенсивности изображения по соответствующим осям.

$M(x, y)$ — величина градиента, характеризующая силу (интенсивность) границы изображения в точке (x, y) . Более высокие значения соответствуют более выраженным (контрастным) границам.

$\theta(x, y)$ — направление градиента, указывающее на ориентацию границы в данной точке изображения.

Чтобы определить, является ли пиксель точкой границы, необходимо выполнение следующих условий:

- Величина градиента (сила границы) в данном пикселе должна быть больше, чем у двух его соседей вдоль направления градиента.
- Разница направлений между пикселем и его двумя соседями по направлению градиента должна быть менее 45° .
- Максимальное значение градиента в окрестности 3×3 , центрированной на рассматриваемом пикселе, должно быть меньше заданного порогового значения.
- Для более точного обнаружения и соединения границ применяется алгоритм двойного порогового значения, который позволяет уменьшить количество ложных (псевдо) границ. Затем выполняется анализ связности для обнаружения и объединения реальных границ изображения.

Измерение сходства:

Признаки моментов Ху являются классическим методом описания изображений, широко используемым в задачах обработки изображений и распознавания образов благодаря высокой вычислительной эффективности и хорошим показателям в реальном времени.

Основываясь на методе Ху, Р.Й. Вонг [19–20] предложил использовать обычные моменты порядка $(p + q)$, обозначаемые как m_p , а также центральные моменты u_{pg} , рассчитанные для двумерного дискретного изображения $f(x, y)$ размером $m \times n$.

Ху построил семь инвариантных моментных признаков $M_1, M_2, \dots, M_7$, обладающих инвариантностью относительно смещения (трансляции) и вращения изображения. Эти признаки формируются на основе центральных моментов второго и третьего порядка и обеспечивают устойчивость к геометрическим преобразованиям.

После вычисления моментных признаков формируется вектор признаков. Степень сходства III между эталонным (стандартным) образцом и тестируемым изображением определяется на основе этих векторов. После вычисления векторов признаков Ху для эталонного образца и тестируемого изображения, степень сходства $I(A, B)$ между ними определяется по следующей формуле:

$$I(A, B) = \max_{i=1, \dots, 7} \left| \frac{\text{sign}(h_i^A \cdot \log |h_i^A|) - \text{sign}(h_i^B \cdot \log |h_i^B|)}{\text{sign}(h_i^A \cdot \log |h_i^A|)} \right| \quad (10)$$

где:

h_i^A и h_i^B — i -е моментные признаки Ху для изображений А и В соответственно.

$\text{sign}(\cdot)$ — функция знака, возвращающая -1 , 0 или $+1$ в зависимости от знака аргумента.

$\log$ — десятичный логарифм (в случае использования натурального логарифма указывается $\ln$).

$I(A, B)$ отражает максимальное относительное отличие между соответствующими логарифмированными моментами двух изображений.

Чем меньше значение $I(A, B)$, тем выше степень сходства между изображениями.

Вычисленное значение сходства подвергается численной обработке таким образом, что при сходстве с эталонным образцом оно приближается к 1, а при значительных различиях от эталонного образца, к 0.

Анализ пятен дефектов (Blob-анализ).

Процесс начинается с двоизации изображения, которая является пиксельной классификационной методикой, основанной на пороге. Она преобразует изображение в шкале серого в двухуровневое пространство (0 или 1), что эффективно разделяет области участка от фона. В случае обнаружения дефектов на крышках бутылок двоизации выполняется за счет заполнения:

Белые пиксели для представления края крышки (область без дефектов, $B(x, y) = 1$), а черный цвет заполняет фон и дефектную часть ($B(x, y) = 0$). Классический алгоритм Оцу применяется для автоматического определения оптимального порогового значения T^* путём максимизации межклассовой дисперсии. Это позволяет значительно повысить эффективность распознавания дефектных областей. В результате бинаризации формируется двоичное изображение, состоящее из значений 0 и 1, где 0 соответствует дефектной области, а 1 — неповреждённой части крышки бутылки.

Метод Оцу отличается высокой вычислительной эффективностью и обладает чёткой физической интерпретацией, что делает его надёжной основой для задач автоматического обнаружения дефектов.

После бинаризации изображения крышки, морфологические операции и анализ связанных областей являются ключевыми шагами для оптимизации извлечения и отображения областей дефектов.

На первом этапе, с помощью морфологического закрытого преобразования заполняются внутренние пустоты дефектов, обеспечивая непрерывность зон пятен. Математическое определение закрытого преобразования: $A \cdot B = (A \oplus B) \ominus B$, где A — бинарное изображение, B — структурный элемент, в данном случае выбирается эллипсоидальное ядро. Закрытое преобразование эффективно устраняет разрывы внутри пятен, сохраняя при этом информацию о границах, тем самым повышая целостность зон дефектов.

Далее, с помощью анализа связанных областей (ССА) бинарному изображению проводятся маркировка и извлечение признаков зон пятен. Алгоритм на основе правила 8-связности перебирает бинарное изображение, связывая каждый пиксель со своими 8 соседними элементами (вверх, вниз, влево, вправо и по диагонали). Все связанные области маркируются, а для каждой из них извлекаются геометрические характеристики. Алгоритм просматривает изображение и присваивает каждому связанному домену уникальный тег, одновременно регистрируя его геометрические характеристики, такие как площадь, центр тяжести, ограничивающий прямоугольник и т.д. Площадь пятна A_k рассчитывается путем подсчёта пикселей:

$$A_k = |R_k| = \sum_{(x,y) \in R_k} B(x, y) \quad (11)$$

где:

R_k обозначает k -й связанный домен.

С помощью установки порога площади фильтруются области шума, сохраняя реальные дефекты. В конечном итоге, области дефектов отображаются в виде черных связанных областей $B(x, y) = 0$, а фон и не являющиеся дефектами области как белые $B(x, y) = 1$.

Идентификация и тестирование.

Поступательность обработки алгоритма распознавания.

В связи с трудностями, возникающими при обнаружении дефектов на крышках, предлагаемый в данном исследовании метод детекции царапин, основанный на машинном зрении, реализует следующий пошаговый процесс:

Предобработка: Начальной стадией служит двусторонняя фильтрация изображения шаблона и стандарта для удаления шума. Затем, с использованием метода сопоставления шаблонов на основе формы извлекаются характеристики обрабатываемого изображения, а также определяется область интереса (ROI).

Анализ объектов: проводится анализ объектов в виде blob-графиков на образце. Применяется автоматизированный метод Oust для бинаризации. После этого объект преобразуется с помощью морфологических операций закрытия. Затем выполняется анализ связанных областей, что позволяет помечать и извлекать характеристики пятен.

Фильтрация: определяется площадь пятна и отбрасываются образцы с размером площади, превышающим установленный порог. Общая схема работы алгоритма представлена на рисунке 4.

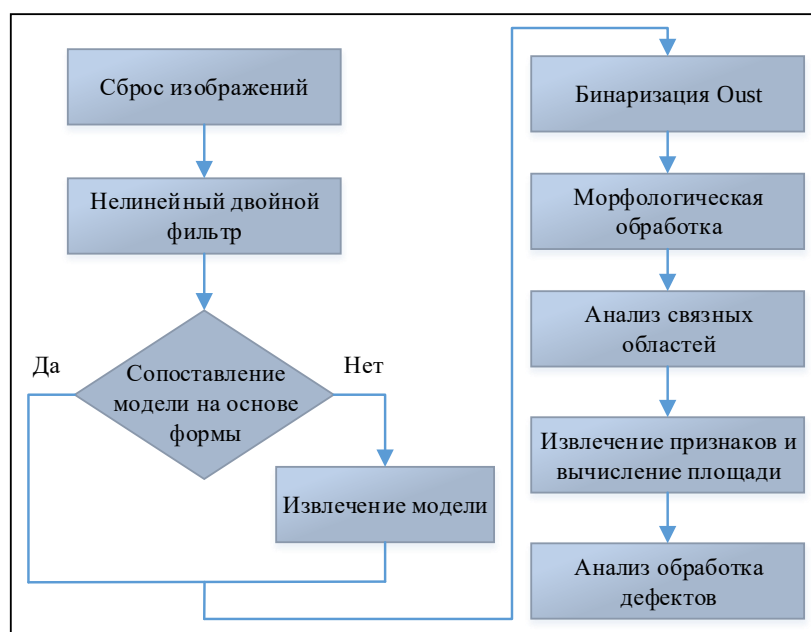


Рисунок 4 – Алгоритм обнаружения дефекта

Экспериментальное тестирование и анализ результатов

Для оценки эффективности алгоритма были введены три параметра: точность распознавания H , ложное срабатывание X , точность Y , определяемые как:

$$H = \frac{H_T}{H_T + X_F} \times 100\% \quad (12)$$

$$X = \frac{X_T}{X_T + H_F} \times 100\% \quad (13)$$

$$Y = \frac{H_T + X_T}{H_T + X_F + H_F + X_T} \times 100\% \quad (14)$$

где:

H - точность распознавания изображений с пятнами;

X - точность распознавания изображений без пятен;

Y - точность распознавания пятен на поверхности объекта.

Для подтверждения превосходства предлагаемого алгоритма, было собрано 400 образцов из реального производства, из которых 400 изображений не содержали дефектов, а 150 – имели дефекты. Дефекты разделялись на категории: крупные пятна (90 изображений) и мелкие пятна-царапины (60 изображений).

Результаты сравнения с алгоритмом, основанным на локальных градиентах, а также с ручной проверкой представлены в таблице 1. В таблице 2 приведены показатели производительности

различных методов распознавания. Как видно из результатов, предложенный алгоритм достигает точности 95,7% при среднем времени обработки 122 секунды.

Таблица 1 – Статистические результаты, полученные с помощью различных методов обнаружения

Категория	Наш алгоритм		Ручной проверка		Текстовый алгоритм	
	Пятнистый	Пятен нет	Пятнистый	Пятен нет	Пятнистый	Пятен нет
На самом деле есть пятна	144	6	131	19	133	17
Практически безупречный	11	239	34	216	22	228

Таблица 2 - Показатели эффективности различных методов обнаружения

Метод обнаружения	Точность (%), Суждений %	Процент Отрицательных суждений %	Точность (%), %	Среднее время обработки /мс
Наш алгоритм	96	95.6	95.7	122
Ручная проверка	87.3	86.4	86.7	100
Алгоритм [Wen]	88.6	91.2	90.2	163

Заключение

В данной работе предложен метод обнаружения дефектов на крышках, основанный на машинном зрении. Метод включает в себя следующие шаги: двусторонняя фильтрация для удаления шума, сопоставление шаблонов по форме для определения ROI (Области интереса), бинаризация методом Otsu, морфологические операции закрытия и анализ связанных областей для извлечения признаков пятен. Затем вычисляется площадь пятна и на основе заданного порога производится классификация дефектов. Экспериментальные результаты показывают, что предложенный метод обладает высокой точностью и устойчивостью к ошибкам, удовлетворяя требованиям реального времени и точности для промышленной дефектоскопии.

Рецензент: Бандишоева Р.М. - к.т.н., доцент зав. кафедрой «Автоматизация технологических процессов и производств» ПГУ имени академика М.С. Осими

Литература

1. Юэ Хао, У. Шуанху, Сюй Цзиндун и др. Разработка системы контроля качества медицинских крышек для бутылок с использованием машинного зрения [J]. – Техника измерительных приборов и датчиков, 2019, 441(10): 83-87, 107. (China)
2. Ян Дж., Син Л., Ду Ц. Дж. Обнаружение царапин на крышках бутылок с использованием машинного зрения [J]. – Инженерия упаковки, 2019, 40(13): 227-232. (China)
3. Чжоу Х. Р., Цзян Х., Сун В. В., и др. Система контроля и отбраковки крышек для бутылок с напитками на основе машинного зрения [J]. – Машиностроение легкой промышленности, 2022, 40(4). (China)
4. Рен Х. Д., Вэн Дж., Лань Й. Л., и др. Разработка системы обнаружения крышек на основе обработки изображений [C] // IEEE. – Китайская конференция по автоматическому управлению и принятию решений (CCDC). Hefei: IEEE, 2020: 4880-4885.
5. Хорпутра П., Фраджонтонг Р., Кайпрапа П. Проверка крышек на бутылках с помощью глубокого обучения в процессе производства и упаковки напитков [C]//IEEE. – 9-я международная конференция по электротехнике (iEECON). Паттайя: IEEE, 2021: 499-502.
6. Лё Чэнкан, Шэнь Фэй, Жан Цзинтао, и др. Обзор состояния исследований в области обнаружения аномалий на изображениях [J]. – Журнал автоматизации, 2022, 48(6): 1402-1428. (China)
7. Сы К., Ма Й., Чэнь С. Исследование реального времени контроля качества крышек из полиэтилентерефталата [C]//2017 IEEE. – Международная конференция по информации и автоматизации (ICIA), 18-20 июля 2017 г., Макао, Китай. Нью-Йорк: IEEE Press, 2017: 1023-1026.
8. Хуан Цюши. Система обнаружения дефектов крышек для бутылок с паропроницаемой и водонепроницаемой влагонепроницаемой мембраной на основе машинного обучения [D]. – Шицзячжуан, Хэбэйский университет науки и технологий, 2023. (China)
9. Ван Хайдун, Чжао Юйфэн, Гао Сюэмин, и др. Исследование технологии визуального контроля зазоров на крышках в линии производства лекарств [J]. – ОптикаInstrumentation, 2016, 38(4): 283-287. (China)

10. Чжан Жэ, Жу Цзэнтао, Ли Юань, и др. Исследование технологии автоматического онлайн-контроля дефектов на крышках [J]. – Компьютерные науки и технологии, 2016, 26(6): 151-154. (China)
11. Ван Бэньцзинь, Ян Гуйян. Система обнаружения бутылок с медицинским оборудованием на основе машинного зрения [J]. – Applied Mechanics and Materials, 2013 (373-375): 521-524.
12. Пэн Ю, Ван Яонан, Чжоу Шаньэнь, и др. Обнаружение разломов на антиграбежных кольцах PET-бутылок с использованием кривизны контура [J]. – Журнал электронной измерительной техники и приборостроения, 2017 (3): 422-429. (China)
13. Вэнь Синюй, Лянь Сиаоцин, Хао Баоджи, и др. Исследование системы обнаружения дефектов крышек на основе оператора Кэнни и SVM [J]. – Техника измерения и управления, 2018, 37(8):4. (China)
14. Ян И, Дэн Чао, Ли Лин, и др. Обзор методов сегментации образов в эпоху глубокого обучения [J]. – Журнал изображений и графики, 2023, 28(11):3342-3362. (China)
15. Чжоу Вэйцзин, Фэй Минруй, Чжоу Хуэйюнь, и др. Быстрый метод обнаружения дефектов поверхности крышек на основе разреженной представления [J]. – Neurocomputing, 2014, 123: 406-414.
16. Пэн Синьцюань, Ли Синьхуа. Метод онлайн-контроля дефектов стеклянных бутылок с медицинским оборудованием на основе машинного зрения [J]. – Glass Technology: European Journal of Glass Science & Technology Part A, 2015, 56(3): 88-94.
17. Шу Цзюнь, Ван Сиан, Ли Лин, и др. Метод обнаружения дефектов винтовых крышек на основе улучшенной сети GANomaly [J]. – Журнал Южно-Центрального Университета Национальностей (Натуральная наука), 2023, 42(6):788-798. (China)
18. Цао Лей, Цяо Ликуань, Чжай Рэн. Легковесный алгоритм обнаружения дефектов упаковки крышек на основе YOLOv5 [J]. – Прогресс в лазерной и оптоэлектронике, 2023, 60(22): 210009. (China)
19. Ху Минкуй. Визуальное распознавание шаблонов с использованием инвариантных моментов [J]. – IEEE Transactions on Information Theory, 1962, 8(1): 179-187.
20. Ли Дун. Анализ инвариантов моментов на масштабирование и вращение изображений [J]. – Innovations in Computing Sciences and Software Engineering, 2010, 1(1): 415-419.
21. Косимов И.Л. Теория и концепции машинного обучения, искусственного интеллекта и нейронных сетей. – Вестник Академии образования Таджикистана. 2024. № 4 (54). С. 189-196. – ID:80275199 EDN: KYHWWX.

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

TJ	RU	EN
Қосимов Исмоил Латипович	Касимов Исмаил Латипович	Qasimov Ismail Latipovich
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент	PhD, Associate Professor
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон	Таджикский национальный университет	Tajik National University
	qosismoil@yandex.ru	
TJ	RU	EN
Ли Цзянцун	Ли Цзяньцзюнь	Li Jianjun
доктори илмҳои тиб Профессори вобаста	Доктор философии PhD, доцент	PhD Associate Professor
Донишгоҳи Шандонг Чжаотонг	Университет Цзяотун в Шаньдуне	Shandong Jiaotong University
	Lijianjunsd@163.com	
TJ	RU	EN
Ма Ҷенхуай	Ma, Zhenhuai	Ma, Zhenhuai
доктор Ph.D. кафедраи информатика	докторант Ph.D. кафедры информатики	Ph.D. doctoral, Department of Informatics
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон	Таджикский национальный университет	Tajik National University
	zhenhuai@asu.edu	

УДК 004.946: 004.85

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕРЕВЬЕВ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ И МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В СРЕДЕ PYTHON

И.Л. Касимов, Н.И. Юнусов, Ш.Ш. Зияев

Таджикский национальный университет

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В данной статье рассматриваются основные алгоритмы и методы машинного обучения, включая деревья решений и их ансамблевые модификации, такие как случайный лес и градиентный бустинг. Деревья решений являются мощным инструментом для анализа данных, позволяя моделировать сложные зависимости между признаками и предсказывать результаты. В статье анализируются принципы построения деревьев решений, критерии разбиения, методы уменьшения переобучения, а также преимущества и недостатки данного подхода.

Рассматриваются примеры применения деревьев решений в различных областях. Приведено математическая постановка задачи установления диагноза заболеваний верхних дыхательных путей и результаты решения задачи в виде графа.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, нейронные сети, деревья решений, случайный лес, градиентный бустинг, кластеризация, ансамблевые методы, анализ данных, предсказательные модели, оптимизация решений.

МОДЕЛСОЗИИ КОМПЮТЕРИИ ҲАЛЛИ ДАРАХТШАКЛ ДАР АСОСИ АЛГОРИТМҲО ВА УСУЛҲОИ ОМУЌИШИ МОШИНИ ДАР МУҲИТИ PYTHON

И.Л. Қосимов, Н.И. Юнусов, Ш.Ш. Зияев

Дар ин мақола алгоритмҳо ва усулҳои асосии омӯзиши мошинҳо, аз ҷумла дарахтони қарорҳо ва тағйиротҳои ансамбли онҳо, ба монанди ҷангалҳои тасодуфӣ ва градиент бустинг. Дарахтони қарорҳо як воситаи пуриктидор барои таҳлили додаҳо мебошанд, ки имкон медиҳанд вобастагии мураккаби байни хусусиятҳои моделонед ва натиҷаҳои пешгӯӣ кунед. Дар мақола принсипҳои сохтани дарахтони қарорҳо, меъёрҳои тақсимкунӣ, усулҳои кам кардани фишурдани зиёдатӣ, инчунин афзалиятҳо ва нуқсонҳои ин равиш таҳлил карда мешаванд. Намунаҳои истифодаи дарахтони қарор дар соҳаҳои гуногун баррасӣ карда мешаванд. Тартиби математикӣ маъсалаи муқаррар намудани ташхиси бемориҳои роҳҳои болоии нафас ва натиҷаҳои ҳалли маъсала дар шакли график оварда шудаанд.

Калидвожаҳо: зеҳни сунӣ, омӯзиши мошинӣ, шабакаҳои нейронӣ, ҳалли дархтшақл, ҷангали тасодуфӣ, градиент бустинг, синфгузорӣ, усулҳои ансамбли, таҳлили додаҳо, моделҳои пешгӯӣ, оптималгардонии қарорҳо.

COMPUTATIONAL MODELING OF DECISION TREES BASED ON MACHINE LEARNING ALGORITHMS AND METHODS IN THE PYTHON ENVIRONMENT

I.L. Qosimov, N.I. Unusov, Sh.Sh. Ziyoev

This article discusses the main algorithms and methods of machine learning, including decision trees and their ensemble modifications, such as random forest and gradient boosting. Decision trees are a powerful tool for data analysis, allowing you to model complex dependencies between features and predict results. The article analyzes the principles of constructing decision trees, partitioning criteria, methods for reducing overfitting, as well as the advantages and disadvantages of this approach. Examples of using decision trees in various fields are considered. A mathematical formulation of the problem of establishing a diagnosis of upper respiratory tract diseases and the results of solving the problem in the form of a graph are given. Fields are considered, including medicine, finance, industry, education, and cybersecurity.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, neural networks, decision trees, random forest, gradient boosting, clustering, ensemble methods, data analysis, predictive models, decision optimization.

Введение

Одним из важнейших направлений искусственного интеллекта (ИИ), является машинное обучение (МО), которое позволяет компьютерам обучаться на основе данных и делать прогнозы, а также принимать решения. В статье анализируются основные типы машинного обучения, а также методы и алгоритмы, используемые в этой области. На рисунке 2 показан граф дерева решений с более сложной структурой. Графы деревьев решений с более сложной структурой применяются в различных областях, где необходимо принимать решения на основе множества факторов или признаков. Чем сложнее структура дерева, тем больше вариантов решений можно учесть, что делает такие. [3, 6].

Существуют три основных типа машинного обучения:

Обучение с учителем (Supervised Learning). В представленных данных, как правило содержатся входные признаки и соответствующие им выходные значения (метки). Основная цель – обучение модели на размеченных данных для последующего предсказания новых значений. Примерами таких алгоритмов, являются линейная регрессия, логистическая регрессия, деревья решений, случайный лес (Random Forest), метод опорных векторов (SVM), нейронные сети. Применение, прогнозирование цен, диагностика заболеваний, системы рекомендаций.

Обучение без учителя (Unsupervised Learning). Данные не содержат заранее размеченных меток. Основная цель – выявление скрытых закономерностей, кластеризация или уменьшение размерности. Примерами таких алгоритмов являются k-means, DBSCAN, метод главных компонент (PCA) и автоэнкодеры. Применяются для анализа поведения клиентов, выявление аномалий и сегментация рынка сбыта.

Обучение с подкреплением (Reinforcement Learning, RL). Применяется принцип поощрения и наказаний. При этом агент, воздействуя на объект, получает поощрение за успешные действия и учится оптимальной стратегии. В качестве примера можно привести алгоритмы Q-learning, Deep Q-Networks

(DQN), метод градиента политики (Policy Gradient). Области применения, автономные системы, робототехника, игровые системы с искусственным интеллектом. [3, 11, 12, 13].

Алгоритмы и методы деревьев решений.

Линейные методы

Алгоритмы деревьев решений	Примеры алгоритмов	Области применения
Линейная регрессия	Стандартный метод наименьших квадратов (Ordinary Least Squares, OLS) — используется для нахождения коэффициентов линейной модели, минимизируя ошибку между предсказанными и фактическими значениями.	Прогнозирование, оценка показателей объектов, моделирование технологических процессов
Логистическая регрессия	Стандартный метод логистической регрессии, который использует сигмоидальную функцию для преобразования линейной комбинации признаков в вероятность принадлежности к классу.	Классификация изображений, спам-фильтры, предсказание вероятности заболевания или оттока клиентов.

Деревья решений и ансамблевые методы.

Дерево решений — это графическое представление алгоритма, который используется для принятия решений или классификации на основе определённых признаков данных. Это иерархическая структура, состоящая из узлов (вершин), которые представляют собой условия или признаки, и рёбер (ветвей), которые показывают переходы между этими условиями. Конечные узлы (листья дерева) содержат результат или решение, которое получается на основе заданных условий. Основные элементы дерева решений:

Корень — начальный узел, который представляет собой всю выборку данных.

Внутренние узлы — представляют собой признаки (или условия), по которым происходит разделение данных.

Ветки — соединяют узлы и представляют собой решения или результаты, получаемые на основании сравнения признаков.

Листья — конечные узлы, которые содержат результат (классификацию или прогноз), который мы хотим получить.

Ансамблевые методы — это техники машинного обучения, которые объединяют несколько моделей для получения более точных и надежных предсказаний. Они часто применяются для улучшения результатов деревьев решений. [12, 13].

Приведём математическая формулировка дерева решений.

Предположим, у нас есть набор данных $D = \{(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)\}$, где x_i — вектор признаков, а y_i — метка (для задачи классификации) или значение (для задачи регрессии). В процессе построения дерева решений происходит разбиение данных на основе условий, которые минимизируют ошибку в предсказаниях.

Основные шаги для построения модели дерева решений:

Выбор признака и порога для разбиения: для каждого внутреннего узла нужно выбрать оптимальный признак x_j и пороговое значение t_j , по которым данные будут разделяться. Например, для задачи классификации это может быть решение вида $x_j \leq t_j$.

В контексте классификации, выбор признака и порога может быть основан на критерии «информационной выгоды» (например, с использованием показателей энтропии или критерия Джини).

Критерий разделения: для классификации часто используется энтропия или индекс Джини:

Энтропия для набора данных D :

$$H(D) = - \sum_{k=1}^K p_k \log(p_k) \quad (1)$$

где p_k — вероятность того, что объект принадлежит классу k .

Индекс Джини:

$$Gini(D) = 1 - \sum_{k=1}^K p_k^2 \quad (2)$$

где p_k — вероятность принадлежности к объекту класса k .

При построении регрессионной модели, эти критерии заменяются на *среднеквадратическую ошибку*.

Разбиение данных D производится на каждом узле и разделяются на два подмножества D_1 и D_2 , которые соответствуют ветвям дерева.

Рекурсивное деление: Этот процесс повторяется рекурсивно, пока не будет выполнено условие остановки. Это условие может быть:

- ✓ Достигнут максимальный уровень дерева.
- ✓ Размер подмножества становится слишком малым.
- ✓ Качество разбиения не улучшает точность модели.

Предсказания: после построения дерева, для нового объекта с признаками x процесс предсказания будет состоять в прохождении от корня дерева к листу, следуя по ветвям в зависимости от значений признаков.

Пример. Предположим, что у нас есть набор данных с двумя признаками x_1 и x_2 для задачи классификации.

- ✓ На корне дерева мы выбираем условие $x_1 \leq t_1$, которое делит данные на два подмножества D_1 и D_2 .
- ✓ На следующем уровне для каждого из подмножеств можем выбрать новые признаки и условия (например, $x_2 \leq t_2$ для D_1).
- ✓ В конечных листьях дерева мы получаем классы или значения для предсказания.

Таким образом, математическая модель дерева решений включает в себя выбор признаков и порогов на каждом уровне дерева с использованием критериев разбиения (например, энтропии или индекса Джини) и рекурсивное деление данных на подмножества до достижения условий остановки. Используя методы машинного обучения, приведём несколько примеров деревьев решений с использованием компьютерных моделей, код которых написан на языке Python. [4, 12, 13].

Деревья решений – последовательные разветвления по признакам данных.

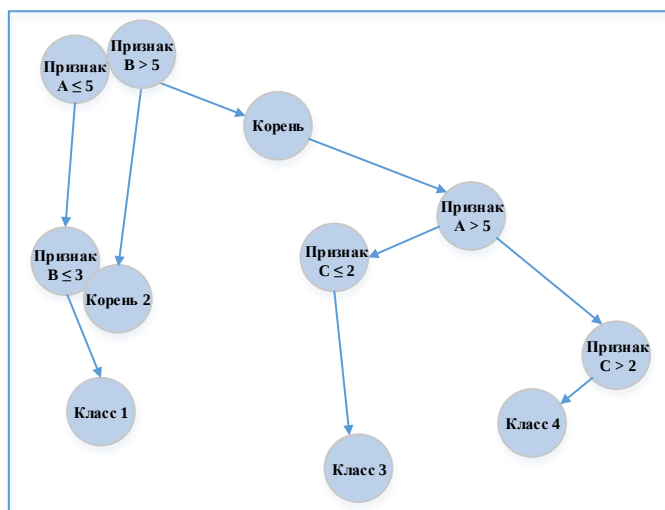


Рисунок 1 – Дерево решений, построенное на основе признаков данных

На рисунке 1 представлен граф дерева решений, где каждый узел представляет признак или конечное решение (класс).

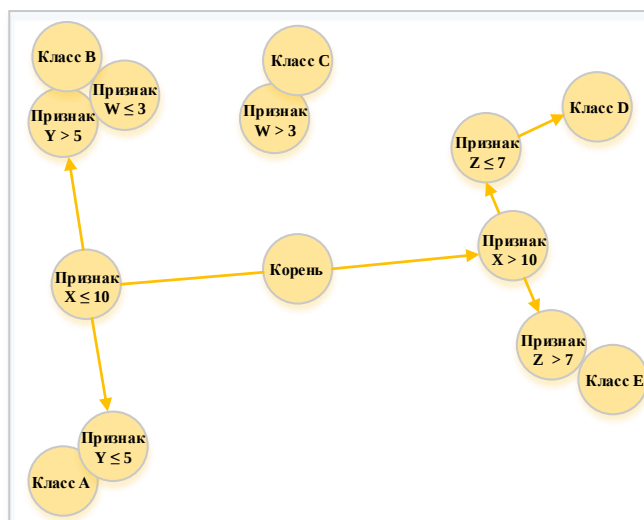


Рисунок 2 – Граф дерева решений с усложнённой структурой

Графы деревьев решений с более сложной структурой (рисунке 2) применяются в различных областях, где необходимо принимать решения на основе множества факторов или признаков. Чем сложнее структура дерева, тем больше вариантов решений можно учесть, что делает такие модели более гибкими и точными в определённых задачах. Области, где используются такие деревья: медицина, финансовый сектор, управление рисками, промышленность и производство, транспорт и логистика и так далее.

Случайный лес (Random Forest) – Случайный лес (Random Forest) — это ансамблевый метод, который использует множество деревьев решений. Ансамбль деревьев решений, улучшающий точность предсказаний.

Он работает так:

1. Создаётся несколько деревьев решений (каждое строится на случайной под выборкой данных).
2. Деревья голосуют за окончательное решение (для классификации — большинством голосов, для регрессии — средним значением). [10, 12, 13].

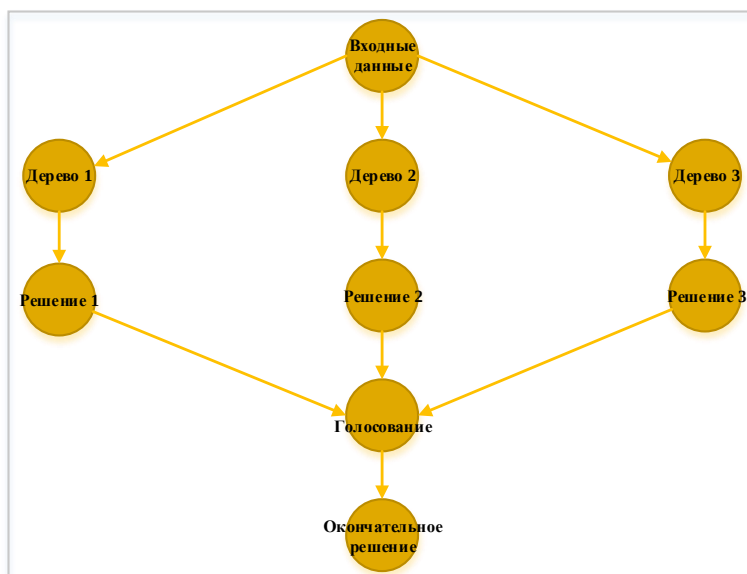


Рисунок 3 – Граф структуры случайного леса (Python)

Граф случайного леса: несколько деревьев решений обрабатывают входные данные, а затем их результаты объединяются через голосование для формирования результата.

Градиентный бустинг (XG Boost, Light GBM) – Это один методов машинного обучения, который используется в основном для задач построения регрессионной модели и классификации. Он основан на принципе последовательного добавления предикторов, обычно представленных в виде деревьев решений. Каждое дерево корректирует своего предшественника, основываясь на градиенте функции потерь, что позволяет модели улучшать свои предсказательные способности [1, 2, 7].

XG Boost (Extreme Gradient Boosting) — это реализация градиентного бустинга, известная своей скоростью и эффективностью. XGBoost обеспечивает высокую производительность за счёт оптимизации вычислений и поддерживает множество параметров для настройки [1, 2].

Light GBM (Light Gradient Boosting Machine) — это метод градиентного бустинга, который формирует сильного ученика путём последовательного добавления слабых учеников методом градиентного спуска. Light GBM отличается высокой скоростью обучения при работе с большими объёмами данных, благодаря оптимизации процесса построения деревьев [1, 2, 5].

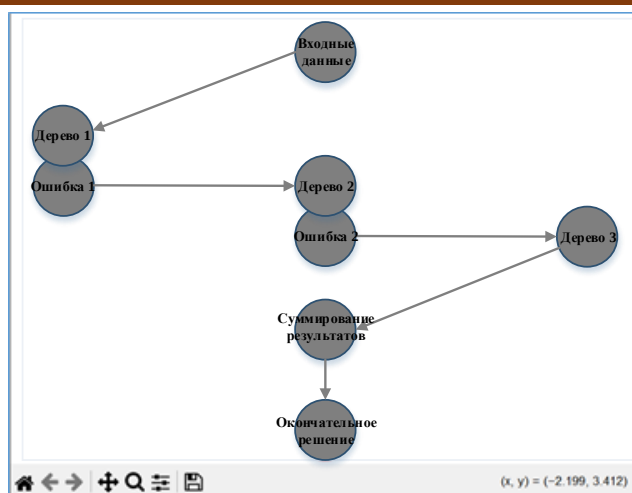


Рисунок 4 – Граф градиентного бустинга (Python)

Пример: выявление заболеваний на основе анализа связей между симптомами, диагнозами и пациентами с использованием графовой модели.

Для анализа выберем данные пациентов, заболевших инфекционными заболеваниями, которые возникают в результате поражения дыхательных путей различными вирусами. Чаще для обозначения этих инфекций используется термин ОРВИ (острая респираторная вирусная инфекция), часто используется термин ОРЗ (острое респираторное заболевание). ОРВИ обычно проявляться как простуда, острый синусит, острый фарингит, острый ларингит, конъюнктивит, отит, острый бронхит и вирусная пневмония.

Математическая формализация задачи

Пусть имеются три типа объектов:

Пациенты: $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$

Симптомы: $S = \{s_1, s_2, \dots, s_m\}$

Диагнозы (заболевания): $D = \{d_1, d_2, \dots, d_k\}$

Построим неориентированный граф:

$$G = (V, E),$$

где:

$V = P \cup S \cup D$ — множество вершин;

$E \subseteq V \times V$ — множество рёбер, представляющих связи между объектами.

Каждое ребро может иметь тип или вес, отражающий силу связи:

$(p_i, s_j) \in E$: у пациента p_i наблюдается симптом s_j ;

$(p_i, d_l) \in E$: у пациента p_i диагностировано заболевание d_l ;

$(s_j, d_l) \in E$: симптом s_j часто встречается при заболевании d_l .

Введем также функцию весов:

$$w: E \rightarrow [0, 1],$$

которая отражает степень вероятности или силу связи между объектами.

Алгоритм решения задачи включает в себе следующие шаги.

1. **Создание входных данных:** определение списков пациентов, симптомов и диагнозов.
2. **Построение графа:** формирование связей между пациентами, симптомами и диагнозами.
3. **Визуализация графа:** отображение структуры графа для наглядного анализа.
4. **Анализ структуры графа:** применение простой логики предсказания на основе связей между симптомами и диагнозами.

Данные исследования группы пациентов на предмет постановки диагноза заболеваний, приведены в таблице 1. Ниже представлен результат решения задачи с использованием языка Python.

Таблица 1 – Симптомы болезней ОРВИ пациентов

Пациенты Р Симптомы S	1	2	3
Температура высокая	1	1	1
Стекание слизи	1	1	0
Усталость	0	0	1
Кашель	1	0	1
Сыпь	0	0	0
Диагноз D	1	2	3
d ₁ -грипп, d ₂ -аллергия, d ₃ -ковид			

Возможные диагнозы устанавливаемые по симптомам болезни.

d_1 - Если у пациента высокая температура, кашель и усталость— вероятно грипп.

d_2 - Если температура нормальная и есть насморк — аллергия.

d_3 - Если жар, кашель, но есть боль в горле и усталость — ковид.

d_4 - Если высокая температура, кашля нет и боли в горле нет — простуда.

d_5 - Если температура нормальная и насморка нет — простуда.

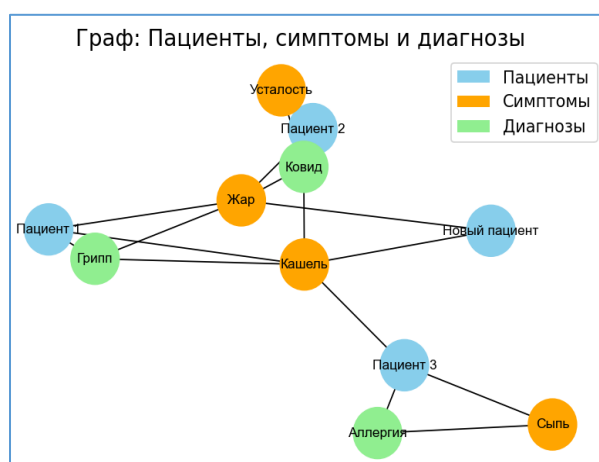


Рисунок 5 – Граф диагноза заболевания по симптомам (Python)

На приведенном графе узлы — это признаки или решения, ребра переходы по условиям, а листья конечные классы (диагнозы).[8, 9]

Заключение

В работе приведены теоретические основы и примеры математических моделей деревьев решений, включающих в себе выбор признаков и порогов на каждом уровне дерева с использованием различных критериев разбиения.

Рассмотрен пример решения конкретной задачи с использованием метода машинного обучения, построения деревьев решений с использованием компьютерных моделей. Граф решения показывает соответствие диагноза пациента признакам болезни. Основное преимущество деревьев решений как видно из приведенного результата, заключается в их интерпретируемости, что делает их подходящими для задач, требующих объяснимости решений. Перспективы применения деревьев решений связаны с их интеграцией в большие данные и использованием гибридных моделей, комбинирующих деревья с нейросетями для улучшения результатов в сложных задачах.

Рецензент: Гуломсафдаров А.Т. – к.т.н., и.о. доцент, зав. кафедрой «Программирование и компьютерная Инженерия» ПТФТУ имени академика М.С. Осими.

Литература

1. Электронных ресурс. <https://www.mql5.com/ru/articles/14926> (дата обращения 10.04.2025).

2. Электронных ресурс. <https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/140528/1/m th v.i.onufrienko 2024.pdf> (дата обращения 10.03.2025).
3. Косимов И.Л. Теория и концепсия машинного обучения, искусственного интеллекта и нейронных сетей. // Вестник института развития Академии образования Министерство образование и науки Республики Таджикистан, Душанбе, 2024, №4 (54) - С.190-196.
4. Bishop, C. M. (2006). Pattern Recognition and Machine Learning. Springer.
5. Russell, S., & Norvig, P. (2020). Artificial Intelligence: A Modern Approach. Pearson.
6. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press.
7. Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Springer.
9. Haykin, S. (1999). Neural Networks: A Comprehensive Foundation. Prentice Hall.
10. Murphy, K. P. (2012). Machine Learning: A Probabilistic Perspective. MIT Press.
11. Косимов, И.Л. Решение некоторых сложных математических задач с помощью языка программирование высокого уровня Python // И.Л. Косимов, М.И. Косимова / Вестник Таджикский национальный университет. – 2023. №3. – С.24-34. ISSN: 2413-452X
12. Косимов, И.Л. Компьютерное моделирование физических процессов средствами языка программирования Python 3.10 / И.Л. Косимов // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. – 2022. – №3. – С.106-115.
13. Косимов, И.Л. Возможности языка программирования Python в решении системы линейных уравнений / И.Л. Косимов, Г.И. Рахматова / Вестник Института развития образования. - №1 (33). – 2021. – С.236-240. EDN: KUXMDN.

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

TJ	RU	EN
Қосимов Исмоил Латипович	Касимов Исмаил Латипович	Qasimov Ismail Latipovich
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент	PhD, Associate Professor
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон	Таджикский национальный университет	Tajik National University
qosismoil@yandex.ru		
TJ	RU	EN
Юнусов Низомуддин Исмоилович	Юнусов Низомуддин Исмаилович	Unysov Nizomyddin Ismailovich
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент	PhD, Associate Professor
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи акад. М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени акад. М.С. Осими	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi
U.Nizomyddin@gmail.com		
TJ	RU	EN
Зиёев Шухрат Шарофидинович Муаллими калон	Зияев Шухрат Шарофидинович Старший преподаватель	Ziyoev Shuhrat Sharofidinovich Senior Lecturer
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи акад. М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени акад. М.С. Осими	Tajik National University
sh.ziyaev1986@gmail.com		

УДК 004.85:371.26

КОРКАРД ВА ТАҲЛИЛИ ДОДАҲОИ КАЛОН ДАР СИСТЕМАИ БАҲОДИҲИИ СИФАТИ ТАЪЛИМ БО ИСТИФОДАИ УСУЛҲОИ ЗЕҲНИ СУНЪӢ

З.О. Муродзода, Н.И. Юнусов, Ш.Ё. Холов

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Дар шароити рақамизатии маориф, ниёз ба воситаҳои муассири мониторинг ва баҳодихии сифати раванди таълим меафзояд. Дар ин мақола таҳлили адабиёт гузарида шуда, равишҳои коркард ва таҳлили додаҳои калон дар системаи баҳодихии сифати таҳсилот бо истифода аз усулҳои зеҳни сунъӣ (ЗС) баррасӣ шудааст. Архитектураи системаи интеллектуалӣ, аз ҷумла модули барои ҷамъоварӣ, коркарди пешакӣ, нигоҳдорӣ ва коркарди таҳлили маълумоти таълимӣ пешниҳод карда мешавад. Дикқати махсус ба истифодаи алгоритмҳои омӯзиши мошинҳо, шабакаҳои нейронӣ ва усулҳои коркарди забони табиӣ барои истихроҷи қонуниятҳои ноаён ва сохтани моделҳои пешгӯйикунанда дода мешавад. Татбиқи чунин равишҳо ба мо имкон медиҳад, ки нуктаҳои сусти системаи таълимро зуд муайян кунем, натиҷаҳои таълимро пешгӯӣ кунем ва траекторияи инкишофи инфиродии хонандагонро ташаққул диҳем. Натиҷаҳои бадастомада самаранокии баланди истифодаи зеҳни сунъиро дар таҳлили маълумоти таълимӣ тасдиқ мекунанд ва дурнамои бунёди системаҳои мутабоқишавӣ барои дастгирии қарорҳои идоракунии дар соҳаи маорифро мекушоянд.

Калидвожаҳо: додаҳои калон, зеҳни сунъӣ, маориф, баҳодихии сифат, омӯзиши мошинӣ, базаи дониш, системаи қабули қарорҳо, таҳлилиёт, пешгӯӣ.

ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ БОЛЬШИХ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

З.О. Муродзода, Н.И. Юнусов, Ш.Ё. Холов

В условиях цифровизации образования возрастает потребность в эффективных инструментах мониторинга и оценки качества образовательного процесса. В настоящей работе произведен анализ литературных источников, где рассматриваются подходы к обработке и анализу больших данных в системе оценки качества образования с применением методов искусственного интеллекта (ИИ). Предлагается архитектура интеллектуальной системы, включающая модули сбора, предобработки, хранения и аналитической обработки образовательных данных. Особое внимание уделяется применению алгоритмов машинного обучения, нейросетей и методов обработки естественного языка для извлечения скрытых закономерностей и построения прогностических моделей. Реализация таких подходов позволяет оперативно выявлять слабые места в образовательной системе, прогнозировать результаты обучения, а также формировать индивидуальные траектории развития учащихся. Полученные результаты подтверждают высокую эффективность использования ИИ в анализе образовательных данных и открывают перспективы для построения адаптивных систем поддержки управленческих решений в сфере образования.

Ключевые слова: большие данные, искусственный интеллект, образование, оценка качества, машинное обучение, база знаний, система поддержки решений, аналитика, прогнозирование.

PROCESSING AND ANALYSIS OF BIG DATA IN THE SYSTEM OF ASSESSING THE QUALITY OF EDUCATION USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS

Z.O. Murodzoda, N.I. Unusov, Sh.Y. Kholov

In the context of digitalization of education, there is a growing need for effective tools for monitoring and assessing the quality of the educational process. This paper analyzes literary sources that consider approaches to processing and analyzing big data in the education quality assessment system using artificial intelligence (AI) methods. The architecture of an intelligent system is proposed, including modules for collecting, preprocessing, storing and analytical processing of educational data. Particular attention is paid to the use of machine learning algorithms, neural networks and natural language processing methods to extract hidden patterns and build predictive models. The implementation of such approaches allows you to quickly identify weaknesses in the educational system, predict learning outcomes, and form individual development trajectories for students. The results confirm the high efficiency of using AI in the analysis of educational data and open up prospects for building adaptive systems to support management decisions in the field of education.

Keywords: big data, artificial intelligence, education, quality assessment, machine learning, knowledge base, decision support system, analytics, forecasting.

Муқаддима

Системаи муосири таҳсилот бо зарурати мониторинги пайвастаи сифати таълим, ташхиси самараноки натиҷаҳои таълимӣ ва таҳияи қарорҳои идоракунии асоснок рӯ ба рӯ мешавад. Дар шароити рақамизатии муҳити таълимӣ ва афзоиши ҳаҷми маълумоти дастрас, усулҳои анъанавии баҳогузорӣ дигар ба таври кофӣ дақиқ ва чандир нестанд. Ин ҳолат зарурати гузариш ба истифодаи системаҳои зеҳнии таҳлили додаҳои калонро ба миён меорад, ки қобилияти ошкорсозии қонуниятҳои ноаёнӣ ва мутабоқишавӣ ба хусусиятҳои инфиродии таълимгирандагонро доранд.

Усулҳои зеҳни сунъӣ (ЗС), аз ҷумла омӯзиши мошинӣ, коркарди забони табиӣ ва шабакаҳои нейронӣ имкон медиҳанд, ки таҳлили маълумоти мураккаб ва гуногуншакли таълимӣ ба таври автоматӣ анҷом дода шавад. Таҳияи модели зеҳнии коркард ва таҳлили додаҳои калон дар низоми баҳодихии сифати таҳсилот имкониятҳои навро барои идоракунии раванди таълим, пешгӯии натиҷаҳои таълимӣ ва ташаққули самтҳои инфиродии таълим фароҳам меорад.

Мақолаи мазкур ба баррасии равишҳо ва технологияҳои мавҷуда дар ин самт, инчунин ташаққули тасаввурӣ меъморӣ дар бораи системаи зеҳнӣ, ки ба баҳодихии сифати таҳсилот бо истифодаи зеҳни сунъӣ равона шудааст, бахшида шудааст.

Таҳлили додаҳо аксар вақт барои баҳодихии сатҳи кори самараноки системаҳои таълимӣ истифода мешавад. Намунаи равшани ин — Барномаи Созмони ҳамкории иқтисодӣ ва рушд (ОЭСР) оид

ба арзёбии байналмилалии донишомӯзон мебошад, ки бо номи PISA маъруф аст. Маълумоте, ки дар чунин тадқиқот ҷамъоварӣ мешаванд, ба он равона шудаанд, ки тасвири умумӣ, вале ҳамзамон маҳдуде дар бораи системаҳои таълимӣ пешниҳод кунанд — ба ҳайси сохторҳои бузурги яклухт, ки дорои мушкилоти ҳалнашудаи ҷудонопазир мебошанд [1]. Аксар вақт таҳлилгарони соҳаи таълим ва мутахассисони зехнӣ сунъӣ дар бахши таҳлили маълумоти таълимӣ кӯшиш мекунанд, ки ин маълумотро барои сохтани моделҳои нави таълимӣ истифода баранд, ки ба тақмили раванди омӯзиши хонандагон мусоидат мекунанд.

Аз тарафи дигар, бо истифода аз равандҳои алгоритмӣ (барномавӣ) — пешгӯӣ, гурӯҳбандӣ (кластеризатсия), таҳлили зехнии робитаҳо ва тозакунии додаҳо барои ҳулосабарории инсон — ин методологияҳо миқдори зиёди маълумотро истифода мебаранд, ки онҳоро метавон аз платформаҳои онлайнӣ таҳсили электронӣ ба монанди Canvas, Moodle, Sakai ё Blackboard ҷамъ овард.

«Илова бар маълумот дар бораи пешрафт ва таърихи таҳсили хонанда, ҳар як амали анҷомдодашуда (масалан, хондани файлҳо, иштирок дар форумҳо, фиристодани паёмҳо ё дидани пайвандҳои тавсияшуда) изи рақамӣ боқӣ мегузорад» [2]. Азбаски шумораи бештари муассисаҳои таълимӣ платформаҳои таҳсили электрониро ҷорӣ мекунанд ва технологияҳои мобилиро дар таълими ҳаррӯза истифода мебаранд, ин изи рақамиро метавон ҷамъоварӣ ва таҳлил кард, то профилҳои омӯзишии инфиродӣ барои ҳар як хонанда тартиб дода шаванд (монанди он чи ки Google мекунад). Ин профилҳоро метавон барои пешгӯии сатҳи пешрави таҳсил, пешниҳоди мундариҷаи шахсисозишудаи таълимӣ ва арзёбии раванди омӯзиши хонандагон истифода бурд [3].

Зехнӣ сунъӣ ба алгоритмҳои тақия мекунанд, ки қобилияти шиносоии қолабҳоро (намунаҳоро) доранд — ки ин хосияти ҷудонашавандаи мағзи сари инсонӣ мебошад. Дар ҳоле ки равишҳои анъанавӣ ба ЗС бар пояи сохтани алгоритмҳои хеле мураккаб асос ёфта буданд, ки метавонистанд равандҳои мантиқиро тақлид кунанд (масалан, барномаи ELIZA-и Вайценбаум [4]), имрӯз дар сурати эҷоди маҷмӯи мураккаби нейронҳои сунъӣ, ки қодиранд чандин қабати тафаккурро моделсозӣ намуда, фарзияҳои ҳудро ба таври мустақил арзёбӣ ва мутобиқ кунанд, мутахассисони соҳаи информатика истилоҳи «омӯзиши амиқ»-ро (deep learning) истифода мебаранд [5]. Ин алгоритмҳои омӯзиши амиқ дар заминаи вазифаҳои автоматии мисли таснифоти тасвирҳо, транскрипсияи (ба матн табдил додани) сухан ва ё пешгӯии вазъияти объекти тадқиқотӣ нақши асосӣ доранд.

Дар кори тадқиқотӣ [6] зикр мешавад, ки таҳлили додаҳо метавонад қонуниятҳои раванди омӯзиши хонандагонро ошкор кунад ва ниёзҳои мушаххаси онҳоро муайян созад. Аз ин рӯ, додаҳои калон ва зехнӣ сунъӣ қобилияти татбиқи омӯзиши инфиродиро барои расидан ба таҳсилоти дақиқ доранд [7].

Системаи таҳсилот тадриҷан аз усули “як андоза барои ҳама мувофиқ аст” ба сӯи таҳсилоти дақиқ ё омӯзиши шахсисозишуда мегузарад [8]. Маҳз ҳамин ғоя — таҳсилоти дақиқ — бар пояи таҳлили профилҳо ва қонуниятҳои омӯзиши хонандагон, пешгӯии натиҷаҳои таҳсил ва таъмини даҳлатҳои саривақтӣ барои беҳтар кардани раванди омӯзиш асос ёфтааст. Ҳадафи таҳсилоти дақиқ ин беҳтар намудани ташхис, пешгӯӣ, таъбад ва пешгирии натиҷаҳои омӯзиш мебошад [9].

Формати додаҳо, ки тавассути компютер тавлид мешавад ва ҳадафи алгоритмҳои омӯзиши мошинӣ бояд бодикқат таҳия шаванд. Як фарқияти равшан миёни модели назариявӣ ва қобилияти татбиқи он вучуд дорад. Модели назариявӣ барои роҳнамоии раванди таҳия, тафсир ва санҷиши алгоритмҳо зарур аст [10-11].

Тамоюлҳои муосири рақамикунони таҳсилот имкониятҳои бесобиқаеро барои таҳлил ва баланд бардоштани сифати раванди таълим фароҳам меоранд. Пайдо шудани манбаҳои нави маълумот — аз системаҳои идоракунии таълим (LMS) то платформаҳои онлайнӣ омӯзиш ва сенсорҳо — боиси афзоиши таваҷҷӯҳ ба технологияҳои таҳлили додаҳои калон (Big Data) ва зехнӣ сунъӣ (AI) гардидаанд.

Бо вучуди ин, танҳо доштани маълумот кафолати фаҳмиши равандҳои баамаломеда дар соҳаи маориф нест. Барои ин моделҳои зехние лозиманд, ки қобилияти ошкорсозии қонуниятҳо, пешгӯии натиҷаҳо ва тавсия додани равишҳои шахсисозишударо дошта бошанд.

Ҳадафи мақолаи мазкур — баррасии технологияҳои мавҷуда ва таҳияи концепсияи модели зехнии коркард ва таҳлили додаҳои калон бо мақсади баҳодиҳии сифати таҳсилот мебошад. Ҳулоса аз гуфтаҳои боло, дар самти идоракунии раванди таълим, ташаккули мундариҷаи таълимӣ ва пешгӯии тамоюлҳои рушди системаи маориф, метавон самтҳои асосии зеринро ҷудо кард:

1. Баҳодиҳии сифати таҳсилот.

Баҳодиҳии сифати таҳсилот на танҳо ҷенкунии донишҳои академии хонандагонро дар бар мегирад, балки инчунин таҳлили дараҷаи иштироки фаъол, қаноатмандӣ, сатҳи малақаҳои рақамӣ ва қобилиятҳои метапредметиро низ дар бар мегирад.

Ба таври анъанавӣ усулҳои зерин истифода мешаванд: тестҳои стандартизатсияшуда (масалан, PISA, TIMSS), пурсишномаҳои хонандагону омӯзгорон ва ҳулосаҳои коршиносон. Бо вучуди ин, усулҳои номбаршуда аксаран ҳислати субъективӣ доранд, саривақтӣ нестанд ва тамоми маҷмӯи нишондиҳандаҳои таълимиро фаро намегиранд. Технологияҳои нав имкон медиҳанд, ки аз ҷенкуниҳои якҷафъаина ба мониторинги пайваста дар асоси додаҳо гузарем, ки ин тасвири амиқтар ва дақиқтареро дар бораи сифати таҳсилот фароҳам меорад.

2. Коркарди додаҳои калон дар соҳаи маориф.

Додаҳои калон (Big Data) дар соҳаи маориф додаҳоро аз манбаъҳои гуногун дар бар мегирад: дафтари журналҳои электронӣ, натиҷаҳои тестҳо, фаъолият дар системаҳои идоракунии таълим (LMS) монанди Moodle ва Canvas, додаҳои рафторӣ (вақти воридшавӣ/баромад, ҳамкорӣ бо мавод), назорати видеой, додаҳои биометрӣ (дар муассисаҳои пешрафта), алоқаи акс ва шарҳҳо (аз ҷумла дар шабакаҳои иҷтимоӣ).

Ҷадвали 1 – Хусусиятҳои Big Data «5V»

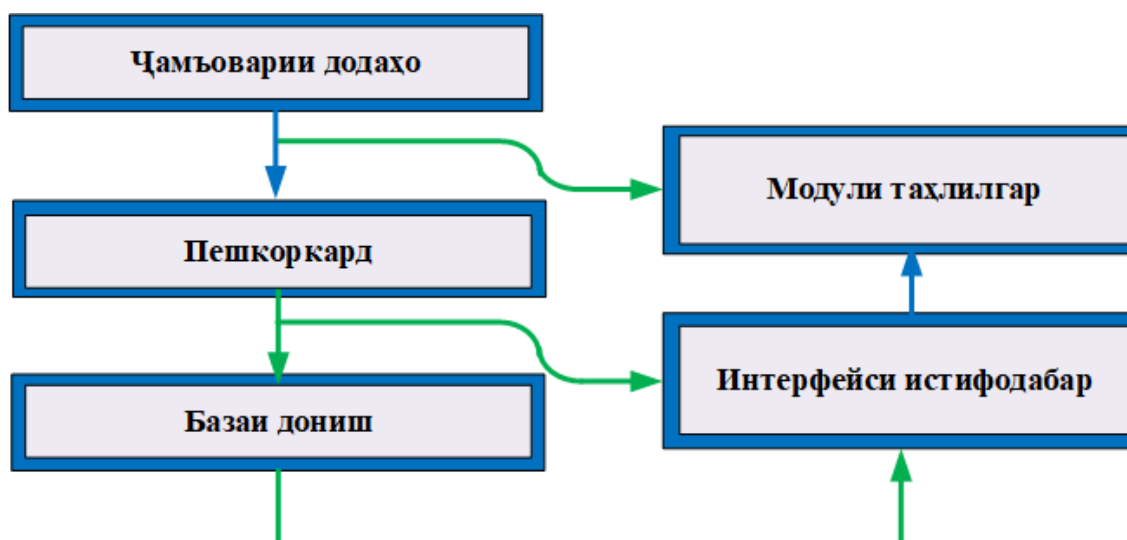
Компонент	Тавсиф
Volume	Ҳаҷм — додаҳои терабайтӣ аз ҳазорҳо хонандагон.
Velocity	Суръат — навосозии доимӣ.
Variety	Гуногунӣ — маълумоти таркиббандшуда (ҷадвалҳо) ва таркиббанднашуда (видео, матн).
Veracity	Эътимодноқӣ — мавҷудияти ҳатоҳо, масофа
Value	Арзиш — қолабҳои пинҳон, ояндабинӣ

3. Истифодаи зеҳни сунъӣ дар таҳлили таҳсилот.

Зеҳни сунъӣ имкон медиҳад, ки аз нигоҳдории оддии додаҳо ба тафсири зеҳнишудаи додаҳо гузарем. Ба усулҳои истифодашаванда дохил мешаванд: омӯзиши мошинӣ (ML) — тасниф (масалан, муайян кардани хатари хоричшавии хонанда), регрессия (пешгӯии баҳои ниҳой), гурӯҳбандӣ (кластеризатсия) — гурӯҳбандии хонандагон бар асоси услубҳои омӯзиш; коркарди забони табиӣ (NLP) — таҳлили шарҳҳои хонандагон, муайян кардани ҳиссиёт дар матнҳо, санҷиши автоматии корҳои хаттӣ; омӯзиши амиқ (DL) — шабакаҳои нейронӣ барои таҳлили видеопотокҳо, овоз, хатт, шабакаҳои нейронии такроршаванда (RNN) — барои пешгӯии динамикаи омӯзиш; системаҳои тавсиядиҳӣ — самтҳои омӯзиши инфиродӣ, ёрӣ ба омӯзгор (масалан, муайян кардани кӣ ба дастгирӣ ниёз дорад).

4. Таҳияи модели зеҳнии баҳодихии сифати таҳсилот.

Компонентҳои системаи зеҳнӣ: ҷамъоварии маълумот — LMS, сенсорҳо, пурсишҳо, пайваستшавии API; пешкоркард — тоза кардан, нормалсозӣ, бартарафсозии камбудӣ; модули таҳлилӣ — алгоритмҳои омӯзиши мошинӣ (ML), коркарди забони табиӣ (NLP), визуализатсияи додаҳо; интерфeyси корбар — интерфeyс барои администратор, омӯзгор ва волидайн; базаи дониш — анбори қолабҳои рафторӣ ва моделҳои таърихӣ. Дар расми 1 архитектураи модели зеҳнии баҳодихии сифати таҳсилот оварда шудааст, ки метавонад ҷамъоварӣ, коркард ва таҳлили автоматии маълумотро амалӣ созад, таҳияи базаи дониш барои ҷамъоварии таҷриба, ба корбар интерфeyси осон барои фаҳмидани натиҷаҳо пешниҳод намояд.



Расми 1 – Архитектура модели зеҳнии баҳодихии сифати таҳсилот

5. Қарорҳои амалишудаи амиқи мавҷуда.

Microsoft Education Insights: таҳлили азхудкунӣ ва иштирок дар раванди таълим дар платформаи Teams, истифодаи омӯзиши мошинӣ (ML) барои муайянкунии хавфҳо.

Open University (UK): системаи Early Alert Indicators, 3С барои пушгӯии хоричшавии хонанда аз муассиса.

UNESCO Learning Analytics Framework: маслиҳатдиҳӣ барои истифодаи додаҳои калон (Big Data) ва 3С (AI) дар мамлакатҳои сатҳи гуногун рақамишуда.

Лоихаҳо дар Осиёи марказӣ: татбиқи рӯзнамаҳои электронӣ (eDonish) дар муассисаҳои таҳсилоти Тоҷикистон ва Қазоқистон, истифодаи таҳлилгарон дар системаҳои миллий (масалан: «EMIS»).

Ҷадвали 2 – Технологияҳои истифодашаванда

Компонент	Афзорҳо
Чамбовариҳои додаҳо	Python, Apache Kafka
Хотира	MongoDB, Hadoop
Таҳлил	Scikit-learn, TensorFlow, Keras
Визуализатсия	Power BI, Tableau, Dash
Интерфейс	Django, Flask, Node.js

6. Бартарият ва нуқсонҳои ҷорӣ намудани зеҳни сунъӣ дар идораи маориф:

Ҷоидаҳо: баланд бардоштани баҳогузориҳои объективӣ, омӯзиши шахсисозишуда, таҳлили пешгӯӣ (ошкорсозии пешинаи мушкilot), автоматизатсияи ҳисоботдиҳӣ.

Нуқсонҳо: Мушкilotи махфият ва ҳифзи маълумот, мушкilotи ахлоқӣ (қабули қарорҳои алгоритмӣ бе назардошти контекст), тарсими алгоритмӣ (bias), норасоии шаффофияти моделҳо.

Хулоса

Таҳияи модели зеҳнии коркард ва таҳлили додаҳои калон сатҳи нави баҳодиҳии сифати таҳсилотро таъмин мекунад. Истифодаи усулҳои зеҳни сунъӣ таҳлилиёти маорифро ба кулӣ тағйир дода, аз қайди одди далелҳо то ба ошкорсозии қонуниятҳои ноаён ва қабули қарорҳои оқилона оварда мерасонад.

Бо вуҷуди ин, муваффақияти ҷорӣ кардан танҳо ба технологияҳо вобаста нест, балки ба омодагии муассисаҳои таълимӣ барои риояи меъёрҳои ҳифзи маълумоти шахсӣ ва шаффофияти ахлоқии системаҳо низ вобаста мебошад. Дар оянда нақши муҳимро моделҳои гибридӣ хоҳанд бозид, ки зеҳни сунъӣ, таҷрибаи педагогӣ ва иштироки ҳамаи ҷонибҳои манфиатдорро муттаҳид мекунад.

Муқаррир: Ҳасанов Ҷ.Р. – н.и.т, дотсенти қабедраи технологияҳои иттилоотӣ ва иқтисоди рақамии Институти технологияҳои рақамӣ ва зеҳни сунъии ДБСҶП

Адабиёт

- Goldstein, H. Проблемы измерения и оценки в PISA. В L. Volante (ред.), Влияние PISA на глобальное управление образованием. -2018. С. 49-58. Routledge.
- Кальвет Линьян, Л., и Хуан Перес, А. А. Образовательный анализ данных и обучение Аналитика: различия, сходства и эволюция во времени. RUSC. Журнал университетов и общества знаний, -2015. -Т.12(3), С.98-112. <http://dx.doi.org/10.7238>.
- Рэй С. и Саид М.. Применение образовательного интеллектуального анализа данных и обучения Инструменты аналитики в обработке больших данных в высшем образовании. В М. Alani, Н. Tawfik., М. Saeed & О. Anya (ред.), Applications of Big Data Analytics. Springer, Cham. -2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76472-6_7
- Вайценбаум, Дж. ELIZA — компьютерная программа для изучения естественного языка новые рубежи власти: профильные книги. Связь между человеком и машиной. Связь ACM, - 1966. -V. 9(1), PP. 36-45. <https://doi.org/10.1145/365153.365168/>
- Диксон, Б. Разоблачение глубокого обучения. Techtalks. (28 января 2021 г.) <https://bdtechtalks.com/2021/01/28/deep-learning-explainer/>
- Гобер, Дж. Д. и Сан-Педро, МА. «Цифровые среды оценки для практик научных исследований», в The Wiley Handbook of Cognition and Assessment , под ред. А. А. Раппа и Дж. П. Лейтона (Западный Сассекс: структуры, методологии и приложения), -2017. PP. 508–534. doi: 10.1002/9781118956588.ch21
- Lu, ОНТ, Huang, АYQ, Huang, JCH, Lin, АJQ, Ogata, Н. и Yang, SJH. Применение аналитики обучения для раннего прогнозирования успеваемости студентов в смешанном обучении. Educ. Technol. Soc. -2018. V.21, PP. 220–232.
- Song, Y., Dai, X.-Y., и Wang, J. Не все эмоции созданы равными: экспрессивное поведение сетевой общественности на сайте социальных сетей Китая. Comp. Hum. Behav. -2016. V.60, PP.525–533. doi: 10.1016/j.chb.2016.02.086.
- Bramley, NR, Dayan, P., Griffiths, TL, и Lagnado, DA. Формализация корабля Нейрата: приближенные алгоритмы для онлайн-каузального обучения. Psychol. Rev. -2017. V.124, PP. 301–338. doi: 10.1037/rev0000061.

10.Гоберт, Дж., Сан-Педро, М., Разиуддин, Дж. и Бейкер, Р. С.. От файлов журналов к оценочным показателям для научного исследования с использованием интеллектуального анализа образовательных данных. J. Learn. Sci. -2013. V.22, PP. 521–563. doi: 10.1080/10508406.2013.837391.

11.Хью, КФ, Лан, М., Тан, И., Цзя, К. и Ло, КК. Где находится «теория» в области исследований образовательных технологий? Br. J. Educ. Technol. -2019. V.50, PP. 956–971. doi: 10.1111/bjet.12770.

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

TJ	RU	EN
Муродзода Зафар Олимчон	Муродзода Зафар Олимджон	Murodzoda Zafar Olimjon
Унвонҷӯ	Соискатель	Applicant
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after academician Osimi M.S.
E-mail: murodov@mtu.tj		
TJ	RU	EN
Юнусов Низомиддин Исмоилович	Юнусов Низомиддин Исмоилович	Unusov Nizomiddin Ismoilovich
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент	Candidate of technical science, 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 Osimi M.S.
E-mail: unizom@hotmail.com		
TJ	RU	EN
Холов Шавкат Ёрович	Холов Шавкат Ёрович	Kholov Shavkat Yorovich
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент	Candidate of technical science, 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 Osimi M.S.
E-mail: Sh.kholov88@gmail.com		

УДК:004.934.2

ОСОБЕННОСТИ МОБИЛЬНЫХ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ И КРОССПЛАТФОРМЕННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ

¹Б.Х. Ашурзода, ²А.С. Бобоев, ³А.А. Анварзода

¹Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

²Университет инновации и цифровых технологий Таджикистана

³Таджикский государственный университет права, бизнеса и политики

В статье рассматриваются современные кроссплатформенные технологии, применяемые для разработки мобильных приложений распознавания речи на таджикском языке. Особое внимание уделено особенностям работы с нейросетевыми моделями на мобильных устройствах, методам оптимизации и интеграции распознавания речи в многоплатформенные приложения. Приведены перспективы развития и основные направления исследований в данной области.

Ключевые слова: распознавание речи, таджикский язык, кроссплатформенная разработка, мобильные приложения, нейросетевые модели.

ХУСУСИЯТҲОИ АСОСИИ СИСТЕМАҲОИ МОБИЛӢ ВА БАРНОМАҲОИ КРОССПЛАТФОРМАИ БАРОИ ШИНОХТИ НУТҚ

Б.Х. Ашурзода, А.С. Бобоев, А.А. Анварзода

Дар мақола технологияҳои муосири кросс-платформавӣ, ки барои таҳияи замимаҳои мобилии шинохти нутқ ба забони тоҷикӣ истифода мешаванд, баррасӣ мешавад. Диққати махсус ба хусусиятҳои қор бо моделҳои шабакаи нейронӣ дар дастгоҳҳои мобилӣ, усулҳои оптимизатсия ва ҳамгирони шинохти нутқ ба барномаҳои бисёрплатформавӣ дода мешавад. Дурнамои рушд ва самтҳои асосии тадқиқот дар ин самт оварда шудаанд.

Калимаҳои калидӣ: шинохти нутқ, забони тоҷикӣ, таҳияи кросс-платформа, замимаҳои мобилӣ, моделҳои шабакаи нейрон.

FEATURES OF MOBILE OPERATING SYSTEMS AND CROSS-PLATFORM SPEECH RECOGNITION APPLICATIONS

B.Kh. Ashurzoda, A.S. Boboev, A.A. Anvarzoda

The article discusses modern cross-platform technologies used to develop mobile applications for speech recognition in the Tajik language. Particular attention is paid to the features of working with neural network models on mobile devices, methods of optimization and integration of speech recognition into multi-platform applications. The development prospects and main areas of research in this area are given.

Keywords: speech recognition, Tajik language, cross-platform development, mobile applications, neural network models.

Введение

Современный мир стремительно движется в сторону повсеместного использования мобильных устройств, которые становятся основным инструментом взаимодействия человека с цифровыми технологиями. Распознавание речи — одна из ключевых технологий, обеспечивающих естественный и удобный интерфейс пользователя. Особенно актуально развитие систем распознавания речи для малоизученных и ресурсно ограниченных языков, таких как таджикский, для расширения доступа к цифровым сервисам.

Мобильные операционные системы, такие как Android и iOS, доминируют на рынке, однако обладают ограниченными вычислительными ресурсами, что ставит задачу оптимизации моделей распознавания речи и их адаптации под кроссплатформенные приложения. Технологии кроссплатформенной разработки (Flutter, React Native, Xamarin и другие) позволяют создавать универсальные приложения, однако интеграция сложных нейросетевых моделей распознавания речи в такие приложения сопряжена с рядом технических вызовов.

Цель данной статьи — проанализировать особенности мобильных операционных систем и технологий кроссплатформенной разработки в контексте интеграции и оптимизации моделей распознавания речи, а также рассмотреть основные вызовы и перспективы их решения для таджикского языка.

Задачи статьи включают обзор теоретических основ распознавания речи, анализ архитектур мобильных ОС и ограничений, а также рассмотрение возможностей и проблем при использовании кроссплатформенных технологий и оптимизации нейросетевых моделей для мобильных платформ.

Теоретические основы автоматического распознавания речи

Автоматическое распознавание речи (APP) — это процесс преобразования речевого сигнала в текстовую информацию с помощью компьютерных алгоритмов и моделей. Основная задача APP — выделить и интерпретировать звуковые единицы речи, учитывая вариативность произношения, шумы и особенности языка.

Ключевые этапы распознавания речи включают:

Предобработку сигнала: фильтрация, нормализация, выделение характерных признаков (например, мел-частотных кепстральных коэффициентов — MFCC)[1,2].

Акустическое моделирование: связывает акустические признаки с фонемами или другими единицами языка.

Языковое моделирование: учитывает вероятностные связи между словами и фразами для повышения точности.

Декодирование: поиск наиболее вероятной последовательности слов на основе акустической и языковой моделей.

В историческом развитии APP выделяют несколько основных типов моделей:

Скрытые Марковские модели (Hidden Markov Models, HMM) — классический подход, основанный на статистическом моделировании последовательностей, активно применялся до середины 2010-х годов.

Нейросетевые модели (Deep Neural Networks, DNN) — современный подход, использующий глубокие нейронные сети для улучшения распознавания. В частности, архитектуры рекуррентных нейросетей (RNN), таких как LSTM (Long Short-Term Memory), успешно справляются с последовательной природой речи[4].

Трансформеры — более новая архитектура, основанная на механизме внимания (attention), которая показывает высокую эффективность в задачах обработки естественного языка и распознавания речи (например, модели Whisper от OpenAI).

Эти модели требуют больших вычислительных ресурсов, что становится проблемой при внедрении их на мобильные устройства с ограниченной производительностью и энергопотреблением. Поэтому для мобильных приложений применяются методы оптимизации, такие как квантование, прунинг (сокращение параметров), дистилляция знаний и использование специализированных аппаратных ускорителей.

Мобильные операционные системы: Android, iOS и др.

Мобильные операционные системы (ОС) являются программной средой, обеспечивающей управление аппаратными ресурсами мобильных устройств и выполнение прикладных программ. Наиболее распространёнными ОС на сегодняшний день являются Android и iOS, которые в совокупности занимают более 95% мирового рынка смартфонов.

Особенности Android

Android — открытая операционная система, разработанная компанией Google на базе ядра Linux.

Ключевые характеристики:

Гибкость: поддержка большого количества аппаратных конфигураций.

Модульность: возможность использования различных библиотек и фреймворков для интеграции распознавания речи.

API для работы с речью: Google Speech-to-Text API, Android SpeechRecognizer.

Особенности интеграции: доступ к низкоуровневой обработке аудио через AudioRecord и OpenSL ES.

Ограничения: высокая фрагментация устройств, различная производительность процессоров и объём оперативной памяти, что требует оптимизации моделей под конкретные классы устройств.

Особенности iOS

iOS — проприетарная операционная система компании Apple.

Ключевые характеристики:

Оптимизация под ограниченный набор устройств: высокая стабильность и предсказуемая производительность.

Средства разработки: Xcode, Swift, Objective-C.

API для распознавания речи: Apple Speech Framework.

Аппаратные ускорители: поддержка Core ML и Neural Engine для ускорения работы нейросетевых моделей.

Ограничения: закрытость платформы, жёсткие требования к приложениям, меньшая гибкость при использовании сторонних библиотек для обработки речи.

Другие мобильные ОС

Хотя их доля на рынке мала, существуют и другие операционные системы:

HarmonyOS (Huawei) — ориентирована на экосистему устройств IoT и смартфонов Huawei.

KaiOS — облегчённая ОС для кнопочных телефонов с поддержкой некоторых веб-приложений и базовых функций распознавания речи.

Ограничения мобильных ОС для распознавания речи

Общие ограничения, характерные для всех мобильных платформ:

Вычислительные ресурсы: меньшая производительность по сравнению с настольными ПК и серверами.

Энергопотребление: работа нейросетевых моделей требует значительных энергозатрат, что может быстро разряжать аккумулятор.

Ограниченный объём памяти: необходимость сокращать размер моделей и использовать методы сжатия (quantization, pruning).

Реализация в офлайн-режиме: не всегда возможна работа без доступа к облачным сервисам.

Кроссплатформенные технологии разработки

Кроссплатформенные технологии позволяют создавать приложения, которые могут выполняться на различных мобильных операционных системах, таких как Android и iOS, из единой кодовой базы. Это существенно снижает трудозатраты на разработку и сопровождение программных продуктов[6].

Популярные кроссплатформенные фреймворки

Flutter (Google) — использует язык Dart, обеспечивает высокую производительность и нативный интерфейс[7,9].

React Native (Meta) — основан на JavaScript и React, позволяет использовать нативные модули.

Xamarin (Microsoft) — язык C#, интеграция с .NET, доступ к нативным API.

Qt — C++/QML, подходит для высокопроизводительных приложений.

Пример кода: Flutter + Vosk для распознавания речи (Android и iOS)

Ниже приведён упрощённый пример кроссплатформенного приложения на Flutter, использующего библиотеку vosk_flutter для офлайн-распознавания речи на таджикском языке[9].

Преимущества кроссплатформенного подхода для распознавания речи

1. Единая кодовая база — экономия времени и ресурсов.
2. Одинаковый пользовательский интерфейс на Android и iOS.
3. Возможность интеграции офлайн-моделей для работы без интернета.
4. Поддержка дополнительных языков через загрузку соответствующих моделей.

Особенности работы с нейросетевыми моделями на мобильных устройствах

Применение нейросетевых моделей распознавания речи на мобильных платформах имеет ряд технических особенностей, связанных с ограничениями вычислительных ресурсов, энергоэффективностью и необходимостью обеспечения высокой скорости обработки аудиосигнала в реальном времени.

1. Ограниченные ресурсы процессора и памяти

Мобильные устройства, в отличие от серверов или настольных ПК, обладают сравнительно меньшей производительной мощностью и объёмом оперативной памяти. Это требует:

- применения облегчённых архитектур нейронных сетей (MobileNet, EfficientNet, TinyML-модели);
- использования квантования весов (int8 вместо float32);
- оптимизации графа вычислений с помощью инструментов TensorFlow Lite или Core ML.

2. Энергоэффективность и тепловые ограничения

Нейросетевые вычисления, особенно при работе в режиме постоянного прослушивания ("always-on"), существенно нагружают процессор и графический ускоритель. Это ведёт к:

- повышенному энергопотреблению;
- перегреву устройства при длительных сессиях;
- необходимости применять механизмы динамического управления частотой процессора (Dynamic Voltage and Frequency Scaling, DVFS).

3. Аппаратное ускорение вычислений

Современные мобильные чипсеты (Qualcomm Snapdragon, Apple A-series, MediaTek) содержат специализированные блоки для выполнения операций машинного обучения:

- **NPU (Neural Processing Unit)** — оптимизирован для матричных умножений;
- **DSP (Digital Signal Processor)** — подходит для обработки аудиопотоков;
- **GPU (Graphics Processing Unit)** — используется для параллельных вычислений.

4. Форматы и конвертация моделей

Для интеграции нейросетевой модели в мобильное приложение необходимо:

- конвертировать её в формат, поддерживаемый платформой (TFLite для Android, Core ML для iOS);
- минимизировать размер файла модели (сжатие, обрезка слоёв);
- при необходимости — разбить модель на сегменты для подгрузки по частям[5].

5. Обеспечение работы в офлайн-режиме

Для распознавания таджикской речи в условиях нестабильного интернета рекомендуется локальное выполнение модели:

- это повышает приватность данных;
- исключает задержки, связанные с сетевыми запросами;
- требует дополнительной оптимизации под малый объём памяти и вычислительные мощности.

Код программа

```
import 'package:flutter/material.dart';
import 'package:vosk_flutter/vosk_flutter.dart';
void main() async {
  WidgetsFlutterBinding.ensureInitialized();
  // Инициализация модели
  final modelPath = 'assets/models/vosk-model-small-tj';
  await VoskFlutter.init(modelPath);
  runApp(MyApp());
}
class MyApp extends StatefulWidget {
  @override
  _MyAppState createState() => _MyAppState();
}
class _MyAppState extends State<MyApp> {
  String _recognizedText = "";
  bool _isListening = false;
  void _startListening() async {
    setState(() => _isListening = true);
    await VoskFlutter.startListening((text) {
      setState(() {
        _recognizedText = text;
      });
    });
  }
  void _stopListening() async {
    await VoskFlutter.stopListening();
    setState(() => _isListening = false);
  }
  @override
  Widget build(BuildContext context) {
    return MaterialApp(
      home: Scaffold(
        appBar: AppBar(title: Text('Распознавание речи (Таджикский)'),
        body: Column(
          mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.center,
          children: [
            Text(_recognizedText, style: TextStyle(fontSize: 20)),
            SizedBox(height: 20),
            ElevatedButton(
              onPressed: _isListening ? _stopListening : _startListening,
              child: Text(_isListening ? 'Остановить' : 'Начать'),
            ),
          ],
        ),
      ),
    );
  }
}
```

Заключение

В ходе проведённого исследования были проанализированы теоретические основы автоматического распознавания речи, рассмотрены современные мобильные операционные системы (Android, iOS и др.) и их особенности в контексте реализации речевых технологий, а также изучены возможности кроссплатформенных инструментов разработки приложений. Показано, что использование таких технологий, как Flutter, React Native, Xamarin и Qt, в сочетании с современными библиотеками распознавания речи (Vosk, Kaldi, Google Speech-to-Text) позволяет существенно ускорить процесс разработки и упростить поддержку приложений на разных платформах.

Особое внимание уделено особенностям работы с нейросетевыми моделями на мобильных устройствах, включая оптимизацию, квантование и аппаратное ускорение, что критически важно для обеспечения высокой скорости обработки речи при минимальных затратах ресурсов устройства.

1. **Кроссплатформенные технологии** позволяют разрабатывать приложения для распознавания речи одновременно под несколько мобильных ОС, снижая затраты времени и ресурсов.
2. **Оптимизация нейросетевых моделей** (квантование, уменьшение размера весов, использование GPU/NNAPI) обеспечивает работу систем распознавания в реальном времени даже на маломощных устройствах.
3. Для **таджикского языка** особую сложность представляет недостаток открытых и качественных речевых корпусов, что требует разработки собственных наборов данных и моделей.
4. Перспективным направлением является **интеграция распознавания речи с мобильными и облачными сервисами**, что позволит улучшить точность и масштабируемость решений.

Перспективы развития кроссплатформенных решений для распознавания речи на таджикском языке

В ближайшие годы ожидается значительное развитие технологий распознавания речи, включая:

- Создание и расширение **речевых корпусов таджикского языка**, что позволит обучать более точные модели.
- Разработка **гибридных решений**, совмещающих локальную обработку (для быстродействия) и облачные сервисы (для повышения точности).
- Повышение эффективности работы за счёт **новых архитектур нейросетей** (например, трансформеров и моделей семейства Whisper).
- Расширение возможностей кроссплатформенной разработки благодаря улучшенным фреймворкам и API, поддерживающим работу с нейросетевыми моделями на мобильных устройствах.

Рецензент: Мирзоев С.Х. – д.т.н., профессор кафедры информатики ТДжикского национального университета.

Литература

1. Ашурзода Б.Х., Худойбердиев Х.А. Моделирование процесса распознавания речи в контексте таджикской язычной речи/ Б.Х. Ашурзода, Х.А. Худойбердиев // Политехнический вестник. Серия Интеллект. Инновации. Инвестиции. - Душанбе. - 2022. № 2 (58) - С. 39-42. (на таджикском языке)
2. Ашурзода Б.Х.. Применение алгоритма динамической трансформации временной шкалы для распознавания ключевых слов в звуковом потоке на таджикском языке / Б.Х. Ашурзода // Вестник технологического университета Таджикистана. - Душанбе. - 2022. № 3 (50). - С. 132-136.
3. Graves A., Mohamed A., Hinton G. Speech Recognition with Deep Recurrent Neural Networks // IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). – 2013. – pp. 6645–6649.
4. Jurafsky D., Martin J.H. Speech and Language Processing. – 3rd ed. – Pearson, 2023.
5. Povey D. et al. The Kaldi Speech Recognition Toolkit // IEEE 2011 Workshop on Automatic Speech Recognition and Understanding. – 2011.
6. Vosk API Documentation. – <https://alphacephei.com/vosk>
7. Google Cloud Speech-to-Text API Documentation. – <https://cloud.google.com/speech-to-text>
8. TensorFlow Lite Model Optimization Toolkit. – https://www.tensorflow.org/lite/performance/model_optimization
9. Flutter Documentation. – <https://flutter.dev>

МАЪЛУМОТ ОИДИ МУАЛЛИФОН - СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ - INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

TJ	RU	EN
Ашурзода Бахром Хайриддин н.и.т., муаллими калон	Ашурзода Бахром Хайриддин к.т.н., старший преподаватель	Ashurzoda Bahrom Khairiddin candidate of technical sciences, Senior Lecturer
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ.	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S.Osimi
TJ	RU	EN
Бобоев Аҳмадҷон Сафаралиевич муаллими калон	Бобоев Ахмаджон Сафаралиевич старший преподаватель	Boboev Ahmadjon Safaralievich Senior Lecturer
Донишгоҳи инноватсия ва технологияҳои рақамии Тоҷикистон	Университет инновации и цифровых технологий Таджикистана	University of Innovation and Digital Technologies of Tajikistan
TJ	RU	EN
Анварзода Акмал Анвар докторанти (PhD) кафедраи «Технологияҳои иттилоотию коммуникатсионӣ ва барномарезӣ»	Анварзода Акмал Анвар докторант (PhD) кафедры «Информационнокоммуникационных технологий и программирования»	Anvarzoda Akmal Anvar doctoral Student (PhD) of the Department of Information and Communication Technologies and Programming,
Донишгоҳи давлатии ҳуқуқ, бизнес ва сиёсати Тоҷикистон	Таджикский государственный университет права, бизнеса и политики	Tajik State University of Law, Business and Politics

УДК:519.25.004.8

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПИСАНИЯ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ СВОЙСТВ ТЕКСТОВ

А.А. Косимов, Н.М. Курбонов

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

В данной статье представлен метод классификации текстов с использованием нейронных сетей. Рассматриваются подходы на основе встраивания слов (word embeddings) и различных архитектур нейросетей. Описываются математические основы метода, включая преобразование текста в векторное представление, процесс классификации через полносвязный слой и вычисление вероятностей классов с помощью функции softmax. Представленный метод демонстрирует высокую адаптивность и применимость в задачах анализа тональности, тематической классификации и других направлениях обработки естественного языка.

Ключевые слова: классификация, текст, нейрон, сеть, встраивания, softmax, функция, потеря, обработка, естественная.

УСУЛИ МАТЕМАТИКИИ ТАВСИФ ШАБАКАҲОИ НЕЙРОНӢ БАРОИ ТАСНИФИ ХОСИЯТҲОИ МАТНҲО

А.А. Косимов, Н.М. Курбонов

Мақолаи мазкур усули таснифи матнҳоро бо истифода аз шабакаҳои нейронӣ пешниҳод мекунад. Усулҳои воридкунии калимаҳо (word embeddings) ва архитектураи гуногуни шабакаҳои нейронӣ баррасӣ мешаванд. Асосҳои усули математикӣ, аз ҷумла табдили матн ба намоёндагии векторӣ, раванди тасниф тавассути қабати пурра пайваست ва ҳисоб кардани эҳтимолияти синфҳо бо истифода аз функсияи softmax тавсиф карда шудаанд. Усули пешниҳодшуда мутобиқшавӣ ва татбиқи баландро дар вазифаҳои таҳлили эҳсосот, таснифоти мавзӯӣ ва дигар соҳаҳои коркарди забони табиӣ нишон медиҳад.

Калимаҳои калидӣ: тасниф, матн, нейрон, шабака, embeddings, softmax, функсия, талафот, коркард, табиӣ.

MATHEMATICAL METHOD OF DESCRIPTION OF NEURAL NETWORKS FOR CLASSIFICATION OF TEXTS PROPERTIES

A.A. Kosimov, N.M. Kurbonov

This paper presents a method for text classification using neural networks. Word embeddings and various neural network architectures are considered. The mathematical foundations of the method are described, including the transformation of text into a vector representation, the classification process through a fully connected layer, and the calculation of class probabilities using softmax functions.. The presented method demonstrates high adaptability and applicability to sentiment analysis, topic classification, and other areas of natural language processing.

Keywords: classification, text, neuron, network, embeddings, softmax, function, loss, processing, natural.

Введение

В современном мире объем текстовой информации постоянно растет, что делает автоматическую обработку текстов все более актуальной задачей [1-17]. Одним из ключевых направлений в этой области является классификация текстов, позволяющая определять их принадлежность к определенным категориям, например, в задачах анализа тональности, тематического моделирования и фильтрации контента.

Традиционные методы классификации, основанные на статистическом анализе и ручном выделении признаков, часто оказываются недостаточно эффективными при работе с большими объемами данных и сложной текстовой структурой. В связи с этим все большее распространение получают методы, основанные на нейронных сетях.

В статье рассматривается метод классификации текстов, основанный на встраивании слов в векторное пространство и обработке их с помощью различных архитектур нейронных сетей. Представленный подход позволяет автоматически извлекать значимые признаки текста, обеспечивая высокую точность и адаптивность модели к различным задачам обработки естественного языка.

Для классификации текстов с помощью нейронной сети мы можем использовать подход на основе **встраиваний слов (word embeddings)** и **многослойной нейронной сети (MLP)**. Предположим, что имеется текст, и необходимо классифицировать его в одну из C категорий, например, "позитивный", "негативный", "нейтральный".

Пусть задан входной текст в следующем виде:

Входной текст: $T = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$, где w_i — это слова текста, а n — количество слов в тексте.

2. Встраивание слов: Каждое слово w_i представляется в виде вектора $v_i \in R^d$ где d — размерность пространства встраивания, R^d — пространство вещественных векторов.

Эти векторы обучаются таким образом, чтобы сохранять смысловую близость между словами: слова с похожими значениями располагаются ближе друг к другу в пространстве встраивания.

Другими словами, каждое слово w_i кодируется как вектор v_i , состоящий из d чисел (вещественных значений).

Популярные методы встраивания слов:

Word2Vec (CBOW, Skip-gram)

GloVe (Global Vectors for Word Representation)

FastText (учитывает морфологию слов)

BERT embeddings (контекстуальные представления слов)

1. Агрегация векторных представлений: Объединяем вектора слов в одно представление текста (например, используя усреднение или рекуррентные слои).

2. Классификация: На выходе сеть предсказывает вероятность принадлежности текста к каждой категории.

Математическое описание

Встраивание слов

Каждое слово w_i преобразуется в вектор с использованием таблицы встраивания:

$$v_i = \text{Embedding}(w_i)$$

где

Embedding — это матрица $E \in R^{|V| \times d}$, где $|V|$ — размер словаря, а d размерность встраивания.

2. Представление текста

Общее представление текста h вычисляется с использованием одной из следующих стратегий:

Усреднение (Bag of Words):

$$h = \sum_{i=0}^n v_i$$

• **1. Рекуррентная сеть (RNN):** Каждое слово передаётся через рекуррентную ячейку:

$$h_i = \text{RNN}(v_i, h_{i-1})$$

Итоговое представление текста:

$$h = h_n$$

После обработки всей последовательности (допустим, текст из n слов) последнее скрытое состояние h_n содержит агрегированную информацию обо всём тексте.

• **2. Сверточная сеть (CNN):**

$$h_i = f(W * v_{i:i+k-1} + b)$$

где W — фильтр, k — размер окна, f — нелинейная функция активации (например, ReLU).

• **3. Классификация**

Итоговое представление h передаётся в полносвязный слой с C выходами:

$$o = W^{(0)}h + b^{(0)}$$

где

$W^{(0)} \in R^{C \times d}$ — веса полносвязного слоя,

$b^{(0)} \in R^C$ — смещение.

• **4. Вероятности классов**

Для вычисления вероятностей используется **softmax**:

$$P(c|T) = \frac{\exp(o_c)}{\sum_{j=1}^C \exp(o_j)}$$

где

o_c — выход сети для класса c ,

C — количество классов.

• **5. Функция потерь**

Для обучения модели используется **кросс-энтропийная функция потерь**:

$$L = \sum_{i=1}^N \sum_{c=1}^C y_{i,c} \log P(c|T_i)$$

где

$y_{i,c}$ — истинная метка класса для текста T_i ,

$P(c|T_i)$ — предсказанная вероятность.

Пример с числами

Пусть задан текст: "Пример текста". Словарь V содержит слова "Пример", "текста" и ещё $|V|-2$ слов. Размерность встраивания $d=5$.

1. Встраивания слов: Каждое слово из словаря V имеет свое векторное представление $v_{\text{слово}} \in R^5$

Например:

$$V_{\text{Пример}} = [0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5]$$

$$V_{\text{текста}} = [0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1]$$

2. Усреднённое представление: Один из способов представить весь текст как один вектор — усреднить векторы слов:

$$h = \frac{V_{\text{Пример}} + V_{\text{текста}}}{2}$$

Посчитаем поэлементно:

$$h = \frac{[0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5] + [0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1]}{2}$$

$$h = \frac{[0.6, 0.6, 0.6, 0.6, 0.6]}{2} = [0.3, 0.3, 0.3, 0.3, 0.3]$$

3. Полносвязный слой: Пусть веса и смещения:

$$W^{(0)} = \begin{bmatrix} 0.1 & 0.2 & 0.3 & 0.4 & 0.5 \\ 0.5 & 0.4 & 0.3 & 0.2 & 0.1 \end{bmatrix} \quad B^{(i)} = [b^{(1)}, b^{(2)}], i=1,2$$

Выходное представление O считается по формуле:

$$O = W^{(0)}h + b^{(0)}$$

тогда

$$O = W^{(0)}h + b^{(0)} = \begin{bmatrix} 0.3 * 0.1 + 0.3 * 0.2 + 0.3 * 0.3 + 0.3 * 0.4 + 0.3 * 0.5 + 0.1 \\ 0.3 * 0.5 + 0.3 * 0.4 + 0.3 * 0.3 + 0.3 * 0.2 + 0.3 * 0.1 + 0.2 \end{bmatrix}$$

Посчитаем их:

1. Для первого компонента O_1 :

$$O_1 = 0.3 * 0.1 + 0.3 * 0.2 + 0.3 * 0.3 + 0.3 * 0.4 + 0.3 * 0.5 + 0.1 = 0.55$$

2. Для второго компонента O_2 :

$$O_2 = 0.3 * 0.5 + 0.3 * 0.4 + 0.3 * 0.3 + 0.3 * 0.2 + 0.3 * 0.1 + 0.2 = 0.65$$

Таким образом, получаем:

$$O = [0.55, 0.65]$$

Таким образом, шаг «Пропуск через полносвязный слой» является ключевым этапом, на котором усреднённое представление текста преобразуется в **логиты** — числовые значения, отражающие степень соответствия текста каждому из возможных классов. Это позволяет модели принимать окончательное решение о классификации текста.

4. Softmax: Предсказанные вероятности классов: После получения логитов из полносвязного слоя, применяется функция softmax, которая преобразует эти значения в вероятности. Это позволяет интерпретировать выход модели как вероятностное распределение по классам.

Пусть o_1 и o_2 — логиты (выходы полносвязного слоя) для классов c_1 и c_2 соответственно. Тогда вероятности классов вычисляются по следующим формулам:

$$P(c_1) = \frac{\exp(o_1)}{\exp(o_1) + \exp(o_2)}, \quad P(c_2) = \frac{\exp(o_2)}{\exp(o_1) + \exp(o_2)},$$

где

$\exp(\cdot)$ — экспоненциальная функция (основание e),

$P(c_1)$ и $P(c_2)$ — вероятности принадлежности к соответствующим классам.

Подставим значения:

$$P(c_1) = \frac{e^{0.55}}{e^{0.55} + e^{0.65}}, \quad P(c_2) = \frac{e^{0.65}}{e^{0.55} + e^{0.65}}$$

имеем

$$e^{0.55} \approx 1.733, \quad e^{0.65} \approx 1.915$$

$$P(c_1) = \frac{1.733}{1.733 + 1.915} \approx 0.475, \quad P(c_2) = \frac{1.915}{1.733 + 1.915} \approx 0.525$$

Итак, вероятность класса c_2 чуть выше, чем у c_1 .

После получения предсказанных вероятностей $P(c_1)$ и $P(c_2)$, следующий шаг зависит от контекста (например, обучения или предсказания). Рассмотрим оба случая:

1. Если находимся на этапе обучения

Вычисляем функцию потерь (кросс-энтропию) и обновляем параметры модели с помощью градиентного спуска.

Вычисление функции потерь

Допустим, истинная метка для данного примера $y=(1,0)$, то есть текст относится к классу c_1 . Тогда функция потерь (кросс-энтропия) равна:

$$L = -(y_1 \log P(c_1) + y_2 \log P(c_2))$$

Подставляя значения, имеем:

$$L = -(1 \cdot \log(0.475) + 0 \cdot \log(0.525)) \approx -(-0.744) = 0.744$$

Обновление параметров модели

Вычисляются **градиенты** функции потерь по параметрам модели (весам $W^{(0)}$ и смещениям $b^{(0)}$.

Применяется **алгоритм оптимизации** — градиентный спуск или его модификации (например, Adam, RMSProp).

Параметры корректируются так, чтобы минимизировать функцию потерь.

Этот процесс повторяется для всех примеров в обучающем наборе данных.

2. Если мы находимся на этапе предсказания

- Модель вычисляет вероятности классов на основе входного текста.
- Выбирается класс с наибольшей вероятностью:

$$P(c_1) = 0.475, P(c_2) = 0.525$$

Так как $P(c_2) > P(c_1)$, модель относит текст к классу c_2 .

В данной статье был рассмотрен подход к классификации текстов, основанный на встраивании слов в векторное пространство и их последующей обработке нейронными сетями. Преобразование слов в векторы позволяет сохранить семантическую информацию. Такой подход позволяет эффективно анализировать тексты и определять их принадлежность к определённым категориям.

Рассмотренный метод демонстрирует высокую гибкость и применимость в различных задачах обработки естественного языка, включая анализ тональности, тематическую классификацию и фильтрацию контента. Использование softmax-функции для получения вероятностей и кросс-энтропийной функции потерь для обучения модели делает процесс классификации интерпретируемым и эффективно настраиваемым.

Показанный числовой пример иллюстрирует работу модели на практике и подтверждает её способность различать классы на основе смыслового содержания текста. Таким образом, подход на основе встраиваний слов и нейронных сетей представляет собой мощный инструмент для анализа текстовых данных, способный обеспечить высокую точность и адаптивность в реальных приложениях.

Рецензент: Саидов Б.Б. — к.т.н., ПИИТУ имени академика М.С. Осими.

Литература

1. Усманов З.Д. Классификатор дискретных случайных величин. – ДАН РТ, 2017, т.60, № 7-8, с. 291-300.
2. Усманов З.Д. Алгоритм настройки кластеризатора дискретных случайных величин. – ДАН РТ, 2017, т.60, № 9, с. 392-397.
3. Курбонов Н.М. Об автоматическом распознавании на основе униграмм шифров авторефератов по педагогике // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2021. № 3 (55). С. 47-51.
4. Усманов З.Д. N-граммы в распознавании однородных текстов. Материалы 20 научно-практического семинара "Новые информационные технологии в автоматизированных системах", Москва 2017, № 20. С. 52-54.
5. Косимов А.А. Оценка эффективности использования униграмм при идентификации текста. Доклады Академии наук Республики Таджикистан. - 2017. - Том 60. - № 3-4. - С. 132-137.
6. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. *Deep Learning*. MIT Press.. (2016).
7. Косимов А.А. Оценка эффективности использования триграмм при идентификации текста Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. - 2017. - № 1 (166). - С. 51-57.

8. Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., & Dean, J. (2013). *Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space*. arXiv preprint arXiv:1301.3781.
9. Косимов А.А. О минимальном числе высокоточных n-грамм, необходимых для распознавания автора текста. Российско-китайский научный журнал «Содружество», Ежемесячный научный журнал, научно-практической конференции. - 2017. - Часть 1. - № 17. - С. 58-59.
10. Усманов З.Д., Косимов А.А. О метризации произведений художественной литературы. Материалы 21 научно-практического семинара "Новые информационные технологии в автоматизированных системах", Москва 2018, № 21, С.183-186.
11. Назаров А.Ш., Ли И.Т., Курбонов Н.М. Моделирование системы защиты информации от угроз // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2019. № 1 (45). С. 10-12.
12. Усманов З.Д., Косимов А.А. О влиянии цифрового портрета текста на распознавание автора произведения. Известия АН РТ, Отделение физ.-мат., хим., геол. и техн. наук. – 2020. - № 3 (180) – С.36-42.
13. Усманов З.Д. Оценка эффективности применения -классификатора для атрибуции печатного текста // ДАН РТ - 2020.- Т.63, № 3-4 – С.172-179.
14. Усманов З.Д., Косимов А.А. Об автоматическом распознавании языка произведений // Доклады Академии наук Республики Таджикистан, 2020, т.63, № 7-8, с. 461-466.
15. Косимов А.А., Курбонов Н.М., Муродов Х.М., Зулфов Е.О. Построение структуры однородностей поэмы произведения а. фирдоуси “шахнаме” на основе биграмм // Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими. 2022. № 3 (24). С. 22-28.
16. Косимов А.А., Курбонов Н.М. Структура однородностей поэмы произведения а.фирдоуси “шахнаме” // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2021. № 2 (54). С. 35-38.
17. Усманов З.Д., Косимов А.А., Каюмов М.М. База данных $\alpha\beta$ -кодов словоформ для определения автора незнакомого текста // Свидетельство о государственной регистрации информационного ресурса, Республика Таджикистан, 07.06.2021, №1202100478.

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

RU	TJ	EN
Косимов Абдунаби Абдурауфович	Қосимов Абдунаби Абдурауфович	Kosimov Abdunabi Abduraufovich
Доктор технических наук, доцент	Доктори илмҳои техникӣ, дотсент	Doctor of Technical Sciences, associate professor
Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Tajik technical university named after academician M.S.Osimi
E-mail: abdunabi_kbtut@mail.ru		
RU	TJ	EN
Курбонов Нурулло Мирзомахмудович	Қурбонов Нурулло Мирзомахмудович	Kurbonov Nurullo Mirzomagudovich
докторант Ph.D	докторанти Ph.D	Ph.D. student
Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Tajik technical university named after academician M.S.Osimi
E-mail: nurullo94@gmail.com		

УДК 81'322::811.222.8::519.25

ТАҲИЯИ АЛГОРИТМИ ХУЛОСАБАРОРӢ БАРОИ МОДЕЛҲО (АМСИЛАҲО) ОИДИ БА ТАРТИБИ ДУРУСТ ОВАРДАНИ ҶУМЛАИ СОДАИ ТОҶИКӢ ҲАНГОМИ НАВИШТИ НОДУРУСТ

А.А. Қосимов, С.М. Шамсов

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ

Дар мақола масъалаи амсиласозии компютерии қолабҳои маъмули ҷумлаи содаи тоҷикӣ ва таҳияи алгоритми ислоҳ баррасӣ мегардад. Ҳадафи асосӣ таҳия ва татбиқи моделҳои (амсилаҳо) барои намоёндогӣ ва ташҳиси сохтори ҷумлаҳои сода мебошад, ки дар онҳо хатогиҳои грамматикӣ ва тартиби калимаҳо вучуд дорад. Дар асоси ин моделҳо алгоритми ислоҳ таҳия шуда, ки имкон медиҳад тартиби дурусти вожаҳоро дар ҷумлаҳои содаи тоҷикӣ автоматӣ ва дақиқ барқарор намояд. Ин таҳқиқот барои рушди барномаҳои коркарди забони табиӣ ва омӯзиши мошинӣ дар забони тоҷикӣ аҳамияти калон дорад.

Калидвожаҳо: амсиласозӣ, қолабҳои маъмули ҷумла, ҷумлаи сода, ислоҳи грамматикӣ, алгоритм, забони тоҷикӣ, коркарди забони табиӣ.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СУММАРИЗАЦИИ ДЛЯ МОДЕЛЕЙ, СВЯЗАННЫХ С ПРАВИЛЬНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬЮ СЛОВ В ПРОСТОМ ТАДЖИКСКОМ ПРЕДЛОЖЕНИИ ПРИ НЕПРАВИЛЬНОМ НАПИСАНИИ

А.А. Косимов, С.М. Шамсов

В статье рассматривается проблема компьютерного моделирования распространённых шаблонов простого предложения таджикского языка и разработки алгоритма их исправления. Основная цель - создание и внедрение моделей (амсил), представляющих структуру простых предложений с учётом типичных грамматических ошибок и неправильного порядка слов. На основе этих моделей разработан алгоритм исправления, который позволяет автоматически и точно восстанавливать правильный порядок слов в простых предложениях таджикского языка. Исследование имеет важное значение для развития программ обработки естественного языка и машинного обучения в таджикском языке.

Ключевые слова: моделирование, распространённые шаблоны предложений, простое предложение, грамматическое исправление, алгоритм, таджикский язык, обработка естественного языка.

DESIGN OF A SUMMARIZATION ALGORITHM FOR MODELS AIMED AT REORDERING WORDS IN SIMPLE TAJIK SENTENCES WITH INCORRECT SYNTAX

A.A. Kosimov, S.M. Shamsov

The article addresses the problem of computer modeling of common templates of simple sentences in the Tajik language and the development of a correction algorithm. The main goal is to create and implement models representing the structure of simple sentences considering typical grammatical errors and incorrect word order. Based on these models, a correction algorithm is developed that enables automatic and accurate restoration of the correct word order in simple Tajik sentences. This research is significant for the advancement of natural language processing and machine learning applications in the Tajik language.

Keywords: modeling, common sentence templates, simple sentence, grammatical correction, algorithm, Tajik language, natural language processing.

Забони тоҷикӣ бо сохтор ва қоидаҳои мураккаби грамматикӣ ва синтаксисӣ фарқ мекунад. [5] Дар забоншиносии ҳисобӣ ва омӯзиши мошинӣ таҳияи моделҳои дақиқи ҷумлабандӣ муҳим аст. Аз ҷумла, амсиласозӣ ё моделсозии қолабҳои маъмули ҷумлаҳо имкон медиҳад, ки сохтори умумии ҷумлаҳо дар барномаи коркарди матн ба таври муассир фаҳмида ва хатогиҳо ислоҳ шаванд. [6]

Дар мақола равишҳо ва алгоритмҳои амсиласозӣ ва ислоҳи ҷумлаҳои содаи маъмули тоҷикӣ пешниҳод мегарданд. Амсила (модел) як навъи шакли намунавии грамматикӣ ё синтаксисӣ мебошад, ки сохтори маъмули ҷумлаҳоро ифода мекунад. Дар забони тоҷикӣ, ҷумлаҳои сода асосан дорои аъзоҳои пайрав – мубтдо, хабар, муайянкунанда, пуркунанда ва ҳол мебошанд. [6] Муайян кардани дурусти ҷойгиршавии ин аъзоҳо дар ҷумла барои таҳлили грамматикӣ ва ислоҳи хатогиҳо муҳим аст. [7]

Барои моделсозии қолабҳои маъмули ҷумлаҳо ду равиш асосӣ истифода мешаванд:

Қоидабунёд - истифодаи қоидаҳои грамматикӣ ва синтаксисӣ барои сохтани қолабҳо;

Омӯзиши мошинӣ - истифодаи моделҳои омӯзишӣ барои эҷод ва такмил додани қолабҳо.

Ҳамчунин равиши омехта, ки ҳар ду равишро муттаҳид мекунад, натиҷаҳои беҳтар медиҳад.

Таҳияи алгоритми ислоҳ:

Алгоритми пешниҳодшуда чунин қадамҳоро дар бар мегирад:

- Қабули ҷумлаи вурудӣ (матни нодуруст);
- Таҳлили морфологӣ ва синтаксисӣ барои муайян кардани аъзоҳо;
- Муайян кардани хатогиҳои тартиби вожаҳо ва грамматикӣ;
- Барқарор кардани тартиби дурусти вожаҳо дар асоси амсилаҳо;
- Санҷиши натиҷа ва пешниҳоди матни ислоҳшуда.

Барномаи таҳияшуда дар муҳити Python бо истифодаи китобхонаҳои коркарди забони табиӣ (масалан, spaCy, NLTK, Tkinter) сохта шудааст. Моделҳои қоидабунёд бо алгоритмҳои омӯзиши мошинӣ якҷо истифода мешаванд, ки дақиқии ислоҳро баланд мебардоранд.

Барнома дорои менюҳои зерин мебошад, ки ҳар яке вазифаҳои мушаххасро барои коркарди матн ва идоракунии луғат таъмин мекунад:

Таҳлили матн: Имконияти таҳлили грамматикӣ ва синтаксисӣ, муайян кардани хатогиҳо ва пешниҳоди вариантҳои ислоҳ.

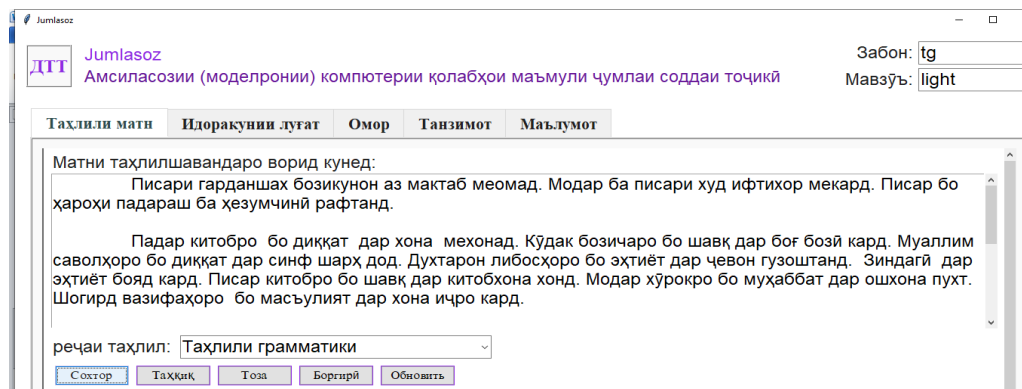
Идоракунии луғат: Мудирияти луғатҳои грамматикӣ бо ҷудокунӣ ба категорияҳои мубтдо, муайянкунанда, пуркунанда, ҳол ва ҳабар.

Омор: Ҳисоботи фаъолияти истифодабаранда бо шикасти вақт (рӯзона, ҳафтаина, моҳина ва солина).

Танзимот: Мураттабсозии параметрҳои барнома барои беҳтар кардани равандҳои таҳлил.

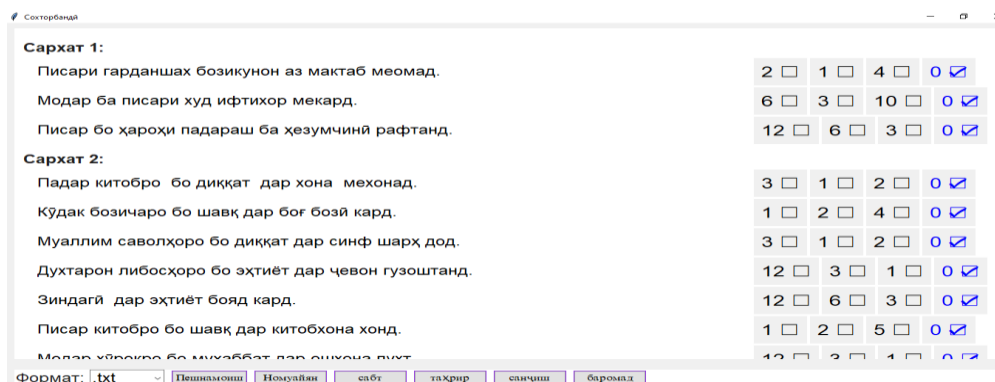
Маълумот: Маълумоти техникӣ ва иттилоот барои истифодабаранда.

Барои таҳлили ҷумлаҳои соддаи тоҷикӣ, ки ҳангоми навишти матн, баъзан вақт ҷумларо бо тартиби нодуруст менависанд. Ба мо лозим меояд, ки ҷумларо бо тартиби дуруст орем.



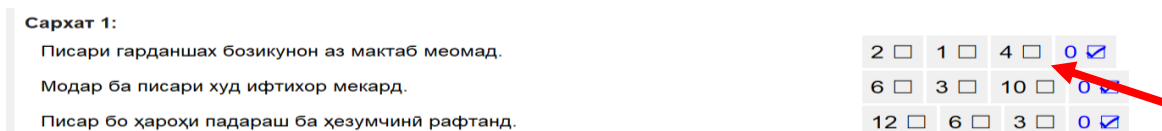
Расми 1 – Ворид кардани матн

Дар ҳолати зер кардани тугмаи “Соҳтор” чунин равшана пайдо мешавад, ки аз чунин қисматҳо ибрат аст, ки дар расми 2. дида мешавад:



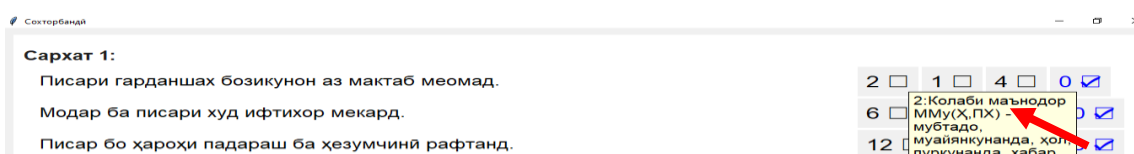
Расми 2 – Сохтани тугмаи “Соҳтор”

Дар равшана дида мешавад матни додашударо ба сархатҳо ҷудо мекунад. Ҳар як сархат дорои миқдори ҷумлаҳо мебошад ва дар бари рости ҳар як ҷумла аз 1 то 3 қолаби наздик меояд. Қолаби 0 барои ба тарзи муқарарӣ (шакли пешина) овардани ҷумла мебошад. Яъне:



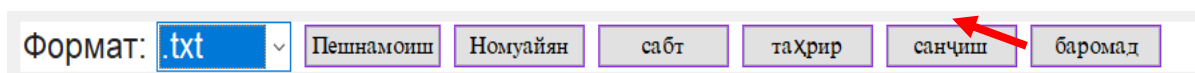
Расми 3 – Қолабҳои наздик ба ҷумла

Ҳангоми интихоби варианти додашуда нишонаи мушакро ба болояш оварда интихоб кунем, онгоҳ вариант бо намуни қолаб пайдо мегардад.



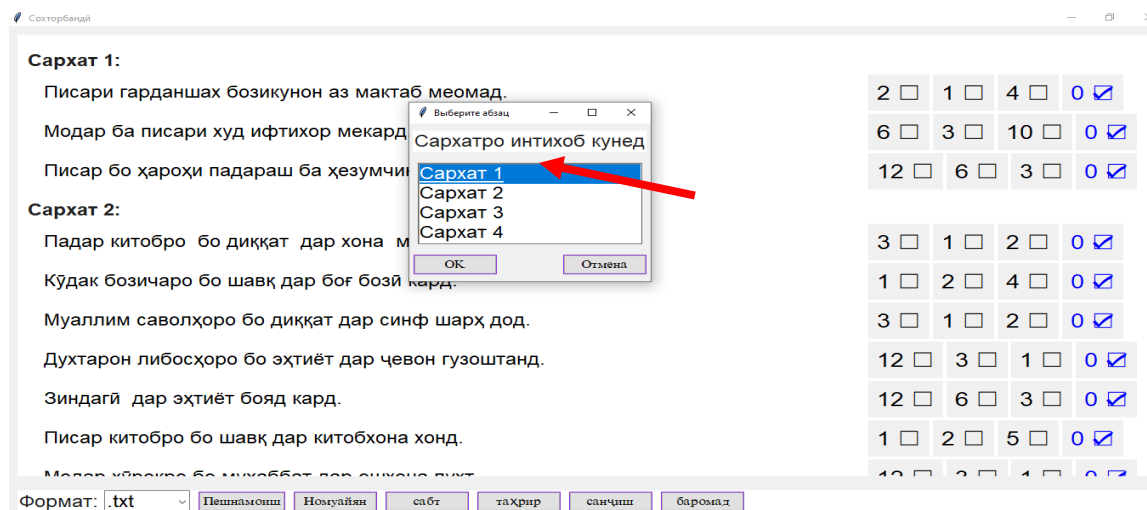
Расми 4 – Интихоби вариант ва намоиши қолаб

Дар вақти интихоби вариантҳо дар поёни равшана 6- то тугма, ки ҳар як тугма вазифаи худро вобаста ба ба тартибдориҳои ҷумла мебошад. Дар вақти интихоби вариантҳо барои ба тартиби дуруст овардани ҷумла дар охир тугмаи “Санҷиш”- ро пахш мекунем.



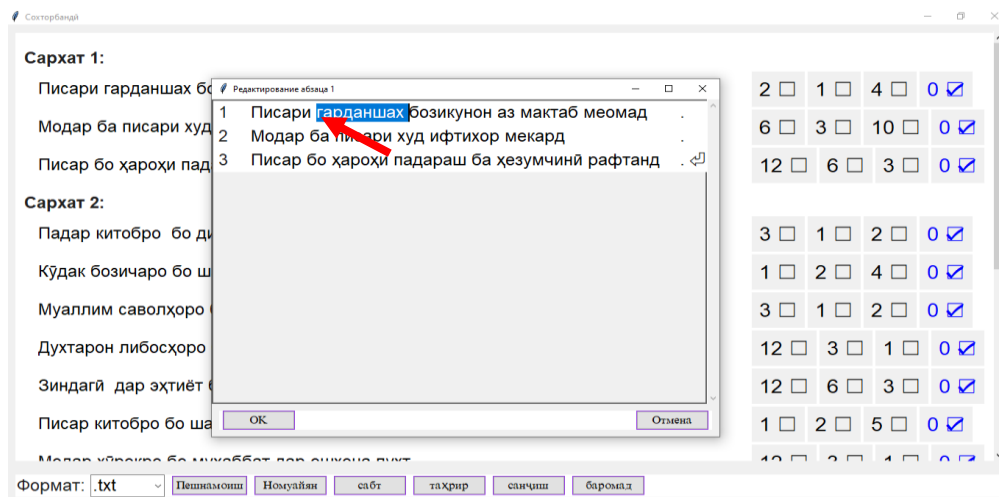
Расми 5 – Тугмаҳо барои иҷрои вазифаҳои махсус оиди ҷумлаҳои интихобишуда

Баъди пахши тугмаи “Санҷиш” ҷумлаҳои интихобкардашуда бо тартиб муайян меояд. Дар ҳолати ба тартиб овардани ҷумлаҳо, агар баъзе ҷумларо каме таҳрир кардан хоҷем барои дурустар шудани маънои ҷумла аз тугмаи “Таҳрир” истифода мекунем. Дар зери тугмаи “Таҳрир” равшана барои таҳрири ҷумлаҳо мебошад. Ҳангоми пахши ин тугма аввал равшана сархатҳоро интихоб мекунанд.



Расми 6 – Интихоби вариант

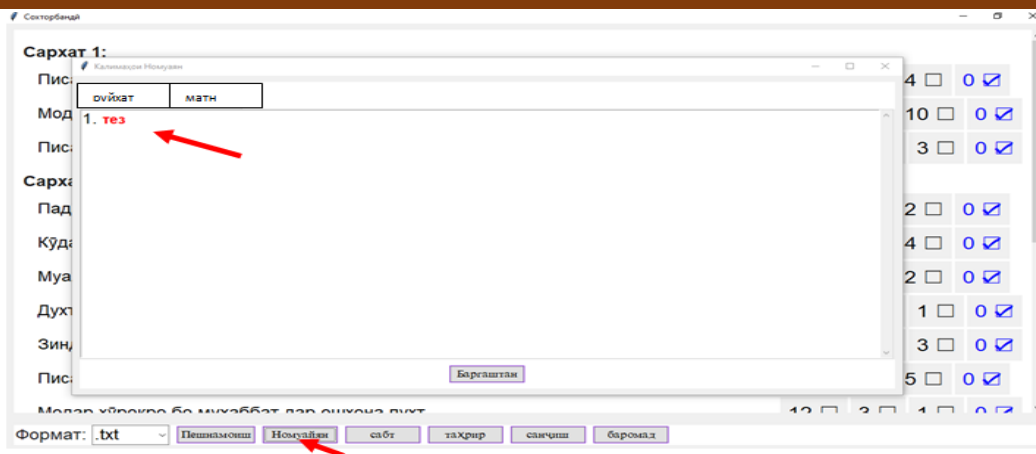
Ҳангоми интихоби “Сархат”-и дилхоҳ равшана барои таҳрири ҷумлаҳо алоҳида барои ҳар як сархат пайдо мегардад. Дар ин равшана метавонем калимаҳое, ки мазмуни ҷумларо дуруст мекунанд, ворид кардан мумкин аст.



Расми 7 – Майдон барои таҳрири матн

Вақте ки ҳамин корҳоро анҷом додем, баъдан агар дар матн калимаи нав бошад, барнома бо ранги сурх ишорат мекунанд. Ин маънои онро дорад, ки ҳамин калима дар луғати (базаи калима) вуҷуд надорад. Барои муайян кардани ҳамин гуна калимаҳо дар зери тугмаи “Номуайян” ҷойгир шудааст. Ин равшана асосан ба ду қисм ҷудо мешавад.

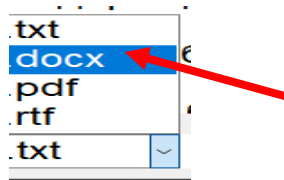
Рӯйхат
Матн



Расми 8 – Калимаҳои номуайян

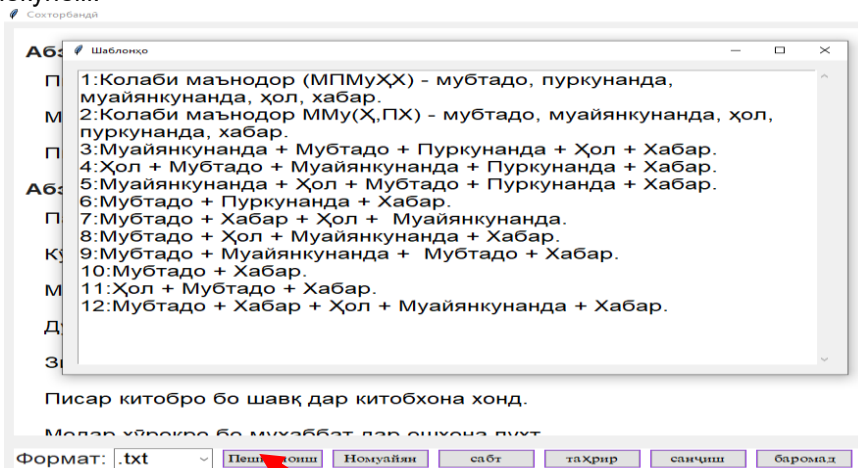
Ин равзана асосан барои муайян кардани калимаҳое, ки дар луғат (манбаи маълумотҳо) нестанд, дар банди рӯйхат нишон дода мешавад. Барои ба майдони асосӣ омадан тугмаи “баргашт”-ро зер мекунем.

Қисмати якумаш “Формат” - аз интихоби намудҳои сабти файл бо форматҳои гуногун аз қабili docx, pdf, rtf, txt:



Расми 9 – Формати файл

Агар ҳамаи ҷумлаҳоро вобаста аз қолабҳо ба тартиб дарорем, онгоҳ ҳатман боз ба банди “Қолабҳо” назар кунем. Дар ин равзанаи “Қолабҳо” рӯйхати қолабҳои маънодор мавҷуд аст. Қолаб чист? Яъне ҷумла аз аъзоҳои пайрав иборат аст. Вобаста ба ин инҳо барои дурусти кардани ҷумларо бо ин қолаб истифода мекунем.



Расми 10 – Қолабҳои маънодори истифодашаванда

Фақат дар ин равзана қолабҳои маънодор омадааст. Яъне 12-то мебошад. Барои ҷи байни якдигар аломати “+” дорад, барои он ки аъзои пайрав пай дар пай меояд. Инчунин дар равазани сохторбандӣ банди функцияе тартиб дода шудааст, ки ба воситаи зер кардани тугмаи рости мушак пайдо мегардад. Мақсади асосии тартиб додани ин равзана, ки як қисмати ин барнома мансуб мебошад, функцияҳои муҳимро ба анҷом мерасонад. Яъне барои ба таври автоматӣ равона кардани маълумот ба манбаи калимаҳо мебошад. Агар дурустар гуфта гузарем, автоматикунони ҷо ба ҷо гузори калимаҳо дар манбаи маълумотҳо мебошад. Дар расми 11 намуди равзана оварда шудааст.

Нусхабардорӣ Ворид кардан Буридан
Бекор кардан Такрор кардан
Ҳамаи текстро интихоб кунед
Таъин категория

Расми 11 – Қолабҳои маънодори истифодашаванда

Ҳоло ба таври муфассал оиди ҳар як банди ин равзана пурра дида мебароем:

- Нусхабардорӣ (копировать), яъне барои дилхоҳ қисмати фрагментро интихоб карда, тугмаи чапи мушро зер мекунем, онгоҳ рӯйхати “Нусхабардорӣ” кушода мешавад, ҳангоми интихоби ин банд, алақай ин қисматро дар хотирааш мегирад ва дар ҷои лозимӣ бурда мегузорад.

Муқарриз: Мирзоев С.Ҳ. – д.и.т., профессори қабедраи информатикаи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон.

Адабиёт

1. Қосимов А.А. Шамсов С.М. Таҳлили синтаксисии ҷумлаи соддаи паҳншудаи забони тоҷикӣ дар асоси пуркунада // Конференсияи Ҷумҳуриявии илмӣ-амалии донишҷӯён, магистрантҳо ва аспирантону унвонҷӯён таҳти унвони “Илм – асоси рушди инноватсионӣ”, Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, шаҳри Душанбе, 2023, с. 105-107.
2. С. Арзуманов, О.Джалолов. Забони тоҷикӣ. - Душанбе “Ирфон”, 1969. -384с.
3. М.А.Исмаилов. Основы автоматизированного морфологического анализа слов таджикского языка -Душанбе,1994. – 150с.
4. АсозодаҲ., Кабиров Ш., Анварӣ С. Забон ва адабиёти тоҷик (дастури таълими). - Душанбе, 2005.
5. Грамматикаи забони адабии ҳозираи тоҷик. - Душанбе: Ирфон, 1987.
6. Ғаффоров Р., Хошимов С., Камолиддинов Б. Услубшиносӣ. - Душанбе: Маориф, 1975.
7. Каримов У., Абдулазизова С., Забони тоҷикӣ. - Қ. 1-2 - Душанбе: 2003-2004.
8. Арзуманов С. Забони тоҷикӣ. - Душанбе: Маориф, 1986.
9. Аллен Б. Дауни - Think DSP. Цифровая обработка сигналов на Python - Издательство "ДМК Пресс" - 2017 - 160с.
10. Арсак Ж. Программирование игр и головоломок: Пер. с франц.- М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990.— 224 С.
11. Бизли Д. Python. Подробный справочник. - Пер. с англ. - СПб.: Символ-Плюс, 2010. - 864 с, ил.
12. Брукс Ф., Мифический человеко-месяц, или Как создаются программные системы, М.: Символ-Плюс, 2010.
13. Буйначев, С. К. Основы программирования на языке Python [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. К. Буйначев, Боклаг Н. Ю. –2014г.

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

RU	TJ	EN
Косимов Абдунаби Абдурауфович	Қосимов Абдунаби Абдурауфович	Kosimov Abdunabi Abduraufovich
Доктор технических наук, доцент	Доктори илмҳои техникаӣ, дотсент	Doctor of Technical Sciences, associate professor
Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Tajik technical university named after academician M.S.Osimi
E-mail: abdunabi_kbtut@mail.ru		
RU	TJ	EN
Шамсов Соҳибджон Мирзомудинович	Шамсов Соҳибҷон Мирзомудинович	Shamsov Sohijjon Mirsomudinovich
докторант Ph.D	докторант Ph.D	Ph.D student
Международный университет туризма и предпринимательства Таджикистана	Донишгоҳи байналмилалӣ сайёҳӣ ва соҳибкорӣ тоҷикистон	International University of Tourism and Business of Tajikistan
E-mail: sohibjon.sh.93@mail.ru		

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

УДК 330.15, 332.144

ТАТБИҚ ВА ИСТИФОДАИ ТАМСИЛАИ ОПТИМИЗАТСИОНИИ БАЙНИМИНТАҚАВИИ БАЙНИСОҶАВӢ ДАР ДАВЛАТҲОИ МИНТАҚАИ ОСИЁИ МАРКАЗӢ

¹М.И. Садриддинов, ²М.М. Садриддинов

¹Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

²Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Дар мақола ҷанбаҳои назариявӣ ва амалии тамсилаи оптимизатсионии байниминтақавии байнисоҳавӣ барои давлатҳои Минтақаи Осиеи Марказӣ, пеш аз ҳама, барои иқтисодиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон мавриди таҳқиқ қарор дода шудаанд. Дикқати асосӣ баҳри ошкор намудани натиҷаҳои рушди фаъолияти иқтисодии давлатҳои МОМ ва сохтори иқтисодии истеҳсолоти субъектҳои алоҳида, ки дар ҳудуди давлатҳо фаъолият менамоянд, равона гардидааст. Дар мақола қайд мегардад, ки тамсилаи оптимизатсионии байниминтақавии байнисоҳавӣ (ТОББ) инъикосгари зарбҳои хароҷотҳои моддӣ буда, робитаҳои иқтисодии минтақаҳои дохили як давлат, ё ин ки робитаҳои иқтисодии давлатҳоро дар асоси истифодаи васеи технологияҳо бо ҷудо намудани соҳаҳои истеҳсолоти моддӣ нишон медиҳад ва ҳар як зарби хароҷотҳои моддӣ хароҷотҳои маҳсулоти як соҳаи истеҳсолиро барои истеҳсол намудани як воҳиди маҳсулоти соҳаи дигар нишон дода, дар ин асос алоқамандии байни ду ва зиёда соҳаро нишон медиҳад.

Калимаҳои калидӣ: Иқтисодиёти минтақа, давлатҳои Минтақаи Осиеи Марказӣ, Ҷумҳурии Тоҷикистон, тамсилаи оптимизатсионии байниминтақавии байнисоҳавӣ, тавозуни байнисоҳавӣ, ҷадвали тақсимот-истеҳсол, зарби хароҷотҳои моддӣ, истеъмоли мобайнӣ, истеъмоли ниҳой, содирот, воридот.

ПРИМЕНЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫХ МЕЖОТРАСЛЕВЫХ МОДЕЛЕЙ В СТРАНАХ ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКОГО РЕГИОНА

М.И. Садриддинов, М.М. Садриддинов

В статье исследуются теоретические и практические аспекты оптимизационной межрегиональной межотраслевой модели для стран Центрально-Азиатского региона, в первую очередь, для экономики Республики Таджикистан. Основной акцент направлен на выявления результатов экономической деятельности в странах ЦАР и экономической структуре производственной деятельности отдельных субъектов в территориальном разрезе. В статье отмечается, что оптимизационная межрегиональная межотраслевая модель (ОМММ) показывает связи между коэффициентами материальных затрат, экономические взаимосвязи регионов внутри одного государства, или экономические связи между государствами одного региона на основе обширного использования технологии и тем самым разделяя материальные и нематериальные отрасли, и на этой основе можно наблюдать взаимосвязь между коэффициентами материальных затрат одной производственной отрасли на производства единицы продукции другой отрасли.

Ключевые слова: региональная экономика, страны Центрально-Азиатского региона, Республика Таджикистан, оптимизационная межрегиональная межотраслевая модель, межотраслевой баланс, таблица затраты-выпуск, коэффициенты материальных затрат, промежуточное потребление, конечное потребление, экспорт, импорт.

APPLICATION AND USE OF OPTIMIZATION INTERREGIONAL INTERINDUSTRY MODELS IN THE COUNTRIES OF THE CENTRAL ASIAN REGION

M.I. Sadriddinov, M.M. Sadriddinov

The article examines the theoretical and practical aspects of the optimization interregional intersectoral model for the countries of the Central Asian region, primarily for the economy of the Republic of Tajikistan. The main emphasis is on identifying the results of economic activity in the countries of the Central Asian region and the economic structure of the production activities of individual entities in the territorial context. The article notes that the optimization interregional intersectoral model (OIRIM) shows the relationships between the coefficients of material costs, economic relationships between regions within one state, or economic relationships between states of one region based on the extensive use of technology and thereby dividing material and intangible industries, and on this basis it is possible to observe the relationship between the coefficients of material costs of one production sector for the production of a unit of output of another industry.

Keywords: regional economy, Central Asian countries, Republic of Tajikistan, optimization interregional inter-industry model, inter-industry balance, input-output table, material input coefficients, intermediate consumption, final consumption, export, import.

Муқаддима

Дар доираи илмҳои иқтисодӣ, алаҳхусус иқтисодиёти минтақавӣ, ё ин ки ҳудудӣ мушкилоти қабули қарорҳои идоракунии дар сатҳи давлатӣ бо маротиб афзун гардида истодааст. Дар таҷрибаи пешбурди фаъолияти иқтисодӣ барои паст намудани шиддати он тамсила (моделҳо)-и гуногуни математикӣ-иқтисодиро мавриди истифода қарор медиҳанд ва яке аз маъмултарин тамсилаҳои оптимизатсионӣ маҳсуб меёбад. Таҳия ва коркарди тамсилаҳои оптимизатсионӣ барои ҳисобҳои иқтисодӣ имкониятҳоро ҳангоми ояндабинии вазъи иҷтимоию иқтисодии давлат, ё ин ки ҳамкориҳои иқтисодиро бо дигар давлатҳо васеъ менамояд.

Методология ва усули гузаронидани кор

Методологияи навиштани мақолаи илмӣ ба ҷанбаҳои назариявӣ, методологӣ ва амалии тамсилаи оптимизатсионии байниминтақавии байнисоҳавӣ, ки ҳангоми ояндабинии вазъи иқтисодии минтақаҳои дохили як давлат, ё ин ки робитаҳои иқтисодии байни давлатҳо мушоҳида мегардад, таъя менамояд.

Гузориши масъала

Дар таҳқиқотҳои илмӣ баъзе олимони рус қайд мегардад, ки дар шароити имрӯз ТООБ робитаҳои иқтисодии давлатҳоро бевосита дар асоси самаранокии тиҷорати беруна нишон медиҳад ва он дар асоси дарёфти ҳолати мувозинати Валрас ба даст меояд [1, с. 84]. Яке аз поягузори тамсилаи ТООБ В.И. Суслов қайд менамояд, ки асоси тамсилаҳои оптимизатсионӣ дарёфти ҳолати мувозинати иқтисодӣ байни нишондиҳандаҳои гуногун мебошад ва он дар доираи низоми иқтисодӣ дигаргун арзёбӣ карда мешавад [9, с.68].

Ба ақидаи Н.М. Ибрагимов ТООБ дар худ инъикосгари муттаҳидии чунин тамсилаҳои минтақавӣ маҳсуб меёбанд, ки ҳамаи шартҳо ва маълумоти омории минтақаи таҳқиқгардида нигоҳ дошта мешавад ва дарбаргирандаи шартҳои мувофиқанамии робитаҳои байниминтақаҳои истифода бурда мешавад. Бояд дар назар дошт, ки имкониятҳои интихоби робитаҳои байнисоҳаҳо ва байниминтақаҳо аз нигоҳи ошкорсозии меъёргузори низ нигоҳ дошта мешаванд. Аз ин лиҳоз чунин намуди тамсилаҳо ҳамчун олати арзёбии имкониятҳои минтақаҳо аз ҳисоби мавҷудият ва дигаргун намудани сохтори истеҳсоли ва истифодаи захираҳои иқтисодӣ, ҷойгирнамоии қувваҳои истеҳсолкунанда, ки он бояд оқилона ба роҳ монда шавад, таносуби мусбӣ байни талабот ва тақлифот ва инчунин шартҳои асосии мувозинати иқтисодӣ мавриди истифода қарор дода мешаванд [3, с. 56]. Аз ин ҷо бар меояд, ки ТООБ ҳамчун меъёргузори ҳадди оптималии истифодаи захираҳои иқтисодӣ бо назардошти шартҳои робитаҳои байниминтақавӣ ва байнисоҳавӣ мавриди истифода қарор дода мешавад.

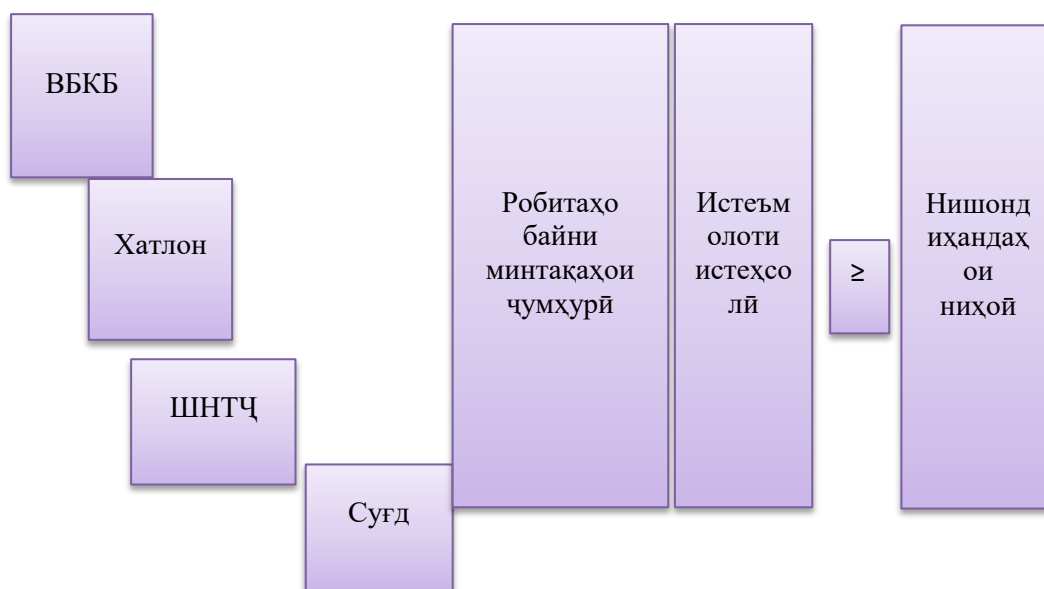
Олими ватанӣ, Ф. Мирзоахмедов қайд менамояд, ки ҳангоми таҳлили содироти мамлакат зарур аст, ки тамсилаи хароҷот-истеҳсоли В.В. Леонтев бояд таҳия гардида, рушди тиҷорати беруна маҳз дар асоси он роҳандозӣ карда шавад [5, с.13].

ТООБ, ҷи гунае, ки баъзе олимони махсусан [2, с. 89] қайд менамоянд, барои ошкор намудани натиҷаҳои рушди фаъолияти иқтисодии минтақаҳо ва сохтори иқтисодии истеҳсолоти субъектҳои алоҳида мавриди истифода қарор дода мешаванд. Қайди таносуби математикӣ дар шакли векторӣ-матритсавӣ чунин нишон дода мешавад:

$$(E - A^r) X^r \geq Y^r, r = 1, 2, \dots, m, \quad (1)$$

ки дар ин ҷо X^r, Y^r вектори маҷмӯи маҳсулот ва ниҳии минтақаи r мебошад; A^r - матритсаи зариби хароҷотҳои моддии минтақаи r ; m - шумораи минтақаҳо.

Ҳамин тариқ дар шакли векторӣ-матритсавӣ тавозуни маҳсулотҳои минтақа, маҳдудиятҳои қисмат (блок)-и сармоягузори, фонди умумии истеъмомоти ғайриистеҳсоли, зариби меҳнатгунҷош (тавозуни захираҳои меҳнатӣ), маблағгузори, иқтидорҳои аввалияи истеҳсоли, афзоиши истеҳсолот дар соҳаҳои алоҳида, таносуби шартӣ афзоиши линеаризатсияи сармоягузори ошкор гардида, схемаи қисмати минтақавии ТООБ ташаккул меёбад (рис.1).



Расми 1 - Сохтори умумии ТООБ барои иқтисодиёти 4 минтақаи Ҷумҳурии Тоҷикистон

Маъхаз: Таҳияи муаллифон дар асоси: А.Г. Гранберг, Оптимизационные межрегиональные межотраслевые модели / А.Г. Гранберг, В.Е. Селиверстов, В.И. Суслов // Новосибирск: Изд-во «Наука», 1989. – 257 с.

Аз расм маълум мегардад, ки қисмати тамсилаи матритсавӣ, ки мутаносиба ба тағйирёбандаҳои минтақаҳои ҷумҳурий мутобиқ аст, дар шакли сохтори уфуқӣ таҳия гардидааст. Дар баробари ин, дар қисмати амудии блоки минтақавӣ унсурҳо дар сохтори умумӣ ва баробар тақсим гардидаанд, дигар унсурҳо бошанд, ба сифр. Ин аст шарти асосии тамсилаҳои оптималӣ, ки барои инъикоси муносибатҳои иқтисодии минтақаҳои дохили як кишвар мавриди истифода қарор дода мешаванд. Инчунин ТОББ инъикосгари зарибҳои хароҷотҳои моддӣ буда, робитаҳои иқтисодии минтақаҳоро дар асоси истифодаи васеи технологияҳо бо ҷудо намудани соҳаҳои истеҳсоли моддӣ нишон медиҳад. Ҳар як зарибҳои хароҷотҳои моддӣ хароҷотҳои маҳсулоти як соҳаҳои истеҳсолиро барои истеҳсол намудани як воҳиди маҳсулоти соҳаи дигар нишон дода, дар ин асос алоқамандии байни ду ва зиёда соҳаҳо нишон медиҳад.

Маҷмӯи робитаҳои моддӣ соҳаҳо дар шакли матритсаи квадратии чунин зарибҳо шумораи умумии он соҳаҳои иқтисодӣ миллион нишон медиҳад, ки ҳангоми таҳия ва коркард хароҷот ва ҳаҷми ситеҳсоли маҳсулоти онҳо мавриди истифода қарор дода шудааст. Ҳар як соҳа доир ба интиқол додани маҳсулоти худ ва хароҷотҳои маҳсулоти дигар соҳаҳо алоқаманд арзёбӣ карда мешавад. Аз ин лиҳоз миқдори зарибҳои хароҷотҳои моддӣ нисбатан зиёд ба инобат гирифта намешаванд ва нисбат ба миқдори дигар маҳақҳои тамсилаи зиёдтар ба назар мерасанд. Масалан, дар расми 1 аз ҳама бештар дар ШНТЧ зарибҳои хароҷотҳои моддӣ зиёдтар ба наҳар мерасад. Чунки минтақаи мазкур ҳамчун пайвастанда байни ду минтақаи дигари ҷумҳурий, яъне Хатлон ва Суғд баромад менамоянд. Дар адабиётҳои иқтисодӣ чунин минтақаҳоро минтақаи “транзитӣ” ном мебаранд.

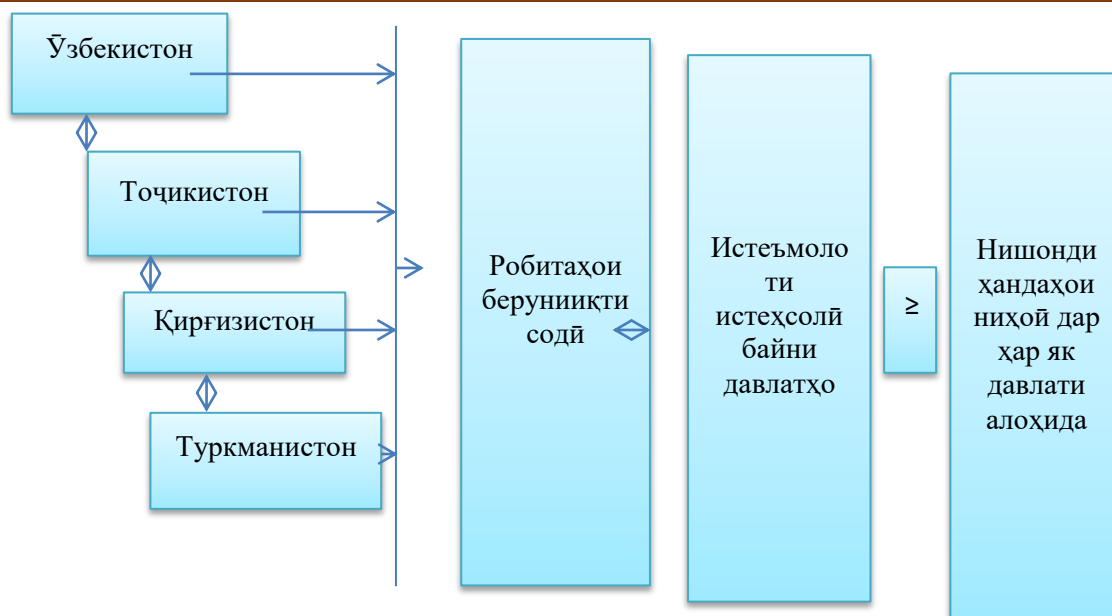
Дар яке таҳқиқотҳои олимони рус доир ба ТОББ, ки дар пояи Институти иқтисодиёт ва ташкили истеҳсоли саноати Шуъбаи Сибири Академияи илмҳои Россия (ИЭОПП СО РАН) ба анҷом расонида шудааст, қайд мегардад, ки дар шароити имрӯза натиҷаҳои тамсилаҳои оптимизатсионӣ барои таҳлил ва ояндабинии се шакли тамсилаҳои комплексӣ, ки байни ҳам робитаҳои зич доранд, ва барои ояндабинии вазъи иқтисодии минтақаҳо равона мегарданд, коркард гардидаанд [4, с. 1075]. Лоихаи КАМИН (таҳлили комплекси иттилооти байнисоҳавӣ), ки он барои ояндабинии вазъи динамикии сатҳи макроиқтисодӣ аз ҳисоби соҳаҳои иқтисодиёт истифода мегардад, равона гардидааст. Комплекси дигар бошад, СИРЕНА (синтези низоми минтақавӣ ва хоҷагии аҳоли), ки ҳангоми таҳлили таносубҳои ҳудудӣ истифода мегардад. Сеюмин лоиха СОНАР (мувофиқасозии қарорҳои соҳавӣ ва хоҷагии халқ) номгузори гардидааст ва он барои ҳалли масъалаҳои сохтори бахшҳои иқтисодиёт, пеш аз ҳама, бахши воқеӣ, яъне бахши тавлидкунандаи молу маҳсулот¹ равона карда мешавад. Набояд фаромӯш сохт, ки доир ба ҳар як комплекс, ё ин ки лоиха истифодаи ТОББ ҳамчун олати иқтисодӣ барои ояндабинии вазъи иҷтимоӣ иқтисодии Ҷумҳурии Тоҷикистон ва дигар давлатҳои МОМ душвориро аз ҳисоби мавҷудияти маълумотҳои омӯрӣ ба миён мегузорад. Шояд дар оянда, ҳангоми таъсис додани маъхази ягонаи электронии бахшҳои тавлидкунандаи молу маҳсулот, ки тавонад дар ҳудуди давлатҳои МОМ робитаҳои иқтисодиро нишон диҳад, имконпазир гардад.

Дар баъзе таҳқиқотҳои қаблӣ худ [6, 7, 8] ТОББ ҳамчун механизми ҳамкориҳо (ҳамгироӣ)-и иқтисодии Ҷумҳурии Тоҷикистонро бо дигар давлатҳои МОМ мавриди истифода қарор дода, онро олати асосии ояндабинии вазъи иқтисодии давлатҳо интиҳоб гардидааст.

Ҳамин тариқ метавон ба хулосае омад, ки дар тамсилаҳои оптимизатсионӣ минтақаҳо дар дохили як давлат ва давлатҳоро низ ҳамчун як минтақа метавон инъикос намуд. Барои давлатҳои МОМ, ки бо ҳам робитаҳои зичи иқтисодӣ доранд, чунин алоқамандии иқтисодиро дар шакли векторӣ-матритсавӣ метавона инъикос намуд (рас.2).

Аз расми 2 маълум гардид, ки робитаҳои байнисоҳавии минтақаҳо (давлатҳо) дар худ тағйиротҳои технологиро низ ба монанди минтақаҳои дохили як кишвар дар бар мегиранд. Дар доираи ҳудуди давлатҳои МОМ зарибҳои хароҷотҳои моддӣ метавонанд ҳамгироии иқтисодии давлатҳои минтақаро дар асоси истифодаи самараноки захираҳои иқтисодӣ пурзӯр намоянд. Шартӣ асосӣ аз он иборат аст, ки истеъмолати истеҳсолӣ, ё ин ки мобайнӣ набояд аз нишондиҳандаҳои ниҳонӣ ҳар як кишвари алоҳида зиёд бошад. Барои иқтисодиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон ин гуна муносибатҳои иқтисодӣ бевосита бо ду давлат ва ин ҳам бошад Ҷумҳурии Ўзбекистон ва Қирғизистон ба ҳисоб рафта, бавосита бошад, бо Туркманистон мебошад, ки он тавассути яке аз кишварҳои бо он ҳамсоя сурат мегирад. Бояд дар назар дошт, ки он намудҳои фаъолияти иқтисодӣ, ки байни давлатҳои ҳамсоя аз рӯи тақсими ҳудудӣ-маъмурий сурат мегиранд, метавонанд дар натиҷаи ба роҳ мондани гирдгардиши тиҷорати берунииқтисодӣ низ ба роҳ монда шаванд ва ин ҳам бошад мавзуи алоҳидаи таҳқиқот ба шумор меравад.

¹ Инчо сухан дар бораи соҳаи саноат ва кишоварзӣ меравад.



Расми 2 - Сохтори умумии ТООБ барои 4 давлати МОМ

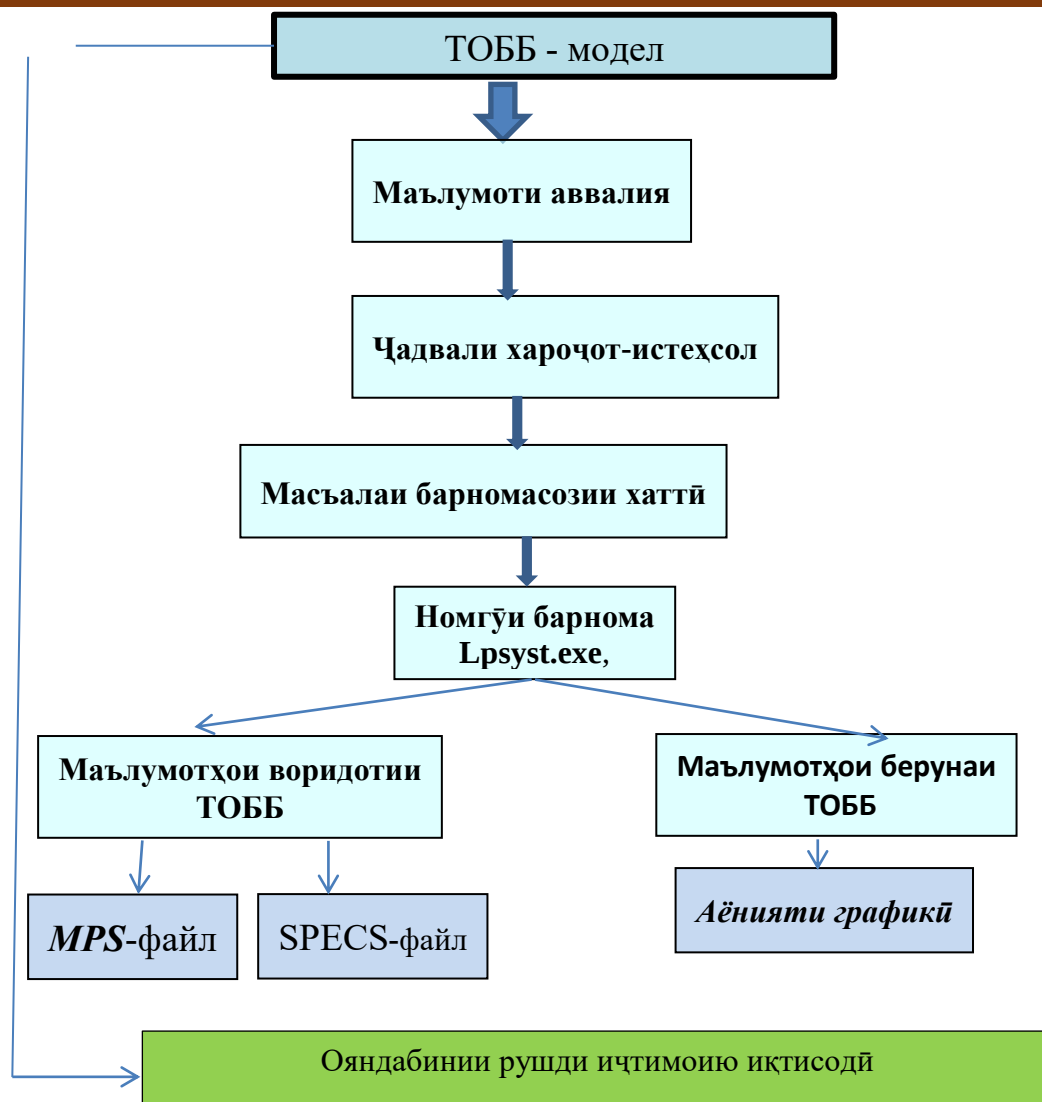
Маъхаз: Таҳияи муаллифон дар асоси: А.Г. Гранберг, *Оптимизационные межрегиональные межотраслевые модели* / А.Г. Гранберг, В.Е. Селиверстов, В.И. Сулов // Новосибирск: Изд-во «Наука», 1989. – 257 с.

Бояд дар назар дошт, ки ҳар як соҳаи алоҳида вобаста аз ҳаҷми маҳсулот, ки ба содирот нигаронида мешавад, ё ин ки ҷузъиёти он аз ҳисоби ҳаҷми воридоти ашёи ёрирасон ҷамъоварӣ карда мешавад, байни давлатҳои МОМ бо зарифҳои хароҷотҳои истеҳсоли онҳо низ вобаста аст. Бо назардошти он, ки ҳаҷми истеҳсоли маҳсулот дар ҳар як давлати алоҳида дигаргун аст, ба ҳамин монанд, зарифи хароҷотҳои истеҳсолӣ низ дар ҳар як давлати истеҳсолкунандаи молу маҳсулоти якранг, яъне маҳсулотҳои соҳавӣ низ дигаргун арзёбӣ карда мешавад. Ҳолати истисноӣ ҳангоми ҷой доштани дараҷаи истифодаи захираҳои табиӣ, қабл аз ҳама захираҳои об мушоҳида мегардад. Масалан, агар захираҳои оби истифодагардида дар ҳудуди як давлат барои обёрикунонӣ истифода шаванд, дар ҳудуди дигар давлат бошад барои барои тавлиди молу маҳсулоти саноатӣ. Дар чунин ҳолатҳо робитаи зич байни обистифодабарӣ ва обистеъмолкунӣ мушоҳида карда мешавад. Мисоли равшани дигар, агар захираҳои об барои обёрии заминҳои кишоварзӣ мавриди истифода қарор дода шаванд, пас хароҷотҳои истеҳсолӣ дар соҳаи дигар, ба монанди гидроэнергетика ба сифр баробар арзёбӣ мегарданд.

ТООБ, ҷи гунае, ки маълум аст, аз маҷмӯи масъалаҳои ҳаттии барномасозӣ бар меоянд ва қисмати стандартии доираи барномаҳои оптимизатсионӣ, ба монанди “Lpsyst.exe”, “LP_Solve”, “LPAKO”, “MOMIP”, “MINOS”, “SNOPT”, “SoPlex” ва “SIMPO”-ро дар бар мегирад. Ҳар як барнома дар худ маълумотҳои “воридотӣ” ва “содиротӣ”-ро ба монанди (MPS-файл, SPECS-файл) дар бар мегирад. Тамсилаҳое, ки дар таҳқиқотҳои фундаментали (базавӣ)-и низомҳои фазой ва соҳавӣ истифода мегарданд, ҳалли масъалаҳои барномасозии хатиро инъикос менамоянд. Барои ҳалли чунин масъалаҳо стандарти барномаҳои оптимизатсионӣ истифода мегардад, ки яке аз онҳо MPS-файл мебошад ва вазифаи он маълумотҳои воридотиро бо маҳдудиятҳои тамсила нишон медиҳад. Дигар базаи маълумотҳо ин SPECS-файл мебошад, ки пайдарҳамии ҳалли масъалаҳои оптимизатсиониро вобаста аз маълумоти ҷойдошта дар бар мегирад.

Бояд қайд намуд, ки коркарди маълумотҳои оморӣ ва дар асоси он ҳалли масъалаи иқтисодӣ кори меҳнатгунҷошаш баланд доништа мешавад ва барои беҳтар ва суръат бахшидани кор барномаи махсуси таъминотро истифода намудан мумкин аст (расми 3).

Аз расм маълум мегардад, ки сохтори болозикр дар худ маълумотҳои оморӣ ва таҳлилиро оид ба истифодаи ТООБ нишон медиҳад. Маълум мегардад, ки сарчашмаи асосии маълумотро ҷадвали “хароҷот-истеҳсол” ташкил медиҳад, ки он аз ҷониби кумитаҳои омили давлатҳо (дар Ҷумҳурии Тоҷикистон аз ҷониби Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон) таҳия ва тартиб дода мешавад.



Расми 3 - Сохтори ҷой доштани маълумот дар доираи ТОББ

Маъхаз: Коркарди муаллифон.

Дар мақола махсусан қайд мегардад, ки маълумоти омории зарурӣ барои истифодаи ТОББ, ки барои ҳамаи давлатҳои МОМ заруранд, дар доираи низоми ҳисобҳои миллий (СНС) дарёфт намудан мушкилиро ба вуҷуд меорад. Барои мисол, квадранти якуми ҷадвали хароҷотҳо-истеҳсол, яъне зарифҳои хароҷотҳои моддӣ на дар ҳамаи давлатҳои минтақа якзайл нишон дода мешаванд ва дар баъзе мавридҳо дарёфти чунин маълумот имконнопазир арзёбӣ карда мешавад. Бояд қайд намуд, ки тағйирёбии зарифҳои хароҷотҳои моддӣ, ки дар фазои иқтисодии давлатҳои МОМ инъикос мегарданд, аз натиҷаҳои прогресси илмию таҳқиқотӣ дар соҳаҳои обистифодабаранда, ё ин ки ивази як соҳа ба он соҳае, ки дараҷаи даромаднокиаш баланд арзёбӣ карда мешавад вобастагии бештар дорад.

Барои дарки дурусти ТОББ сабти алгебравии онро дар шакли формула овардан мумкин аст, ки намуди он чунин бояд сурат гирад.

$$x_i^{0r} + \Delta x_i^{Tr} - \sum_{j=1}^n a_{ij}^{0r} x_j^{0r} - \sum_{j=1}^n \Delta a_{ij}^{Tr} \Delta x_j^{Tr} - \alpha_i^r z^r - \sum_{s \neq r} x_i^{rs} + \sum_{s \neq r} x_i^{sr} - v_i^r + w_i^r \geq Q_i^r; i = 1, \dots, n; \quad (2)$$

Дар ин ҷо, x_i^{0r} - ҳаҷми истеҳсоли i -соҳаи минтақаи r , ки дар натиҷаи истифодаи иқтидорҳои истеҳсолии соли охири давраи пешбинишуда ба вуҷуд меоянд;

Δx_i^{Tr} - афзоиши ҳаҷми истеҳсоли соҳаи i минтақаи r дар давраи таҳқиқшаванда;

a_{ij}^{0r} - Зарифи хароҷотҳои моддӣ (хароҷоти маҳсулоти i ба як воҳиди маҳсулоти соҳаи j),

Δa_{ij}^{Tr} - зариби хароҷотҳои ҷории моддӣ, ки барои таъмини рушди ҳаҷми истеҳсоли маҳсулоти соҳаи j-и минтақа г дар давраи таҳқиқгардида зарур ҳисоби мешаванд;

α_i^r - ҳиссаи маҳсулоти соҳаи i-и минтақаи г дар таркиби маҳсулоти ниҳии давраи соли охир;

v_i^r - ҳаҷми содироти маҳсулоти соҳаи i-и минтақаи г дар соли охир;

w_i^r - ҳаҷми воридоти маҳсулоти соҳаи i-и минтақаи г дар соли охири ҳисоботӣ;

Q_i^r - қисмати бақайдгирифташудаи истеъмолати ниҳии маҳсулоти соҳаи i-и минтақаи г дар соли охири ҳисоботӣ;

Дар чунин ҳолатҳо, тиҷорати байни давлатҳои МОМ аз ҳисоби ҷой доштани салдо (фарқият)-и фаъолияти берунииктисодӣ, маҳдудияти тавозуни берунииктисодӣ чунин ҳисоби мешавад:

Маҳдудияти тавозуни берунииктисодӣ:

$$\sum_{r=1}^R \sum_{j=1}^{n-1} k_j^{vr} v_j^r - \sum_{r=1}^R \sum_{j=1}^{n-1} k_j^{wr} w_j^r \geq S^*; \quad (3)$$

k_i^{vr} - зариби интиқоли нархҳои дохилии асосӣ ба нархҳои берунаи бозорӣ (бо асъори хориҷӣ) барои маҳсулоти соҳаи i, ки аз давлати содиркунанда ба минтақа г дар охири давраи ҳисоботӣ амалӣ карда мешавад;

k_i^{wr} - зариби интиқоли нархҳои дохилии асосӣ ба нархҳои берунаи бозорӣ (бо асъори хориҷӣ) барои маҳсулоти соҳаи i, ки аз давлати воридкунанда аз минтақа г дар охири давраи ҳисоботӣ амалӣ карда мешавад;

S^* - маҳдудияти бузургии салдои тавозуни тиҷоратии давлат дар давраи охири ҳисоботӣ;

Аз ин ҷо метавон маҳдудияти тавозуни захираҳои обро низ баровард ва он дар шакли формула чунин сурат мегирад:

Маҳдудияти тавозуни захираҳои об:

$$\sum_{j=1}^n W_j^{0r} x_j^{0r} + \sum_{j=1}^n \Delta W_j^{Tr} \Delta x_j^{Tr} \leq W^r; \quad (4)$$

дар ин ҷо, W_i^{0r} - зариби обғунҷоиш, ки таъминкунандаи асосии ҳаҷми истеҳсоли маҳсулоти соҳаи i-и минтақаи г дар охири соли ҳисоботӣ буда, ҳаҷми истеҳсоли маҳсулоти аввалияро (базавӣ) зиёдтар нишон медиҳад;

W_i^{Tr} - зариби обғунҷоиш дар охири соли ҳисоботӣ, ки афзоиши ҳаҷми истеҳсоли маҳсулоти соҳаи i-и минтақаи г дар тамоми давр нишон медиҳад.

Аз формулаҳои болоӣ бар меояд, ки маҳдудиятҳои тавозунӣ (балансӣ) аз рӯи принципҳои ҷадвали истеҳсол ва тақсими маҳсулот, ки онро дар бештари ҳолатҳо ҳамчун тавозуни байнисоҳавӣ низ ном мебаранд, таҳия ва коркард карда шаванд. Барои ҳамаи давлатҳои МОМ зарур аст, ки ҳамаи маълумотҳои оморию дар шакли ҷадвали хароҷот-истеҳсол пешниҳод намуда, ҳамгироии иқтисодиро маҳз аз ҳисоби ҳамин гуна ҷадвалҳо пурзӯр намоянд.

Дар ҳолатҳои ҷой надоштани маълумоти омории зарурӣ оид ба истеъмолати ниҳӣ, сармоягузорӣ содирот ва воридот, ки дар якҷоягӣ онҳо квадранти дуҷуми тавозуни байнисоҳавиро ташкил медиҳанд, имкон аст, ки онҳоро аз рӯи пешниҳоди ҷадвали поёнӣ, ки аз ҷониби муаллифон таҳия гардидаанд, омода намоянд (ҷадв.1).

Усули муаллифии мазкур барои муайян намудани нишондиҳандаҳои маҷмӯии квадранти дуҷум истифода гардида, танҳо аз ҷониби муаллифон тавсия дода мешавад. Имкон аст, ки дар баъзе давлатҳо бинобар сабабҳои гуногун нишондиҳандаҳои соҳаҳо куллан дигаргун бошанд. Вале барои иқтисодиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон усули муаллифии мазкур бо назардошти ҳислатҳои миллии иқтисодиёт таҳия гардидааст. Бояд дар назар дошт, ки тағйиротҳои сохтории истеъмолати ниҳӣ вобаста аз ҳислатҳои соҳаҳо метавонад дигаргун бошад. Масалан барои соҳаи электроэнергетика аз ҳислатҳои техникии муҷаҳҳазгардонӣ, механизмҳо ва дастгоҳҳои истеъмолати энергия вобастагӣ доранд. Аз ин рӯ, истеъмолати ниҳӣ соҳаи мазкур бояд дар муҳлати муайяни вақт кам гардад. Маҳз аз ҳисоби камшавии истеъмолати ниҳӣ ҳаҷми содироти он барои дигар давлатҳои ҳамсоя афзоиш дода мешавад.

Чадвали 1 – Усули муаллифии муайян намудани нишондиҳандаҳои квадранти дуҷониби тавозуни байнисоҳавӣ барои иқтисодиёти давлатҳои МОМ

Соҳаҳои иқтисодиёти миллий	Истеъмолати ниҳоӣ	сармоягузорӣ	Содирот	Воридот
1. Электроэнергетика	-	=	+	-
2. Металлургияи ранга	=	=	=	=
3. Мошинсозӣ	+	=+	=	+
4. Маҳсулоти кимиёвӣ	+	=	=	+
5. Маҳсулоти тайёри металлӣ	=	=	=	=
6. Саноати сабук	=	=	+	+
7. Саноати ҳӯрокворӣ	-	=	=	=
8. Дигар соҳаҳои саноат	+=	=	=	=
9. Сохтмон	=	=	=	+
10. Кишоварзӣ	-	=	=	-
11. Нақлиёт ва алоқа	=	=	-	-
12. Тичорат	=	=	=	=
13. Амалиёт бо амволи ғайриманқул, ичора ва хизматрасонӣ	+	=	=	=
14. Меҳмонхона, маориф ва тандурустӣ	-	=	-	-
15. Молия ва идораи давлатӣ	=	=	=	=
16. Дигар хизматрасониҳои иҷтимоии тичоратӣ	+	=	=	=

Эзоҳ: + афзоиш; - камшавӣ; = бетағйир мондан.
Сарчашма: Аз ҷониби муаллифони таҳия гардидааст.

Хулоса

Ҳамин тариқ метавон хулоса намуд, ки натиҷаҳои бадастомадаи ТООБ барои ояндабинии вазъи иқтисодиёти давлатҳои МОМ муҳим ва зарур арзёбӣ карда мешаванд. Дар ояндаи наздик ҳангоми мавриди истифода қарор додани натиҷаҳои ТООБ ва таҳлили маълумотҳои омории зиёд доир ба вазъи иқтисодии соҳаҳои иқтисодиёти давлатҳои МОМ метавон ба раванди ҳамгироии иқтисодии давлатҳо тақвият бахшид. Дар баробари ин, таҷриба собит месозад, ки дар бештари ҳолатҳо дарёфти маълумотҳои омории зарурӣ имконнопазир арзёбӣ карда мешавад. Вале новобаста аз ин, дар натиҷаи истифодаи усулҳои муаллифӣ, ки ҳолат ва вазъи соҳаҳои иқтисодиётро метавон мушоҳида намуд, имкон медиҳад, ки вазъи умумии ҳамкориҳои иқтисодии давлатҳои минтақаро тахминӣ баҳогузорӣ намуд. Дар давраи дарозмуҳлат имкон аст, ки афзоиши ҳаҷми нишондиҳандаҳои макроиқтисодӣ, қабл аз ҳама ММД-и ҳар як давлати минтақаро маҳз аз ҳисоби алоқамандии соҳаҳои иқтисодиёт муайян намуд. Ин имкон медиҳад, ки усулҳои анъанавии муайян намудани нишондиҳандаҳои макроиқтисодӣ дар натиҷаи муқоиса бозбинӣ карда шаванд.

Муқаррир: Мирсаидов С.А. – д.и.у., профессор, мудири қабедраи фаъолияти биржавии ДДМҶП.

Адабиёт

1. Гамидов Т.Г., Доможиров Д.А., Ибрагимов Н.М. Равновесные состояния открытой межрегиональной системы, порожденной оптимизационной межрегиональной межотраслевой моделью. Мир экономики и управления. 2013;13(3):81-94.
2. Гранберг А.Г. Оптимизационные межрегиональные межотраслевые модели / Гранберг, В.Е. Селиверстов, В.И. Суслов // Новосибирск: Изд-во «Наука», 1989. – 257 с.

3. Ибрагимов Н.М. Моделирование торгово-экономического взаимодействия региональных экономических систем. дисс. кан.экон.наук. Новосибирск-2006. 189 с.
4. Крюков В. А., Баранов А. О., Павлов В. Н., Суслов В. И., Суслов Н. И. Проблемы развития единого комплекса средств макроэкономического межрегионального межотраслевого анализа и прогнозирования // Экономика региона. 2020. Т.16, вып. 4. С. 1072-1086.
5. Мирзоахмедов, Ф. Расчет и анализ экспорта с помощью модели "затраты-выпуск" / Ф. Мирзоахмедов, А. М. Наджмиддинов // Финансово-экономический вестник. – 2019. – № 2(18). – С. 12-20.
6. Садриддинов, М. И. Особенности развития экономики стран Центральной Азии на современном этапе / М. И. Садриддинов, П. Д. Орзуев // Наука. Образование. Техника. – 2019. – № 1(64). – С. 52-58.
7. Садриддинов, М. И. Применение оптимизационной межрегиональной межотраслевой модели для экономики регионов Республики Таджикистан / М. И. Садриддинов, Э. Бекмуродзода // Финансово-экономический вестник. – 2020. – № 2(22). – С. 76-84.
8. Садриддинов, М. И. Современные вызовы и усиление роли интеграционных процессов по эффективному использованию водных ресурсов в странах Центрально-Азиатского региона / М. И. Садриддинов // Использование природных ресурсов, экология и устойчивое развитие. – 2022. – № 1. – С. 10-16.
9. Суслов В. И. Равновесие в пространственных экономических системах // Сложные системы в экстремальных условиях: Тез. докл. XV Всерос. симпозиума с междунар. участием, 16–21 авг. 2010 г. / Под ред. Р. Г. Хлебопруса, И. И. Моргулиса, О. В. Круглика. Красноярск: Краснояр. науч. центр, СО РАН, Сиб. фед. ун-т, 2010. С. 68–69.

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

TJ	RU	EN
Садриддинов Манучехр Исломиддинович	Садриддинов Манучехр Исломиддинович	Sadriddinov Manuchehr Islomiddinovich
Доктори илмҳои иқтисодӣ	Доктор экономических наук	Doctor of Economics Sciences
Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон	Национальная академия наук Таджикистана	National Academy of Sciences of Tajikistan
TJ	RU	EN
Садриддинов Махмадӣ Махмудович	Садриддинов Махмади Махмудович	Sadriddinov Mahmadi Mahmudovich
Номзади илмҳои физ.-мат., дотсент	Кандидат физ.-мат. наук, доцент	Candidate of Physical and Mathematical Sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S.
E-mail: sadrman_s@mail.ru		

УДК 620.9:004.9(575.3)

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЕЁ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

М.И. Сайфудинова

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье раскрывается сущность финансовой устойчивости предприятий электроэнергетического сектора как комплексной экономической категории, определяющей способность эффективно функционировать в условиях неопределённости и риска. Особое внимание уделено влиянию процессов цифровой трансформации на повышение устойчивости энергокомпаний. Представлен анализ зарубежного опыта внедрения цифровых технологий, включая автоматизированные системы учёта (АСУЭ), интеллектуальные сети (Smart Grids) и цифровые двойники. Рассмотрены практические примеры реализации цифровых решений в мировой энергетике и их адаптация к условиям Республики Таджикистан. Подчёркивается необходимость комплексного подхода к цифровизации энергетики Таджикистана с учётом существующих инфраструктурных и институциональных ограничений, а также потенциала гидроэнергетики. Сделан акцент на роли кадрового обеспечения, международного сотрудничества и формирования нормативной базы для успешного внедрения цифровых решений.

Ключевые слова: цифровизация, финансовая устойчивость, энергетика, Таджикистан, цифровая трансформация, инновационные технологии, smart grid, АСУЭ.

ТРАНСФОРМАЦИЯ РАҚАМИИ ЭНЕРГЕТИКА ҲАМЧУН ВОСИТАИ ТАҲКИМИ УСТУВОРИИ МОЛИЯВИИ ОН

М.И. Сайфудинова

Дар мақола моҳияти устувории молиявии корхонаҳои соҳаи энергетика ҳамчун як категорияи мураккаби иқтисодӣ, ки қобилияти ғайриқобилияти самаранокро дар шароити ноустуворӣ ва ҳавфҳои муайян месозад, таҳлил гардидааст. Хусусиятҳои таъсири равандҳои трансформатсияи рақамӣ ба таҳкими устувории молиявии ширкатҳои энергетикӣ мавриди баррасӣ қарор гирифтаанд. Таҷрибаи пешқадами байналмилалӣ ҷорӣ намудани технологияҳои рақамӣ, аз ҷумла системаҳои автоматикунидани назорат ва ҳисоб (АСУЭ), шабакаҳои зеҳнӣ (Smart Grids) ва «нусаҳои рақамӣ» (Digital Twins) таҳлил шудааст. Намунаҳои амалии татбиқи қарорҳои рақамӣ дар энергетикаи ҷаҳонӣ ва имконияти мутобиксозии онҳо ба шароити Ҷумҳурии Тоҷикистон нишон дода шудаанд. Зарурат ва аҳамияти муносибати комплексӣ ба рақамисозии соҳаи энергетикаи Тоҷикистон бо дарназардошти маҳдудиятҳои инфрасохторӣ ва институционалӣ, инчунин имкониятҳои гидроэнергетикӣ таъкид гардидааст. Ҳамзамон, нақши захираҳои инсонӣ, густариши ҳамкорӣ байналмилалӣ ва ташаккули заминаи меъёру ҳуқуқӣ барои татбиқи самараноки қарорҳои рақамӣ махсус зикр мешавад.

Калидвожаҳо: рақамисозӣ, устувории молиявӣ, энергетика, Тоҷикистон, трансформатсияи рақамӣ, технологияҳои инноватсионӣ, шабакаҳои зеҳнӣ, АСУЭ.

DIGITAL TRANSFORMATION OF THE ENERGY SECTOR AS A TOOL FOR ENHANCING ITS FINANCIAL STABILITY

M.I. Saifudinova

The article reveals the essence of financial stability of enterprises in the electric power sector as a complex economic category that determines their ability to function effectively under uncertainty and risks. Special attention is given to the impact of digital transformation processes on strengthening the financial stability of energy companies. The paper presents an analysis of international experience in implementing digital technologies, including Automated Metering Systems (AMR), Smart Grids, and Digital Twins. Practical examples of digital solutions in the global energy sector and their adaptation to the conditions of the Republic of Tajikistan are considered. The necessity of a comprehensive approach to the digitalization of Tajikistan's energy sector is emphasized, taking into account existing infrastructural and institutional constraints, as well as the potential of hydropower. Particular emphasis is placed on the role of human resources, international cooperation, and the development of a regulatory framework for the successful implementation of digital solutions.

Keywords: digitalization, financial stability, energy sector, Tajikistan, digital transformation, innovative technologies, smart grid, AMR.

Введение

Энергетика — это основа любой экономики: без стабильного электроснабжения невозможно развитие ни промышленности, ни социальной сферы. Сегодня перед энергетическим сектором стоят серьёзные вызовы — изменение климата, устаревшее оборудование, нехватка инвестиций. В таких условиях особенно важно делать ставку на устойчивость и надёжность энергетических систем. Один из главных инструментов для этого — цифровые технологии.

В мире всё активнее внедряются «умные» сети, автоматические системы учёта и цифровые платформы управления, которые позволяют снижать потери, экономить ресурсы и делать энергоснабжение более стабильным. Таджикистан, несмотря на большой гидроэнергетический потенциал, сталкивается с серьёзными проблемами: высокими потерями в сетях, изношенными мощностями и слабой автоматизацией, что несомненно снижает эффективность работы всей системы.

Поэтому переход к цифровым решениям становится не просто современным трендом, а насущной необходимостью. Они помогают сделать управление энергосистемой прозрачным, упростить контроль и привлечь инвестиции. Но для этого нужно не только оборудование, но и специалисты, которые умеют с ним работать. В результате цифровизация может сыграть решающую роль в модернизации отрасли и усилении экономической стабильности страны.

Материалы и методы исследования

При подготовке данной научно-исследовательской статьи использован широкий спектр методов, которые позволили обеспечить всесторонний подход к поставленной проблеме. В теоретической части исследования опора сделана на труды как отечественных, так и зарубежных авторов, занимающихся вопросами финансовой устойчивости, реформирования энергетического сектора и внедрения цифровых технологий в экономику. Для обоснования выводов и предложений использована официальная статистика Республики Таджикистан, отчёты ОАО «Барки Тоҷик», материалы международных организаций, таких как Всемирный банк и Азиатский банк развития, а также аналитические обзоры профильных министерств. Это позволило сопоставить реальные данные и тенденции развития энергетической отрасли.

Методологическая база исследования включает системный и структурный подходы. Такой выбор обусловлен необходимостью не только проанализировать отдельные показатели, но и увидеть общую картину взаимосвязей между процессами цифровизации и финансовым состоянием компаний. В процессе исследования использовались методы экономического анализа, сравнений и обобщения, а также изучался зарубежный опыт с целью отбора наиболее эффективных подходов и оценки их применимости в условиях экономики Республики Таджикистан. Такой подход обеспечил целостное понимание проблемы и стал основой для разработки рекомендаций, учитывающих как теоретические положения, так и практический опыт.

Исследование и полученные результаты

Финансовая устойчивость предприятия представляет собой интегральную характеристику его финансово-экономического состояния, отражающую способность функционировать и развиваться в условиях изменяющейся внешней и внутренней среды. Она выражается в умении своевременно выполнять финансовые обязательства, обеспечивать бесперебойное финансирование текущей деятельности, а также создавать достаточный ресурсный потенциал для реализации стратегических целей.

В отличие от узкого понимания платёжеспособности или краткосрочной ликвидности, категория финансовой устойчивости охватывает более широкий спектр параметров, включая структуру капитала, степень зависимости от заёмных источников, эффективность управления активами и способность к самофинансированию. Системный подход к анализу устойчивости предполагает комплексную оценку устойчивости предприятия не только в текущем периоде, но и в средне- и долгосрочной перспективе, с учётом динамики внутренних показателей и влияния внешних экономических факторов.

Исследования таджикских экономистов вносят важный вклад в раскрытие сути и факторов финансовой устойчивости. Так, С.Дж. Комилов и М.К. Файзулаев [9, 10] акцентируют внимание на том, что укрепление финансовой устойчивости предприятий должно опираться на активизацию инновационной среды, предполагающей модернизацию производственных процессов и управленческих структур. В свою очередь, Е.Ш. Мирзоева рассматривает финансовую устойчивость как результат внедрения инноваций в промышленную сферу, что способствует росту конкурентоспособности [11]. В работе А.Д. Ахроровой, Ф.Дж. Бобоева, М. Сайфуддиновой и других [2] подчёркивается важность модернизации производственных процессов и управленческих структур для укрепления финансовой устойчивости, а также необходимость институциональной поддержки со стороны государства.

И.Р. Ибрагимов, в свою очередь, подчеркивает роль налогово-бюджетной политики в создании благоприятных условий для устойчивого функционирования бизнеса [8]. Ф.С. Наджмидинов делает акцент на специфике сектора услуг, отмечая, что устойчивость предприятий в данной сфере во многом зависит от институциональной среды и нормативно-правового регулирования [13]. Кроме того, Т. Низомова и П.Н. Муллоев выделяют необходимость государственной поддержки, особенно в форме программ субсидирования и преференций, как один из действенных инструментов повышения устойчивости деятельности субъектов хозяйствования [14].

Схожие подходы встречаются и в работах российских исследователей. Так, Н.П. Любушин, Н.Э. Бабицева, А.И. Гулушкина, Л.В. Козлова трактуют финансовую устойчивость как динамическое свойство социально-экономической системы, способной адаптироваться к меняющимся условиям среды на различных этапах жизненного цикла. Эти авторы рассматривают предприятие как открытую систему, в которой происходит постоянное преобразование поступающих ресурсов в результаты хозяйственной деятельности (товары, услуги, работы). Возникающие под воздействием внешней среды отклонения от запланированных показателей трактуются как фактор, вызывающий трансформацию внутренней структуры предприятия и способствующий приобретению устойчивости в новых условиях. В их понимании устойчивость — это минимизация разрыва между целевыми и фактическими параметрами при минимальных издержках на поддержание функционирования [12].

Л.Я. Гиляровская подчеркивает многогранность понятия финансовой устойчивости, которая включает в себя не только финансовую, но и производственную, организационно-экономическую составляющие. По её мнению, важнейшими условиями достижения устойчивости являются оптимальное соотношение между видами активов и источниками их финансирования, а также сбалансированность финансовых потоков, доходов и расходов, активов и пассивов [5].

Таким образом, обобщая взгляды различных исследователей, можно заключить, что финансовая устойчивость представляет собой комплексную экономическую категорию, характеризующуюся способностью предприятия эффективно функционировать и развиваться в условиях неопределенности и риска. При этом для обеспечения устойчивости важно не только наличие достаточного объема финансовых ресурсов, но и грамотная система управления ими, обеспечивающая адаптацию к изменяющимся условиям внешней и внутренней среды.

В контексте текущих глобальных вызовов и технологического прогресса, обеспечение устойчивости электроэнергетических предприятий всё чаще связывается с необходимостью цифровой трансформации. Сегодня энергетика переживает не просто модернизацию, а качественный переход к новой модели развития, основанной на цифровых технологиях.

По мнению ряда исследователей, цифровизация становится неотъемлемой частью функционирования энергетического комплекса. Причём в этот процесс вовлечены не только сами компании отрасли, но и государственные структуры, потребители, поставщики оборудования и IT-решений. Как подчеркивает В.В. Доржиева [7], цифровая трансформация энергетики направлена прежде всего на повышение конкурентоспособности и эффективности. Исследователи Г.И. Абдрахманова и К.Б. Быховский [1], а также Туровец Ю., Проскурякова Л., Стародубцева А., Бьянко В. [19] выделяют энергетику как одну из наиболее чувствительных к инновациям отраслей, в которой цифровизация охватывает все уровни — от генерации до конечного потребителя.

В последние годы цифровизация в энергетике становится одной из центральных тем как в научной, так и в прикладной повестке. Однако, как отмечается в исследовании Туровец Ю. и соавторы, подходы к изучению цифровой трансформации в странах постсоветского пространства пока находятся на этапе становления. Анализ публикаций показывает, что наибольшее внимание уделяется цифровизации отдельных сегментов топливно-энергетического комплекса (ТЭК). В частности, Грабчак Е.Л. [6], а также Волкова И.О., Бурда Е.Д., Гаврикова Е.В., Суслов К.В., Косыгина А.В., Горгишели М.В. [4] рассматривают особенности цифровых решений в электрораспределительных сетях, в управлении энергетическими потоками и в системах мониторинга.

Таким образом, цифровая трансформация электроэнергетического сектора тесно связана с задачей повышения финансовой устойчивости предприятий. В условиях нестабильности внешней среды и возрастающих технологических требований именно цифровые технологии позволяют компаниям эффективно балансировать между экономической рентабельностью, устойчивым развитием и инвестиционной привлекательностью. В таблице 1 представлены ключевые подходы к обеспечению финансовой устойчивости предприятий и их взаимосвязь с процессами цифровой трансформации.

Таблица 1 – Влияние цифровой трансформации на ключевые аспекты финансовой устойчивости предприятий электроэнергетики

Аспект	Традиционный подход к финансовой устойчивости	Проблемы без цифровизации	Роль и влияние цифровой трансформации в электроэнергетике
Сущность	Способность поддерживать платежеспособность и инвестиционную привлекательность	Задержки в принятии решений, недостаток точных данных	Реальное время мониторинга и прогнозирования финансовых потоков, повышение адаптивности
Факторы устойчивости	Управление капиталом, государственная поддержка, инновации	Низкая прозрачность, высокие операционные риски	Автоматизация процессов, аналитика больших данных, снижение издержек
Ключевые условия	Баланс активов и пассивов, управление рисками	Сложности в управлении ресурсами из-за недостатка информации	Интеллектуальные сети, предиктивное обслуживание, цифровые платформы управления
Секторный фокус	Основной упор на традиционные методы финансирования и управление	Зависимость от устаревших систем и ручного контроля	Интеграция IoT, цифровых двойников, умных сетей, что улучшает финансовые показатели
Степень зрелости	Фрагментарное внедрение цифровых инструментов	Ограниченная масштабируемость, высокая уязвимость	Постепенное формирование комплексной цифровой экосистемы, обеспечивающей устойчивость

Источник: составлено автором

Финансовая устойчивость предприятий сегодня рассматривается не просто как финансово-бухгалтерская категория, а как стратегический ресурс устойчивого развития. В контексте энергетики, особенно в Таджикистане, цифровая трансформация становится необходимым условием для повышения устойчивости, управляемости и инвестиционной привлекательности отрасли.

Современный этап развития энергетики характеризуется активным внедрением цифровых технологий, что обусловлено необходимостью повышения операционной эффективности, надёжности снабжения, а также финансовой устойчивости предприятий. В условиях растущей неопределённости и

внешних рисков цифровизация становится неотъемлемым элементом стратегии устойчивого развития электроэнергетических компаний.

Одним из ключевых направлений цифровизации является развитие *автоматизированных систем учёта*, которые обеспечивают точный контроль энергопотребления в режиме реального времени. АСУЭ позволяют значительно снизить коммерческие потери, минимизировать ошибки в расчётах с потребителями, повысить собираемость платежей и обеспечить прозрачность данных.

С 2019 года Таджикигидроэлектромонтаж (ТГЭМ) реализует в Душанбе масштабный инвестиционный проект по внедрению автоматизированной системы контроля и учёта электроэнергии (АСУЭ). Общая стоимость проекта составляет 88 миллионов долларов США, из которых 61,4 миллиона долларов — заёмные средства от Азиатского банка развития (АБР), ещё 18 миллионов долларов выделены правительством Республики Таджикистан, остальная часть обеспечена за счёт привлечённых частных инвестиций.

АСУЭ будет работать по биллинговому принципу: вся активность счётчиков автоматически передаётся в центральную систему, формируются актуальные данные об энергопотреблении, тарификация и выставление счетов осуществляются дистанционно. После полной реализации проекта ожидается снижение коммерческих потерь электроэнергии с нынешних 19% до 12%, а собираемость платежей может увеличиться до 99 % [15].

Успешный опыт внедрения такой системы ранее был продемонстрирован в городе Худжанд, где с 2017 года было установлено более 97 000 интеллектуальных счётчиков, а уровень собираемости платежей вырос с 76 % до 98 %. Именно этот положительный результат и стал аргументом для расширения проекта на другие регионы Таджикистана: Куляб, Бохтар, Исфару, Истаравшан, Пенджикент, Канибадам и Бустон.

Для сравнения, в странах Центральной Азии аналогичные проекты реализуются уже несколько лет: в Узбекистане к 2024 году установлено более 4 миллионов «умных» счётчиков, в Казахстане внедрение АСКУЭ охватило крупные города и промышленные предприятия. Международный опыт показывает, что полное внедрение биллинговых систем требует не только технологической модернизации, но и эффективной работы по цифровой грамотности населения, что уже начато в рамках специальных программ Министерства энергетики и водных ресурсов Таджикистана.

Smart Grids представляют собой интеллектуальные электросети, в которых традиционные инженерные решения сочетаются с цифровыми технологиями: сенсорами, анализом больших данных (Big Data), искусственным интеллектом и автоматизированными системами управления. Такие сети способны адаптироваться к колебаниям нагрузки, интегрировать источники распределённой генерации (в том числе на основе ВИЭ), а также своевременно реагировать на аварийные ситуации. Развитие «умных» сетей особенно актуально для стран с высокими технологическими потерями в распределении, включая Таджикистан.

Цифровой двойник — это виртуальная копия физического объекта, позволяющая проводить мониторинг, диагностику, моделирование сценариев эксплуатации и прогнозирование технических рисков. Использование таких моделей в энергетике даёт возможность заранее выявлять потенциальные сбои, оптимизировать графики ремонта и технического обслуживания, а также повысить инвестиционную привлекательность активов. Всё большую роль также играют технологии искусственного интеллекта и машинного обучения, используемые в предиктивной аналитике и диспетчерском управлении.

Таблица 2 – Примеры цифровых решений в мировой энергетической практике и их эффект

Страна	Цифровое решение	Ожидаемый/полученный эффект
Германия	Интеллектуальные сети с интеграцией ВИЭ	Снижение технических потерь до 15%, повышение гибкости сети
	AI и Big Data для защиты энергосетей	Предиктивное выявление кибератак, снижение числа инцидентов, защита данных потребителей
	Блокчейн для цифровых транзакций	Повышение прозрачности расчетов, снижение мошенничества, повышение доверия потребителей
США	IoT-платформы для распределительных сетей	Улучшение надёжности электроснабжения, сокращение времени сбоев
	Многоуровневая кибербезопасность	Предотвращение атак, защита интеллектуальных сетей, повышение доверия и прозрачности
Китай	Искусственный интеллект в АСУЭ	Повышение точности прогнозов и оптимизация энергопотребления
Южная Корея	Применение цифровых двойников в управлении ТЭС	Снижение затрат на техническое обслуживание на 12%
Финляндия	Smart-metering с полным охватом потребителей	Повышение собираемости платежей, снижение хищений
Индия	Мобильные платформы для управления пиковыми нагрузками	Повышение энергоэффективности, уменьшение аварийных отключений
Казахстан	Цифровой биллинг и Smart Grid	Прозрачность расчётов, динамическое тарифообразование, сокращение потерь, повышение надёжности энергоснабжения
Норвегия	Интеллектуальные счётчики AMS + AI для управления	Снижение потерь, защита от кибератак, оптимизация генерации и интеграции ВИЭ

Источник: составлено автором на основании [15, 16, 17, 18, 20, 21].

Таким образом, мировой опыт показывает, что цифровые решения позволяют добиться не только технологических, но и ощутимых экономических результатов. Для таджикской электроэнергетики их внедрение открывает возможности повышения управляемости, прозрачности и финансовой устойчивости. В следующих разделах статьи будет рассмотрено, как цифровизация может быть адаптирована к условиям Республики Таджикистан с учётом её инфраструктурных, институциональных и инвестиционных особенностей.

В статье А.Д. Ахроровой, Н.М. Камиловой, Х.М. Саидова [3] подчёркивается, что цифровизация энергетики Таджикистана должна охватывать не только сферу биллинга и умных сетей, но и процессы управления малыми электростанциями в локальных энергосистемах. Авторы предлагают разработку цифрового алгоритма управления гибридной или малой электростанцией, позволяющего автоматизировать эксплуатацию, снизить издержки и повысить надёжность работы. Ключевыми направлениями названы внедрение интеллектуальных счётчиков, цифровых платформ для потребителей, электронного документооборота, а также подготовка кадров для работы с интеллектуальными системами. Такой подход обеспечивает не только снижение коммерческих потерь и повышение собираемости платежей, но и конкурентоспособность локальных источников энергии в условиях перехода к «зелёной» энергетике.

Энергетика Таджикистана продолжает сталкиваться с серьёзными вызовами, сдерживающими её цифровую трансформацию. По данным отчёта ОАО «Барки Точик» за 2022–2023 годы, более 60% электросетевого оборудования находится в изношенном состоянии, что увеличивает технические потери и снижает надёжность энергоснабжения. Эти потери превышают 15%, что существенно выше среднеарифметических показателей по региону.

Вместе с тем, энергетический сектор обладает существенным потенциалом. В структуре производства электроэнергии доминирует гидроэнергия — её доля превышает 95%, что создаёт хорошие предпосылки для внедрения цифровых технологий в управлении генерацией и распределением энергии.

Особое внимание уделяется подготовке кадров: в 2023 году около 300 специалистов прошли обучение по цифровым компетенциям, что составляет порядка 20% персонала ОАО «Барки Точик». Для эффективного масштабирования цифровизации необходимо развитие комплексной программы повышения квалификации.

Для реализации цифровых проектов привлекается международное финансирование — ведутся переговоры с Азиатским банком развития (ADB) и Всемирным банком. Одновременно разрабатывается нормативная база, включающая стандарты кибербезопасности и требования к совместимости систем.

Заключение

Цифровая трансформация энергетического сектора — это не просто внедрение технологий, а необходимое условие для устойчивого развития экономики Таджикистана. Для Республики Таджикистан переход к цифровым решениям в энергетике открывает реальные возможности повысить эффективность производства и потребления энергии, сократить потери и создать основу для более широкого использования возобновляемых источников энергии. Реализация этих задач невозможна без тесного взаимодействия между государством, бизнесом и международными партнёрами. При этом особое значение имеет политическая поддержка и выстраивание грамотной системы финансирования проектов.

Сегодня энергетика всего мира сталкивается с новыми вызовами, и для стабильной работы отрасли цифровизация становится необходимым шагом. Нам важно не просто копировать зарубежный опыт, а адаптировать его с учетом особенностей национальной экономики, чтобы обновление энергетической системы стало реальным стимулом для экономического роста и повышения качества жизни граждан. При этом необходимо делать ставку на развитие человеческого капитала. Без квалифицированных специалистов любые современные технологии останутся лишь потенциальными возможностями. Параллельно следует совершенствовать законодательную базу, чтобы защитить инвестиции и обеспечить устойчивое развитие отрасли.

Цифровизация энергетики позволит повысить прозрачность процессов, эффективнее управлять ресурсами и повысить устойчивость системы даже в условиях нестабильности. Итогом внедрения цифровых решений должны стать снижение издержек, рост энергоэффективности и укрепление позиций энергетического комплекса Таджикистана в долгосрочной перспективе.

Рецензент: Джурабаев Т. — д.э.н., профессор кафедры государственного и местного управления Международного университета туризма и предпринимательства Таджикистана.

Литература

1. Абдрахманова Г.И., Быховский К.Б. и др. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты: монография. — М.: Изд-во дом Высшей школы экономики, 2021. — 239 с.

2. Ахророва А.Д., Бобоев Ф.Дж., Сайфуддинова М. [и др.]. К вопросу оценки финансовой устойчивости энергетической компании // Вестник Таджикского технического университета. - Душанбе, 2015. - №4(40). - С.122-133.
3. Ахророва, А. Д. Цифровое управление гибридной электростанцией в локальной системе электроснабжения / А. Д. Ахророва, Н. М. Камилова, Х. М. Саидов // Устойчивое развитие энергетики Республики Беларусь: состояние и перспективы : сборник докладов III Международной научной конференции, Минск, 01–04 октября 2024 года. – Минск: Беларуская навука, 2025. – С. 512-522. – EDN ZEVQCH.
4. Волкова И.О., Бурда Е.Д., Гаврикова Е.В., Суслов К.В., Косыгина А.В., Горгишели М.В. Трансформация электроэнергетики: тренды, модели, механизмы и практики управления: монография. — Иркутск, 2020. — 354 с.
5. Гиляровская Л.Т. Анализ и оценка финансовой устойчивости коммерческого предприятия /Л.Т.Гиляровская, А.А.Вехорева. – СПб.: Питер, 2007. - 288с.
6. Грабчак Е.Л. Цифровизация в электроэнергетике: к чему должна прийти отрасль? // Энергетическая политика. — 2020. — № 1(143). — С. 16–21. — DOI: 10.46920/2409-5516_2020_1143_16.
7. Доржиева В.В. Цифровая трансформация как национальный приоритет развития Российской Федерации и драйвер экономической интеграции в ЕАЭС // Вопросы инновационной экономики. – 2021. – № 4. – С. 6. – DOI: 10.18334/vines.11.4.113742.
8. Ибрагимов И.Р. Налогово-бюджетное регулирование экономики Таджикистана [Текст]: дисс. На соиск учен. степ. канд. экон. наук / И.Р. Ибрагимов. - Душанбе, 2006. -152с.
9. Комилов С.Дж. Основы развития инновационной деятельности предприятий / С.Дж. Комилов, М.К. Файзуллоев. - Душанбе - 223с.
10. Комилов С.Дж. Проблемы повышения инновационной активности предприятий в Республике Таджикистан / С.Дж. Комилов // Проблемы современной экономики Евразийский международный научно-аналитический журнал. - 2009. - №1.(29). - С.313-316.
11. Комилов С.Дж. Совершенствование управления инновационно-инвестиционной деятельностью промышленных предприятий: монография / С.Дж. Комилов, Е.Ш. Мирзоева. - Душанбе: ТГФЭУ, 2020. -144с.
12. Любушин Н.П. Анализ методов и моделей оценки финансовой устойчивости организации/Н.П.Любушин, Н.Э.Бабичева// Экономический анализ: теория и практика. - 2010. - №1. (166), - С. 3-11.
13. Нажмиддинов Ф.Н. Особенности функционирования и развитие форм предпринимательской деятельности в сфере услуг: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. экон. наук / Ф.Н. Нажмиддинов. – Худжанд, 2016. - 23с
14. Низамова Т.Д. Основные барьеры развития малого и среднего предпринимательства и пути их преодоления в Республике Таджикистан на современном этапе / Т.Д. Низамова, П.Н. Муллаев//Экономика Таджикистана. - 2020.№4 (1) – С. 87-95.
15. Саидова, Ш. Н. Цифровизация энергосистемы Республики Таджикистан: преимущества и вызовы / Ш. Н. Саидова // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. – 2024. – № 4(68). – С. 54-62. – EDN CUEUJI.
16. Deutsche Energie-Agentur (dena). Smart grids in Germany: Current situation [Электронный ресурс] // dena.de. – 2025. – Режим доступа: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Projektportrait/Projektarchiv/Entrants/Smart_Grids_in_Germany_Current_Situation_EN.pdf (дата обращения: 02.06.2025).
17. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Smart Grids for Renewable Energy and Energy Efficiency [Электронный ресурс] // giz.de. – 2025. – Режим доступа: <https://www.giz.de/en/worldwide/62816.html> (дата обращения: 02.06.2025).
18. International Energy Agency (IEA). Smart grids [Электронный ресурс] // iea.org. – 2025. – Режим доступа: <https://www.iea.org/energy-system/electricity/smart-grids> (дата обращения: 02.06.2025).
19. Turovets J., Proskuryakova L., Starodubtseva A., Bianco V. Green Digitalization in the Electric Power Industry // Foresight and STI Governance. — 2021. — № 3. — P. 35–51. — DOI: 10.17323/2500-2597.2021.3.35.51.
20. World Bank. Korea inspires green digital futures for Mozambique and Madagascar [Электронный ресурс] // worldbank.org. – 2025. – Режим доступа: <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2025/03/27/korea-inspires-green-digital-futures-for-afe-mozambique-and-madagascar> (дата обращения: 06.06.2025).

21. World Economic Forum. Energy and AI: the power couple that could usher in a net-zero world [Электронный ресурс]//weforum.org.– 2025. – Режим доступа: <https://www.weforum.org/stories/2025/01/energy-ai-net-zero/> (дата обращения: 02.05.2025).

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

TJ	RU	EN
Сайфудинова Мавзуна Илёсовна	Сайфудинова Мавзуна Ильёсовна	Saifudinova Mavzuna Ilyosovna
Докторанти Phd	Докторант Phd	Phd student
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: sayfudinovamavzuna@gmail.com		

УДК 656.3(574.3)

МОҲИЯТИ ИҶТИМОИЮ ИҚТИСОДИҶ ВА ВАЗИФАҶОИ НАҚЛИЁТИ МУСОФИРБАР ДАР ШАҲРИ ДУШАНБЕ

Ф.Ҳ. Саидзода, У.Ҷ. Чалилов

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Мақолаи мазкур аҳамияти иҷтимоию иқтисодӣ ва вазифаҳои асосии нақлиёти мусофирбарро дар шаҳри Душанбе баррасӣ намуда, муаллифони кушидаанд, нақши мусофиркашониро дар таъмини рушди устувори инфрасохтори шаҳр, қоне кардани розу ниёзҳои аҳоли ва баланд бардоштани сифати зиндагии шаҳрвандон таҳлил карда, масъалаҳои мушкилоти сарборӣ, инчунин таъсири нақлиёт ба иқтисодиёти шаҳр ва ҳаракати иҷтимоии аҳолиро равшан баён кунанд. Ба зарурати тақмили сиёсати нақлиёт ва ҷорӣ намудани идоракунии самаранок барои танзими қори нақлиёти мусофирбар дар шароити рушди шаҳр диққати махсус дода шудааст. Ҳангоми таҳияи тадқиқот, омилҳои иҷтимоӣ ва иқтисодӣ низ ба таври ҳамаҷониба мавриди таҳқиқ қарор гирифтанд.

Калидвожаҳо: нақлиёти мусофирбар, нақлиёти ҷамъиятӣ, инфрасохтори нақлиётӣ, рушд, ҳаракати мусофирон, хизматрасонӣ, омилҳо.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ И ФУНКЦИИ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА В ГОРОДЕ ДУШАНБЕ

Ф.Х. Саидзода, У.Дж. Джалилов

В данной статье рассматривается социально-экономическое значение и основные функции пассажирского транспорта в городе Душанбе, авторы стремятся проанализировать роль пассажирского транспорта в обеспечении устойчивого развития городской инфраструктуры, удовлетворении потребностей населения и повышении качества жизни граждан. Четко сформулировать вопросы проблемы нагрузки, а также влияние транспорта на экономику города и социальную мобильность населения. Особое внимание было уделено необходимости совершенствования транспортной политики и внедрения эффективного управления для оптимизации и регулирования работы пассажирского транспорта в условиях развития города. При разработке исследования всесторонне изучались также социальные и экономические факторы.

Ключевые слова: пассажирский транспорт, общественный транспорт, транспортная инфраструктура, развитие, пассажирское движение, услуги, факторы.

THE SOCIO-ECONOMIC NATURE AND FUNCTIONS OF PASSENGER TRANSPORT IN THE CITY OF DUSHANBE

F.H. Saidzoda, U.J. Jalilov

This article examines the socio-economic importance and main functions of passenger transport in the city of Dushanbe. The authors seek to analyze the role of passenger transport in ensuring the sustainable development of urban infrastructure, meeting the needs of the population and improving the quality of life of citizens. Clearly formulate the issues of workload, as well as the impact of transport on the city's economy and social mobility of the population. Special attention was paid to the need to improve transport policy and introduce effective management to optimize and regulate passenger transport in the context of urban development. During the development of the study, social and economic factors were also comprehensively studied.

Keywords: passenger transport, public transport, transport infrastructure, development, passenger traffic, services, factors.

Муқаддима

Нақлиёти мусофирбар яке аз бахшҳои муҳими низоми иҷтимоии шаҳри Душанбе ба шумор меравад, ки ниёзҳои сокинонро ба ҳаракати рӯзмарра таъмин намуда, барои рушди устувори иқтисодиёти шаҳри Душанбе пояи мустақам фароҳам меорад. Ин соҳа дар ҳалли масъалаҳои марбут ба беҳдошти сатҳи зиндагии мардум нақши назаррас дошта, ба вуҷуд ёфтани имкониятҳои иҷтимоӣ ва беҳтар гардидани шароити аҳоли мусоидат мекунад. Нақлиёт ба сокинони шаҳри Душанбе имкон медиҳад, ки ба муассисаҳои дар бахшҳои гуногуни шаҳр ҷойгиршудаи соҳаҳои тандурустӣ, маориф, фарҳанг ва дигар хизматрасониҳои ҷамъиятӣ бе монеа дастрасӣ дошта бошанд. Дар шароити афзоиши шумораи аҳоли ва густариши марзи шаҳри Душанбе, нақши нақлиёти ҷамъиятӣ дар таъмини баробарии иҷтимоӣ, пайваст кардани маҳаллаҳо бо марказҳои хизматрасонӣ боз ҳам муҳимтар мегардад.

Чуноне, ки қайд карданд, нақлиёти мусофирбар яке аз "...воситаҳои муҳими пайвастсозии аҳоли бо имкониятҳои иҷтимоиву иқтисодии минтақа ба ҳисоб меравад"[5]. Дар шароити Душанбешаҳр низ, ки дар баландии тақрибан зиёда аз ҳафтсад метр аз сатҳи баҳр ҷойгир аст ва зиёда аз як миллион нафар аҳоли истиқомат дорад, шумораи он боз ҳам бештар меафзояд ва масоҳати Душанбешаҳр низ тадриҷан васеъ мешавад, ки нақши нақлиёти мусофирбар муҳимтар мегардад. Ин соҳа бо таъмин намудани ҳаракати беамониати сокинон байни маҳаллаҳои зист, ҷойҳои қор, муассисаҳои таълимӣ, тандурустӣ, фарҳанг ва дигар марказҳои хизматрасонӣ, шароити мусоид барои фаъолияти иҷтимоӣ ва иқтисодии аҳолиро фароҳам месозад.

Аҳамияти нақлиёти мусофирбар пеш аз ҳама: аз таъмини баробарии дастрасӣ ба хизматрасониҳои иҷтимоӣ кумак мекунад; қоиш ёфтани вақти сафар ва вақтро мусоидат менамояд; ба табақаҳои осебпазири аҳоли ба монанди пиронсолон, донишҷӯён, шахсони маъҷуб ва дорои даромади паст воситаи асосии дастрасӣ ба инфрасохтори шаҳр мебошад. Бо назардошти он, ки қисми зиёди аҳолии шаҳри Душанбе ба нақлиёти ҷамъиятӣ таъя ниёздоранд, таҳким ва рушди инфрасохтори шаҳр, баландтар кардани сифати хизматрасонии нақлиётӣ ва босамар идора кардани он, шартҳои асосии рушди босубот дар маҳалҳо ҳисобида мешавад.

Дар шароити рушди босуръати шаҳри Душанбе нақлиёти мусофирбар ҳамчун яке аз рукноҳои асосии ҳаёти иҷтимоӣ ва иқтисодӣ нақши барҷаста мебозад. Азбаски, ҳадафи асосии рушди босуботи соҳаҳои инфрасохторӣ "...қонеъ гардонидани талаботҳои хизматрасонии истеҳсоли ва аҳоли дар доираи дигаргуниҳои ҳудудӣ мебошанд"². Имрӯзҳо нақлиёти мусофирбар дар Душанбе бо мушкилоти ҷиддие мисли камбудии техникаи зарурӣ, идоракунии нодуруст, набудани инфрасохтори кофӣ ва зиёдшавии шиддатнокии ҳаракати нақлиётӣ рӯбарӯ ббуда, ба тақмил ниёз дорад. Ин омилҳо ба сифати хизматрасонӣ ва сатҳи бароҳати мусофирон таъсири манфӣ мерасонанд. Ҳадафи аслии таҳқиқот омӯхтани вазъи хизматрасонии нақлиёти мусофирбар дар шаҳри Душанбе, муайян кардани омилҳои таъсиргузор ва мушкилоти мавҷуда ва пешниҳод кардани роҳҳои муассир барои беҳтарсозии сатҳи хизматрасонӣ ва дастрасӣ ба ин хизматрасониҳо мебошад. Бо дарки аҳамияти нақлиёти мусофирбар ҳамчун рукни муҳимтарини рушди устувори шаҳр, муаллифон талош мекунад масъулон ва роҳбаронро ба татбиқи чораҳои самаранок ҷалб намоянд, то ки нақлиёт бо сифати беҳтар ва баробари иҷтимоӣ барои ҳамаи сокинон хизмат расонад.

Нақлиёти мусофирбар дар шаҳри Душанбе ҳоло дар марҳалаи навсозӣ қарор дорад, вале бо чанд мушкилоти асосӣ рӯбарӯ мебошад. Қисми зиёди нақлиёти ҷамъиятӣ синну соли зиёд доранд ва техникаи кӯҳна, бахусус воситаҳои нақлиётии сектори хусусӣ, самаранокии хизматрасониҳо коҳиш медиҳанд. Илова бар ин, танзими ҳаракати нақлиёт ва идораи самаранокии системаи мусофирбар, ки метавонад аз сарфи беҳудаи вақт ва сӯзишворӣ пешгирӣ кунад, ҳанӯз дар сатҳи зарурӣ ба роҳ монда нашудааст. Ин вазъ ба кам шудани сифати хизматрасонӣ ва норозигии шаҳрвандон меанҷомад. Азбаски, нақлиёти мусофирбар барои пайваст намудани нуқтаҳои гуногуни шаҳр ва таъмин намудани дастрасии аҳоли ба ҳадамоти иҷтимоӣ нақши муҳим дорад, таъмини навсозии устувор ва рушди инфрасохтор барои беҳтар кардани сифати хизматрасонӣ ва бароҳати сафари мусофирон муҳим мебошад.

Нақлиёт ҳамчун рукни калидии зерсохтори шаҳр нақши стратегии худро дар равандҳои иҷтимоӣ ва иқтисодии шаҳри Душанбе мебозад. Он воситаи асосии ҳаракати мунтазами аҳоли ва пайвастании ноҳияҳои шаҳр ба шумор меравад, ки заминаи ташаккули фаъолияти муназзам ва самаранокии шаҳрдориро фароҳам меорад. Аммо ҳолати кунунии инфрасохтори нақлиётӣ дар шаҳри Душанбе бо чанд мушкилоти ҷиддӣ рӯбарӯ аст, ки метавонад ба дигар бахшҳои зерсохтор таъсири манфӣ расонад. Набудани ҳамроҳии байни намудҳои нақлиёт ва идораи ғайрисамаранок сабаби афзоиши вақти сафар ва болоравии хароҷоти мусофирон ва сокинон гардидаанд. Аз ин рӯ, "...рушди ҳамроҳанг ва тақмили зерсохтори нақлиётӣ на танҳо барои беҳтар кардани ҳаракати мусофирон, балки барои устувории иҷтимоӣ ва иқтисодии шаҳр аҳамияти калон дорад"³. Ин раванд бояд бо назардошти шароити муносири шаҳри Душанбе ва бо истифода аз технологияҳои нави идоракунии нақлиёт амалӣ гардад, то нақлиёт ҳамчун пайваستкунандаи муассири дигар бахшҳои шаҳр хизмат кунад. Муаллифон⁴ бовар доранд, ки нақлиёти мусофирбар нақлиёти муҳим ва зарурист, зеро он шароити мусоид барои рушди соҳаи саноат ва қонеъ кардани талаботи моддии мардумро фароҳам меорад.

Бо дарназардошти он, ки саҳми нақлиёти мусофирбар дар рушди иқтисодиёт ва соҳаҳои иҷтимоӣ афзалтараст, зарурати ҳамбастагӣ бо муассисаҳои илмӣ тадқиқотӣ бештар эҳсос мешавад.

Аз ин лиҳоз ҳамкорӣ бо ин сохторҳо баҳри боз ҳам беҳтар шудани вазъи нақлиёти ҷамъиятии мусофирбар аҳамияти муҳим дорад. Муассисаҳои илмӣ метавонанд дар таҳияи системаҳои идоракунии муосир, истифодаи технологияҳои рақамӣ ва таҳлили маълумоти ҳаракати мусофирон нақши муассир дошта бошанд. Ин ҳамкорӣ имконият медиҳад, ки низомии нақлиёт самараноктар ташкил шуда, бо дарназардошти хусусиятҳои иҷтимоӣ ва демографӣ талаботи аҳоли бо таври бештар қонеъ гардонида шавад.

Бо истифода аз таҷриба ва донишҳои илмӣ, роҳҳои нави идоракунии ҳаракати нақлиёт қорӣ гардида, ин иқдом ба коҳиши мушкилот, беҳтаршавии сифати хизматрасонӣ ва таъмини дастрасии баробар ба хизматрасониҳои нақлиётӣ мусоидат мекунад. Аз ин рӯ, тақвияти ҳамкориҳои муассир миёни мақомоти нақлиётӣ ва муассисаҳои илмӣ-тадқиқотӣ яке аз омилҳои муҳими тақмили инфрасохтори нақлиёт ва рушди устувори шаҳр ба ҳисоб меравад.

Ҳамкориҳои босамари муассисаҳои илмӣ тадқиқотӣ, ки бо нақлиёти мусофирбар таъсиргузоранд ба рушди босуботи иқтисодиёт ва суботи иҷтимоии аҳолии шаҳри Душанбе мусоидат мекунад:

-аввалан, "...бо тақмили идоракунии нақлиёт ва истифодаи технологияҳои нав, ҳаракати мусофирон самараноктар ва босифаттар мешавад, ки ин ба афзоиши фаъолияти соҳибкорӣ, таъмини дастрасии кормандон ба ҷойҳои кор ва коҳиши хароҷоти ҷамъиятӣ"⁵ мусоидат менамояд.

² Сангинов О.К. Проблемы формирования и развития рынка транспортных услуг горных регионов/О.К.Сангинов. -Душанбе: Ирфон, 2002.-145с.

³ Тоҳирова Г. Теоретические основы повышения эффективности малого бизнеса в сфере услуг. Innovations in Science and Technologies. Журнали илмӣ-электронӣ, 2/2025

⁴ Большаков А.М., Кравченко Е.А., Черникова С.Л. Повышение качества обслуживания пассажиров и эффективности работы автобусов/ А.М. Большаков, Е.А. Кравченко, С.Л.Черникова.-М.:Транспорт,1981.- 206 с.; Джумаев Д. Проблемы комплексного развития пассажирского автомобильного транспорта Таджикской ССР/ Д. Джумаев. -Душанбе: Ирфон, 1990.-224 с.

⁵ Аслаева С.Ш. Экономический механизм территориального развития, адаптированный к условиям их развития. Институт социально-экономических исследований, УФИЦ РАН

-дуввум, бо беҳтар шудани хизматрасонии нақлиётӣ аҳоли ба муассисаҳои таълимӣ ва илмӣ дастрасии осон пайдо мекунад, ки ин ба баланд бардоштани сатҳи дониш ва малакаҳои корӣ, ҳамзамон ба рушди нерӯи кории босалоҳият барои иқтисодиёт мусоидат мекунад.

-сеюм, нақлиёти мусофирбар ҳамчун василаи пайвастандаи ноҳияҳои гуногуни шаҳр ҳиссаи муҳим дар таҳкими ҳамбастагӣ ва суботи иҷтимоӣ дорад.

Ҳамин тавр, ҳамкориҳои муассисаҳои илмӣ-тадқиқотӣ бо низоми нақлиёти мусофирбар на танҳо ба рушди иқтисодӣ, балки ба таъмини суботи иҷтимоӣ ва рушди устувори шаҳри Душанбе заминаи устувор мегузорад.

Як қатор олимони тоҷик омилҳои таъсиргузор ба ташаккули талабот нисбат ба хизматрасонии нақлиёти мусофирбари шаҳрҳоро дар замони худ бо равишҳои мувофиқ тасниф карда буданд. Вале имрӯз, "... бо рушди босуръати технологияҳои рақамӣ ва навовариҳои муосир, ин таснифот дигар пурра ҷавобгӯ набуда, ниёз ба тақмили назаррас дорад"⁶. Аз ин лиҳоз, мо кӯшиш намудем, ки дар ин кор таснифот дар шакли нав пешкаш кунем, то аз лиҳози технологияҳои рақамӣ инноватсионӣ ҳамоҳанг буда, ба талаботи рӯз мувофиқ гардида, имконияти хизматрасониҳои нақлиёти мусофирбар дар шаҳри Душанбе самараноктар гардад.

Афзоиши аҳоли дар шаҳрҳо омили муҳими таъсиргузор нисбати талабот ба нақлиёти мусофирбар аст. Бо зиёд шудани аҳоли, ниёз ба ҳаракати мунтазам ва дастрасӣ ба ҷойҳои кору таҳсил ва дигар муассисаҳо афзоиш меёбад. Бар асоси арзёбии мутахассисон⁷, "...ҳаракати аҳоли ба ҷойҳои корӣ ва бозгашт тақрибан 50-60% ҳаҷми умумии мусофиронро бо нақлиёти автомобилӣ ташкил медиҳад". Ин раванд боиси болоравии сарборӣ ба низоми нақлиёти ҷамъиятӣ шуда, талаб мекунад, ки хизматрасонӣ боз ҳам самараноктар ва васеътар гардад, то ҳар як мусофир ба осонӣ ва бо қулайӣ ба макони лозима расад.

Аз ин лиҳоз, аз ҷониби муаллифони омилҳои калидии ташаккулдиҳандаи эҳтиёҷоти аҳоли ба хизматрасониҳои нақлиёти мусофирбар бо дарназардошти самаранокӣ иҷтимоӣ, иқтисодӣ ва таҳкими сатҳи сифати хизматрасонӣ дар шаҳри Душанбе бо тарзи анкетавӣ муайян карда шуд, ки барои анҷом додани таҳлили ҳамаҷониба ва ҷамъовариҳои андешаҳои мутахассисони соҳаи нақлиёт, усули арзёбии гурӯҳии коршиносон интихоб шуда, имконият медиҳад таҷрибаи амалии мутахассисони огоҳ аз вазъияти нақлиёти шаҳр дар шакли муқоисашаванда ва баҳогузоришаванда ҷамъоварӣ ва таҳлил намоянд, то заминаи катъӣ барои қабули қарорҳои муассир ва беҳсозии хизматрасонии нақлиёт фароҳам гардад.

Ин пурсиш кӯмак менамояд, ки мушкилот ва эҳтиёҷоти соҳаи нақлиёт аз назари касбӣ дақиқтар гардида, таҳлили пурраи вазъии хизматрасонӣ дар шаҳр пешниҳод карда шавад.

Дар натиҷа, барои баҳогузорӣ ва арзёбии омилҳо ва нишондиҳандаҳо, ки ба самаранокӣ иҷтимоӣ, иқтисодӣ ва сифати хизматрасонии нақлиёти мусофирбар дар шаҳри Душанбе таъсир мерасонанд, чунин гурӯҳҳои омилҳо интихоб карда шуд:

Гурӯҳи 1. Омилҳои иҷтимоӣ (F_1):

- шумораи умумии аҳолии шаҳр (нафар) (X_1)
- зичии аҳоли (нафар/км²) (X_2)
- сатҳи шуғл (фоизи фаъолон дар бозори меҳнат) (X_3)
- синну соли миёнаи аҳоли (сол) (X_4)
- миқдори донишҷӯён ва хонандагон (нафар) (X_5)
- шумораи дастрасӣ ба тахфифҳо ва имтиёзҳо (нафар) (X_6)
- дастрасӣ барои гурӯҳҳои осебпазири ҷомеа (фоизи воситаҳои нақлиёт бо дастрасӣ барои маъюбон ва кӯдакон) (X_7)

Гурӯҳи 2. Омилҳои иқтисодӣ (F_2) [3]:

- музди маоши миёнаи моҳона (сомонӣ) (X_8)
- хароҷоти миёнаи нақлиётӣ як оила дар моҳ (сомонӣ) (X_9)
- шумораи соҳибони мошинҳои шахсӣ (нафар) (X_{10})
- сатҳи бекорӣ (%) (X_{11})
- маблағи сармоягузорӣ ба соҳаи нақлиёт (сомонӣ) (X_{12})
- теъдоди воситаҳои нақлиётӣ мусофирбар (адад) (X_{13})

Гурӯҳи 3. Омилҳои инфрасохторӣ (F_3):

- шумораи хатсайрҳои нақлиётӣ (адад) (X_{14})
- шумораи нуктаҳои ҷалби мусофирон (адад), аз ҷумла: терминалҳои нақлиётӣ (X_{15}), мактабҳо (X_{16}), беморхонаҳо (X_{17}), марказҳои савдо (X_{18}), бозорҳо (X_{19}).

Гурӯҳи 4. Омилҳои сифатӣ (F_4):

- фоизи нақлиёти муосир (воситаҳои нақлиётӣ соли истеҳсолашон аз 5 сол камтар, %) (X_{20})

⁶ Тоҳирова Г. Теоретические основы повышения эффективности малого бизнеса в сфере услуг. Innovations in Science and Technologies. Журнали илмӣ-электронӣ, 2/2025

⁷ Большаков А.М., Кравченко Е.А., Черникова С.Л. Повышение качества обслуживания пассажиров и эффективности работы автобусов/ А.М. Большаков, Е.А. Кравченко, С.Л.Черникова.-М.:Транспорт,1981.-206с.; Сангинов О.К. Проблемы формирования и развития рынка транспортных услуг горных егионов/О.К.Сангинов. - Душанбе: Ирфон, 2002.-145с.

- вақти миёнаи сафар, (дақиқа) (X_{21})
- вақти миёнаи интизорӣ дар истоғ, (дақиқа) (X_{22})
- суръати миёнаи ҳаракат дар давоми шабонарӯз, (км/соат) (X_{23})
- масофаи миёнаи сафар, (км) (X_{24})
- шумораи шикоятҳо ва арзҳо дар моҳ, (адад) (X_{25})

Чуноне, ки мушоҳида шуд, мусофиркашонӣ дар шаҳри Душанбе, мисли дигар равандҳои иҷтимоӣ ва иқтисодӣ, зери таъсири шумораи зиёди омилҳо қарор дорад. Ба андешаи бархе муҳаққиқон, ба ҳисоб гирифтани ҳамаи ин омилҳо дар амал ғайриимкон аст.

Бояд гуфт, ки раванди интиҳоби омилҳои муҳим, ки ба талабот ба мусофиркашонӣ таъсир мерасонанд, бо душвориҳои муайян тавсиф мешавад. Принципҳо ва усулҳои возеҳу ягона барои интиҳоби чунин омилҳо вучуд надоранд. Ҳар як муҳаққиқ маҷбур аст, ки омилҳоро бо таъия ба дарки шахсии худ аз механизми раванд ва муҳити таҳқиқот интиҳоб намояд. Ин раванд, дар аксари ҳолатҳо, хусусияти субъективӣ дорад.

Одатан, барои арзёбии дараҷаи аҳамияти омилҳои муҳталиф (аз нигоҳи таъсири онҳо ба талабот), бештар усулҳои таҳлилии истифода мешаванд. Барои расидан ба натиҷаҳои қобили қабул, нишондиҳандаҳои гуногуни омӯрӣ ба кор бурда мешаванд, ки наздикии муносибатҳои байни талабот ва омилҳои мавриди таҳлил қарор гирифтаре нишон медиҳад. Мувофиқан омилҳои интиҳоб карда мешаванд, ки робитаи наздик ва устувор бо талабот доранд.

Ин гурӯҳҳои омилҳо на танҳо дар алоҳидагӣ ба сатҳи талабот таъсир мерасонанд, балки дар ҳамбастагии мутақобил метавонанд натиҷаи мураккабро ба вучуд оранд. Аз ин рӯ, дар таҳлилии воқеии талабот ба мусофирбарӣ бояд ба робита ва ҳамбастагии байни ҳамаи ин омилҳо диққати ҷиддӣ дода шавад.

Дар ҷиддаи таҳқиқот, бо мақсади таҳлилии амиқи талабот ба мусофирбарӣ дар шаҳри Душанбе, омилҳои асосии таъсиррасон, ки ба чор гурӯҳи калон ҷудо шудаанд, бо нишондодани ишора, воҳидҳои ченак ва шарҳи муфассали онҳо дар ҷадвали зерин оварда мешаванд (ҷадвали 1).

Ҷадвали 1 – Гурӯҳбандии омилҳо ва нишондиҳандаҳои таъсиррасон ба талабот нисбати мусофирбарӣ дар шаҳри Душанбе

№ т/г	Гурӯҳи омилҳо ва нишондиҳандаҳо	Шарҳ	Воҳиди ченак
1.	Омилҳои иҷтимоӣ (F_1)		
1.1.	X_1 – Шумораи умумии аҳолии шаҳр	Аҳолии умумии шаҳри Душанбе	нафар
1.2.	X_2 – Зичии аҳоли	Микдории аҳоли дар 1 км ²	нафар/км ²
1.3.	X_3 – Сатҳи шуғл	Ҳолати аҳолии фаъол дар бозори меҳнат	%
1.4.	X_4 – Синну соли миёнаи аҳоли	Миёнасоли аҳолии шаҳр	сол
1.5.	X_5 – Микдори донишҷӯён ва хонандагон	Ҳамаҷумлаи умумии донишҷӯёну хонандагон	нафар
1.6.	X_6 – Шумораи имтиёздорон	Шахсоне, ки аз тахфифҳои нақлиёт истифода мебаранд	нафар
1.7.	X_7 – Дастрасӣ барои гурӯҳҳои осебпазир	Ҳолати воситаҳои нақлиёт бо имконияти истифодаи маъҷубон ва кӯдакон	%
2	Омилҳои иқтисодӣ (F_2)		
2.1.	X_8 – Маоши миёнаи моҳона	Даромади шахсӣ дар як моҳ	сомонӣ
2.2.	X_9 – Хароҷоти миёнаи нақлиёти оила	Маблағи сарфшудаи як оила ба нақлиёт дар як моҳ	сомонӣ/моҳ
2.3.	X_{10} – Соҳибони мошинҳои шахсӣ	Ҳамаҷумлаи шахсоне, ки мошини шахсӣ доранд	нафар
2.4.	X_{11} – Сатҳи бекорӣ	Ҳолати бекорӣ	%
2.5.	X_{12} – Сармоягузорӣ ба нақлиёт	Маблағи умумии сармоягузорӣ ба соҳаи нақлиёти шаҳрӣ	сомонӣ
2.6.	X_{13} – Ҳамаҷумлаи воситаҳои нақлиёти ҷамъиятӣ	Шумораи автобусҳо, троллейбусҳо ва дигар воситаҳо	адад
3.	Омилҳои инфрасохторӣ (F_3)		
3.1.	X_{14} – Шумораи хатсайрҳои нақлиётӣ	Ҳамаҷумлаи доимии нақлиёти ҷамъиятӣ	адад
3.2.	X_{15} – Шумораи терминалҳои нақлиётӣ	Пойгоҳҳои интиқоли мусофирон	адад
3.3.	X_{16} – Шумораи мактабҳо	Муассисаҳои таълимии мактабӣ	адад
3.4.	X_{17} – Шумораи беморхонаҳо	Марказҳои тиббӣ	адад
3.5.	X_{18} – Шумораи марказҳои савдо	Тижоратгоҳҳо ва мол-марказҳо	адад

№ т/т	Гуруҳи омилҳо ва нишондиҳандаҳо	Шарҳ	Воҳиди ченак
3.6.	X ₁₉ – Шумораи бозорҳо	Бозорҳои асосии шаҳр	адад
4.	Омилҳои сифатӣ (F ₄)		
4.1.	X ₂₀ – Фоизи нақлиёти муосир	Нақлиёте, ки дар панҷ соли охир истеҳсол шудааст	%
4.2.	X ₂₁ – Вақти миёнаи сафар	Давомнокии сафар аз нуқтаи оғоз то нуқтаи таъиншуда	дақиқа
4.3.	X ₂₂ – Вақти миёнаи интизорӣ дар истгоҳ	Давомнокии интизорӣ дар истгоҳ	дақиқа
4.4.	X ₂₃ – Суръати миёнаи ҳаракат	Суръати миёнаи ҳаракат дар давоми шабонарӯзӣ	км/соат
4.5.	X ₂₄ – Масофаи миёнаи сафар	Масофаи миёнаи сафари сокинони шаҳр	км
4.6.	X ₂₅ – Шумораи шикоятҳо ва арзҳо	Миқдори шикоятҳо аз тарафи мусофирон дар як моҳ	адад/моҳ

Манбаъ: пешниҳодоти муаллифон

Ин гуруҳбандӣ имкон медиҳад, ки ҳамбастагии байни нишондиҳандаҳо ва таъсири умумии онҳо ба низоми мусофирбарии шаҳр муайян карда шуда, асос барои таҳлилҳои минбаъда гардад.

Дар натиҷа метавон гуфт, ки яке аз омилҳои муҳими ташаккули талаботи аҳолии шаҳри Душанбе ба хизматрасонии нақлиёти мусофирбар сатҳи рушди соҳаи хизматрасонӣ дар шаҳр мебошад. Ба соҳаи хизматрасонӣ корхонаҳо ва муассисаҳо дохил мешаванд, ки бевосита бо қонеъ гардонидани эҳтиёҷоти иҷтимоӣ, иқтисодӣ ва физиологияи аҳоли алоқаманд буда, рушди мутамаддини равандҳои асосиро таъмин мекунанд.

Айни замон дар шаҳри Душанбе соҳаҳои зерин дар самти хизматрасонии маишии аҳоли ташкил ёфтаанд: савдо ва маҳсулоти умумӣ, хизматрасонии маишӣ, хоҷагии манзилӣ ва коммуналӣ, алоқа, нигоҳдории тандурустӣ ва ғайра, ки ҳамаашон якҷоя системаи пурраи хизматрасонии маиширо ташкил медиҳанд.

Бояд гуфт, ки дараҷаи рушди хизматрасонӣ на танҳо бо шумораи корхонаҳои саноатӣ, балки бо сифати кори онҳо низ муайян мешавад. Аз ин рӯ, дар таҳқиқотҳо, ба ғайр аз нишондиҳандаҳои миқдорӣ, нишондиҳандаҳои сифатии соҳаҳои хизматрасонӣ низ ба назар бояд гирифта шаванд.

Инчунин ташаккули талаботи аҳолии шаҳри Душанбе ба хизматрасонии нақлиёти мусофирбар аз якҷанд омилҳои иҷтимоӣ, иқтисодӣ ва инфрасохторӣ вобаста аст. Аз ҷумла, зичии аҳоли, шумораи корхонаҳои саноатӣ ва иттиҳодияҳо, касбияти аҳоли ва синну соли миёнаи кории онҳо таъсири муҳим доранд. Вобаста ба ҷойгиршави ва дастрасии аҳоли ба манобеи меҳнат афзоиши шумораи корхонаҳо метавонад ҳаракати аҳолиро кам ё зиёд кунад. Таъсири ин омилҳо бояд дар таҳқиқот бо назардошти хусусиятҳои иҷтимоӣ ба таври дақиқ таҳлил шавад.

Таъсири омилҳои иқтисодӣ ва иҷтимоӣ ба ташаккули талаботи аҳолии шаҳри Душанбе ба хизматрасонии нақлиёти мусофирбар муҳим аст. Ба фикри мо, афзоиши имконияти истифодаи нақлиёти инфиродӣ вазъи ҳаракатро дар кӯчаҳои шаҳр мураккабтар гардонида, таъминоти аҳоли бо асбобу таҷҳизоти маишӣ дар шаҳр метавонад ба коҳиши талаботи хизматрасонии нақлиёти ҷамъиятӣ мусоидат кунад.

Ҳамчунин, сатҳи азнавсозии истеҳсолоти маҳаллӣ ва рушди корхонаҳо таъсири мураккаб ва фарогирӣ ба талабот нисбати сафар дар шаҳрҳо дорад. Аз ин рӯ, таҳлили ин омилҳо бояд бо дарназардошти хусусиятҳои иқтисодӣ ва иҷтимоии шаҳри Душанбе ва шароити маҳаллии он анҷом дода шавад.

Ба ташаккули эҳтиёҷот ба хизматрасонии нақлиёти мусофирбар омилҳои иҷтимоӣ, аз ҷумла дараҷаи маълумоти аҳоли низ таъсир мерасонанд. Ба ин омилҳо бевосита шумораи донишҷӯён, таносуби кормандони муҳандисӣ-техникӣ нисбат ба шумораи умумии коргарони маҳаллӣ ва шумораи миёнаи хонандагон дохил мешаванд, ки ин омилҳоро низ ҳангоми таҳқиқот бояд ба инобат гирифт.

Ташаккули эҳтиёҷот ба саёҳат то андозае ба беҳтар шудани шароити меҳнат алоқаманд аст. Ба андешаи муаллифи [4], хусусияти таъсири ин омил бо самти тағйирёбии талаботи аҳоли ба сафар ҳамоҳанг мебошад.

Самти таъсири омили баррасишаванда ба сатҳи талабот ба хизматрасонии нақлиёти мусофирбар дар шаҳри Душанбе хеле мураккаб аст. Аз ин рӯ, таъсири он бояд бо назардошти хусусиятҳои иҷтимоӣ ва иқтисодӣ ва инфрасохтори шаҳр таҳлил карда шавад.

Бо мақсади таъмини асосноккунии илмӣ таҳлил ва арзёбии сатҳи таъсири омилҳои муҳокимашаванда, ҷалби назару андешаҳои коршиносон ҳамчун як усули муҳими тадқиқотӣ мавриди истифода қарор дода шудааст.

Барои тавсифи дараҷаи мувофиқати андешаҳои коршиносон коэффисиенти мувофиқати Кендалл (W) истифода шудааст. Коэффисиенти Кендалл W барои баҳогузорӣ ва муайян кардани дараҷаи

мувофиқати андешаҳои коршиносон дар арзёбии 25 нишондиҳандае, ки ба ташаккули эҳтиёҷоти аҳолии шаҳри Душанбе ба хизматрасонии нақлиёти мусофирбар таъсир мерасонанд, истифода шудааст.

Дар раванди пурсиши экспертӣ дар шаҳри Душанбе нишондиҳандаҳои гуногун муайян карда шуданд (ҷамъан 25 нишондиҳанда), ки таъсири онҳоро ба ташаккули эҳтиёҷоти аҳоли ба хизматрасонии нақлиёти мусофирбар нишон медиҳанд. Бо истифода аз коэффисиенти мувофиқати Кендалл W дараҷаи ҷамоҳангии назари коршиносон таҳлил гардид.

Барои арзёбии аҳамияти статистикӣ коэффисиенти мувофиқати Кендалл W , истифода бурдани χ^2 Пирсон, ки ба тақсимои χ^2 бо дараҷаи озодии $(m-1)$ тобеъ аст, имконпазир аст.

Аҳамияти коэффисиенти мувофиқати Кендалл (W) бо муқоисаи арзиши χ^2 ҳисобшуда бо арзиши ҷадвали муайян мешавад, ки он аз сатҳи аҳамият (p) ва дараҷаи озодии ($k = m - 1$) вобаста аст. Агар арзиши χ^2 ҳисобшуда аз арзиши ҷадвали калонтар бошад, коэффисиенти W аҳамияти статистикӣ дорад.

Барои ин мақсад, натиҷаҳои арзёбии 25 омил аз ҷониби 15 коршинос ҷамъоварӣ ва дар ҷадвали 2 инъикос ёфтаанд, ки ҳамчун асос барои таҳлили муфассал истифода мешаванд.

Ҷадвали 2 – Арзёбии омилҳо аз ҷониби коршиносон

Омилҳо	Коршиносон														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
X_1	92	85	70	100	100	90	90	100	80	100	100	100	90	90	85
X_2	74	65	80	100	100	80	80	90	90	60	90	90	80	60	65
X_3	87	81	70	100	100	65	70	60	50	80	80	70	80	85	80
X_4	63	62	50	100	100	55	60	50	50	60	70	60	70	65	60
X_5	84	80	52	100	30	75	80	50	60	70	60	50	80	85	90
X_6	55	50	60	70	50	50	40	80	60	80	50	50	50	45	40
X_7	18	10	21	80	50	35	50	80	50	60	50	50	40	15	40
X_8	82	75	64	80	80	60	50	60	50	60	40	40	40	60	50
X_9	70	65	55	80	20	55	50	60	50	30	30	30	40	45	40
X_{10}	68	76	65	90	90	70	80	80	60	50	50	50	80	70	60
X_{11}	22	28	20	80	85	30	35	50	40	40	50	50	40	25	30
X_{12}	70	65	58	88	85	65	70	40	40	50	40	40	60	72	70
X_{13}	78	82	66	100	100	100	100	60	80	50	60	80	100	80	80
X_{14}	82	74	89	90	94	80	85	80	80	60	80	80	85	70	60
X_{15}	32	29	39	60	65	50	45	40	20	40	60	60	55	25	30
X_{16}	88	92	80	100	100	80	80	50	30	40	40	30	80	95	90
X_{17}	78	86	70	90	89	70	65	40	30	30	30	30	75	80	75
X_{18}	85	84	70	90	85	50	45	30	30	30	30	30	55	80	75
X_{19}	44	35	32	50	55	60	75	40	30	40	20	20	75	40	30
X_{20}	55	45	60	65	60	35	30	60	40	60	60	60	40	30	35
X_{21}	45	52	40	70	75	65	70	50	40	70	70	50	90	45	40
X_{22}	20	15	20	80	85	50	70	40	40	40	60	50	80	25	20
X_{23}	35	34	30	75	85	50	75	40	50	40	50	40	70	25	20
X_{24}	28	27	32	60	65	55	60	50	50	40	50	40	60	30	35
X_{25}	14	12	10	60	20	50	65	50	50	50	50	50	50	15	10

Манбаъ: дар асоси пурсиши коршиносон

Натиҷаҳои ҷадвал дар таҳлили муфассал барои муайян кардани аҳамият ва саҳми ҳар як омил дар масъалаи таҳқиқот истифода мешаванд.

Бар асоси ҳисобкуниҳо ва санҷиши аҳамияти он, натиҷаҳои зерин ба даст оварда шуданд:

$$W = 0,51; \quad \chi^2_{\text{расч.}} = 182,27; \quad \chi^2_{\text{табл}} = 36,41;$$

$$\chi^2_{\text{расч}} = 182,27 > \chi^2_{\text{табл.}} = 36,41$$

Дар натиҷа, гипотеза оид ба мувофиқати нишондодҳои коршиносон, ки бо истифода аз коэффитсиенти Кендалл W ҳисоб шудааст, рад карда намешавад. Миёни коршиносон мувофиқат дар бораи аҳамияти омилҳои интихобшуда вучуд дорад.

Дар маҷмӯъ, нишондиҳандаҳои интихобшуда, талаботи сокинони шаҳри Душанбе нисбати хизматрасонии нақлиётро муайян намуда, сатҳи қонеъ гардонидани талабот ва ташаккули хизматрасонии нақлиётро дар ин шаҳр арзёбӣ мекунад.

Бо назардошти натиҷаҳои арзёбии коэффисиенти Кендалл, ки сатҳи баланди мувофиқат ва эътимоднокии назарҳои коршиносон нақлиёти мусофирбарро дар низоми шаҳрдорӣ унсури асосии рушди соҳаҳои иҷтимоӣ ва иқтисодӣ маҳсуб мешуморем.

Чуноне, ки тавсиф намудаанд, "...дар шароити муносири рушди шаҳр нақлиёти мусофирбар ҳамчун рукни муҳим дар таҳкими системаи идораи шаҳр нақши калидӣ мебозад"⁸. Аз ин лиҳоз вазифаҳои иҷтимоӣ ва иқтисодии нақлиёти мусофирбар дар системаи шаҳрӣ нақши муҳим доранд ва барои рушди устувори шаҳр заминаи хуб фароҳам меоранд. Аз ҷумла, "...онҳо қобилияти қонеъ гардонидани ниёзҳои дастрасии шаҳрвандонро ба маконҳои қору таҳсил ва дигар хизматрасониҳои зарурӣ таъмин мекунад"[5]. Инчунин нақлиёт барои ташкили ҳамбастагии иҷтимоӣ, махсусан барои гурӯҳҳои осебпазир, мусоидат мекунад. Истифодаи нақлиёти ҷамъиятӣ хароҷоти шахсӣ ва умумиро коҳиш дода, изофаи вақти ҳаракат ва хароҷоти сӯзишвориро кам мекунад.

Дар маҷмӯъ мо рушд ва беҳтаршавии вазъи нақлиёти мусофирбарии шаҳри Душанберо дар шаш нуқоти асоси пешниҳод менамоем, ки ба андешаи мо дар ҳолати амалӣ кардани ин чораҳо вазъи системаи нақлиётии шаҳр як андоза беҳтар хоҳад гашт.

Пешниҳодот барои беҳтарсозии нақлиёти мусофирбар дар шаҳри Душанбе:

1. Рушди инфрасохтори нақлиётӣ.
2. Интегратсияи технологияҳои рақамӣ.
3. Таъмини дастрасии иқтисодӣ ва пардохти осон.
4. Беҳбудии сифати хизматрасонӣ ва беҳатарӣ.
5. Таъмини ҳамоҳангии байни намудҳои нақлиёт.
6. Таҳқиқоти мунтазам ва ҳамкорӣ бо муассисаҳои илмӣ.

Хулоса

Таҳлилҳо нишон доданд, ки арзёбии коршиносон бозэтимод буда, нақлиёти мусофирбар нақши калидӣ дар таъмин намудани дастрасӣ, пешбурди ҳамбастагии иҷтимоӣ ва кам кардани хароҷоти иқтисодии шаҳр мебозад, ки барои рушди устувори шаҳр муҳим мебошад.

Афзалиятҳои асосии ин рушд дар он аст, ки нақлиёти ҷамъиятӣ метавонад изофаи вақти ҳаракатро коҳиш дода, хароҷоти иқтисодиро сарфа намояд, ҳамзамон рушди устувори иқтисодиро таъмин намуда, таъсири манфии экологии нақлиётро кам кунад. Ин раванд барои таъмини шаҳрҳо дар замони муносири зарур буда, ба беҳбудии шабакаи логистикӣ ва рушди иҷтимоии ҷомеа мусоидат мекунад.

Таҳлили самаранокӣ ва сифати ин хизматрасониҳо имконият медиҳад, ки мушкилот ва камбудҳои ҷорӣ шинохта шаванд ва чораҳои беҳбудӣ андешида шаванд. Дар маҷмӯъ, таҳқиқи нақлиёти мусофирбар дар шаҳри Душанбе заминаи асосӣ барои беҳтар шудани сатҳи хизматрасонӣ ва рушди босуботи иқтисодӣ мебошад.

Муқаррир: Саломзода Ғ.С. – н.и.т., дотсент, муовини раиси шаҳри Душанбе оид ба масъалаҳои нақлиёт.

Адабиёт

1. Акинин П.В., Арискина А.В., Кузьмин Д.С. Социально-экономическое развитие региона в условиях глобализации и современного регионогенеза / П.В. Акинин, А.В. Арискина, Д.С. Кузьмин. - Ставрополь : Ставропольское книжное издательство, 2004. - 292 с.
2. Аррак А.О. Социально - экономическая эффективность пассажирских перевозок / Таллин : А.О. Аррак., 1982. - 139 с.
3. Поляк Г.Б. Финансовое обеспечение социальной сферы / Г.Б. Поляк. -М. : Финансы и статистики, 1988. - 191 с.
4. Рихтер К.Ю., Минаев А.П. Математическое моделирование транспортных процессов с учетом социально-экономических факторов / К.Ю. Рихтер, А.П. Минаев. - М., 1984. - 84 с.
5. Сангинов О.К. Пассажирский автотранспорт и социально-экономическое развитие горных регионов/О.К. Сангинов. -Душанбе: Ирфон, 1999. -70с.
6. Социально-экономические аспекты развития автомобильного транспорта: Сб. науч. трудов ЛИЭИ. - Л., 1988. - 112 с.

⁸ Рихтер К.Ю., Минаев А.П. Математическое моделирование транспортных процессов с учетом социально-экономических факторов / К.Ю. Рихтер, А.П. Минаев. - М., 1984. - 84 с.

7. Социально-экономическое положение города Душанбе в 2014 году: статсборник. - Душанбе: Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан, 2015.-367с.

8. Улицкий М.П. Совершенствование хозяйственного механизма социально - производственной системы городского пассажирского транспорта : автореф. дис. ... докт. экон. наук : 08.00.05 / Улицкий Михаил Петрович - М., 1986. - 26 с.

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

TJ	RU	EN
Саидзода Фирдавс Ҳамро	Саидзода Фирдавс Хамро	Saidzoda Firdavs Hamro
унвонҷӯй	соискатель	applicant
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: firdavs.saidov.70@mail.ru		
TJ	RU	EN
Ҷалилов Умарҷон Ҷамилович	Джалилов Умарджон Джамилович	Jalilov Umardjon Djamilovich
д.и.и., дотсент	д.э.н., доцент	Doctor of Economics, 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: umar.dtt.2002@gmail.com		

УДК 338

ҲАМКОРӢ БО МАҚОМОТИ ЗАХИРАҲОИ ДАВЛАТИИ КИШВАРҲОИ ИТТИҲОДИ ДАВЛАТҲОИ МУСТАҚИЛ (ИДМ) ҲАМЧУН ОМИЛИ ТАЪСИРРАСОН БА БУЌЕТИ ДАВЛАТИИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

С.С. Ниёззода

Агентии захираҳои моддии давлатии назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон

Мақолаи мазкур ба таҳлили амиқи нақши ҳамкорӣ бо мақомоти захираҳои моддии давлатии кишварҳои аъзои Иттиҳоди давлатҳои мустақил (ИДМ) дар коҳиш додани фишори молиявӣ ба буҷети давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон бахшида шудааст. Муаллиф бо таъкиди ба санадҳои расмӣ, таҷрибаҳои 30 соли охир ва таҳлили сиёсати минтақавӣ нишон медиҳад, ки тавассути механизмҳои ҳамгирони иқтисодӣ, аз ҷумла қўмакҳои башардӯстона, воридоти устувори молҳои стратегӣ ва мубодилаи таҷрибаҳо дар соҳаи идоракунии захираҳои моддии давлатӣ, Тоҷикистон тавонистааст хароҷоти худро коҳиш дода, самаранокии низоми захиравиро афзоиш диҳад. Дар мақола ҳамзамон ба нақши кишварҳои Россия, Қазоқистон ва Беларус дар ин раванд диққати махсус дода шудааст. Дар поён муаллиф хулосаҳо ва тавсияҳои амалӣ пешниҳод менамояд, ки метавонанд барои тақвияти минбаъдаи ҳамкориҳои минтақа ва таҳкими амнияти иқтисодӣ хизмат кунанд.

Калидвожаҳо: захираҳои моддӣ, буҷети давлатӣ, ИДМ, амнияти иқтисодӣ, қўмаки башардӯстона, воридот, Россия, Қазоқистон, Беларус, самаранокӣ, ҳамкорӣ.

СОТРУДНИЧЕСТВО С ОРГАНАМИ УПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫМИ РЕЗЕРВАМИ ГОСУДАРСТВ – УЧАСТНИКОВ СОДРУЖЕСТВА НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ, КАК ФАКТОР, ВЛИЯЮЩИЙ НА ГОСУДАРСТВЕННЫЙ БЮДЖЕТ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

С.С. Ниёззода

Настоящая статья посвящена всестороннему анализу роли сотрудничества с органами государственных резервов стран СНГ в снижении финансовой нагрузки на государственный бюджет Республики Таджикистан. Автор, опираясь на официальные документы, практику последних 30 лет и анализ региональной политики, показывает, что благодаря механизмам экономической интеграции, включая гуманитарную помощь, стабильный импорт стратегических товаров и обмен опытом в сфере управления государственными резервами, Таджикистан сумел сократить расходы и повысить эффективность своей резервной системы. Особое внимание уделено ключевым партнёрам — России, Казахстану и Беларуси. В заключение даны практические выводы и рекомендации по дальнейшему развитию сотрудничества и укреплению экономической безопасности.

Ключевые слова: материальные резервы, государственный бюджет, СНГ, экономическая безопасность, гуманитарная помощь, импорт, Россия, Казахстан, Беларусь, эффективность, сотрудничество

COOPERATION WITH THE AUTHORITIES MANAGING STATE RESERVES OF THE CIS MEMBER STATES AS A FACTOR INFLUENCING THE STATE BUDGET OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

S.S. Niyozzoda

This article provides a comprehensive analysis of the role of cooperation with state reserve agencies of CIS countries in reducing the financial burden on the state budget of the Republic of Tajikistan. Based on official sources, a review of the past 30 years, and an analysis of regional policy, the author demonstrates how mechanisms of economic integration—such as humanitarian aid, stable import of strategic goods, and experience sharing in reserve management—have helped Tajikistan reduce its expenses and enhance the efficiency of its national reserve system. Special emphasis is placed on strategic partners including Russia, Kazakhstan, and Belarus. The article concludes with practical recommendations for deepening regional cooperation and strengthening economic security.

Keywords: material reserves, state budget, CIS, economic security, humanitarian aid, imports, Russia, Kazakhstan, Belarus, efficiency, cooperation.

Муқаддима

Дар шароити ҷаҳони муосир, ки таҳдидҳои иқтисодиву иҷтимоӣ ва бӯхронҳои минтақавӣ бо суръат афзоиш меёбанд, масъалаи ташкили низоми устувори захираҳои моддии давлатӣ ба яке аз самтҳои муҳими сиёсати иқтисодии кишварҳо табдил ёфтааст. Захираҳои моддӣ ҳамчун омилҳои калидӣ дар таъмини амнияти миллӣ, суботи иҷтимоиву иқтисодӣ ва ҳифзи бозор мавқеи муҳим доранд. Онҳо барои эҳтиёҷоти сафарбарӣ, расонидани қўмакҳои башардӯстона, бартарафсозии оқибатҳои ҳолатҳои фавқулода ва дастгирии бахшҳои муҳими иқтисод хизмат мекунад. Таҷрибаи ҷаҳонӣ собит намудааст, ки дар давраҳои бӯхронӣ маҳз захираҳои моддӣ имкон медиҳанд, ки давлатҳо хароҷоти изофиро пешгирӣ намуда, қувваи молиявӣ худро самаранок истифода баранд.

Барои Ҷумҳурии Тоҷикистон масъалаи нигоҳдорӣ ва истифодаи самараноки захираҳои моддӣ аҳамияти махсус касб мекунад. Бо назардошти хароҷоти зиёд барои ташаккул ва навсозии мунтазами фонди захиравӣ, зарурати ҷустуҷӯи роҳҳои камхарчу муассир ба миён меояд. Яке аз чунин роҳҳои самаранок тақвияти ҳамкориҳои минтақавӣ дар доираи Иттиҳоди Давлатҳои Мустақил (ИДМ) мебошад. Ин ҳамкорӣ имкониятҳои васеъ барои мубодилаи таҷриба, дастгирии моддӣ ва таъмини воридоти устувори молҳои стратегиро фароҳам меорад.

Табиӣ солҳои истиқлолият Тоҷикистон бо истифода аз имкониятҳои ҳамгирони иқтисодӣ бо кишварҳои ИДМ, хусусан Россия, Қазоқистон ва Беларус, тавонист то андозае сарбории буҷетиро коҳиш диҳад ва самаранокии низоми захиравиро афзоиш бахшад. Қўмакҳои башардӯстона, воридоти бевоситаи маводи ниёзи аввалия ва ҳамкориҳои илмӣ-техникӣ далели равшани онанд, ки ҳамгирони минтақавӣ метавонад ба ҳифзи манфиатҳои миллӣ ва таҳкими амнияти иқтисодӣ мусоидат намояд. Аз

ин рӯ, таҳлили амиқи таҷрибаи ҳамкориҳои бисёрҷониба дар ин соҳа на танҳо аҳамияти назариявӣ, балки арзиши амалӣ низ дорад.

Захираҳои моддии давлатӣ ҳамчун як унсури калидии низоми амнияти иқтисодӣ дар ҳар як давлат мақоми муҳимро ишғол мекунанд. Тибқи қонунгузориҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон, захираҳои моддии давлатӣ маҷмӯи маҳсули мавод ва молҳои стратегӣ мебошанд, ки барои таъмини эҳтиёҷоти сафарбарӣ, бартарафсозии оқибатҳои ҳолатҳои фавқулода, расонидани кӯмаки башардӯстона, пуштибонии бахшҳои асосии иқтисоди миллӣ ва танзими вазъи бозор равона шудаанд [1]. Таҷрибаи кишварҳои гуногун собит намудааст, ки маҳз мавҷудияти захираҳои моддии давлатӣ имкон медиҳад, то дар шароити бӯҳронӣ суботи иҷтимоӣ иқтисодӣ ва амнияти миллӣ ғифз карда шавад. Чуноне олими тоҷик Назаров А.Ҳ. қайд менамояд: «Захираҳои стратегӣ дар шароити бӯҳронӣ метавонанд ҳамчун кафолати амнияти иқтисодӣ ва ғифзи суботи иҷтимоӣ хизмат кунанд [2].»

Бо назардошти тағйироти глобалӣ ва таҳдидҳои рӯзафзунӣ иқтисодӣ, дар тӯли се даҳаи охир, масъалаи ташкили самараноки захираҳои моддии давлатӣ, хусусан барои кишварҳои пасошӯравӣ, ба яке аз афзалиятҳои сиёсати давлатии иқтисодӣ табдил ёфтааст. Дар ин замина, таҳкими ҳамкориҳои байнидавлатӣ дар соҳаи захираҳои моддӣ ҳамчун яке аз роҳҳои камхарҷу муассири коҳиши сарбории молиявӣ ба буҷети давлатӣ арзёбӣ мешавад.

Ҷумҳурии Тоҷикистон, ҳамчун кишвари дорои иқтисоди босуръат рушдкунанда, зарурати ташаккул ва идоракунии муассири фонди захираҳои стратегиро хуб дарк менамояд. Қайд кардан зарур аст, ки аз нигоҳи молиявӣ, нигоҳдорӣ ва навсозии мунтазами ин захираҳо хароҷоти зиёдро тақозо мекунад. Аз ин рӯ, рушди ҳамкориҳои минтақавӣ, бахусус дар чорҷӯби Иттиҳоди Давлатҳои Мустақил (ИДМ), барои коҳиши фишори молиявӣ дохилӣ ва тақвияти иқтисодии захиравии кишвар аҳамияти аввалиндараҷа касб мекунад.

Қайд кардан бамварид аст, ки пас аз ғурупошии Иттиҳоди Шӯравӣ, ҳар яке аз ҷумҳуриҳои собиқӣ иттиҳод ба қисми захираҳои моддии давлатӣ соҳиб гардиданд. Ин тақсими шитобкоронаи низоми ягонае, ки даҳсолаҳо ташкил мешуд, табиист ки таъсири манфии худро гузошт. Масалан, тамоми пойгоҳи илмӣ ва таълимӣ дар қаламрави Россия боқӣ монд, дар ҳоле ки иқтисодҳои истеҳсоли як қатор ашёи хоми стратегӣ дар кишварҳои дигар боқӣ монданд.

Айни замон ғуфта наметавонем, ки фаъолияти захираҳои моддии давлатӣ дар кишвари мо пурра ҷудо аз дигар давлатҳо ҷараён дорад. Ҳамкориҳои кунунӣ дар шакли низомнок ва устувор идома доранд.

Дар моҳи июни соли 2003 нахустин конфронси мақомоти захираҳои давлатии як қатор кишварҳои ИДМ бо иштироки Арманистон, Беларус, Қазоқистон, Қирғизистон, Россия ва Украина баргузор шуд. Дар ҷаласа зарурати таҳкими ҳамкорои таъкид намуда, пешниҳод карда шуд, ки захираҳои зиёдатие, ки дар дигар мамлакатҳо мавҷуданд, метавонанд дар кишварҳои эҳтиёҷманд истифода шаванд ва баръакс, ки ин ташкили фазои ягонаи иқтисодӣ ин равандро осонтар хоҳад кард. Бо вучуди ин, дар ин чорабинӣ зарур шуморида шуд, ки, барои расидан ба чунин ҳадаф, қонунгузориҳои марбут ба гардиши захираҳои моддии давлатӣ дар кишварҳои ИДМ муттаҳид ва ба шароити бозор мутобиқ карда шаванд. Ҷонибҳои ҳамчунин дар мавриди ҳамкорӣ дар соҳаи омодакунии кадрҳо тавафӯқ намуданд. Дар конфронс қайд гардид, ки хеле муҳим аст, ки захираҳо ба тарзе нигоҳ дошта шаванд, ки баъди анҷоми муҳлати нигоҳдорӣ низ қобили ғуруш бошанд.

Аз тарафи дигар, масъалаи тайёр кардани мутахассисони соҳавӣ барои захираҳои моддии давлатӣ дар кишварҳои ИДМ хеле ҷиддӣ боқӣ мемонад. Дар Федератсияи Россия муассисаи маҳсусгардонидашудае мавҷуд аст, ки мутахассисонро дар соҳаи нигоҳдории дарозмуддати захираҳои моддӣ тайёр мекунад. Аз ин рӯ, барои кишварҳои ИДМ истифодаи ин пойгоҳи тайёр кардани кадрҳо ва ғирифтани мутахассисони баландихтисос, хеле судманд аст.

Ба ин тариқ, ҳамкориҳо дар бахши захираҳои моддии давлатӣ миёни кишварҳои ИДМ дар баъзе самтҳо аллакай таърихи муайяне пайдо кардаанд.

Аз нуқтаи назари таъмини амнияти иқтисодӣ, чунин ҳамкориҳо бо кишварҳои ИДМ бояд бар асоси принципҳои илмӣ асоснок гарданд:

- таъмини манфиати мутақобилаи тарафҳо;
- ҳисобгирии саривақтии вазъи геополитикӣ;
- имкони мутобиқаткунонии захираҳо дар доираи ИДМ.

Тоҷикистон аз солҳои аввали соҳибистиқлолӣ, дар асоси принципи манфиати муштарак, кӯшиш менамояд, ки дар соҳаи захираҳои моддии давлатӣ бо кишварҳои ҳампаймони худ дар ИДМ робита, мубодилаи таҷриба ва имкониятҳои густариш диҳад. Ин ҳамкорӣ на танҳо ба тақвияти иқтисодии захиравии миллӣ, балки ба самаранокии истифодаи манобеи молиявӣ ва моддӣ мусоидат мекунад.

Захираҳои моддии давлатӣ ҳамчун фонди стратегӣ барои ҳар як давлат аҳамияти ҳаётан муҳим доранд. Коршиносии рус Макаров И.А. дуруст қайд менамояд: "Захираи давлатӣ на танҳо як анбор, балки як ҷузъи муҳими системаи идоракунии хавфҳои кишвар мебошад [3]." Мувофиқи қонунгузориҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон, захираи моддии давлатӣ маҷмӯи маҳсули стратегияи мавод ва молҳои маҳсулоти эҳтиёҷоти сафарбарӣ, анҷоми корҳои таъхирнопазир ҳангоми рафъи оқибатҳои ҳолатҳои фавқулода, расонидани ёрии башардӯстона, дастгирии соҳаҳои иқтисоди миллӣ ва танзими бозор пешбинӣ шудаанд. Таҷрибаи нишон медиҳад, ки маҳз мавҷудияти чунин захираҳои давлатӣ метавонад амнияти

миллӣ ва суботи иҷтимоиву иқтисодиро дар давраҳои бухронӣ таъмин намояд. Ба қавли олимони ҳинду Дутта А. ва Сингх С. “Захираҳои стратегӣ ҳамчун сипар барои пешгирӣ аз ҳалали занҷираи таъминот хизмат карда, ба талошҳо ҷиҳати устуворсозии молиявӣ мусоидат менамоянд{4}.” Вобаста ба ин, дар шароити имрӯзаи ҷаҳон ва махсусан дар тӯли 30 соли охир барои кишварҳои пасошӯравӣ, ҳамкорӣ дар соҳаи захираҳои моддӣ давлатӣ ба як омилӣ муҳими тақвияти амнияти иқтисодӣ ва сабук намудани бори молиявӣ ба дӯши буҷети давлат табдил ёфтааст.

Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳамчун давлати рӯ ба рушд зарурати нигоҳдорӣ ва идоракунии самараноки захираҳои моддӣ стратегиро дарк мекунад. Бо вучуди ин, ташаккул ва нигоҳдории захираҳои моддӣ давлатӣ хароҷоти назаррасро талаб мекунад, ки бевосита ба буҷети давлат фишор меорад. Аз рӯ, зарурати танзими сиёсати давлатӣ дар ин самтро иқтисоддони тоҷик, Нуриддинов Р.Ш. чунин баён намудааст: «Сиёсати давлатии иқтисодӣ бояд дар баробари рушди бозор, низоми захиравии муътадилро низ кафолат диҳад {5}.» Яке аз роҳҳои муассири коҳиш додани ин фишори буҷетӣ ин рушду тавсеаи ҳамкориҳои минтақавӣ дар чорҷӯи Иттиҳоди Давлатҳои Мустақил (ИДМ) мебошад. Тоҷикистон дар ҳошияи ИДМ аз рӯзҳои аввали соҳибистиклолӣ кӯшиш менамояд, ки дар соҳаи захираҳои моддӣ давлатӣ бо кишварҳои шарик таҷриба ва манобеъро табодули таҷриба кунад, зеро ҳамгироии кӯшишҳо дар ин ҷода ба танзими хароҷоти буҷетӣ ва баланд гардидани самаранокии истифодаи сарватҳои моддӣ мусоидат хоҳад кард.

Захираҳои моддӣ давлатӣ ҷузъи муҳими механизми таъмини амнияти иқтисодӣ ва устувории иҷтимоӣ-иқтисодӣ маҳсуб меёбанд. Дар аксари кишварҳои ҷаҳон, аз ҷумла ҳамаи давлатҳои аъзои ИДМ, низоми захираҳои моддӣ давлатӣ ташаккул ёфтааст. Тавре таҷрибаи таърихӣ нишон медиҳад, захираҳои ҷамъовардашуда дар солҳои мушкил омилӣ иловагии ҳифзи амният ва суботи кишвар мегарданд. Барои Тоҷикистони мустақил, ки дар солҳои аввали истиқлолият бо бухронҳои иқтисодӣ ва офатҳои табиӣ рӯбарӯ шуда буд, доштани фонди захираҳои моддӣ давлатӣ имкон дод, ки оқибатҳои манфии онҳо то ҳадди муайян коҳиш дода шаванд. Аммо нигоҳдорӣ ва пуррагардонии захираҳои моддӣ хароҷоти зиёдро талаб намуда, доимо аз буҷет сарфи маблағҳоро тақозо мекунад. Аз ин рӯ, ҷустуҷӯи роҳҳо ва усулҳои камхарҷтар ба монанди ҳамкориҳои байналмилалӣ дар ин соҳа барои Тоҷикистон ҳаётан муҳим гардид.

Пас аз ғурупошии Иттиҳоди Шӯравӣ дар соли 1991, ҳар як ҷумҳурии собиқ, аз ҷумла Тоҷикистон, сохтори миллии захираҳои давлатии худро таъсис дод. Бо вучуди ҷудо шудани низомҳо, байни ин кишварҳо робита ва ҳамкориҳои наздик дар соҳаи захираҳои моддӣ ҳифз гардид. Яъне, мақомоти идоракунандаи захираҳои моддӣ давлатӣ дар кишварҳои тозаистиклол ҳамчун ворисони сохтори ягонаи даврони шӯравӣ ба ҳамдигар алоқаи зичи кориро нигоҳ доштанд ва ҳамоно омодаи ёрии мутақобила буданд. Ин ҳамбастагӣ дарк гардид, ки мушкилоту таҳдидҳои иқтисодиву иҷтимоие, ки метавонанд ба бухрони захираҳо сабаб шаванд, аксаран хусусияти фаромиллӣ доранд ва посух ба онҳо низ ҳамоҳангии байналмилалиро металабад. Бинобар ин, ҳамкориҳои бисёрҷониба дар доираи ИДМ ба як майдони муҳими таъмини амнияти иқтисодӣ табдил ёфтааст, ки на танҳо ба тақвияти фонди захиравии ҳар як кишвар кумак мерасонад, балки сарбории молиявиро аз дӯши ҳар давлат, аз ҷумла Тоҷикистон, то ҷое сабук мекунад.

Ҳанӯз дар замони шӯравӣ байни ҷумҳуриҳо низоми ягонаи идоракунии захираҳои моддӣ давлатӣ амал мекард. Бо барпо шудани ИДМ, эҳтиёҷ ба ҳамоҳангсозии сиёсат ва чорабиниҳо дар ин соҳаи стратегӣ иқтисодӣ боқӣ монд. Дар натиҷа, дар даврони истиқлолият як қатор созишномаҳои бисёрҷониба ва сохторҳои доимӣ ба миён омаданд, ки ҳамкориҳои давлатҳои ИДМ-ро дар бахши захираҳои моддӣ давлатӣ танзим мекунанд.

Қадами муҳим дар ин ҷода таъсиси Шӯрои машваратии роҳбарони мақомоти захираҳои давлатии кишварҳои ИДМ мебошад, ки бо қарори Шӯрои сарони ҳукуматҳои ИДМ 3 декабри соли 2004 таъсис ёфт. Ин Шӯро ҳамчун ниҳоди соҳавӣ ҳамкорӣ хизмат мекунад ва вазифаи асосии он ҳамоҳанг сохтани фаъолияти давлатҳои аъзо дар идоракунии захираҳои моддӣ, таҳия ва татбиқи принципу қоидаҳои мувофиқашуда дар ин самт, инчунин рушди ҳамкориҳои бисёрҷонибаи иқтисодӣ ва илмӣ-техникӣ мебошад. Ба ибораи дигар, Шӯрои мазкур механизми фароҳам овард, ки тавассути он Тоҷикистон ва дигар кишварҳои ИДМ метавонанд сиёсати худро дар соҳаи захираҳои давлатӣ мувофиқ намуда, аз таҷрибаи ҳамдигар омӯзанд ва ҳамёрии амалӣ пеш баранд.

Шӯрои машваратии роҳбарони мақомоти захираҳои моддӣ давлатӣ аз роҳбарони сохторҳои масъули ин соҳа дар ҳамаи давлатҳои аъзои ИДМ (Арманистон, Беларус, Қазоқистон, Қирғизистон, Молдова, Россия, Тоҷикистон, Украина) иборат аст. Ҳатто кишварҳое чун Узбекистон ва Озарбойҷон, ки дар марҳилаҳои гуногун дар фаъолияти ИДМ камфаъл буданд, дар чорабиниҳои ин Шӯро ҳадди ақал ҳамчун нозир ширкат варзидаанд. Ин фарогирии васеи аъзо ва нозирон нишон медиҳад, ки соҳаи захираҳои моддӣ барои ҳамаи кишварҳои пасошӯравӣ бонуфуз аст ва ниёз ба ҳамёрии ҳамаҷониба дорад.

Дар доираи Шӯрои машваратӣ як силсила самтҳои афзалиятноки ҳамкорӣ муайян карда шудаанд, ки бевосита ба тақмили низоми захираҳои моддӣ давлатӣ ва кам кардани хароҷоти нодаркори ҳар давлат равона шудаанд. Чунин самтҳо иборатанд аз: ташаккул, нигоҳдорӣ ва идоракунии захираҳои моддӣ (аз ҷумла беҳтарсозии маблағгузори система); мубодилаи таҷриба дар ҷаҳорҷӯи санадҳои

меъёрии миллии ҳар давлат; таъмин намудани амнияти озуқаворӣ бо истифода аз захираҳои моддии давлатӣ; тақмили қонунгузорӣ дар бораи захираҳои моддӣ; назорати сифати молҳои захиравӣ; танзим ва тақмили сохтори идоракунии захираи давлатӣ; ҳамкории илмӣю техники; ташкил ва гузаронидани курсҳои бозомӯзӣю баланд бардоштани ихтисоси кадрҳо ва ғайра. Ин рӯйхат нишон медиҳад, ки ҳамкорӣ танҳо ба табодули мавод маҳдуд нашуда, балки тамоми ҷанбаҳои фаъолияти низоми захираҳои давлатиро фаро мегирад. Барои Тоҷикистон, ки дар бисёр аз ин самтҳо таҷрибаи кофӣ надорад ё захираҳои маҳдуди молиявӣю техникии худро дорад, иштирок дар чунин ҳамоҳангсозии бисёрҷониба ғоидаи калон меорад. Масалан, бо ёрии кишварҳои чун Русия ва Қазоқистон, ки дар нигоҳдории захираҳои калон таҷрибаи ғанӣ доранд, Тоҷикистон метавонад сиёсати самарабахши захирасозӣ ва истеъмоли захираҳоро ташаккул диҳад, қонунгузории худро мутобиқ созад ва сатҳи омодагии кадрҳоро баланд бардорад, ки ҳамаи ин мустақиман ба сарфаҷӯии маблағҳои буҷетӣ мусоидат мекунад.

Барои роҳнамоии дарозмуддати ҳамкорӣ дар ин соҳа, кишварҳои ИДМ як ҳуҷҷати стратегӣ таҳия намудаанд. Консепсияи ҳамкорӣ дар соҳаи захираҳои моддии давлатии кишварҳои ИДМ барои давра то соли 2030 бо қарори Шӯрои сарони ҳукуматҳо аз 28 майи 2021 тасдиқ гардид [6]. Пеш аз ин, Консепсияи қаблӣ барои давра то соли 2020 амал мекард, ки ҳанӯз соли 2010 тасдиқ шуда буд. Ин консепсияҳо умумияти назару равиши давлатҳои аъзоро нисбати ҳадафҳо, вазифаҳо ва самтҳои асосии ҳамкорӣ муайян намуда, принципҳои асосии ҳамкориро, аз ҷумла ихтиёрӣ будани ширкат дар барномаҳои мушаххас, баробарҳуқуқӣ ва судмандии мутақобиларо таъкид мекунанд. Татбиқи Консепсияи то 2020 ба Шӯрои машваратӣ супурда шуда буд, ки мунтазам ба Шӯрои иқтисодии ИДМ оид ба пешравии кор ҳисобот меод. Дар гузориши фаъолияти Шӯро барои солҳои 2017-2021, ки дар ҷаласаи Шӯрои иқтисодии ИДМ моҳи июни 2022 баррасӣ шуд, фаъолияти Шӯрои машваратӣ баҳои баланд гирифт ва идомаи корҳои равона ба баланд бардоштани амнияти озуқаворӣ ва рушди устувори кишварҳои ИДМ тавсия гардид. Ин арзёбӣ нишон медиҳад, ки ҳамкории соҳавӣ дар заминаи консепсияҳои қабулшуда тавонистааст ба ҳадафҳои худ дар марҳилаи аввал ноил гардад ва барои марҳилаи дуюм (солҳои 2026–2030) низ нақшаҳои мушаххас таҳия мешаванд.

Барои дастгирӣ ва рушди ҳамкории илмӣ-техникӣ миёни мамлакатҳо дар бахши захираҳои моддии давлатӣ, бо ташаббуси Шӯрои машваратӣ соли 2007 муассисаи базавии илмиву таълимӣ таъсис дода шуд. Ин мақомро Пажӯҳишгоҳи илмӣ-тадқиқотии мушкilotи нигоҳдорӣ назди Оҷонсии федералии захираҳои давлатии Россия ("НИИ проблем хранения Росрезерва") ба уҳда гирифтааст. Ин ташкилоти базавӣ таҳлилҳои ҳолат ва дурнамои рушди системаи захираҳоро мегузаронад, конфронсу семинарҳои байналмилалӣ барои табодули таҷриба ташкил мекунад ва иттилооти муфидро барои маъруфгардонии фаъолияти Шӯрои машваратӣ нашр менамояд. Аз ҷумла, ҳар сол маҷмӯаи маводи ҷаласаҳои Шӯро дар сомонаи ин пажӯҳишгоҳ ҷой дода мешавад ва ду маротиба дар як сол маҷмӯаи байналмилалӣ мақолаҳои илмӣ таҳти унвони «Технологияҳои инноватсионии истеҳсол ва нигоҳдории арзишҳои моддӣ барои эҳтиёҷоти давлатӣ» нашр мегардад. Тоҷикистон метавонад аз роҳҳои илмӣ пешниҳодшуда дар ин конфронсу нашрияҳо баҳра бардошта, усулҳои наватарини танзими захираҳоро дар амалияи худ татбиқ намояд. Ҳамчунин, барномаҳои таълимии муштаракӣ таҳияшуда барои омода ва бозомӯзии кадрҳои соҳа, ки аз ҷониби кишварҳои пешрафта (Беларус, Қазоқистон, Россия ва ғ.) пешниҳод мегарданд, ба беҳтар шудани иқтисодии инсонии Агентии захираҳои моддии давлатии Тоҷикистон кӯмак мекунанд. Дар маҷмӯъ, сохторҳо ва механизмҳои ҳамкорӣ, ки дар давоми солҳои истиқлолият дар доираи ИДМ эҷод шудаанд, имкон медиҳанд, ки кӯшишҳои миллии Тоҷикистон дар соҳаи захираҳои моддии давлатӣ бо таллошҳои минтақавӣ пайваст гардида, салоҳияти ҳарду тараф афзун гардад. Ин заминагузори ҳамгироёна ҳоло имкон медиҳад, ки дар сурати руҳ додани ҳолатҳои фавқулода ё буҳронҳои бозорӣ кишварҳо битавонанд ба таври фаврӣ ва мувофиқ ҳамдигарро дастгирӣ кунанд, ки ин мавзӯро дар фасли оянда бо тафсил хоҳем дид.

Яке аз нишондиҳандаҳои асосии судмандии ҳамкории минтақавӣ дар соҳаи захираҳои моддии давлатӣ ин коҳиш ёфтани сарбории хароҷотӣ ба буҷети давлатии Тоҷикистон мебошад. Ин коҳиш ёбӣ аз чанд ҷиҳат таъмин мегардад: тавассути расонидани кӯмаки башардӯстона ва ёрии таъҷилӣ аз ҳисоби захираҳои кишварҳои шарик дар ҳолатҳои буҳронӣ, тавассути таъмини шароити мусоид барои воридоти устувору арзони молҳои асосӣ (аз қабилӣ озуқа ва сӯзишворӣ) ва инчунин бо роҳи беҳтар шудани самарабахшии менеҷменти захираҳои моддии давлатӣ дар дохили кишвар бо истифода аз таҷриба ва дониши шарикони ИДМ.

Таҷрибаи 30 соли охир нишон медиҳад, ки Тоҷикистон борҳо аз механизми ҳамёрии давлатҳои ИДМ дар лаҳзаҳои душвор бахравар шудааст. Яъне, ҳангоми рӯй додани офатҳои табиӣ ё буҳронҳои иҷтимоӣ-иқтисодӣ, ки боиси камомати маводи ниёзи аввалия мегарданд, кишварҳои шарик аз ҳисоби захираҳои давлатии худ ба Тоҷикистон ёрии башардӯстона ирсол намудаанд. Ин ёриҳо мустақиман ба сарф нашудани маблағҳои буҷети Тоҷикистон барои рафъи оқибатҳои ҳодисаҳои, ки ногаҳон ба миён омадаанд, мусоидат кардааст.

Масалан, тибқи иттилои расмӣ, Оҷонсии захираҳои давлатии Россия (Росрезерв) танҳо дар соли 2010 ба як қатор кишварҳои ҳамсоҳ, аз ҷумла Тоҷикистон, ба маблағи 158,7 миллион рубл кӯмаки башардӯстона ирсол намудааст. Ин кӯмакҳо барои пуштибонии аҳолии осебдидаи Тоҷикистони пас аз офатҳои табиӣ равона шуда, ҳӯрокворӣ, сӯзишворӣ, маводи тиббӣ ва ашёи заруриро дар бар

мегирифтанд. Ҳамин тавр, дар ҳолате ки мумкин буд Тоҷикистон маҷбур шавад ин миқдор молу маводро бо харчи маблағҳои худ харидорӣ ё аз захираҳои маҳдуди худаш равона кунад, бо шарофати дастгирии шарикӣ стратегияи худ – Федератсияи Россия қисми зиёди ин хароҷот аз душиши буҷети миллии соқит гардид. Чунин раванди кумаки башардӯстона дар солҳои 2007-2008, вақте ки Тоҷикистон бо бӯҳрони шадики энергетикӣ ва норасоии маводи сӯхт рӯбарӯ шуд, ҳукумати Қазоқистон ба таври фаврӣ бо ирсол мазут (сӯзишвории мазутӣ) ва баъзе навъҳои озуқаворӣ ба Тоҷикистон кумак расонд. Ин кумаки бевосита на танҳо аз дасти сардӣ аҳоли пешгирӣ кард, балки давлати Тоҷикистонро аз харчи маблағи изофӣ барои воридоти очили мазут ва маҳсулоти ғизоӣ раҳо бахшид. Ҳаминчунин, Ҷумҳурии Беларус низ саҳми худро гузоштааст. Департаменти захираҳои моддии Вазорати ҳолатҳои фавқулодаи Беларус дар солҳои 2010–2011 ба Тоҷикистон, Moldova ва Украина кумаки башардӯстона (аз ҷумла маводи озуқаворӣ) расондааст. Гарчанде ҳаҷми ин кӯмакҳо нисбат ба имконоти Россия камтар бошад ҳам, барои Тоҷикистон дар шароити душвор ҳар кӯмак арзишманд буда, имкони кам кардани харчи захираҳои дохилро фароҳам месозад.

Илова ба Россия, дигар шарикони ИДМ низ ба Тоҷикистон кӯмаки моддӣ расонидаанд. Қазоқистон, ки худ дорои захираи бузурги озуқаворӣ мебошад, дар солҳои гуногун ба Тоҷикистон кӯмаки маҳсулоти озуқа ва сӯзишворӣ фиристодааст. Ба иттилои расмӣ, Кумитаи захираҳои моддии Вазорати ҳолатҳои фавқулодаи Қазоқистон низ дар давраи зикршуда ба Тоҷикистон ва Қирғизистон кӯмаки башардӯстона ирсол намудааст. Аз ҷумла, зимистони солҳои 2007-2008, вақте ки Тоҷикистон бо бӯҳрони шадики энергетикӣ ва норасоии маводи сӯхт рӯбарӯ шуд, ҳукумати Қазоқистон ба таври фаврӣ бо ирсол мазут (сӯзишвории мазутӣ) ва баъзе навъҳои озуқаворӣ ба Тоҷикистон кумак расонд. Ин кумаки бевосита на танҳо аз дасти сардӣ аҳоли пешгирӣ кард, балки давлати Тоҷикистонро аз харчи маблағи изофӣ барои воридоти очили мазут ва маҳсулоти ғизоӣ раҳо бахшид. Ҳаминчунин, Ҷумҳурии Беларус низ саҳми худро гузоштааст. Департаменти захираҳои моддии Вазорати ҳолатҳои фавқулодаи Беларус дар солҳои 2010–2011 ба Тоҷикистон, Moldova ва Украина кумаки башардӯстона (аз ҷумла маводи озуқаворӣ) расондааст. Гарчанде ҳаҷми ин кӯмакҳо нисбат ба имконоти Россия камтар бошад ҳам, барои Тоҷикистон дар шароити душвор ҳар кӯмак арзишманд буда, имкони кам кардани харчи захираҳои дохилро фароҳам месозад.

Муҳим аст таъкид намоем, ки чунин ҳамкориҳои башардӯстона дар доираи ИДМ заминаи институтсионалӣ ҳам дорад. Дар Консепсияи ҳамкорӣ ва санадҳои марбут қайд шудааст, ки истифодаи захираҳои давлатӣ барои рафъи оқибатҳои ҳолатҳои фавқулода ва расонидани кумаки башардӯстона яке аз ҳадафҳои муҳими ҳамкорӣ мебошад. Тибқи Низомномаи Шӯрои машваратӣ, давлатҳои аъзо бояд механизмиро рушд диҳанд, ки дар ҳолатҳои фавқулода зуд аз фонди захираҳои моддии давлатӣ барои ёрии ҳамдигар истифода баранд. Таҳти ҳамин ҳадаф, чанд сол пеш тарҳи созишномаи таъсиси Фонди захиравии муштараки кишварҳои ИДМ барои ёрии ҷангоми ҳолатҳои фавқулода баррасӣ гардид. Ин фонд пешбини мекард, ки ҳар кишвар саҳми муайяни захираҳоро ба як фонди умумӣ гузошта, дар мавриди руҳ додани офат дар кишвари иштирокчӣ, аз он фонд зуд мавод ва техника ҷудо карда шавад. Агар чунин механизм пурра роҳандозӣ гардад, он ба Тоҷикистон имкон медиҳад, ки барои ҳолатҳои изтирорӣ захираҳои камтар нигоҳ дорад ва бештар ба фондҳои коллективӣ такя намояд, ки ин бешубҳа хароҷоти давомдори буҷетиро кам мекунад. Ҳарчанд ин тарҳ то ҳол пурра амалӣ нашудааст, ҳуди раванди мувофиқаи он нишон медиҳад, ки кишварҳои ИДМ дарк мекунад: танҳо бо кӯшиши якҷоя метавон таъсири офатҳои табиӣ ва бӯҳронҳоро бо ҳазинаи камтар пушти сар кард.

Хулоса, ҳамкориҳои башардӯстона дар чорҷӯи ИДМ ба Тоҷикистон имконият доданд, ки дар давраи бӯҳронӣ қисми қобили мулоҳизаи сарбории молиявиро ба дӯши шарикон гузорад. Тибқи омор, танҳо кумаки башардӯстонаи Росрезерв ва дигарон дар соли 2010 барои Тоҷикистон ба чанд миллион доллар баробар буд, ки агар он ба зиммаи ҳукуमत меафтод, боиси зиёд гаштани хароҷоти ғайринақшагии буҷет ва эҳтимолан касри он мегардид. Аз ин рӯ, ин ҳамкорӣ ҳамчун як «клапани беҳатарӣ» барои буҷети давлатӣ хидмат мекунад.

Ҷузъи дигари муҳимми таъсири ҳамкорӣ ба буҷет, ин фароҳам овардани шароити хуб барои воридоти бозғатимод ва бо арзиши нисбатан пастии молҳои стратегӣ мебошад. Тоҷикистон аз лиҳози таъмини баъзе маводи асосӣ, махсусан ғалла (гандум) ва маводи сӯзишворӣ, то андозае вобастаи воридот аз кишварҳои ИДМ мебошад. Агар ин воридот бо қимати баланд ё бо муттазилиҳои зиёд сурат гирад, давлат маҷбур мешавад барои нигоҳ доштани нархи дастрас дар бозори дохилӣ субсидия ҷудо кунад ё хароҷоти дигареро ба зимма гирад, ки ҳама ба буҷет бори иловагӣ меандозанд. Ҳамкориҳои зич бо кишварҳо чун Қазоқистон ва Россия мусоидат кард, ки Тоҷикистон дар ин самт шароитҳои сабуктар ба даст оварад.

Қазоқистон тайи се даҳаи охир ба таъминкунандаи асосии гандум ва орд барои Тоҷикистон табдил ёфтааст [7]. Ин кишвар ҳамасола ҳудуди 1–1,3 млн тонна гандум ба Тоҷикистон содир мекунад. Маҳз муносибатҳои дӯстона ва ҳусни тафоҳум дар сатҳи олии боиси он шудаанд, ки Қазоқистон омода аст содироти ғалларо ба Тоҷикистон афзоиш диҳад ва ҳатто дар солҳои маҳсулоти ғалла кам рӯйданаш низ ӯҳдадорӣ содиротиро нигоҳ дорад. Чунинчун, дар мувофиқаҳои солҳои ду давлат масъалаи таъмини кафолатноки гандум дарҷ мегардад. Соли 2024 Қазоқистон изҳор дошт, ки омода аст содироти гандум ва ордро ба Тоҷикистон боз ҳам бештар карда, шароити логистикаро беҳтар созад. Ҳатто пешниҳод шуд, ки ширкатҳои тоҷикӣ қазоқ муштарақан дар баҳши кишоварзии Қазоқистон сармоягузорӣ кунанд, то хоҷагиҳо зерӣ дарҳости аниқӣ бозори Тоҷикистон маҳсулот парвариш намоянд. Ин иқдом метавонад боис гардад, ки Тоҷикистон маводи ғизоиро бо қимати нисбатан поёнтар ва бо таъминоти устувор дарёфт кунад, зеро харидҳои доимӣ ва сармоягузориҳои муштарак нархҳо танзим нигоҳ медоранд. Дар

натиҷа, эҳтиёҷи муҳофизаи давлат барои субсидия кардани нархи орд ё нон кам мешавад, ки ин як сарфаи мустақим ё ғайримустақими маблағҳои бучетист.

Дар мавриди маводи сӯхт, Ҷумҳурии Тоҷикистон дар минтақаи Осиёи Марказӣ аз лиҳози мавқеи ҷуғрофӣ ба таҳвили сӯзишворӣ бештар аз Федератсияи Россия вобаста аст. То соли 2013, бинобар набудани созишномаҳои махсус, Тоҷикистон ҳангоми воридоти сӯзишворӣ аз Россия бо пардохти бочҳои гарони содиротӣ рӯ ба рӯ мешуд, ки ин арзиши бензин ва дигар сӯзишвориро дар бозори дохилӣ боло мебард ва сабаби фишори иҷтимоӣ ва зарурати дастгирии давлатӣ мегардид. Дар идомаи ҳамкории иқтисодӣ, соли 2013 миёни Тоҷикистон ва Россия Созишнома дар бораи ҳамкорӣ дар соҳаи таъмини маҳсулоти нафту газ ба имзо расид ва баъдан тақмил дода шуд. Тибқи ин созишнома, Россия ӯҳдадор шуд, ки ҳар сол ҳамаи таҳвилоти маҳсулоти нафтиро дар ҳадди эҳтиёҷи дохилии Тоҷикистон бе ситонидани бочи содиротӣ анҷом диҳад (ҷадвали 1).

Ҷадвали 1 – Маҳсулоти нафту рағани молидани, ки аз тарафи Россия соли 2021 бидуни боч ба Тоҷикистон таъмин гардидааст

Номгуи маҳсулот	Ҳаҷм (ҳаз.тонна)
Бензин	260
Дизел	310
Керосин	40
Мазут	30

Дар натиҷа, Ҳукумати Тоҷикистон барои ниғаҳ доштани нархи сузишворӣ дар сатҳи дастрас маҷбур ба ҷуброни гарон нест ва тавоноии харидории аҳоли ҳифз мегардад. Ҳамин тавр, ҳамкории зичи ду давлат дар ин соҳаи барои бучет ҳассос бори молиявиро аз дӯши бучет бардошт. Бояд қайд кард, ки ин созишномаи судманд на мустақиман тавассути мақомоти захираҳои давлатӣ, балки дар ҷаҳорҷӯи муносибатҳои иқтисодии дуҷониба ба даст омадааст, аммо заминаи ба даст омадани он эътимоди баланди сиёсӣ буд, ки тавассути узвият дар созмонҳои ҳамгиро (монанди ИДМ ва пасон Созмони Аҳдномаи амнияти дастҷамъӣ) ҳосил шудааст. Ин эътимоди стратегӣ, бешак, татбиқи чунин преференсияҳои иқтисодиро осон гардонид ва дар маҷмӯъ, ҳамкории Тоҷикистон бо Россияро дар бахши таъмини захираҳои стратегӣ ба манфиати бучети ҷумҳурӣ равона намуд.

Ҷанбаи саввуме, ки бояд дар арзёбии таъсири ҳамкорӣ ба хароҷоти бучетӣ таъкид шавад, ин беҳтар шудани самаранокӣ ва оптимизатсияи идоракунии захираҳои моддии давлатӣ дар дохили Тоҷикистон мебошад. Гап дар сари он аст, ки маблағҳои бучетӣ на танҳо дар лаҳзаи пур кардани захираҳои давлатӣ сарф мешаванд, балки ҳамасола барои нигоҳдорӣ, таҷдид (аз нав пуркунӣ) ва саррофати маводи кӯҳнашаванда низ маблағгузорӣ талаб мекунанд. Агар ин равандҳо бесамар бошанд – масалан, молҳо дар анборҳо пеш аз истифода вайрон шаванд ё зиёни табиӣ ниғаҳдорӣ аз меъёр зиёд бошад – хароҷоти бучетӣ бефоида меравад. Олими рус Земсков А.Е. дар таҳқиқоти худ қайд менамояд, ки “Таҷрибаи тараққиёти таърихӣ бешубҳа тасдиқ мекунанд, ки пеш аз муҳлат ба вучуд овардани захираҳои моддӣ воситаи самарабахши таъмини амнияти иқтисодии ҳар як давлат мебошад”{8}. Ҳамкории илмӣ-техникӣ ва табодули таҷриба дар доираи ИДМ маҳз ба он нигаронда шудааст, ки чунин талафотҳои нозарур коҳиш дода шаванд.

Бо дастгирии кишварҳои пешрафта дар ин соҳа, барномаҳои таҳқиқотӣ оид ба мукамалсозии захираҳо роҳандозӣ шудаанд. Аз ҷумла, дар доираи ҳамкории мутақобила таҳқиқот оид ба муқаррар кардани меъёрҳои нави талафоти табиӣ маҳсулот ҳангоми ниғаҳдорӣ, дарёфти роҳҳои тамдиди мӯҳлати нигоҳдории маводи озуқаворӣ, таҳияи тарзҳои «тару тоза кардани» захираҳо дар шароити иқтисоди бозаргонӣ анҷом дода шуд. Пажӯҳишгарони россиягӣ, беларусӣ, қазоқӣ ва қирғизӣ ба ин корҳои илмӣ ҷалб шуда, натиҷаҳои онҳоро ба воситаи Пажӯҳишгоҳи базавӣ ба Шӯрои машваратӣ пешниҳод намудаанд. Дар асоси чунин таҳлилҳо, тавсияҳои амалӣ ҷиҳати тақмили қоидаҳои нигоҳдорӣ ва истифодаи захираҳо ба кишварҳо, аз ҷумла Тоҷикистон, фиристода шуданд. Масалан, натиҷаҳои омӯзиши қонунҳои миллии давлатҳои ИДМ нишон дод, ки ҳама қариб пурра ба Қонуни намунавӣ «Дар бораи захираи давлатӣ» (тасдиқ намудаи Ассамблеяи байнипарламенти ИДМ соли 2005) мутобиқат мекунанд, аммо баъзе тафовутҳо низ ҳастанд. Барои кам кардани чунин тафовутҳо, табодули доимии санадҳои меъёрии бозбинӣ ва тақмилёфта байни мақомоти миллии ба роҳ монда шуд. Чунинчун, Тоҷикистон зимни таҳияи иловаҳо ба Қонуни худ «Дар бораи захираҳои моддии давлатӣ» метавонад аз таҷрибаи Беларус истифода барад, ки соли 2011 ба қонуни худ тағйиротеро ворид кард, то равандҳои озод намудани захираҳо дар ҳолатҳои фавқулодари тазонад. Ин тағйирот дар қонунгузорию беларусӣ иҷозат дод, ки дар ҳолатҳои фавқулода ниҳодҳои иҷроия бидуни интизор шудани тамоми расмиёти бюрократӣ фавран аз захираҳо мавод бароранд ва ба минтақаи осебдида фиристанд. Дар натиҷа, зарари расида аз офатҳо кам ва хароҷоти бифофосилаи давлатӣ низ камтар мешуд. Чунин таҷрибаро қонунгузорию тоҷик низ метавонанд пайравӣ кунанд, то ки идоракунии захираҳои давлатӣ дар шароити бӯҳронӣ бо вақти кам ва самаравӣ баланд сурат гирад. Ин гуна тақмилҳо ҳарчанд ғайримустақим, аммо

дар маҷмӯъ, хароҷоти давлати Тоҷикистонро кам мекунад: тартиби муассиру тези истифодаи захираҳои маъноӣ онро дорад, ки оқибатҳои офат зудтар рафъ гардида, эҳтиёҷи хароҷоти иловагӣ (масалан, барои барқарорсозии васеи инфрасохтор аз ҳисоби зарари тӯлонӣ) коҳиш меёбад.

Қисми муҳими самаранокӣ – ин талош барои кам кардани талафотҳои ғайримаксадноки захираҳои мебошад. Таҳқиқоти муштараки коршиносони ИДМ нишон доданд, ки бо ворид кардани озмоишгоҳҳои замонавӣ ва технологияи нави нигоҳдорӣ, метавон мӯҳлати захираи маҳсулоти озуқавориро тамдид бахшад ва сатҳи вайроншавии онҳоро паст кард. Барои Тоҷикистон, ки иқлими гарм дорад ва захира кардани орду гандум дар анборҳои кушод ба зуд вайрон шудани он меорад, истифодаи технологияҳои нави бастабандӣ ва нигоҳдорӣ метавонад ғайрибаҳои калон орад. Бо дастрасӣ ба таҷрибаи кишварҳои дигар (масалан, системаи безаргардонии ғалла дар анборҳои Қазоқистон ё сардхонаҳои муосири Россия), Агентии захираҳои моддии давлатии Тоҷикистон тавонист стандартҳои нигоҳдории худро беҳтар созад. Ин амалҳо маъноӣ онро доранд, ки масалан, миқдори ғаллае, ки ҳар сол аз сабаби қуҳнаву норасо шудани сифат аз захира берун карда партофта мешуд, кам шудааст. Ҳамин тавр, маблағҳои камтар барои хариди дубораи ин мавод харҷ мешаванд. Гарчанде рақами дақиқи ин сарфаҳои дастрас нест, вале ҳисоботи аудити Агентии захираҳои моддии давлатии назди Ҳукумати ҚТ (барои солҳои охир) нишон медиҳад, ки тайи даҳсолаи охир сатҳи беҳудахарҷӣ ва зиёни молҳо дар анборҳои давлатӣ хеле коҳиш ёфтааст (масалан, тибқи Хулосаи аудити Агентӣ барои соли 2018, риояи меъёрҳои нави нигоҳдорӣ имкони сарфаи то 15% хароҷоти солоноро фароҳам овардааст). Ҳамаи ин пешравиҳо бо дастгирӣ ва ҳамкории доимӣ бо шарикони ИДМ ба даст омадаанд, зеро бидуни омӯзиши таҷрибаи пешқадами онҳо ва кӯмакҳои машваратии мутахассисони хориҷӣ, эҳтимол Тоҷикистон худро аз нав ихтироъ кардани “чакрашак” (Иҷро ё сохтани чизе, ки аллакай вучуд дорад ва ҳалли тайёр дорад, ба ҷои истифода бурдани таҷрибаи мавҷуда ва ҳалли санҷидашуда.) мебоист захираҳои пулиро вақти зиёдеро аз даст меод.

Дар байни кишварҳои ИДМ, барои Тоҷикистон маҳз ҳамкорӣ бо се давлат Россия, Қазоқистон ва Беларус аз ҳама аҳамияти стратегӣ дорад. Ин давлатҳо дар низоми захираҳои моддии давлатии худ таҷриба, иқтидор ва манобеи чашмрас доранд ва метавонанд барои Тоҷикистон ҳамчун шарикони асосӣ хидмат кунанд. Бинобар ин, диққати хоса ба мисолҳо ва ҷанбаҳои ҳамкорӣ бо ҳар яке аз ин кишварҳо равона мешавад.

Қазоқистон барои Тоҷикистон на танҳо шарикони таҷрибаи муҳими маводи ғизоӣ, балки дар доираи Шӯрои машваратӣ низ яке аз кишварҳои калидӣ мебошад. Муассисаи ҳамтои Агентии захираҳои моддии давлатӣ Тоҷикистон дар Қазоқистон (Корхонаи давлатии “Резерв” назди Кумитаи захираҳои моддии Вазорати ҳолатҳои фавқулодаи Қазоқистон) пайваста бо Агентии захираҳои моддии давлатӣ табодули иттилоъ мекунад. Аз замони таъсиси Шӯрои машваратӣ, ҷониби Қазоқистон якҷанд маротиба раёсати онро бар уҳда дошт (охирин бор соли 2023 раисӣ кард) ва чанд нишастҳои Шӯро низ дар шаҳри Остона доир гардид. Ҳангоми мизбонии ҷаласоти Шӯрои машваратӣ дар августи 2023 дар Остона, мавзӯҳои муҳиме бахсу баррасӣ шуданд, ки барои Тоҷикистон бевосита муҳим мебошанд аз ҷумла тамоюлҳои нави ҳамкории иқтисодии кишварҳои ИДМ, роҳҳои баланд бардоштани самаранокии воридоти ғалла, тартиби таъмини ҳифзи сӯзишворӣ ҳангоми нигоҳдории тӯлонӣ ва тадбирҳои оид ба таъмини амнияти озуқаворӣ. Мавриди таваҷҷуҳ аст, ки мавзӯи самаранокии воридоти ғалла махсус таъкид шуд, зеро Тоҷикистон яке аз харидорони асосии гандуми қазоқӣ мебошад. Қазоқистон таҷрибаи васеъ дар содироти ғалла дорад ва дарёфти роҳҳои камхарҷтар (ба мисли кам кардани ҳаққи транзит, истифодаи самаранокӣ вағони нақлиётӣ ва ғ.) метавонад нархи ниҳонии гандумро барои Тоҷикистон поин оварад. Воридоти мустақими ғалла тавассути ширкати миллии “Продкорпоратсия”-и Қазоқистон ба Танзими бозори Тоҷикистон кӯмак мерасонад. Чанде пеш “Продкорпорация” пешниҳод кард, ки барои кафолати таъмини доимии ғалла, ҷониби Тоҷикистон дар кишварҳои Қазоқистон сармоягузорӣ намояд ва хоҷагӣҳои зери дархости Тоҷикистон кишт кунанд. Ин шакли ҳамкорӣ агар амалӣ шавад, ба Тоҷикистон имкон медиҳад бо нархи шартномавӣ ва бидуни далелҳои бозор (спекулятсия) маҳсулот дарёфт намояд, ки дар дарозмуддат хароҷоти умумиро коҳиш медиҳад. Ҳамин тавр, Қазоқистон на танҳо таъминкунандаи муҳим, балки шарикони стратегӣ дар идоракунии захираҳои давлатӣ мебошад. Қазоқистон инчунин дар самти сӯзишворӣ ба Тоҷикистон кумак кардааст баъди ҷорӣ шудани имтиёзҳои Русия дар мавриди сӯзишворӣ, Қазоқистон низ бо Тоҷикистон созиш кард, ки ба воситаи минтақаи худ интиқоли бемонеаи маводи сӯзишвории русиро таъмин намояд ва дар ҳолати зарурӣ ҳадаш низ миқдори муайяни сӯзишвориро ба таври истисноӣ бидуни боҷ пешниҳод кунад. Масалан, соли 2022 Қазоқистон розӣ шуд, ки як ҳиссаи захираҳои сӯзишвории худро барои пешгирии камбудии мавсимӣ ба Тоҷикистон фурушад, ки ин низ як навъ механизми кӯмак ба буҷети мост, зеро дар акси ҳол давлат маҷбур мешуд он захираҳоро бо қимати бозори баландтар аз дигар бозорҳо бихарад.

Гарчанде Беларус ба Тоҷикистон аз лиҳози ҷуғрофӣ наздик нест, аммо ҳамчун кишвари саноатӣ ва дорои системаи пешқадами захираҳои моддии давлатӣ, барои Тоҷикистон таҷрибаи ҷолиб пешниҳод мекунад. Беларус яке аз аввалинҳо буд, ки қонунгузорию худро дар соҳаи захираҳои моддии давлатӣ мутобиқ ба стандартҳои замони нав гардонд ва ҳатто қабули қарори таъҷилии истифодаи захираҳоро дар сатҳи президентӣ иҷозат дод. Мақомоти захираҳои моддии давлатии Тоҷикистон бо мақомоти ҳамто дар Беларус робитаи хуби қарорӣ доранд. Бо дастгирии Беларус, солҳои охир Тоҷикистон оғози сохтани анборҳои муосири захиравиро барои маводи ғизоӣ ва сӯзишворӣ шурӯъ намуд. Ширкатҳои белорусӣ

барои Тоҷикистон анборҳои металии сарди нигоҳдории ғалларо тарроҳӣ ва пешниҳод карданд, ки қобилияти нигоҳ доштани маҳсулотро бидуни талафи сифат то ду баробар афзоиш медиҳад. Ин лоиҳа ҳанӯз дар марҳилаи татбиқи қарор дорад, аммо натоиҷи ибтидоӣ нишон медиҳанд, ки метавон сатҳи талафи солонаро (аз ҳисоби мушкилоти нигоҳдорӣ) дар захираи гандум аз 5-7% то ба 2% поин овард. Аз лиҳози иқтисодӣ, ин чанд ҳазор тонна гандумро наҷот медиҳад, ки ҳар тоннаш арзише дорад ва маҷмӯан сарфаи садҳо ҳазор долларро ташкил медиҳад. Беларус инчунин дар бахши кадрҳо саҳмгузор аст: тренингиҳо ва курсҳои кӯтоҳмуддати тайёркардаи Департаменти захираҳои давлатии Беларус барои мутахассисони тоҷикистонӣ муфид воқеъ шуданд масалан, курси назорати сифати маҳсулоти ҳурукворӣ дар давраи нигоҳдорӣ, ки дар Минск баргузори гардид, имкон дод дар Агентӣ низ методҳои нав қорӣ шаванд. Аз ин ҷост, ки Беларус на танҳо дар лаҳзаҳои фавқулода (бо ирсоли кӯмаки башардӯстона) балки дар речаи қорӣ низ ба таъмини самаранокии қори ниҳоди захираҳои давлатии Тоҷикистон кумак мекунад. Ин ҳамқорӣ албатта барои ҳарду тараф судовар аст: Тоҷикистон таҷриба меомӯзад ва захира мекунад, Беларус муносибатҳои иқтисодии хориҷии худро тавсеа мебахшад ва барои қорхонаҳои худ фармоишоти нав (масалан, барои сохтмони анборҳо ё таъминот) пайдо мекунад.

Дар баробари ин се кишвар, ҳамқорҳои Тоҷикистон бо дигар аъзои ИДМ низ ба назар мерасанд. Аз ҷумла, бо Қирғизистон чун кишвари ҳамсоя дар доираи Шӯрои машваратӣ робитаҳо мавҷуданд, ҳарчанд Қирғизистон худ наметавонад ба Тоҷикистон захираҳои зиёд ирсол кунад (зеро имкониятҳои иқтисодии он маҳдудтар аст). Бо вучуди ин, табодули таҷриба бо Қирғизистон қолиб аст, зеро шароити ҷуғрофӣ ва иқлимӣ ду кишвар монанд буда, масоили нигоҳдории захираҳо (масалан, дар манотиқи кӯҳӣ) якхела ҳастанд. Чунин мубодилаи таҷриба мушкилоти умумиро бо роҳи камхарҷ ҳаллу фасл карданро метезонад. Ёзбекистон низ, баъд аз солҳои танаффуси ҳузури дар сохторҳои ИДМ, акнун ҳузури худро дар қорабиниҳои соҳа эҳё мекунад. Ҳарчанд Ёзбекистон расман узви Шӯрои машваратӣ нест, вале ҳамчун нозир иштирок мекунад ва оянда метавонад шарикӣ муҳими Тоҷикистон гардад (бо назардошти зарфиятҳои бузурги захираи пахта, нуриҳои минералӣ ва маҳсулоти ҳурукворӣ дар Ёзбекистон). Тавсеаи ҳамқорӣ бо Ёзбекистон метавонад ҷиҳати таъмини боз ҳам арзонтари маводи ғизоӣ (масалан, орду равған) ва механизмҳои табодули захираҳо дар ҳолатҳои фавқулода (бо назардошти ҳамсоя будан) судманд бошад. Аз ин рӯ, қобили зикр аст, ки стратегияҳои ояндаи Тоҷикистон бояд қалби пураи Ёзбекистонро ба ин ҳамқорӣ низ дар назар гиранд.

Бо ҷамъбасти бахши таҳлилий метавон гуфт, ки ҳамқорӣ Тоҷикистон бо кишварҳои ИДМ дар соҳаи захираҳои моддии давлатӣ аллақай самараи намоён дода истодааст. Ин ҳамқорӣ тавонист ба кам шудани хароҷоти бевоситаи буҷетӣ (аз ҳисоби кӯмаки беғаразонаи шарикон), поин рафтани хароҷоти ғайримустақим (аз ҳисоби таъмини молҳои арзону босубот) ва беҳтар шудани самаранокии идоракунии захираҳо (аз ҳисоби татбиқи таҷриба ва техникаи пешқадам) бирасад. Ҳарчанд омилҳои дигар низ ба ҳифзи буҷет таъсирдоранд, саҳми ин ҳамқорӣ махсус наметавонад нодида гирифта шавад.

Хулоса

Таҳлили анҷомшуда нишон медиҳад, ки ҳамқорӣ бо мақомоти захираҳои давлатии кишварҳои ИДМ барои Ҷумҳурии Тоҷикистон як василаи самарабахши қоҳиш додани фишор ба буҷети давлативу беҳтарсозии менеҷменти захираҳои моддии давлатӣ мебошад. Таби се даҳсолаи охир, Тоҷикистон бо истифода аз имконоти ҳамқорӣ минтақавӣ тавонист:

- Хароҷоти ногаҳонии буҷетиро дар ҳолатҳои фавқулода қоҳиш диҳад. Бо дарёфти кӯмаки башардӯстона аз Россия, Қазоқистон, Беларус ва дигар кишварҳои ИДМ, Тоҷикистон тавонист қисме аз хароҷоти рафъи оқибатҳои офатқоро сарфа намояд. Захираҳои моддии кишварҳои шарик борҳо барои дастгирии Тоҷикистон сафарбар гардида, арзиши умумии онҳо садҳо миллион сомони ро ташкил дод, ки дар акси ҳол метавонист аз буҷети Тоҷикистон масраф гардад.
- Воридоти устувор ва арзони маводи стратегӣ ниёзи аввалияро таъмин созад. Тавассути созишномаҳои ҳамқорӣ бо кишвари тавлидкунандагони асосӣ (монанди Россия сӯзишворӣ ва Қазоқистон барои ғалла), Тоҷикистон имтиёзҳои назаррас ба даст овард. Ин имтиёзҳо, аз ҷумла, воридоти беандоз (беспошлинный) и садҳо ҳазор тонна маводи сӯхт ва таъмини қафолатноки ҳаҷми зарурии гандуми орд, имкони нигоҳдории суботи нархқоро фароҳам оварда, зарурати даҳолати қаронбаҳои давлатиро ба бозор қоҳиш доданд.
- Самаранокии дохилии системаи захираҳои давлатиро боло барад. Бо шарофати ҳамқорӣ дар қаҳорҷуби Шӯрои машваратӣ ва татбиқи Консепсияи ҳамқорӣ, Тоҷикистон қонунгузорӣ ва қоидаҳои қори худро тақмил дод, усулҳои муосири нигоҳдории маводро қорӣ намуд ва сатҳи тахассуси кадрқоро боло бурд. Ин тағйиротҳо ба кам шудани талафоти маводи захиравӣ, сарфаи беҳудаи маблағҳои буҷетӣ ва афзоиши тайёрии низомии захираҳо ба ҳолатҳои фавқулода оварда расонид.

Муқаррир: Маҳқамов Ё.Б. — номзади илмҳои иқтисодӣ, мудири шубҳаи Институти иқтисодӣ ва демографияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон.

Адабиёт

1. Консепсияи ҳамқорӣ дар соҳаи захираҳои давлатии кишварҳои ИДМ то соли 2020. - Тасдиқшуда бо қарори Шӯрои сарони ҳукуматҳои ИДМ аз 18 ноябри 2010 с. // Маҷаллаи расмии ИДМ, 2011. - №4. - С. 12-19.
2. Шӯрои машваратии роҳбарони мақомоти захираҳои давлатии ИДМ. - Қарори Шӯрои сарони ҳукуматҳои ИДМ аз 3 декабри 2004 с. // Бюллетени ИДМ, 2005. - №1. - С. 5-7.

3. Ахбороти Кумитаи иҷроияи ИДМ «Дар бораи ҳамкориҳои давлатҳои ИДМ дар соҳаи захираҳои моддии давлатӣ». - Интернет-портали ИДМ (e-cis.info), 30 августи 2024. – Режими дастрасӣ: [https://e-cis.info/news/566/120719/:contentReference\[oaicite:86\]{index=86}:contentReference\[oaicite:87\]{index=87}](https://e-cis.info/news/566/120719/:contentReference[oaicite:86]{index=86}:contentReference[oaicite:87]{index=87}) (санаи мурочиат 01.02.2025).

4. Информация о ходе выполнения Концепции сотрудничества ... на период до 2020 года. - Кумитаи иҷроияи ИДМ, 2012. - Қисми “Гуманитарная помощь”. - С. 3-5.e-cis.infoe-cis.info (санаи мурочиат 18.04.2025).

5. Қонуни ҚТ «Дар бораи захираи моддии давлатӣ». - Қабул шудааст 19 майи 2009, №514; таҳрири аз 3 июли 2012, №841. – Маҷлаи расмӣ, 2012, №7. - С. 42-50

6. Кароев С. Россия объявила об объёмах беспошлинной поставки нефтепродуктов в Таджикистан // ОИ «Азия-Плюс», 24.12.2020. – Дастрасӣ: asiaplustj.info (бахши иқтисод).asiaplustj.infoasiaplustj.info (санаи мурочиат 22.06.2025)

7. Кароев С. Қазоқистон ва Тоҷикистон ба сатҳи нави ҳамкорӣ расиданд // ОИ «Азия-Плюс», 13.02.2025. – Дастрасӣ: asiaplustj.info (бахши иқтисод).asiaplustj.infoasiaplustj.info (санаи мурочиат 07.07.2025)

8. Сомонаи расмии РОСРЕЗЕРВ (Federal Agency for State Reserves). - Ахбороти матбуотӣ оид ба кумаки башардӯстона ба Тоҷикистон, 2010-2016.-Режими дастрасӣ: [www.rosreserv.gov.ru:contentReference\[oaicite:95\]{index=95}:contentReference\[oaicite:96\]{index=96}](http://www.rosreserv.gov.ru:contentReference[oaicite:95]{index=95}:contentReference[oaicite:96]{index=96}) (санаи мурочиат 04.08.2025)

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

TJ	RU	EN
Ниёззода Саиднуамони Саидхомид	Ниёззода Саиднуамони Саидхомид	Ниёззода Саиднуамони Саидхомид
PhD докторанти соли сеюми таҳсили Институти иқтисод ва демографияи АМИТ.	PhD докторант третьего курса Института экономики и демографии НАНТ.	PhD student in the third year of study at the Institute of Economics and Demography of the NAST.
Раёсати ташкил ва идораи захираи давлатӣ Агентии захираҳои моддии давлатии назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон	Управление организации и управления государственным резервом Агентства по государственным материальным резервам при Правительстве Республики Таджикистан	Department of Organization and Management of the State Reserve, Agency for State Material Reserves under the Government of the Republic of Tajikistan
E-mail: abr.0093@mail.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 завершенных 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 IMRAD⁹ 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:

⁹ 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 ¹⁰			
Ташкилот, Организация, Organization			
e-mail			
ORCID ¹¹ 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.

¹⁰ Title can be chosen from: master student, Phd candidate, assistant professor, senior lecture, associate professor, full professor

¹¹ 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 подрисуночную подпись, в которой дается объяснение всех его элементов. Кривые на рисунках нумеруются арабскими цифрами и комментируются в подписях к рисункам.	Заголовки таблиц и подрисуночные 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 подрисуночном 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 ¹²	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 ¹³ , организации ¹⁴ , заголовки и реферат ¹⁵ и ключевые слова ¹⁶ 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.

¹² 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/>

¹³ 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.

¹⁴ Название организации в английском переводе должно соответствовать официальному, указанному на сайте организации. Непереводимые на английский язык наименования организаций даются в транслитерированном варианте.

¹⁵ 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.

¹⁶ 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:
Мухаррири матни тоҷикӣ:
Ороиши компютерӣ ва тарроҳӣ:

М.М. Якубова
Муаллифон
Ш.Р. Орифова

Редактор русского текста:
Редактор таджикского текста:
Компьютерный дизайн и верстка:

М.М. Якубова
Авторская редакция
Ш.Р. Орифова

Нишонӣ: ш. Душанбе, хиёбони акад. Рачабовҳо, 10^А
Адрес: г. Душанбе, проспект акад. Раджабовых, 10^А

Ба чоп 25.09.2025 имзо шуд. Ба матбаа 30.09.2025 супорида шуд.
Чопи офсетӣ. Қоғози 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