

ISSN 2520-2235

ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКӢ

Баҳши Интеллект, Инноватсия, Инвеститсия

1 (57) 2022



ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции

POLYTECHNIC BULLETIN
Series: Intelligence. Innovation. Investments

ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКӢ

БАҲШИ ИНТЕЛЛЕКТ, ИННОВАТСИЯ, ИНВЕСТИСИЯ

МАҶАЛЛАИ ИЛМӢ – ТЕХНИКӢ

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

Published since January 2008

ISSN
2520-2235

1(57)
2022



Ба рӯйхати нашрияҳои тақризи КОА назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон дохил карда шудааст.
Включен в Перечень рецензируемых изданий ВАК при Президенте Республики Таджикистан

Маҷалла дар Вазорати фарҳанги Ҷумҳурии Тоҷикистон ба қайд гирифта шудааст
№ 0261 / ЖР аз 18 январи соли 2017

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

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
Маҷалла дар шохиси иқтибосоварии Россия қайд гардидаст	Журнал включен в РИНЦ	The journal is included in the Russian Science Citation Index

Нишонӣ	Адрес редакции	Editorial office address
734042, г. Душанбе, хиёбони академикҳо Раҷабовҳо, 10А Тел.: (+992 37) 227-04-67	734042, г. Душанбе, проспект академиков Раджабовых, 10А Тел.: (+992 37) 227-04-67	734042, Dushanbe, Avenue of Academicians Radjabovs, 10A Tel.: (+992 37) 227-04-67

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
СЕРИЯ: ИНТЕЛЛЕКТ. ИННОВАЦИИ. ИНВЕСТИЦИИ

POLYTECHNIC BULLETIN
SERIES: INTELLIGENCE. INNOVATION. INVESTMENTS

ХАЙАТИ ТАҲРИРИЯ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

К.К. ДАВЛАТЗОДА

Доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор

М.А. АБДУЛЛО

Номзади илмҳои техникӣ, дотсент, муовини сардабир

А.Дж. РАХМОНЗОДА

Номзади илмҳои техникӣ, дотсент, муовини сардабир

К.Х. ГУЛЯМОВ

главный секретарь

АЪЗОЁН

Л.Н. РАДЖАБОВА

доктори илмҳои физикаю математика, профессор

М.М. САДРИДДИНОВ

Номзади илмҳои физикаю математика, дотсент

С.З. КУРБОНШОЕВ

доктори илмҳои физикаю математика, профессор

А.А. АБДУРАСУЛОВ

Номзади илмҳои физикаю математика, профессор

С.О. ОДИНАЕВ

академики АН РТ, доктор илмҳои физикаю математика, профессор

У. МАДВАЛИЕВ

доктори илмҳои физикаю математика

Т.Х. САЛИХОВ

доктори илмҳои физикаю математика

АНГЕЛ СМРИКАРОВ

Доктори илм, профессор (Булғория)

С.А. НАБИЕВ

Номзади техникеских наук, дотсент

А.Д. АХРОРОВА

Доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор

М.К. ФАЙЗУЛЛОЕВ

Доктори илмҳои иқтисодӣ, дотсент

Х.А. ОДИНАЕВ

Доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор

Ф.М. ХАМРОЕВ

Доктори илмҳои иқтисодӣ, дотсент

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

САРДАБИР

Қ.Қ. ДАВЛАТЗОДА

доктор экономических наук, профессор

М.А. АБДУЛЛО

кандидат технических наук, доцент, зам. главного редактора

А.Дж. РАХМОНЗОДА

кандидат технических наук, доцент, зам. главного редактора

К.Х. ГУЛЯМОВ

Саркотиб

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

Л.Н. РАДЖАБОВА

доктор физико-математических наук, профессор

М.М. САДРИДДИНОВ

кандидат физико-математических наук, доцент

С.З. КУРБОНШОЕВ

доктор физико-математических наук, профессор

А.А. АБДУРАСУЛОВ

кандидат физико-математических наук, профессор

С.О. ОДИНАЕВ

академик АН РТ, доктор физико-математических наук, профессор

У. МАДВАЛИЕВ

доктор физико-математических наук.

Т.Х. САЛИХОВ

доктор технических наук, профессор

АНГЕЛ СМРИКАРОВ

доктор наук, профессор (Болгария)

С.А. НАБИЕВ

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 исследования, поручает Редакции обнародовать произведение посредством его опубликования в печати.

МУНДАРИЧА – ОГЛАВЛЕНИЕ

МАТЕМАТИКА - MATHEMATICS	4
<i><u>ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОГО КЛАССА НЕЛИНЕЙНЫХ ПЕРЕОПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ ЧЕТЫРЁХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ТРЕМЯ НЕИЗВЕСТНЫМИ ФУНКЦИЯМИ В ПРОСТРАНСТВЕ</u></i>	
Пиров Р., Джаборов М.М.....	4
<i><u>ПРИНЦИПИ МАКСИМУМИ ПОНТРЯГИН ДАР МАСЪАЛАИ ҲИФЗИ ШАБАКАҲОИ КОМПЮТЕРӢ АЗ КОДИ ЗАРАОВАР</u></i>	
Аҳмадӣ Ф.С., Илолов М., Раҳматов Ҷ.Ш.,Мардонов С.Ҳ.....	7
ФИЗИКА - PHYSICS	12
<i><u>СТРУКТУРНЫЕ, ЭЛЕКТРОННЫЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОРТОРОМБИЧЕСКОГО ПЕРОВСКИТА CsPbBr₃ ЛЕГИРОВАННОГО I</u></i>	
Бурхонзода А.С., Нематов Д.Д., Хусензода М. А., Холмуродов Х.Т., Шокир Ф.....	12
<i><u>ИССЛЕДОВАНИЕ ВРАЩАТЕЛЬНЫХ РЕЛАКСАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И ОРИЕНТАЦИОННЫХ ВЯЗКОУПРУГИХ СВОЙСТВ НЕМАТИЧЕСКИХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ</u></i>	
Д.А. Абдурасулов, А.А. Абдурасулов, С.Одинаев	19
<i><u>МОНИТОРИНГИ ХУСУСИЯТҲОИ РАДИАТСИОНИИ АТМОСФЕРАИ МИНТАҚАИ НИМХУШКИ ТОҶИКИСТОН</u></i>	
Р.Р. Ваҳобов.....	25
ИНФОРМАТИКА, ТЕХНИКАИ ҲИСОББАРОР ВА ИДОРАКУНӢ - ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ - INFORMATICS, COMPUTER TECHNOLOGY AND MANAGEMENT	30
<i><u>АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ БУРОВЫХ СТАНКОВ С УПРУГИМИ СВОЙСТВАМИ</u></i>	
У.Х.Джалолов	30
<i><u>МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАВИСИМОСТИ АДСОРБЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ ОТ ИХ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ</u></i>	
А.Б. Сохибов.....	36
<i><u>МАСЪАЛАҲОИ ТАРҲРЕЗӢ ВА КОРКАРДИ ЛУҒАТҲОИ ЭЛЕКТРОНӢ ДАР КОРКАРДИ НИЗОМҲОИ ХУДКОРИ ТАРҶУМОН БО ЗАБОНИ ТОҶИКӢ</u></i>	
Х.А.Худойбердиев	40
<i><u>ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ РАЗРАБОТКИ УНИКАЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ АЛФАВИТА ШИФРОВАНИЯ</u></i>	
Гафуров М.Х., Косимов А.А., Абдукарим А.	47
<i><u>ТАШКИЛИ ДАСТРАСИИ БЕСИМ ДАР ТЕХНОЛОГИЯИ LTE (LONG TERM EVOLUTION) ВА АСОСҲОИ ТЕХНИКИЮ ИҚТИСОДӢ</u></i>	
Маҳкамова И. И.,Аминов Ш. А., Умарова М. С.,Холмуродов Р. М.	51
ИҚТИСОД ВА ИДОРАКУНИИ ХОҶАГИИ ХАЛҚ - ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ - ECONOMICS AND MANAGEMENT OF THE NATIONAL ECONOMY	60
<i><u>ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕЙСМОИЗОЛИРОВАННОГО ЗДАНИЯ</u></i>	
Давлатзода К.К., Каландарбеков И., Саидов Ф.Ю., Каландарбеков И.И.....	60
<i><u>ИСТИФОДАИ ОҚИЛОНАИ ЗАХИРА ВА ИМКОНИЯТҲО БО МАҚСАДИ БАЛАНДБАРДОРИИ РАҚОБАТПАЗИРИИ МАҲСУЛОТИ КОРХОНАҲОИ САНОАТИ САБУК</u></i>	
Низомова Т.Д., Давлатова Р. Қ.	66
<i><u>ҲОЛАТИ ИДОРАКУНИИ ДАВЛАТИИ РУШДИ САЙӢҲИИ ВОРИДОТӢ</u></i>	
Раҷабов А.А.....	71

МАТЕМАТИКА - MATHEMATICS

УДК 517.9

ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОГО КЛАССА НЕЛИНЕЙНЫХ ПЕРЕОПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ ЧЕТЫРЁХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ТРЕМЯ НЕИЗВЕСТНЫМИ ФУНКЦИЯМИ В ПРОСТРАНСТВЕ

Пиров Р¹., Джаборов М.М²

¹Таджикский государственный педагогический университет им. С.Айни.

²Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

В работе исследуется один класс нелинейных переопределённых систем четырёх дифференциальных уравнений с тремя неизвестными функциями в \mathcal{R}^3 . Найдены явные условия совместности, доказана теорема существования и единственности решений.

Ключевые слова: условия совместности, система в полных дифференциалах, переопределённые системы, многообразия решений.

ТАДҚИҚИ ЯК СИНФИ СИСТЕМАҲОИ ҒАЙРИХАТТИИ БАРЗӢДМУАЙЯНШУДАИ МУОДИЛАҲОИ ДИФФЕРЕНСИАЛИИ ЧОРМУОДИЛАДОРИ СЕНОМАЪЛУМА ДАР ФАЗО

Р.Пиров, М.М.Джабаров

Дар мақола оиди як намуди системаҳои ғайрихаттии барзӣдмуайяншудаи муодилаҳои дифференсиалии ҳосилаҳои хусусии тартиби якуми чормуодиладори сеномаълума дар фазо татқиқ гардидааст. Инчунин шартҳои ҳамчоягӣ муайян карда шуда, теоремаи мавҷудият ва ягонагии ҳалли системаи додашуда исбот карда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: шартҳои ҳамчоягӣ, системаҳо дар дифференсиалии пурра, системаҳои барзӣдмуайяншуда, ҳалҳои бисёршакла

INVESTIGATION OF ONE CLASS OF NONLINEAR REDEFINED SYSTEMS OF DIFFERENTIAL EQUATIONS OF FOUR EQUATIONS WITH THREE UNKNOWN FUNCTIONS IN SPACE.

R.Pirov, M. Jabborov

One class of nonlinear redefined systems of four differential equations with three unknown functions in space \mathcal{R}^3 is investigated. Explicit compatibility conditions are found, the theorems of existence and uniqueness of solutions is proved.

Key words: compatibility conditions, a system in full differentials, redefined systems, varieties of solutions.

Введение. В настоящей статье изучаются такие важные для переопределённых систем вопросы совместности и однозначной разрешимости система

$$u_x, u_y, v_y, w_x = f^k(x, y, z; u, v, w, w_x), \quad k = \overline{1,4}. \quad (1)$$

При этом укажем на исследования работы [1-7] наиболее близко соприкасающиеся с содержанием данной статьи. Эти работы в основном относятся к трудам математической школы акад. Л.Г. Михайлова.

Исследование системы (1). Рассмотрим систему вида (1)

где $u, v \in C^2(\Pi)$, $w \in C^3(\Pi)$, Π – прямоугольник вида $\Pi(a, b): |x - x_0| \leq a, |y - y_0| \leq a, |z - z_0| \leq a, |u - u_0| \leq b, |v - v_0| \leq b, |w - w_0| \leq b$.

Произведем замену

$$w_x = \mathcal{R}(x, y, z), \quad (2)$$

где $\mathcal{R} = \mathcal{R}(x, y, z)$ новая неизвестная функция. Тогда система (1) примет вид

$$u_x, u_y, v_y, w_x = f^j(x, y, z; u, v, w, \mathcal{R}) \quad j = \overline{1,4}, \quad w_x = \mathcal{R}(x, y, z). \quad (3)$$

С целью пополнение (3) до системы в полных дифференциалах выполним следующие операции перекрестных дифференцирований (о.п.д)

$$D_y f^1 = D_x f^2, \quad D_x f^4 = \mathcal{R}_y. \quad (4)$$

В результате с учетом (2) получим две равенств

$$\begin{aligned} f_y^1 + f_u^1 \cdot f^2 + f_v^1 \cdot f^3 + f_w^1 \cdot f^4 + f_{\mathcal{R}}^1 \cdot \mathcal{R}_y &= f_x^2 + f_u^2 \cdot f^1 + f_v^2 \cdot v_x + \\ &+ f_w^2 \cdot \mathcal{R} + f_{\mathcal{R}}^2 \cdot \mathcal{R}_x, \end{aligned} \quad (5)$$

$$f_x^4 + f_u^4 \cdot f^1 + f_v^4 \cdot v_x + f_w^4 \cdot \mathcal{R} + f_{\mathcal{R}}^4 \cdot \mathcal{R}_x = \mathcal{R}_y.$$

После алгебраического разрешения относительно производных \mathcal{R}_x и \mathcal{R}_y в начале приходим к

$$\begin{cases} f_{\mathcal{R}}^2 \cdot \mathcal{R}_x - f_{\mathcal{R}}^1 \cdot \mathcal{R}_y = f_y^1 - f_x^2 + f_u^1 \cdot f^2 - f_u^2 \cdot f^1 + f_v^1 \cdot f^3 - f_v^2 \cdot v_x + \\ + f_w^1 \cdot f^4 - f_w^2 \cdot \mathcal{R} = \mathcal{L}_1, \\ f_{\mathcal{R}}^4 \cdot \mathcal{R}_x - \mathcal{R}_y = -f_x^4 - f_u^4 \cdot f^1 - f_v^4 \cdot v_x - f_w^4 \cdot \mathcal{R} = \mathcal{L}_2 \end{cases} \quad (6)$$

и далее к

$$\mathcal{R}_x = \frac{\begin{vmatrix} \mathcal{L}_1 & -f_{\mathcal{R}}^1 \\ \mathcal{L}_2 & -1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} f_{\mathcal{R}}^2 & -f_{\mathcal{R}}^1 \\ f_{\mathcal{R}}^4 & -1 \end{vmatrix}} = \frac{f_{\mathcal{R}}^1 \mathcal{L}_2 - \mathcal{L}_1}{f_{\mathcal{R}}^1 f_{\mathcal{R}}^4 - f_{\mathcal{R}}^2}, \quad (7)$$

$$\mathcal{R}_y = \frac{\begin{vmatrix} f_{\mathcal{R}}^2 & \mathcal{L}_1 \\ f_{\mathcal{R}}^4 & \mathcal{L}_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} f_{\mathcal{R}}^2 & -f_{\mathcal{R}}^1 \\ f_{\mathcal{R}}^4 & -1 \end{vmatrix}} = \frac{f_{\mathcal{R}}^2 \mathcal{L}_2 - \mathcal{L}_1 f_{\mathcal{R}}^4}{f_{\mathcal{R}}^1 f_{\mathcal{R}}^4 - f_{\mathcal{R}}^2}, \quad (8)$$

а при выполнении условия $f_{\mathcal{R}}^1 f_{\mathcal{R}}^4 - f_{\mathcal{R}}^2 \neq 0$, к уравнений

$$\mathcal{R}_x, \mathcal{R}_y = f^k(x, y, z; u, v, w, \mathcal{R}, v_x) \quad k = \overline{5, 6}. \quad (9)$$

Дифференцируя \mathcal{R}_1 по y , а \mathcal{R}_2 по x , получим

$$\mathcal{R}_{xy} = f_y^5 + f_u^5 \cdot f^2 + f_v^5 \cdot f^3 + f_w^5 \cdot f^4 + f_{\mathcal{R}}^5 \cdot f^6 + f_{v_x}^5 \cdot v_{xy}, \quad (10)$$

$$\mathcal{R}_{yx} = f_x^6 + f_u^6 \cdot f^1 + f_v^6 \cdot v_x + f_w^6 \cdot \mathcal{R} + f_{\mathcal{R}}^6 \cdot f^5 + f_{v_x}^6 \cdot v_{xx}.$$

Поскольку $v, \mathcal{R} \in C^2$, то $v_{xy} = v_{yx} = f_x^3$ и $\mathcal{R}_{xy} = \mathcal{R}_{yx}$

$$f_{v_x}^6 \cdot v_{xx} = f_y^5 - f_x^6 + f_u^5 \cdot f^2 - f_u^6 \cdot f^1 + f_v^5 \cdot f^3 - f_v^6 \cdot v_x + f_w^5 \cdot f^4 - f_w^6 \cdot \mathcal{R} + f_{\mathcal{R}}^5 \cdot f^6 - f_{\mathcal{R}}^6 \cdot f^5 + f_{w_x}^5 \cdot f_x^4. \quad (11)$$

При условии $f_{v_x}^6 \neq 0$ и применение обозначение $v_x = \theta(x, y, z) \in C^2$ можно получить уравнение вида

$$\theta_x = f^7(x, y, z; u, v, w, \mathcal{R}, \theta). \quad (12)$$

В итоге получим укороченную п.д.-систему с пятью неизвестными функциями

$$\begin{cases} u_x, u_y, v_y, w_y, \mathcal{R}_x, \mathcal{R}_y, \theta_x = f^j(x, y, z; u, v, w, \mathcal{R}, \theta), \quad j = \overline{1, 7}, \\ v_x = \theta(x, y, z), \quad w_x = \mathcal{R}(x, y, z), \quad \theta_y = f_x^3. \end{cases} \quad (13)$$

Условия совместности вытекает из равенства $\theta_{xy} \equiv \theta_{yx}$:

$$f_y^7 - f_x^7 + f_u^7 \cdot f^2 - f_u^7 \cdot f^1 + f_v^7 \cdot f^3 - f_v^7 \cdot \theta + f_w^7 \cdot f^4 - f_w^7 \cdot \mathcal{R} + f_{\mathcal{R}}^7 \cdot f^6 - f_{\mathcal{R}}^7 \cdot f^5 + f_{\theta}^7 \cdot f_x^3 - f_{\theta}^7 \cdot f^7 = 0. \quad (14)$$

Если условия (14) выполнено тождественно относительно неизвестных функций, то задача с начальными данными ставится в виде

$$\begin{aligned} [u]_{\substack{x=x_0 \\ y=y_0}} &= \varphi_1(z), & [v]_{\substack{x=x_0 \\ y=y_0}} &= \varphi_2(z), & [w]_{\substack{x=x_0 \\ y=y_0}} &= \varphi_3(z) \\ [\theta]_{\substack{x=x_0 \\ y=y_0}} &= \varphi_4(z), & [\mathcal{R}]_{\substack{x=x_0 \\ y=y_0}} &= \varphi_5(z) \end{aligned} \quad (15)$$

Теорема. Пусть дана система (1), где $u, v \in C^2$, $w \in C^3$ и $f_{\mathcal{R}}^1 \cdot f_{\mathcal{R}}^4 - f_{\mathcal{R}}^2 \neq 0$, $f_{v_x}^6 \neq 0$ ($\mathcal{R} = w_x$, $\theta = v_x$). Если $\alpha < \min\left(a, \frac{b}{M}\right)$, $M = \max|f^j|$, $j = \overline{1, 7}$, то на $\Pi(a, b)$ задачи (1) (15) имеет единственное решение.

Литература:

1. Михайлов Л.Г. Некоторые переопределённые системы уравнений в частных производных с двумя неизвестными функциями. - Душанбе: Дониш, 1986, 116 с.
2. Пиров Р. Доказательство теорем существования и единственности решения для одной переопределенной системе четырёх дифференциальных уравнений в пространстве. // Пиров Р.// Вестник Педуниверситета (серия естественных наук), №2.- Душанбе, 2003, с. 29-31.
3. Пиров Р. Об условиях совместности и многообразиях решений некоторых классов переопределенных систем уравнений в частных производных с несколькими неизвестными функциями: Автор. дис. док. физ.-мат.наук.- Душанбе, 2018.- 50 с.
4. Коровина М.В. О задаче Коши для переопределенных систем линейных дифференциальных уравнений: Автор. дис. кандидата физ.-мат. наук/МГУ им. М.В. Ломоносова. Москва, 1991.
5. Пиров Р., Джабборов М. Об исследовании некоторых систем дифференциальных уравнений в частных производных с двумя неизвестными функциями в пространстве.- Доклады НАНТ, 2021 т.64, №3-4, с. 165-170.
6. Байзаев С., Рахимова М.А. Периодические решения одной переопределенной системы линейных уравнений с частными производными.-Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. 2017. №1-5. С.18-21.
7. Хартман Ф. Обыкновенные дифференциальные уравнения. - М.: Мир, 1970, 719 с.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ- INFORMATION

ABOUT THE AUTHORS

TJ	RU	EN
Пиров Р. д.и.ф.м., профессор	Пиров Р. д.ф.м.н., профессор	Pirov R. Doctor of physical and mathematical sciences
Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи С. Айни	Таджикский государственный педагогический университет им. С.Айни	S. Ainy Tajik State Pedagogical University
Чабборов М. Ассистент	Джабборов М. Ассистент	Jaborov M. Assistant
Донишгоҳи техники Тоҷикистон ба номи академик М.Осимӣ	Таджикский технический университет им. академик М Осими	M. Osimi Tajik Technical University

УДК: 519.86

ПРИНЦИПИ МАКСИМУМИ ПОНТРЯГИН ДАР МАСЪАЛАИ ҲИФЗИ ШАБАКАҲОИ КОМПЮТЕРӢ АЗ КОДИ ЗАРАРОВАР**¹Аҳмадӣ Ф.С., ²Илолов М., ¹Раҳматов Ҷ.Ш., ³Мардонов С.Ҳ**¹Институти математикаи ба номи А. Ҷӯраеви АМИТ²Маркази рушди инноватсионии илм ва технологияҳои нави АМИТ³Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи. С.Айнӣ

Дар мақола тадқиқи пурраи ҳифзи компютерҳо ва шабакаҳои компютерӣ аз коди зараовар пешниҳод карда шудааст. Шартҳои зарурии идоракунии оптималии мубориза бо ин ҷараёни номатлуб дар асоси принципи максимуми Понтрягин коркард гардидааст.

Калидвожаҳо: шабакаҳои компютерӣ, патч, вирус, принципи максимуми Понтрягин

ПРИНЦИП МАКСИМУМА ПОНТРЯГИНА В ПРОБЛЕМЕ ЗАЩИТЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ ОТ ВРЕДОНОСНОГО КОДА**Ахмадӣ Г.С., Илолов М., Раҳматов Дж.Ш., Мардонов С.Х**

В статье проводится комплексное исследование защиты компьютеров и компьютерных сетей от вредоносного кода.

На основе принципа максимума Понтрягина разработаны необходимые условия для оптимального управления борьбой с этим нежелательным процессом.

Ключевые слова: компьютерные сети, патч, вирус, принцип максимума Понтрягина.

PONTRYAGIN'S MAXIMUM PRINCIPLE IN PROTECTION OF COMPUTER NETWORKS AGAINST MALICIOUS CODE**Ahmadi G., Ilolov M., Rahmatov J., Mardonov S**

The article provides a comprehensive study of the protection of computers and computer networks from malicious code.

Based on the Pontryagin maximum principle, the necessary conditions for optimal control of the fight against this undesirable process have been developed.

Key words: computer networks, patch, virus, Pontryagin's maximum principle.

1. Муқаддима. Дар марҳилаи кунунии рушди коммуникатсия ва технологияҳои иттилоотӣ, ҳифзи компютерҳо ва шабакаҳои компютерӣ аз вирусҳо қазияи муҳимтарин маҳсуб мешавад. Шумораи барномаҳои таъминоти зараовар рӯз ба рӯз меафзояд. Коркарди патчи мувофиқ барои вирусӣ ба тозагӣ пайдошуда вақти тӯлонӣ тақозо мекунад ва хеле зуд шабакаҳои глобалии эпидемияҳоро рӯи кор меоварад. Мувофиқи маълумотҳои омории озмоишгоҳи Касперский [1] зиёда аз 90% муассисаву корхонаҳо дар мамолики муштарақ-ул-манофеъ ақаллан як дафъаи туъмаи ҳучуми компютери берун мешаванд. Сол то сол шароити кор дар соҳаи технологияҳои иттилоотӣ бадтар мегардад: шумораи зиёдтари вирусҳои нав пайдо мешаванд ва, чун натиҷа, зиёни моддӣ мувофиқи меафзояд. Аз ин лиҳоз таҳияи низоми (системаи) максималӣ ҳифзшуда аз вуруди коди зараовар яке аз самтҳои ақуалии таҳқиқот дар самти бехатарии информатсионӣ шуморида мешавад. Бо мақсади таҳқиқи комили падидаи номбурда ва коркарди системаҳои технологияи ҳифзшуда дар мадди аввал гузаронидани тадқиқоти назариявӣ рӯи кор меояд. Яке аз методҳои рақамиву аналитикии соҳаи методи тарҳрезии риёзӣ мебошад.

Марҳилаи аввалин ва хеле муҳими тадқиқи паҳншавии эпидемияи вирус интиҳоби методи эпидемиологӣ маҳсуб мешавад. Чунин методҳо хеле зиёданд ва интиҳоби методи дуруст ва ҷавобгӯ хеле муҳим аст. Аксари муҳаққиқони вирусҳои компютерӣ аналогияи хеле шаффоферо миёни ин вирусҳо ва вирусҳои биологии табиӣ мебинанд. Аз диди риёзӣ хатариёти асосии вирусҳои органикӣ ва компютерӣ шабеҳи ҳамдигаранд. Протсессҳои паҳншавии вирусҳо дар ҳарду ҳолат ба воситаи муодилаҳои дифференциалӣ тасвир карда мешаванд. Барои эпидемияҳои нисбатан содда аз системаҳои муодилаҳои оддӣ дифференциалӣ истифода мебаранд. Дар ҳолати ба назар гирифтани таърихи протсеси эпидемиологӣ системаи муодилаҳои дифференциалӣ бо қафомонии вақт рӯи кор меоянд. Агар, иловатан, омили ҷуғрофиро дар паҳншавии вирус ба назар гирем аз системаҳои хеле мураккаби муодилаҳои дифференциалии ғайрихаттӣ бо ҳосилаҳои хусусӣ истифода бурдан лозим меояд. Аксари муҳаққиқон барои омӯзиши эпидемияҳои компютерӣ ва шабакавӣ моделҳои навъи SI, SIR ва SEIR-ро истифода мебаранд [2-5, 9-10].

2. Тарҳи (модел)и риёзии паҳншавии вирус

Ба мақсад мувофиқ мебуд, агар ҳангоми навишти модели риёзӣ аз истилоҳоти маъмули эпидемиологӣ истифода мебардем. Кулли фрагментҳои шабакаи компютерӣ дар лаҳзаи вақти t ба воситаи $N(t)$ ишора карда мешавад, ки он дар навбати худ ба се гурӯҳ ҷудо мешавад:

$S(t)$ – шумораи хостҳои сироятнашуда, ки ба сирояти вирус дар лаҳзаи вақти t ҳассос мебошанд; $I(t)$ – шумораи компютерҳои сироятшуда дар лаҳзаи вақти t ; $R(t)$ – шумораи хостҳо, ки ба коди зараовар ҳассос нестанд, яъне хостҳои ғайриҳассос дар лаҳзаи вақти t .

Ҳамин тариқ

$$S(t) + I(t) + R(t) = N(t), t \in [0, T],$$

ки дар инчо T – қимати собитшуда мебошад.

Функцияҳои идоракунии $u(t)$ ва $v(t)$ – ро ворид мекунем, ки ҷараёни иммунизатсия ва муолиҷаи компютерҳои ба вирус ҳассос ва сироятшударо дар воҳиди вақти t тасвир мекунанд.

Дар доираи ишораҳои дар боло овардашуда протсессии паҳншавии вирусҳо дар шабакаи компютерӣ бо ёрии системаи зерини муодилаҳои дифференциалӣ ва шартҳои ибтидоӣ тасвир карда мешаванд:

$$\begin{cases} \frac{ds}{dt} = -\beta S(t)I(t) + bN(t) - \mu S(t) - u(t)S(t) + R(t), S(0) = S_0, \\ \frac{dI}{dt} = \beta S(t)I(t) - \mu I(t) - v(t)I(t), I(0) = I_0, \\ \frac{dR}{dt} = u(t)S(t) + v(t)I(t) - (\mu + \sigma)R(t), R(0) = R_0. \end{cases} \quad (1)$$

Дар инчо коэффитсиенти β темпи паҳншавии коди зарароварро дар шабака ишора карда, b – параметрест, ки суръати афзоиши фрагментҳои нави таҳти хавфро ифода мекунанд, μ – коэффисиенте мебошад, ки суръати доимии аз шабакаи қатъшавии компютерро ба қайд мегирад, ин қатъшавӣ бо ҳамлаи вирусӣ алоқаманд нест. Дар ташаккули намуди нави барномаи зараровар ҳифзи антивирусӣ фаъолият намекунад ва фрагмент боз аз нав бо зудии сироятшавии σ осебпазир мегардад.

Функцияҳои $S(t)$, $I(t)$ ва $R(t)$ тағйирёбандаҳои фазавӣ ҳастанд. Масъалаи (1) системаи сарбаста бо функцияҳои $u(t)$ ва $v(t)$ мебошад, яъне он система бо бозгашт (бозхурд) аст.

Параметрҳои идорашавандаи он маҳдудиятҳои зерини (2)-ро, ки дар намуди нобаробариҳои дода шудаанд, қаноат мекунанд:

$$u(t) \geq 0, v(t) \geq 0, u(t) + v(t) \leq U. \quad (2)$$

Дар инчо U – нормаи максималии идоракунии аст, ки тавассути имкониятҳои технологӣ ва иқтисодӣ тасвир карда мешавад.

Иловатан, иҷрошавии шартҳои зеринро талаб мекунем: дар лаҳзаи охири вақти давраи баррасишаванда на камтар аз 80% компютерҳо ба сироят ғайриҳассос мебошанд, яъне

$$0.8N(T) \leq R(T), \quad (3)$$

ки дар инчо $N(T) = S(T) + I(T) + R(T)$ – шумораи умумии компютерҳо дар шабака дар лаҳзаи охири вақт мебошад.

Мақсади идоракунии аз ҷустуҷӯи минимуми функционали $J(u, v)$ дар маҷмӯи протсессҳои имконпазири (1), (3) бо маҳдудиятҳои нисбат ба идоракунии (2) мебошад:

$$J(u, v) = \int_0^T [cI(t) + \omega u(t)S(t) + \bar{\omega} v(t)I(t)] dt,$$

ки дар инчо c – суръати нисбии зарар, ки аз ҷониби як воҳиди компютери сироятшуда расонида мешавад; ω – суръати миёнаи насбкунии барномаи таъминоти антивирусӣ, $\bar{\omega}$ – арзиши миёнаи муолиҷаи компютери сироятшуда мебошад.

Шартҳои канорӣ (3)-ро дар функционал бо ёрии функцияи ҷаримавӣ – бурриши мусбати [6] ба назар гирифта, ба функционали нав мегузарем

$$J(u, v) = \int_0^T [cI(t) + \omega u(t)S(t) + \bar{\omega} v(t)I(t)] dt + A[\max\{0; 0.8N(T) - R(T)\}]^2 \quad (4)$$

мегузарем, ки дар инчо $A > 0$ – зарбшавандаи ҷаримавӣ мебошад.

Дар натиҷа, масъалаи идоракунии аз минимизатсияи функционали (4) иборат аст, ки аз ҷамъшавандаҳои интегралӣ ва терминалӣ тартиб ёфтааст ва маҳдудиятҳои (1) ва (2) дода шудаанд.

3. Принсипи максимуми Понтрягин

Барои сохтани идоракунии оптималӣ дар масъалаи дар боло гузашташудаи (1)-(2), (4) аз шартҳои зарурии оптималноқӣ – принсипи максимуми Понтрягин истифода мекунем (нигар [7]). Бо ин мақсад вектор-функцияҳои ҳамроҳшудаи $P_S(t), P_I(t), P_R(t)$ ворид карда мешаванд, ки дар порчаи $[0, T]$ муайян ва бифосила буда, ҳосилаҳои онҳо қариб дар ҳама ҷо бифосила мебошанд.

Функцияи Понтрягин чунин намуд дорад:

$$\begin{aligned} H(t, S, I, R, u, v, P_S, P_I, P_R) = \\ = -(cI + \omega uS + \bar{\omega} vI) + P_S(t)(-\beta SI + bN - \mu S - uS + \sigma R) + \\ + P_I(t)(\beta SI - \mu I - \chi I) + P_R(t)(uS + \chi I - (\mu + \sigma)R). \end{aligned}$$

Шартҳои зарурии оптималноқиро дар намуди принсипи максимуми Понтрягин истифода бурда, муодилаҳоро барои муайян намудани функцияҳои ҳамроҳшуда бо шартҳои трансверсалноқӣ дар охири рости траекторияҳо менависем

$$\begin{aligned} \frac{d\bar{P}_S}{dt} &= (\omega + \bar{P}_S(t) - \bar{P}_R(t))\bar{u}(t) + \bar{P}_S(t)(\mu - b) + \beta\bar{I}(t)(\bar{P}_S(t) - \bar{P}_I(t)), \\ \frac{d\bar{P}_I}{dt} &= (\bar{\omega} + \bar{P}_I(t) - \bar{P}_R(t))\bar{v}(t) + c + \mu\bar{P}_I(t) + \beta\bar{S}(t)(\bar{P}_S(t) - \bar{P}_I(t)), \\ \frac{d\bar{P}_R}{dt} &= \bar{P}_R(t)(\mu + \sigma) - (b + \sigma)\bar{P}_S(t); \end{aligned} \quad (5)$$

$$\bar{P}_S(T) = \bar{P}_I(T) = -1,6A(\max\{0, 8N(T) - R(T); 0\}),$$

$$\bar{P}_R(T) = 0,4A(\max\{0, 8N(T) - R(T); 0\}).$$

Аз теоремаи асосии принципи максимум ([7], саҳ. 148) хулоса мебарорем, ки идоракунии оптималӣ ҳали масъалаи ёфтани максимум бо системаи маҳдудиятҳои навъи нобаробарии намуди

$$\begin{aligned} (\omega + P_R - P_S)Su(t) + (\bar{\omega} + P_R - P_I)Iv(t) \rightarrow \max, \\ u(t) \geq 0, v(t) \geq 0, 0 \leq u(t) + v(t) \leq U, \quad t \in [0, T] \end{aligned} \quad (6)$$

мебошад.

Азбаски функцияҳои идоракунии ба функцияи Понтрягин хаттӣ шомиланд, онҳо ёфтани намуди функцияҳои таъвиз (переключения) хеле содда аст. Онҳо чунин намуд доранд

$$\varphi_1(t) = (\omega + P_R(t) - P_S(t))S(t), \quad \varphi_2(t) = (\bar{\omega} + P_R(t) - P_I(t))I(t).$$

Баъдан дар системаи ҳамроҳшудаи (5) тағйирёбандаҳоро иваз намуда, системаи хаттии муодилаҳои дифференсиалиро барои функцияҳои таъвиз ҳосил мекунем:

$$\dot{\varphi}(t) = F(t)\varphi(t) + f(t),$$

ки дар ин ҷо

$$\varphi(t) = (\varphi_1(t), \varphi_2(t))', \quad (7)$$

$$F(t) = \begin{pmatrix} \frac{bN(t) + \sigma R(t)}{S(t)} & \beta \frac{S(t)}{N(t)} \\ \beta \frac{I(t)}{N(t)} + \sigma \frac{f(t)}{S(t)} & 0 \end{pmatrix},$$

$$f(t) = \begin{pmatrix} \left(\omega(\mu + \sigma) + \beta(\omega - \bar{\omega}) \frac{I(t)}{N(t)} \right) S(t) \\ \left(\mu\bar{\omega} + \sigma\omega - c + P(\omega - \bar{\omega}) \frac{I(t)}{N(t)} \right) I(t) \end{pmatrix}$$

мебошанд.

Азбаски $F(t)$ ва $f(t)$ дар $[0, T]$ бефосила ҳастанд, онҳо ҳали системаи муодилаҳои хаттии дифференсиалии (7) ба воситаи ифодаи (ниг. [8]) муайян карда мешавад:

$$\varphi(t) = e^{-Q(t)} \left(C + \int_0^t f(\tau) e^{-Q(\tau)} d\tau \right),$$

дар ин ҷо

$$Q(t) = \int_0^t F(\tau) d\tau, C = const.$$

Дар як вақт ба назар мегирем, ки $f(t) \neq 0, t \in [0, T]$, яъне, фақат якто нуқтаи τ мавҷуд аст, ки дар он $\varphi(\tau) = 0$ мебошад.

Муҳокимаҳои овардашуда ба тасдиқи зерин меоранд.

Теорема. Идоракунии $(u(t), v(t))$, ки ба системаи (1) мувофиқ аст ва минимуми функционалии (4)-ро таъмин мекунад, функцияи дар порчаҳо бефосила буда на зиёда аз як нуқтаи таъвиз дорад.

4. Сохтани идоракунии оптималӣ

Қоидаи зарбшавандаҳои Лагранжро татбиқ мекунем. Функцияи Лагранжи масъалаи (6) намуди зерин дорад:

$$\begin{aligned} L(u, v, \lambda) &= (\omega + P_S - P_R)Su + (\bar{\omega} + P_I - P_R)Iv + \\ &+ \lambda_1(u + v - U) - \lambda_2u - \lambda_3v, \end{aligned}$$

ки дар инҷо $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ – зарбшавандаҳои Лагранж мебошанд.

Азбаски ҳамаи функцияҳои масъала бефосила дифференсиронидашаванда мебошанд, онҳо шартҳои зарурӣ ва кифоягии мавҷудияти зарбшавандаҳои Лагранжро дар шакли зерин овардан мумкин аст:

1) шартҳои статсионарӣ будан

$$\begin{aligned} \frac{\partial L(u, v, \lambda)}{\partial u} &= (\omega + P_S - P_R)S + \lambda_1 - \lambda_2 = 0, \\ \frac{\partial L(u, v, \lambda)}{\partial v} &= (\bar{\omega} + P_I - P_S)I + \lambda_1 - \lambda_2 = 0; \end{aligned}$$

2) шартҳои пурракунии ғайридағалӣ

$$\lambda_1(u + v - U) = 0, \lambda_2 u = 0, \lambda_3 v = 0;$$

3) ғайриманфӣ будан

$$\lambda_1 \geq 0, \lambda_2 \geq 0, \lambda_3 \geq 0;$$

4) имконпазир будан

$$u \geq 0, v \geq 0, u + v \leq U.$$

Аз шартҳои дар инҷо ғирдовардашуда системаи муодилаҳои ғайрихаттиро тартиб дода онро нисбат ба u ва v ҳал мекунем. Дар натиҷаи шакли идоракунии оптималиро ҳосил мекунем, ки аз шартҳои зерин вобаста аст:

1) $u = 0, v = 0$, агар маҳдудиятҳои $u \geq 0, v \geq 0$ (яъне $\lambda_2 > 0, \lambda_3 > 0$) дар як вақт ҳалалдор бошанд;

2) $u = U, v = 0$, агар шarti $v \geq 0$ иҷро набошад (яъне $\lambda_3 > 0$);

3) $u = 0, v = U$, агар шarti $u \geq 0$ иҷро набошад (яъне $\lambda_2 > 0$);

4) $u = U - v, 0 \leq v \leq U$, агар шarti $u + v \leq U$ иҷро нашавад (яъне $\lambda_1 > 0$).

Агар ҳамаи се маҳдудият ҳалалдор нашавад (яъне $\lambda_1 = 0, \lambda_2 = 0, \lambda_3 = 0$), онгоҳ функцияҳои таъвиз айниятҳои ба нул баробаранд. Дар ин ҳолат режаи махсуси идоракунии оптималӣ руҳ медиҳад ва барои ёфтани функцияҳои идоракунии татбиқи шартҳои дигари зарурӣ талаб карда мешавад.

Адабиёт:

1. Таҳдиди калон барои ширкатҳои хурд. URL: <http://www.kaspersky.ru/news.id=207734101>
2. Воронцов В.В., Котенко И.В. Моделҳои таҳлили паҳншавии кирмҳои шабака // Мақолаҳои SPIRAN. 2007. Шум. 4. С. 208-224
3. Кефарт Ч.О., Уайт С.Р. Моделҳои реестрӣ – графикаи эпидемиологии вирусҳои компютерӣ. Прок. 1991 IEEE Comp. Симпозиуми Чома оид ба Тадқиқот дар Амният ва Махфият: Окленд, Калифорния, 1991, сах. 343-359
4. Левейл Ч. Паҳншавии эпидемия дар шабакаҳои технологӣ, Ҳисоботи техникӣ, HPL -2002-87, HP Laboratories Бристо, 2002. URL: <http://www.hpl.hp.com/techreports/2002/HPL-2002-287.pdf>
5. Чжан Ч., Чжан Ю., Ву Ю. Модели импульс барои вирусҳои компютерӣ. Динамикаи дискретӣ дар табиат ва чома, 2012, url: <http://dx.doi.org/10.115/2013/286209>
6. Габасов Р., Кириллова Ф.М. Усулҳои оптимизатсия, Минск, Ed. БГУ, 1981, 350 с.
7. Афанасьев В.Н. Колмановский В.Б., Носов В.Р. Назарияи математикаи тархрезии системаҳои идоракунии, Москва, Мактаби олий, 1989, 447 с.
8. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Котелков Г.М. Усулҳои ададӣ, Москва, «Бином. Лабораторияи дониш», 2003, 640 с.
9. Илолов М., Раҳматов Ч.Ш. Дар бораи эквивалентнокии дихотомияи экспоненсиалӣ ва устувории муодилаҳои Ҳайерс-Улами дифференсиалии даврии хатӣ дар фазои Банах. Мактаби тирамоҳии математикаи Уфа: Маводҳои Конфронси байналмилалӣ илмӣ (Уфа, 6-9 октябри 2021). Дар ду чилд. Чилди 1. - Уфа: Аетерна, 2021, -с. 189-191
10. Илолов М., Кучакшоев Х.С., Раҳматов Ч.Ш. Муодилаҳои дифференсиалии стохастикаи касрӣ. «Известия НАНТ», 2021, No3 (184), с. 7-25

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ- INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Аҳмадӣ Ғулом Саҳӣ	Аҳмади Гулам Саҳи	Ahmadi Ghulam Sakhi
PhD докторант	PhD докторант	PhD student
АМИТ, Институти математикаи ба номи А.Чӯраев	Национальная академия наук Таджикистана	National Academy of Sciences of Tajikistan
sakhiahmadi115@gmail.com		
Илолов Мамадшо	Илолов Мамадшо	Polov Mamadsho
Доктори илмҳои физикаю математика	Доктор физико-математических наук	Doctor of Physical and Mathematical Sciences
Маркази рушди инноватсионии илм ва технологияҳои нави АМИТ	Центр инновационного развития науки и новых технологий НАНТ	Center for Innovative Development of Science and New Technologies of NAST
ilolov.mamadsho@gmail.ru		
Раҳматов Чамшед Шавкатович	Раҳматов Дҷамшед Шавкатович	Rahmatov Jamshed Shavkatovich
Номзади илмҳои техникӣ	Кандидат технических наук	Candidate of technical sciences
Маркази рушди инноватсионии илм ва технологияҳои нави Академияи миллии илмҳо	Центр инновационного развития науки и новых технологий НАНТ	Center for Innovative Development of Science and New Technologies of the National Academy of Science
jamesd007@rambler.ru		
Мардонов Сӯҳроб Ҳасанович	Мардонов Сухроб Хасанович	Mardonov Sukhrob Khasanovich -

унвонҷӯ	соискатель	postgraduate
Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи С.Айнӣ	Таджикского государственного педагогического университета им. С.Айни	Tajik State Pedagogical University named after A.I. S. Aini
mirzo@jinr.ru		

ФИЗИКА - PHYSICS

СТРУКТУРНЫЕ, ЭЛЕКТРОННЫЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОРТОРОМБИЧЕСКОГО ПЕРОВСКИТА CsPbBr₃ ЛЕГИРОВАННОГО I

Бурхонзода А.С.^{1,2,*}, Нематов Д.Д.^{1,2}, Хусензода М. А.², Холмуродов Х.Т.³, Шокир Ф.¹

¹Физико-технический институт им. С.У.Умарова НАНТ

²Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

³Объединенный институт ядерных исследований, г. Дубна, Россия

Детальное исследование орторомбического перовскита CsPbBr₃ легированного йодом было выполнено с помощью квантово-химических расчетов в рамках теории функционала плотности для изучения его структурных, электронных и оптических свойств. Для учета обменно-корреляционных эффектов в расчетах использованы приближения GGA и mBJ. В первом этапе исследования выполнена оптимизация с использованием GGA. Расчетные структурные характеристики показывают, что объем CsPbBr_{3-x}I_x увеличивается с увеличением концентрации I. Электронные свойства этих систем показывают, что ширина запрещенной зоны с увеличением концентрации легированных ионов I уменьшается. Оптические свойства демонстрируют разнообразное поведение в зависимости от диапазона энергии фотонов. Выявлено что, с увеличением концентрации I, оптические свойства CsPbBr₃ улучшаются. Полученные результаты показывают, что разные оптические отклики позволяют использовать CsPbBr₃:I для создания солнечных элементов.

Ключевые слова: перовскит, оптические свойства, ТФП, GGA, mBJ

ХУСИЯТҲОИ СОҲТОРӢ, ЭЛЕКТРОНӢ ВА ОПТИКИИ ПЕРОВСКИТҲОИ ОРТОРОМБИИ CsPbBr₃ – И БО I ҶАВҲҶРОНИДАШУДА.

Бурхонзода А.С., Нематов Д.Д., Хусензода М. А.², Холмуродов Х.Т.³, Шокир Ф.¹

Ҳисобҳои квантӣ-химиявӣ дар доираи назарияи функционалии зичӣ барои омӯхтани ҳосиятҳои соҳторӣ, электронӣ ва оптикии перовскити орторомбии CsPbBr₃ –и бо йод ҷавҳаронидашуда бо тмтифода аз наздиккуниҳои GGA ва mBJ гузаронида шуд. Дар марҳилаи аввали тадқиқот оптимизатсия геометрии система бо истифода аз GGA гузаронида шуд. Хусусиятҳои соҳторӣ нишон медиҳанд, ки ҳаҷми CsPbBr_{3-x}I_x бо афзоиши консентратсияи I зиёд мешавад. Хусусиятҳои электронии ин системаҳо нишон медиҳанд, ки зонаи маҳдуд бо афзоиши консентратсияи ионҳои I кам мешавад. Хусусиятҳои оптикӣ вобаста ба диапазони энергияи фотон рафтори гуногун нишон медиҳанд. Муайян карда шудааст, ки бо афзоиши консентратсияи I ҳосиятҳои оптикии CsPbBr₃ беҳтар мешаванд. Натиҷаҳои бадастомада нишон медиҳанд, ки CsPbBr₃:I метавонад барои сохтани панелҳои офтобӣ истифода шавад.

Калимаҳои калидӣ: перовскит, ҳосиятҳои оптикӣ, НФЗ, GGA, mBJ

STRUCTURAL, ELECTRONIC, AND OPTICAL PROPERTIES OF I-DOPED CsPbBr₃

Burkhonzoda A.S., Nematov D.D., Khuzenzoda M.A., Kholmurodov Kh.T., Shokir F.

A detailed study of iodine-doped orthorhombic perovskite CsPbBr₃ was carried out using quantum-chemical calculations in the framework of the density functional theory to study its structural, electronic, and optical properties. To take into account the exchange-correlation effects in the calculations, the GGA and mBJ approximations were used. At the first stage of the study, optimization was carried out using GGA. The calculated structural characteristics show that the volume of CsPbBr_{3-x}I_x increases with increasing concentration of I. The electronic properties of these systems show that the band gap decreases with increasing concentration of doped ions I. Optical properties exhibit different behavior depending on the range of photon energies. It has been found that with increasing concentration of I, the optical properties of CsPbBr₃ improve. The results obtained show that different optical responses make it possible to use CsPbBr₃:I to create solar cells.

perovskite, optical properties, DFT, GGA, mBJ

Введение. Солнечные элементы на основе перовскита являются потенциальными кандидатами для фотоэлектрических исследований и разработок. Первые фотоэлементы, которые обычно строились на основе кремния (Si) и гетероструктур, имели низкий КПД и высокую стоимость. Поэтому высокопроизводительные солнечные панели доступны далеко не всем. Вопрос повышения коэффициента полезного действия солнечных батарей и их доступности для эффективного практического применения привлек внимание ученых и исследователей всего мира.

Одним из самых интересных материалов для создания возобновляемых источников энергии являются перовскиты. Солнечные элементы на основе этих материалов считаются перспективными фотоэлектрическими технологиями из-за их превосходной эффективности преобразования энергии и очень низкой стоимости материала.

Легированные различными атомами перовскитные материалы типа CsPbBr_{3-x}I_x имеют большие функциональные свойства. В этой статье мы обсуждаем структурные, электронные и оптические свойств перовскитов типа CsPbBr_{3-x}I_x.

Материалы и методы

Исследование геометрической структуры CsPbBr_{3-x}I_x проводилось в рамках теории функционала плотности (ТФП) [1], реализованных в пакете Wien2k [2,3]. Оптимизация геометрии была проведена путем разрешения релаксации всех положений атомов в ячейке. Исследование электронных свойств I легированного CsPbBr₃ были выполнены в рамках ТФП с использованием обменно-корреляционных потенциалов GGA-PBE [4] и mBJ [5].

Результаты и их обсуждение

Для исследования влияния легирования I на структурные, электронные и оптические свойства CsPbBr₃, а также на его поглощающую способность, мы замещали соответствующие количество

атомов Вг на соответствующие атомы I, с соотношениями содержания I ($x = 0, 0.5, 1, 1.5$). Исходная структура CsPbBr_3 и кристаллическая структура после легирования различными содержаниями I показаны на рис. 1.

В табл. 1 приведены структурные параметры $\text{CsPbBr}_{3-x}\text{I}_x$ ($x = 0, 0.5, 1, 1.5$) после проведения геометрической оптимизации. Приведенные в табл. 1 рассчитанные параметры и объем решетки чистого CsPbBr_3 хорошо согласуются с теоретическими и экспериментальными результатами [6,7]. Графическое представление этих результатов показано на рис. 2.

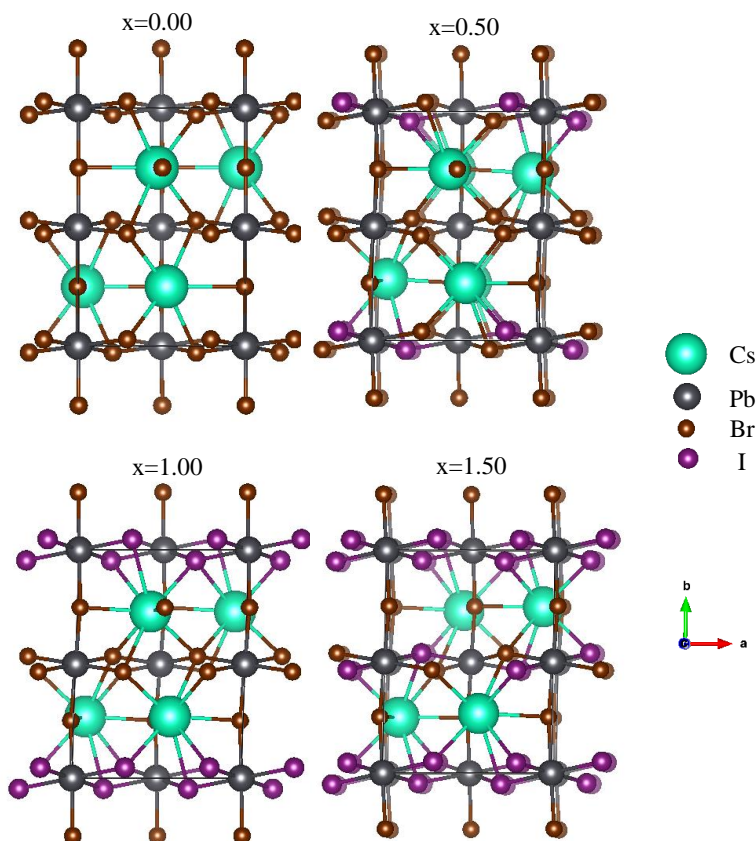


Рис. 1. Исходная и легированная кристаллической структуры $\text{CsPbBr}_{3-x}\text{I}_x$ с различными соотношениями содержания I.

Табл. 1. Структурные параметры $\text{CsPbBr}_{3-x}\text{I}_x$ для различного содержания I ($x = 0, 0.5, 1, 1.5$).

Параметры решетки	Настоящая работа	Другие работы
CsPbBr_3		
a (Å)	8.45	8.56 [6], 8.25 [7] Ошибка! Источник ссылки не найден.
b (Å)	11.8	12.18 [6], 11.75 [7]
c (Å)	8.14	8.51 [6], 8.20 [7]
V (Å ³)	812.79	888.2 [6], 795.6 [7]
$\text{CsPbBr}_{2.5}\text{I}_{0.5}$		
a (Å)	8.59	
b (Å)	11.79	
c (Å)	8.31	
V (Å ³)	843.1	
$\text{CsPbBr}_2\text{I}_1$		
a (Å)	8.75	
b (Å)	11.81	
c (Å)	8.42	

$V (\text{Å}^3)$	870.59	
CsPbBr _{3-x} I _x		
$a (\text{Å})$	8.92	
$b (\text{Å})$	11.79	
$c (\text{Å})$	8.58	
$V (\text{Å}^3)$	903.46	

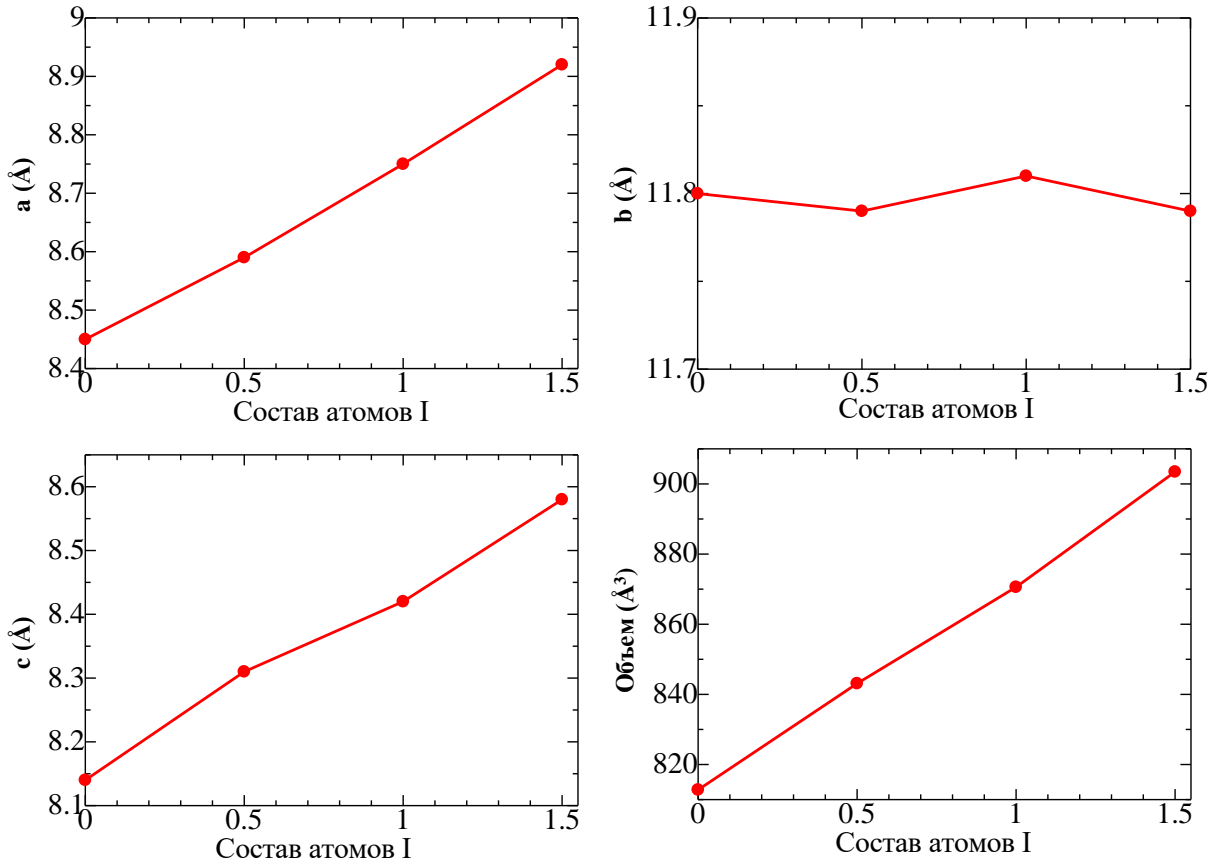


Рис. 2. Зависимость параметров решётки CsPbBr_{3-x}I_x от содержания атомов I.

Полученные результаты показывают, что по мере увеличения концентрации атомов I геометрические параметры CsPbBr_{3-x}I_x заметно изменяются. При этом параметры a , b и объём кристаллической решетки линейно увеличиваются. Эмпирические формулы $a = 0.314x + 8.442$, $c = 0.286x + 8.148$ и $V = 59.9x + 812.56$ соответственно выражают изменение параметров a , c и объём кристаллической решётки CsPbBr_{3-x}I_x. Изменение параметра b не подчиняется линейному закону и в свою очередь не сильно меняется.

Для получения больше информации об электронной структуре и обеспечения всестороннего представления об энергии запрещенной зоны были проведены квантово-механические расчеты электронной структуры CsPbBr_{3-x}I_x. Расчеты электронной структуры проводились методом LAPW [8] в рамках GGA и mBJ приближений. На рис. 3 приведены результаты квантово-механических расчетов CsPbBr_{3-x}I_x ($x = 0, 0.5, 1, 1.5$) в рамках GGA и mBJ приближений. Распределения плотности состояния построены в диапазоне от -4 до +4 эВ для CsPbBr_{3-x}I_x ($x = 0, 0.5, 1, 1.5$). Анализируя плотность электронных состояний, мы заметили изменение ширины запрещенной зоны CsPbBr₃ при увеличении концентрации легированных ионов I.

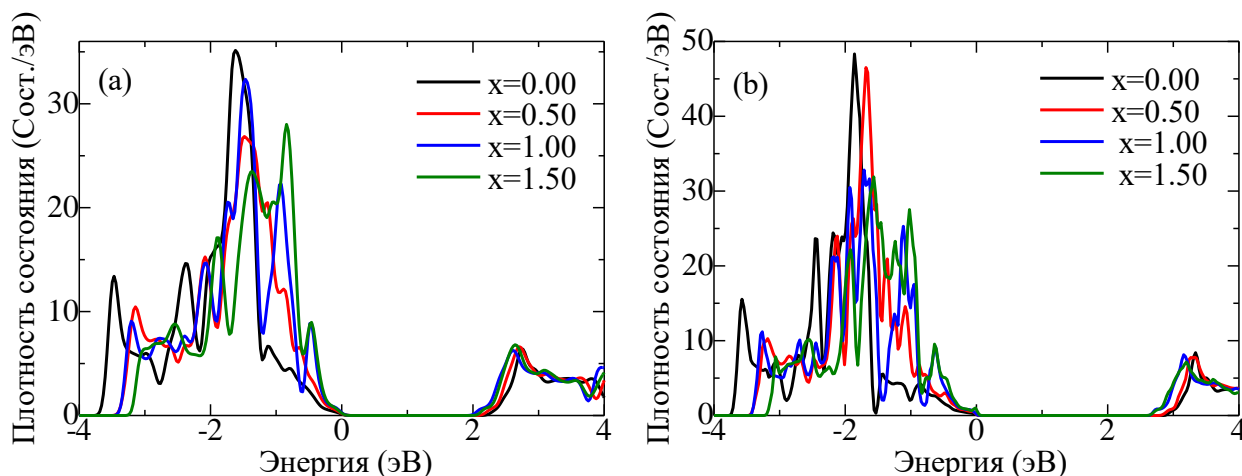


Рис. 3. Общая плотность состояний $CsPbBr_{3-x}I_x$ ($x = 0, 0.5, 1, 1.5$) по GGA (a) и mBJ (b) расчетам.

В табл. 2 приведены результаты значения запрещенной зоны для всех значений концентраций атомов замещения. Результаты показывают, что ширина запрещенной зоны уменьшается с увеличением концентрации легированных атомов I.

Табл. 2. Значения запрещённой зоны для $CsPbBr_{3-x}I_x$ ($x = 0, 0.5, 1, 1.5$), рассчитанные с помощью потенциалов GGA и mBJ

Система	GGA (эВ)	mBJ (эВ)
$CsPbBr_3$	2.1	2.84
$CsPbBr_{2.5}I_{0.5}$	1.99	2.75
$CsPbBr_2I_1$	1.90	2.61
$CsPbBr_{1.5}I_{1.5}$	1.86	2.57

На рис. 4 приведена зависимость запрещенной зоны $CsPbBr_3$ от концентрации легированных атомов I, при расчетах в GGA и mBJ приближениях. Эмпирические формулы $bg = -0.162x + 2.084$ и $bg = -0.19x + 2.835$ выражают изменение ширины запрещенной зоны $CsPbBr_{3-x}I_x$ в рамках GGA и mBJ расчетах соответственно. С помощью этих уравнений можно оценить значение ширины запрещенной зоны в $CsPbBr_{3-x}I_x$, для любого концентрация I.

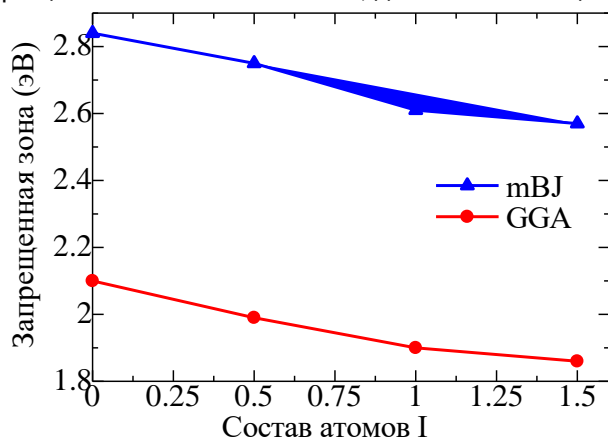


Рис. 4. Ширина запрещенной зоны при различных соотношениях концентраций I, легированного в $CsPbBr_3$

Оптические свойства $CsPbBr_3$ является одним из активных элементов, используемых в технологии солнечной энергетики. Поэтому мы изучаем влияние легирования йодом структуры $CsPbBr_3$. Если вычислить сложную диэлектрическую функцию, то можно легко изучить все остальные оптические свойства. Как известно, диэлектрическая функция состоит из двух частей: действительной части $\epsilon_1(\omega)$ и мнимой части $\epsilon_2(\omega)$, как показано на рис. 5(a) и 5(b) соответственно.

$\epsilon_1(\omega)$ представляет собой запасенную энергию среды или материала, которую можно отдать. На рис. 5(a) показано, что при достаточно высоких энергиях эти материалы проявляют металлическое поведение. Значение $\epsilon_1(\omega)$ увеличивается в диапазоне 0-3 эВ и достигает своего максимального значения в окрестности 3 эВ. Видно, что при дальнейшем увеличении энергии фотонов, значение $\epsilon_1(\omega)$, начинает принимать отрицательные значения за пределами 10 эВ. Эти отрицательные

значения объясняют, что в этом диапазоне соединения $\text{CsPbBr}_{3-x}\text{I}_x$ будут вести себя как металл, обладая высоким коэффициентом отражения падающего на него света.

$\varepsilon_2(\omega)$ объясняет поглощающую способность и поведение этих материалов. Мнимая часть диэлектрической функции (ε_2) равна нулю при 0 эВ в случае чистой системы. Это означает, что в CsPbBr_3 отсутствует поглощение энергии, в отличие от йод легированной перовскита CsPbBr_3 , где наблюдается положительное значение ε_2 . Как видно из рис. 5(b), поглощающие способности CsPbBr_3 , $\text{CsPbBr}_{2.5}\text{I}_{0.5}$, CsPbBr_2I и $\text{CsPbBr}_{1.5}\text{I}_{1.5}$, поднимаются до максимальных значений 4.17, 3.9, 3.33 и 3.6 при 6.05, 6.39, 7.02 и 6.6 эВ соответственно. Затем значения $\varepsilon_2(\omega)$ быстро уменьшаются для всех соединений. Эти системы показали заметный пик около 3 эВ с ненулевым значением поглощения даже при энергии 0 эВ. Следует отметить, что с увеличением концентрации легированных ионов йода в CsPbBr_3 поглощающая способность соответственно увеличивается. Также наблюдается смещение пиков поглощения в сторону низких энергий. Край поглощения йод легированного CsPbBr_3 , наблюдается в сторону более низких энергий (0.2 эВ). Увеличения поглощения можно объяснить уменьшением ширины запрещенной зоны, как видно из рис. 4.

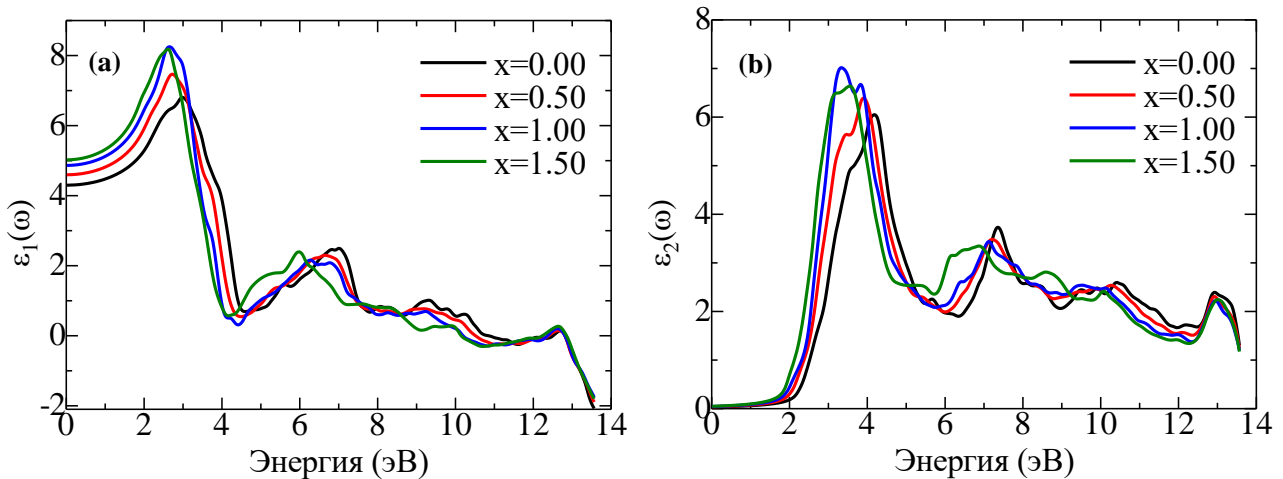


Рис. 5. Расчетные (a) значения $\varepsilon_1(\omega)$ и (b) значения $\varepsilon_2(\omega)$ для $\text{CsPbBr}_{3-x}\text{I}_x$ ($x = 0, 0.25, 1, 1.25, 1.5$) в зависимости от энергии с использования потенциала GGA.

Имея значения действительной $\varepsilon_1(\omega)$ и мнимой $\varepsilon_2(\omega)$ частей диэлектрической функции, оптические свойства, такие как коэффициент поглощения $\alpha(\omega)$, спектры оптической проводимости $\sigma(\omega)$, показатель преломления $n(\omega)$ и коэффициент отражения $R(\omega)$, характеризующие взаимодействие света с веществом, определяются следующими уравнениями:

$$\alpha(\omega) = \sqrt{2\omega} \sqrt{\sqrt{\varepsilon_1^2(\omega) + \varepsilon_2^2(\omega)} - \varepsilon_1(\omega)} \quad (1)$$

$$\sigma(\omega) = \frac{i\omega}{4\pi} \varepsilon(\omega) \quad (2)$$

$$n(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\sqrt{\varepsilon_1^2(\omega) + \varepsilon_2^2(\omega)} + \varepsilon_1(\omega)} \quad (3)$$

$$R(\omega) = \left| \frac{\sqrt{\varepsilon(\omega)-1}}{\sqrt{\varepsilon(\omega)+1}} \right|^2 \quad (4)$$

где $\varepsilon(\omega) = \varepsilon_1(\omega) + i\varepsilon_2(\omega)$

$$k(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{\sqrt{\varepsilon_1^2(\omega) + \varepsilon_2^2(\omega)} + \varepsilon_1(\omega)}{2}} \quad (5)$$

Как видно из рис. 6(a), влияние легирования явно изменяет спектры поглощения. Порог поглощения начинается увеличиваться при 1.8, 1.4, 1.2 и 0.95 эВ и достигает максимального значения 1.39, 1.52, 1.62 и 1.53 при 4.34, 4.14, 3.95 и 3.76 эВ для CsPbBr_3 , $\text{CsPbBr}_{2.5}\text{I}_{0.5}$, CsPbBr_2I и $\text{CsPbBr}_{1.5}\text{I}_{1.5}$ соответственно.

Спектр оптической проводимости $\sigma(\omega)$ изображен на рис. 6(b), который дает представление о проводимости соединения перовскита при оптическом возбуждении, вызванном проникающими лучами фотонной энергии. Из рис. 6(d) видно, что оптическая проводимость имеет нулевое значение в видимой области примерно до 2 эВ и имеет тенденцию к увеличению в пределе до 4 эВ и достигает более высоких значений в УФ-диапазоне. С увеличением концентрации I в структуру CsPbBr_3 , соответственно оптическая проводимость увеличивается. Минимум $\sigma(\omega)$ в области низких энергий и соответствующие нулевые значения в излучаемой области показывают,

что падающий свет в этой области энергий не сможет вызвать оптических возбуждений для этих соединений.

Рассчитанный показатель преломления (n) для CsPbBr_3 , $\text{CsPbBr}_{2.5}\text{I}_{0.5}$, CsPbBr_2I и $\text{CsPbBr}_{1.5}\text{I}_{1.5}$ составляет 2.07, 2.14, 2.20 и 2.24 соответственно. Как показано на рис. 6(c), показатель преломления увеличивается в диапазоне 0-3 эВ и достигает своего максимального значения в окрестности 3 эВ. Затем она уменьшается и устремляется к нулю при больших энергиях для всех соединений. Спектр $n(\omega)$ очень похож на спектр $\varepsilon_1(\omega)$.

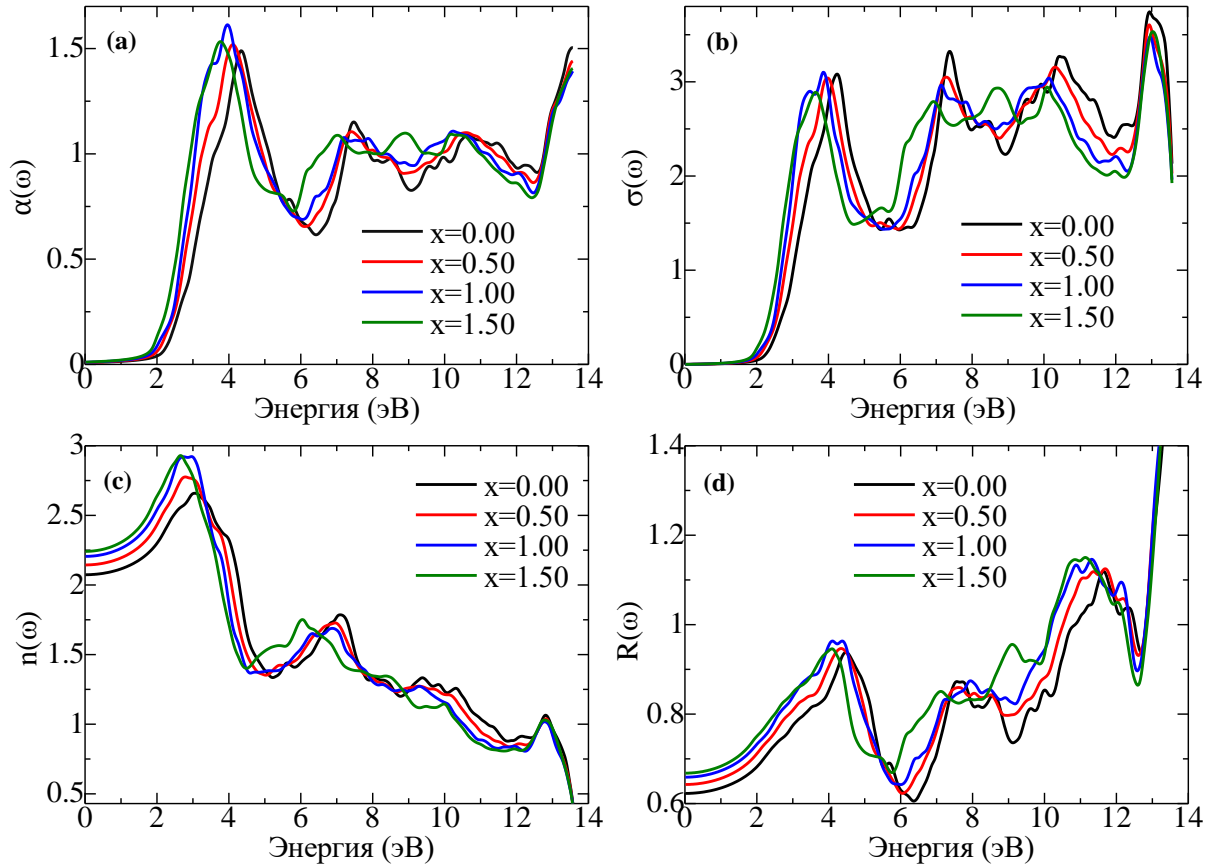


Рис. 6. Расчетные (a) спектры коэффициентов поглощения $\alpha(\omega)$, (b) спектры оптической проводимости $\sigma(\omega)$, (c) показатель преломления $n(\omega)$, (d) коэффициент отражения $R(\omega)$ перовскита $\text{CsPbBr}_{3-x}\text{I}_x$ с использованием потенциала GGA.

Из диэлектрических функций мы извлекли информацию об оптической отражательной способности $R(\omega)$ орторомбической модификаций $\text{CsPbBr}_{3-x}\text{I}_x$, которая показана на рисунке 6(d) для интервала энергий от 0 до 14 эВ. Для CsPbBr_3 расчетные значения $R(0)$ составляет 0.62, что хорошо согласуется с другими литературными результатами [9,10]. При низких энергиях фотонов $R(\omega)$ имеет сходное поведение со спектром $\varepsilon_1(\omega)$, но при высоких энергиях фотонов $R(\omega)$ увеличивается. На рис. 6(d) видно, что $R(\omega)$ увеличивается с увеличением концентрации I .

Заключение

В данной работе сообщается о влиянии легирования I на структурные, электронные и оптические свойства CsPbBr_3 с помощью расчетов из первых принципов, основанных на теории функционала плотности. Структурные свойства CsPbBr_3 , обсуждаемые в контексте, хорошо согласуются с другими экспериментальными и теоретическими результатами. Мы рассчитали электронную зонную структуру до и после легирования йодом. Структурные исследования показали, что легирование I приводит к увеличению параметров и объем элементарной ячейки CsPbBr_3 . Результаты исследования электронных свойств показывают, что с увеличением I в составе CsPbBr_3 запрещенная зона уменьшается. В конце обсуждаются оптические свойства, такие как диэлектрическая функция, коэффициент поглощения, спектры оптической проводимости, показатель преломления и коэффициент отражения, для чистых и легированных случаев. Оптические свойства показали разнообразное поведение в зависимости от диапазона энергии фотонов. С увеличением легированных ионов I оптические свойства CsPbBr_3 улучшаются и благодаря этим эти перовскиты могут быть эффективно использованы в оптических устройствах и приложениях, таких как солнечные элементы. В целом полученные результаты показывают, что изученные перовскиты могут найти широкое применение в науке и технике.

Благодарность

Эта работа выполнена в рамках деятельности Международного инновационного центра нанотехнологий СНГ (МИЦНТ СНГ) при поддержке Межгосударственного фонда гуманитарного сотрудничества государств - участников СНГ (МФГС) и Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ), грант №22-112.

Литература

1. Bagayoko, D. Understanding density functional theory (DFT) and completing it in practice. AIP Advances. 2014, 4(12), 127104.
2. Blaha, P. WIEN2k an augmented plane wave + local orbitals program for calculating crystal properties. / P. Blaha, K. Schwarz, G. Madsen, D. Kvasnicka, J. Luitz – Karlheinz Schwarz // Austria, Techn. Universität Wien. 2001. –ISBN 3.- 9501031-1-2.
3. Cottenier, S. Density Functional Theory and the family of (L) APW-methods: a step-by-step introduction. Instituut voor Kern-en Stralingsfysica, KU Leuven, Belgium. 2002, 4(0), 41.
4. Perdew, J.P. Accurate and simple density functional for the electronic Exchange energy: Generalized gradient approximation / J.P. Perdew, W. Yue // Phys. Rev. B. 1986. -V.33.-№12.-PP.8800–8802.
5. David, K. Merits and limits of the modified Becke-Johnson exchange potential / K. David, T.Fabien, B. Peter // Physical Review B. 2011, 83, 195134.
6. Ghaithan, H.M. Density functional study of cubic, tetragonal, and orthorhombic CsPbBr₃ perovskite. / H.M.Ghaithan, Z.A.Alahmed, S.M.Qaid, M.Hezam, A.S.Aldwayyan // ACS omega. 2020, 5(13), 7468-7480.
7. Linaburg, M.R. Cs_{1-x}Rb_xPbCl₃ and Cs_{1-x}Rb_xPbBr₃ Solid Solutions: Understanding Octahedral Tilting in Lead Halide Perovskites / M.R.Linaburg, E.T.McClure, J.D.Majher, P.Woodward // Chemistry of Materials. 2017, 29(8), 3507-3514.
8. Электронный ресурс. Url: <http://susi.theochem.tuwien.ac.at/lapw/>.
9. Rajeswarapalanichamy, R. Band gap engineering in halide cubic perovskites CsPbBr₃-yI_y (y= 0, 1, 2, 3) – A DFT study /R.Rajeswarapalanichamy, A.Amudhavalli, R.Padmavathy, K.Iyakutti // Materials Science and Engineering: B. 2020, (258), 114560.
10. Murtaza, G., & Ahmad, I. First principle study of the structural and optoelectronic properties of cubic perovskites CsPbM₃ (M= Cl, Br, I) / G.Murtaza, I.Ahmad // Physica B: Condensed Matter. 2011, 406(17), 3222-3229.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУЛЛИФОН-СВЕДИЕНИЯ ОБ АВТОРАХ- INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Бурхонзода Амондуллои Саидали	Бурхонзода Амондуллои Саидали	Burhonzoda Amondulloi Saidali
Номзади илмҳои техникаӣ	Кандидат технических наук	Candidate of technical sciences
Институти Физикаю техникаи ба номи С.У.Умарови АМИТ; Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Физико-технический институт им. С.У. Умарова НАНТ; Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	S.U. Umarov Physical-technical institute of the NAST; Tajik technical university named after M.S.Osimi
amondullo.burkhonzoda@mail.ru		
Нематов Дилшод Давлатшоевич	Нематов Дилшод Давлатшоевич	Nematov Dilshod Davlatshoevich
Номзади илмҳои техникаӣ	Кандидат технических наук	Candidate of technical sciences
Институти Физикаю техникаи ба номи С.У.Умарови АМИТ; Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Физико-технический институт им. С.У. Умарова НАНТ; Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	S.U. Umarov Physical-technical institute of the NAST; Tajik technical university named after M.S.Osimi
dilnem@mail.ru		
Хусензода Мирзоазиз Ашур	Хусензода Мирзоазиз Ашур	Husenzoza Mirzoaziz Ashur
Номзади илмҳои техникаӣ	Кандидат технических наук	Candidate of technical sciences
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik technical university named after M.S.Osimi
mirzo@inbox.ru		
Холмуродов Холмирзо Тағойкулович	Холмуродов Холмирзо Тағойкулович	Kholmurodov Kholmirzo Tagoykulovich
Доктори илмҳои физикаю математика	Доктор физико-математических наук	Doctor of Physical and Mathematical Sciences
Институти муттаҳидаи тадқиқотҳои ядрой	Объединенный институт ядерных исследований	Joint Institute for Nuclear Research
mirzo@jinr.ru		
Фарход Шокир	Фарход Шокир	Farkhod Shokir
Номзади илмҳои физикаю математика	Кандидат физико-математических наук	Candidate of Physical and Mathematical Sciences
Институти Физикаю техникаи ба номи С.У.Умарови АМИТ	Физико-технический институт им. С.У. Умарова НАНТ	S.U. Umarov Physical-technical institute of the NAST
farhod0475@mail.ru		

УДК 532.7,532.783

ИССЛЕДОВАНИЕ ВРАЩАТЕЛЬНЫХ РЕЛАКСАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И ОРИЕНТАЦИОННЫХ ВЯЗКОУПРУГИХ СВОЙСТВ НЕМАТИЧЕСКИХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ

¹Д.А. Абдурасулов, ¹А.А. Абдурасулов, ²С.Одинаев

¹Таджикский технический университет имени академика М. С. Осими,

² Физико-технический институт имени С.У. Умарова НАНТ

На основе развитого ранее статистической теории неравновесных процессов в асимметричных жидкостях, исследована вращательные релаксационные процессы и определена их вклады в динамические вязкоупругие свойства нематических жидких кристаллов. Определены аналитические выражения и проведена численные расчёты зависимости времени вращательной релаксации, низкочастотных значений динамических коэффициентов вязкостей и динамических модулей упругости нематических жидких кристаллов (п-азоксианизола ПАА) от температуры, плотности, давления и частоты.

Ключевые слова: асимметричные жидкости, релаксационные процессы, вязкоупругость, нематические жидкие кристаллы.

ТАДҚИҚИ РЕЛАКСАТСИЯҲОИ ЧАРХЗАНӢ ВА ХОСИЯТҲОИ ЧАСПАКИҶО ЧАНДИРИИ ТАМОИЛИИ МОЕЪКРИСТАЛЛҲОИ НЕМАТИКӢ

Д.А. Абдурасулов, А.А. Абдурасулов, С.Одинаев

Дар асоси назарияи статистикии барои омӯзиши рӯйдодҳои ғайримувазинунаҷаббардаи моёъҳои асимметрии такмили дода шуда, релаксатсияҳои чархзанӣ тадқиқ карда шуда, саҳми онҳо дар хосиятҳои динамикии часпакӣ чандирии моёъкристаллҳои нематикӣ нишон дода шудааст. Барои вақти релаксатсияи чархзанӣ ва коэффициентҳои динамикии часпакӣ чандирии моёъкристаллҳои нематикӣ ифодаҳои аналитикӣ ёфта шуда, тавассути ҳисобкуниҳои ададӣ қонуниятҳои вобастагии ин бузургҳо аз температура, зичӣ, фишор ва басомад нишон дода шудааст.

Калидвожаҳо: моёъҳои асимметрии, рӯйдодҳои релаксатсионӣ, чандирию часпакӣ, моёъкристаллҳои нематикӣ.

INVESTIGATION OF ROTATIONAL RELAXATION PROCESSES AND ORIENTATION VISCOELASTIC PROPERTIES OF NEMATIC LIQUID CRYSTALS

D.A. Abdurasulov, A.A. Abdurasulov, S. Odinaev

Based on the previously developed statistical theory of nonequilibrium processes in asymmetric liquids, rotational relaxation processes are investigated and their contributions to the dynamic viscoelastic properties of nematic liquid crystals are determined. Analytical expressions are determined and numerical calculations of the dependence of rotational relaxation time, low-frequency values of dynamic viscosity coefficients and dynamic elastic modulus of nematic liquid crystals (p-azoxyanisole PAA) on temperature, density, pressure and frequency are carried out

Key words: asymmetric liquids, relaxation processes, viscoelasticity, nematic liquid crystals.

Рассматривается сложная асимметричная жидкая система, состоящая из твёрдых молекул произвольной формы с массой m и моментом инерции I . Предполагается, что такие молекулы обладают поступательными вращательными степенями свободы и их положение в пространстве можно задавать наборами декартовых $\vec{x}_i(x_i; y_i; z_i)$ и угловых $\vec{\theta}_i(\theta_i; \psi_i; \varphi_i)$ координат. Молекулярная модель жидкой системы задаётся Гамильтонианом:

$$H(\vec{x}_i, \vec{\theta}_i, \vec{P}_i, \vec{M}_i) = \sum_{i=1}^N \left(\frac{p_i^2}{2m} + \frac{M_i^\alpha M_i^\beta}{2I\alpha\beta} + \sum_{i \neq j=1}^N \Phi_{ij}(\vec{x}_{ij}, \vec{\theta}_i, \vec{\theta}_j) \right), \quad (1)$$

где \vec{P}_i – импульс, а \vec{M}_i – собственный момент импульса молекул, $\Phi_{ij}(\vec{x}_{ij}, \vec{\theta}_i, \vec{\theta}_j)$ -несферический потенциал парного взаимодействия молекул.

Неравновесное состояние жидкой системы характеризуется набором динамических величин, плотность, которых в фазовом пространстве определяются выражением:

$$\hat{P}_m(\vec{x}, \vec{\theta}) = \sum_{i=1}^N P_{mi} \delta(\vec{x} - \vec{x}_i) \delta(\vec{\theta} - \vec{\theta}_i), \quad (2)$$

где P_{mi} - микроскопическое (молекулярное) выражение данной динамической величины, $\delta(x)$ - дельта функции Дирака.

В работах [1-3], нами, было показано, что при описании динамические вязкоупругие свойства асимметричных жидкостей в качестве динамических величин характеризующих неравновесное состояние жидкой системы, можно использовать плотность компонент тензоров переноса импульса и момента импульса, обусловленных трансляционным (t), вращательным (r) степенями свободы молекул и их взаимодействиями (tr), (rt), в виде [2,3]

$$\begin{aligned} \hat{P}_t^{\alpha\beta}(\vec{x}, \vec{\theta}) &= \sum_{i=1}^N \left(\frac{\hat{P}_i^\alpha \hat{P}_i^\beta}{m} + \frac{1}{2} \sum_{i \neq j=1}^N F_{ij}^\alpha X_{ij}^\beta \right) \delta(\vec{x}_i - \vec{x}) \delta(\vec{\theta}_i - \vec{\theta}), \\ \hat{P}_r^{\alpha\beta}(\vec{x}, \vec{\theta}) &= \sum_{i=1}^N \left(\frac{\hat{M}_i^\alpha \hat{M}_i^\beta}{I_{\beta\gamma}} + \frac{1}{2} \sum_{i \neq j=1}^N N_{ij}^{1\alpha} b_i^{\beta\gamma} \theta_{ij}^\gamma \right) \delta(\vec{x}_i - \vec{x}) \delta(\vec{\theta}_i - \vec{\theta}), \\ \hat{P}_{tr}^{\alpha\beta}(\vec{x}, \vec{\theta}) &= \sum_{i=1}^N \frac{\hat{P}_i^\alpha \hat{M}_i^\beta}{I_{\beta\gamma}} \delta(\vec{x}_i - \vec{x}) \delta(\vec{\theta}_i - \vec{\theta}), \quad \hat{P}_{rt}^{\alpha\beta}(\vec{x}, \vec{\theta}) = \sum_{i=1}^N \frac{\hat{P}_i^\alpha \hat{M}_i^\beta}{m} \delta(\vec{x}_i - \vec{x}) \delta(\vec{\theta}_i - \vec{\theta}), \end{aligned} \quad (3)$$

где $b_i^{\beta\gamma}$ – матрица поворота системы координат [6]. Дифференцируя (3) по времени, и усредняя результаты дифференцирования по неравновесному статистическому ансамблю [2,3],

заменяя затем в них компоненты тензоров $\widehat{P}^{\alpha\beta}$ на компоненты тензоров напряжений $\sigma^{\alpha\beta}$, согласно выражениям типа $\sigma^{\alpha\beta} = -\langle \widehat{P}^{\alpha\beta} \rangle_t + P\delta^{\alpha\beta}$, для компонент тензоров $\sigma^{\alpha\beta}$ в линейном приближении, получим, замкнутую систему уравнения обобщённой гидродинамики [4].

Так как, основной целью настоящей работы является исследование ориентационных вязкоупругих свойств нематических жидких кристаллов, здесь, приведём из этих уравнений, только уравнение изменения $\sigma_r^{\alpha\beta}$ по времени

$$\frac{\partial \sigma_r^{\alpha\beta}(\vec{x}, \vec{\theta}, t)}{\partial t} + \frac{\sigma_r^{\alpha\beta}(\vec{x}, \vec{\theta}, t)}{\tau_{rr}} + \frac{\sigma_t^{\alpha\beta}(\vec{x}, \vec{\theta}, t)}{\tau_{rt}} + \frac{\sigma_{tr}^{\alpha\beta}(\vec{x}, \vec{\theta}, t)}{\tau_{tr}} = A_r^{\alpha\beta}, \quad (4)$$

где, $\tau_{rr}, \tau_{rt}, \tau_{tr}$ - соответствующие характерные времена релаксации, которых в нашем приближении можно писать в виде:

$$\tau_{rr} = \frac{5kT}{2 \int_0^t \bar{N}(0)\bar{N}(t_1) dt} = \frac{5}{6} \frac{m}{\beta_{rr}}; \quad \beta_{rr} = \frac{1}{3kT} \int_0^t \langle N(0)N(t_1) \rangle_o dt \quad (5)$$

$$\tau_{tr} = 4 \sqrt{\frac{m}{I}} \tau_{tr}; \quad \tau_{tr} = \frac{\sqrt{mI}}{\beta_{tr}}, \quad \beta_{tr} = \frac{1}{3kT} \int_0^t \langle F(0)N(t_1) \rangle_o dt; \quad \hat{\tau}_{rt} \rightarrow \infty; \quad a$$

$$A_r^{\alpha\beta} = \frac{P_r}{c_V} \left(\frac{\partial P_r}{\partial T} \right)_n \left\{ \frac{\partial u^Y(\vec{x}, t)}{\partial x^\sigma} \right\} \delta^{\gamma\sigma} + \left[-P_r + n \left(\frac{\partial P_r}{\partial n} \right)_T + \frac{P_r + e}{c_V} \left(\frac{\partial P_r}{\partial T} \right)_n \right] \left\{ \frac{\partial u^Y(\vec{x}, t)}{\partial x^Y} \right\} + \quad (6)$$

+ $\left[-P_r + n \left(\frac{\partial P_r}{\partial n} \right)_T + \frac{e}{c_V} \left(\frac{\partial P_r}{\partial T} \right)_n \right] \left\{ \frac{\partial a^{\gamma\sigma} \omega^\sigma}{\partial \theta^\gamma} \right\} + \frac{P_r}{c_V} \left(\frac{\partial P_r}{\partial T} \right)_n \delta^{\gamma\sigma} \frac{\varepsilon_{\alpha\gamma\sigma}}{2} (rot \vec{u})^\gamma$ - которого мы называли гидродинамическим источником. Заметим, что при выводе уравнения (4), вклады диффузионных и термоупругих процессов в вязкоупругие свойства жидкости не были учтены.

На основе (5) и (6), уравнения (4) для Фурье образа тензора напряжений $\sigma^{\alpha\beta}(\vec{x}, \vec{\theta}, \nu) = \int_0^\infty \sigma^{\alpha\beta}(\vec{x}, \vec{\theta}, t) e^{-\nu t} dt$, принимает вид

$$\sigma_r^{\alpha\beta}(\vec{x}, \vec{\theta}, \nu) + \sqrt{\frac{I}{16m}} \left(\frac{\tau_{rr}}{\tau_{tr}} \right) \frac{\sigma_{tr}^{\alpha\beta}(\vec{x}, \vec{\theta}, \nu)}{1 + i\nu\tau_{rr}} = \frac{A_r^{\alpha\beta} \tau_{rr}}{1 + i\nu\tau_{rr}}. \quad (7)$$

Далее рассмотрим жидкую систему, где обмен энергии между различными степенями свободы происходит медленнее, чем обмен энергия между одинаковыми степенями свободы молекул которого математически можно написать условием $\frac{\tau_{rr}}{\tau_{tr}} \ll 1$. Тогда, из выражения (7) получим

$$\sigma_r^{\alpha\beta}(\vec{x}, \vec{\theta}, \nu) = \frac{A_r^{\alpha\beta} \tau_{rr}}{1 + i\nu\tau_{rr}}. \quad (8)$$

На основе простого выражения (8), можно исследовать динамические вязкоупругие свойства жидких систем, где определяющими являются вращательные релаксационные процессы. К таким жидким системам, по нашему мнению, могут относиться жидкие системы, молекулы которых представляются как твёрдые стержни, и к таким жидким системам можно отнести нематические жидкие кристаллы (НЖК).

Разделяя с учётом (6) реальные и мнимые части комплексного выражения (8), для ориентационных динамических коэффициентов вязкостей - $\eta(\nu)$ и динамических модулей упругости НЖК - $\mu(\nu)$, находим выражения

$$\eta_{11}^r(\nu) = \frac{\tau_{rr} K_{11}^r}{1 + (\nu\tau_{rr})^2}; \quad \eta_{22}^r(\nu) = \frac{\tau_{rr} K_{22}^r}{1 + (\nu\tau_{rr})^2}; \quad \eta_{33}^r(\nu) = \frac{\tau_{rr} K_{33}^r}{1 + (\nu\tau_{rr})^2}; \quad (9)$$

$$K_{11}^r(\nu) = \frac{(\nu\tau_{rr})^2 K_{11}^r}{1 + (\nu\tau_{rr})^2}; \quad K_{22}^r(\nu) = \frac{(\nu\tau_{rr})^2 K_{22}^r}{1 + (\nu\tau_{rr})^2}; \quad K_{33}^r(\nu) = \frac{(\nu\tau_{rr})^2 K_{11}^r}{1 + (\nu\tau_{rr})^2}; \quad (10)$$

Отметим, что НЖК как минимум имеют 5 коэффициентов вязкостей. Здесь, привели только связанные с ориентационными деформациями НЖК коэффициенты вязкостей. НЖК как любая жидкость, имеет ещё сдвиговые и объёмные вязкости.

Выражения (9) и (10), относятся к релаксационным процессам с одним характерным временем релаксации и используя их можно исследовать вязкоупругие свойства НЖК с учётом вклада только вращательных релаксационных процессов. В частности, исходя из (9) и (10) можно оценить асимптотическое поведение вязкоупругих параметров НЖК, в областях низких и высоких частот. При низкочастотных динамических процессах (где, $\nu \rightarrow 0$), согласно (10) модули упругости по закону ν^2 стремятся к нулю, и вязкоупругие свойства НЖК согласно (9) характеризуются низкочастотными значениями коэффициентов вязкостей - $\eta_{s11}^r(0) = \tau_{rr} K_{11}^r$, $\eta_{s22}^r(0) = \tau_{rr} K_{22}^r$, $\eta_{s33}^r(0) = \tau_{rr} K_{33}^r$,

В областях высоких частот ($\nu \rightarrow \infty$), коэффициенты вязкости, согласно (9) по закону ν^{-2} стремятся к нулю и вязкоупругие свойства НЖК согласно (10), определяются высокочастотными значениями модулей упругости - $K_{s11}^r(\infty) = K_{11}^r$, $K_{s22}^r(\infty) = K_{22}^r$, $K_{s33}^r(\infty) = K_{33}^r$, $K_V^r(\infty) = K_V^r$.

Входящие в (10) статические модули упругости описывают ориентационные упругости НЖК при поперечных (K_{11}^r), продольных (K_{33}^r) деформациях и при кручении (K_{22}^r) [3], и определяются выражениями

$$K_{11}^r = \frac{P_t}{c_V} \left(\frac{\partial P_r}{\partial T} \right)_\rho, \quad K_{22}^r = \frac{P_t}{2c_V} \left(\frac{\partial P_r}{\partial T} \right)_\rho, \quad K_{33}^r = P_r \left[\frac{\rho}{P_r} \left(\frac{\partial P_r}{\partial \rho} \right)_T + \frac{e}{c_V P_r} \left(\frac{\partial P_r}{\partial T} \right)_\rho - 1 \right]. \quad (11)$$

Как видно из (11), ориентационные модули упругости определяются через плотность внутренней энергии (e), давления жидкости (P_t и P_r) и их производные. Выражения для плотности внутренней энергии и давления жидкости можно найти, усредняя выражения (1) и (4) по равновесному статистическому ансамблю в виде

$$e(T, \rho) = 3nk_B T + \frac{n^2}{2} \int \Phi_{ij}(x_{ij}, \theta_{ij}) g_o(x_{ij}, \theta_{ij}) d\vec{x}_{ij} d\vec{\theta}_{ij}, \quad (12)$$

$$\left. \begin{matrix} P_t(T, n) \\ P_r(T, n) \end{matrix} \right\} = nk_B T - \frac{n^2}{6} \int \left\{ \begin{matrix} \frac{\partial \Phi_{ij}(x_{ij}, \theta_{ij})}{\partial x_{ij}} x_{ij} \\ \bar{B} \frac{\partial \Phi_{ij}(x_{ij}, \theta_{ij})}{\partial \theta_{ij}} \theta_{ij} \end{matrix} \right\} g_o(x_{ij}, \theta_{ij}) d\vec{x}_{ij} d\vec{\theta}_{ij}, \quad (13)$$

где $g_o(x_{ij}, \theta_{ij})$ – равновесная радиальная функция распределения молекул.

Входящие в (9) и (10) время вращательной релаксации τ_{rr} определяется выражением (6), величина β_{rr} здесь называется коэффициентом внутреннего трения жидкости и выражается через равновесные корреляторы момент силы – момент силы $\langle N(0)N(t_1) \rangle_o$. Это означает, что на промежутках между столкновениями, на молекулы жидкости со стороны окружающих молекул, действуют случайные моменты сил и делают их вращательные движения возмущёнными. В результате происходит диссипация энергии и необратимость, которые учитываются через характерного время вращательной релаксации τ_{rr} . Определяя $\langle N(0)N(t_1) \rangle_o$ с учётом радиальной структуры жидкости и выражения $N_{ij}^\alpha = -v^{\alpha\beta} \frac{\partial \Phi(x_{ij}, \theta_{ij})}{\partial \theta^\beta}$, для τ_{rr} получим

$$\tau_{rr} = \frac{5I_{\alpha\alpha} k_B T}{12\pi^2 n \tau_k \int \left(v^{\alpha\beta} \frac{\partial \Phi(x_{ij}, \theta_{ij})}{\partial \theta^\beta} \right)^2 g_o(x_{ij}, \theta_{ij}) \sin \theta_{ij} d\theta_{ij} x_{ij}^2 dx_{ij}}, \quad (14)$$

где τ_k – время, в течении которого полностью ослабевают корреляция случайных, действующих на молекулы моменты сил, n – плотность числа молекул. Согласно (12) - (14), задача исследования динамических вязкоупругих свойств НЖК, теперь, сводятся к задаче определения потенциала парного взаимодействия молекул $\Phi(x_{ij}, \theta_{ij})$ и равновесной радиальной функции распределения молекул $g_o(x_{ij}, \theta_{ij})$.

Для жидкостей, состоящих из жёстких молекул $\Phi(x_{ij}, \theta_{ij})$ и $g_o(x_{ij}, \theta_{ij})$ можно представит в виде [5],

$$\tilde{\Phi}(r, \theta) = \begin{cases} \infty, & \text{при } 0 < r \leq 1 & \text{а)} \\ \tilde{\Phi}(r, \theta), & \text{при } r > 1. & \text{б)} \end{cases} \quad (15)$$

$$g_o(r, \theta) = \begin{cases} y(1) = \frac{2-\tilde{n}}{2(1-\tilde{n})^3}, & \text{при } r \leq 1 & \text{а)} \\ y(r) e^{-\frac{\tilde{\Phi}_{ij}(r, \theta)}{T}}, & \text{при } r > 1. & \text{б)} \end{cases} \quad (16)$$

Здесь, $\tilde{\Phi}(r, \theta) = \frac{\Phi(x_{ij}, \theta_{ij})}{\epsilon}$ – безразмерная потенциальная энергия взаимодействия молекул,

ϵ – энергетическая глубина потенциальной ямы, $r = \frac{x_{ij}}{\sigma}$ – безразмерное взаимное расстояние молекул, σ – эффективный диаметр молекул.

Численные расчёты, нами были проведены для двух типов потенциалов межмолекулярного взаимодействия. 1. Для простого случая когда потенциал межмолекулярного взаимодействия можно представит в виде суммы потенциалов зависящих от взаимного расстояния молекул (r) и от их взаимных углов (θ), в виде $\tilde{\Phi}(r, \theta) = \tilde{\Phi}(r) + \tilde{\Phi}(\theta)$ и в качестве $\tilde{\Phi}(r)$ и $\tilde{\Phi}(\theta)$ использовали потенциалы Леннарда-Джонса и Майере -Заупе

$$\tilde{\Phi}(r) = \left(\frac{1}{r^6} - \frac{1}{r^{12}} \right) \text{ и } \tilde{\Phi}(\theta) = -\eta \left(\frac{3}{2} \cos^2 \theta - \frac{1}{2} \right). \quad (17)$$

II. Для более общего зависящего от (r, θ) потенциала Макмиллана [6]

$$\tilde{\Phi}(r, \theta) = \frac{e^{-(r)^2}}{\pi^{\frac{3}{2}}} \left(\frac{3}{2} \cos^2 \theta - \frac{1}{2} \right). \quad (18)$$

По литературным данным определили значения молекулярных параметров п-азоксианизола (ПАА): $\epsilon = \frac{A}{V_m^{\frac{1}{3}}} = 2,54 \cdot 10^{-20}$ Дж; $\mu = 258 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$; $\sigma = 4 \cdot 10^{-10}$ м; $L = 14 \cdot 10^{-10}$ м. Момент инерции молекул представили как момента инерции стержня относительно оси проходящей через её середину - $I_{\alpha\alpha} = \frac{1}{12} \frac{\mu}{N_A} L^2$. Для входящего в (17) скалярного ориентационного параметра порядка,

использовали полученное нами для ПАА в [7] выражение $\eta = 0,26 \left(1 + 11,73 \sqrt{1 - 4,54\tilde{T} + 0,048(\tilde{P} - 1)} \right)$, где $\tilde{T} = \frac{k_B T}{\epsilon}$ и $\tilde{P} = \frac{P}{P_c}$ – безразмерные температура и давление). С

учётom вышеприведенного для проведения численных расчётов зависимости τ_{rr} от температуры, плотности и давления получили выражения

$$\tau_{rr} = \frac{1.88 \cdot 10^{-10} \tilde{\tau}_B^{-1} \tilde{T}}{\tilde{n} (1 + 20.2 \sqrt{1 - \tilde{T} + 0.073(1 - \tilde{P})})^2} \quad (19)$$

$$\tau_{rr} = \frac{\left\{ \frac{2 - \tilde{n}}{6(1 - \tilde{n})^3} + a(r) e^{\frac{1.35}{\tilde{T}}} \int_0^\pi e^{\frac{0.39}{\tilde{T}} (1 + 11.73 \sqrt{1 - 4.54 \tilde{T} + 0.073(1 - \tilde{P})})} \cos^2 \theta_i \cos^2 \theta_i \sin^3 \theta_i d\theta_i \right\}^{-1}}{3.9 \cdot 10^{-10} \tilde{\tau}_B^{-1} \tilde{T}} \cdot \left\{ \tilde{n} \left[\frac{4}{45} \gamma(1) + \int_0^\pi \int_1^\infty \left(e^{-2r^2} - \frac{4.62}{\tilde{T}} \left(\frac{3}{2} \cos^2 \theta_{ij} - \frac{1}{2} \right) \right) \cos^2 \theta_i \sin^3 \theta_i d\theta_i r^2 dr \right] \right\} \quad (20)$$

Выражение (19) получено на основе потенциала Майера-Заупе (17), а выражение (20) на основе потенциала Макмиллана (18).

Заметим, что возможность исследования зависимост τ_{rr} от давления в нашей теории, связана с возможностью потенциала Майера-Заупе содержащего макроскопический ориентационный параметр порядка η . Такой возможности у потенциала Макмиллана нет.

Численные расчёты проведены на компьютере с использованием пакета программ "Вольфрам-Математика 7". Результаты численных расчётов зависимости времени вращательной релаксации ПАА от температуры, при трёх фиксированных значениях плотности и давления, на основе выражения (19) приведены на рис.1а. Заметный рост $\tau_{rr}(T)$ с увеличением температуры говорит о термической природе вращательных релаксационных процессов в НЖК. Уменьшение τ_{rr} с увеличением плотности и давления соответствует природе термических релаксационных процессов в жидкостях.

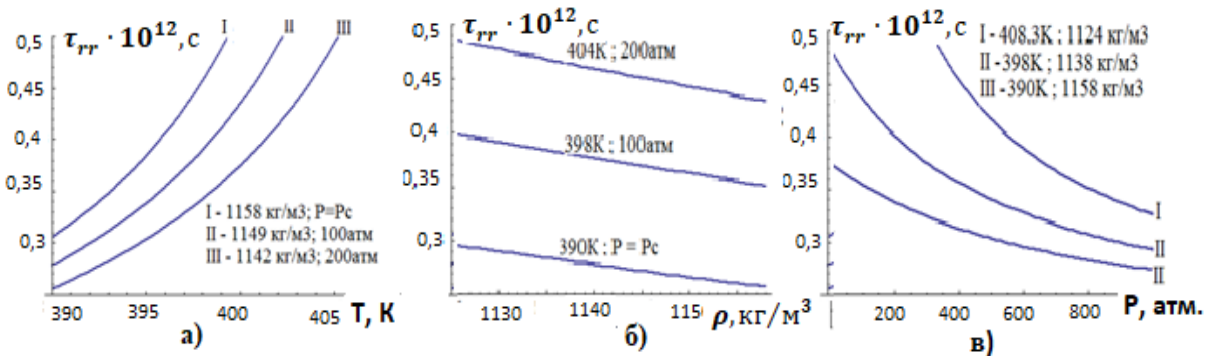


Рисунок 1. Результаты численного расчёта зависимости времени вращательной релаксации ПАА: от температуры (а); от плотности (б); и от давления (Р) по формуле (15).

С целью определения влияния вида потенциала межмолекулярного взаимодействия на динамические вязкоупругие свойства нематических жидких кристаллов, были проведены численные расчёты зависимости времени вращательной релаксации τ_{rr} для ПАА от температуры и плотности при давлении $(P_c - P) = 0$ по формулам (19) и (20) с использованием потенциалов межмолекулярных взаимодействий Майера-Заупе (17), и Макмиллана (18).

Результаты численного расчёта приведены в таблицах 1 и на рис. 2. Из приведенных в этих таблицах результатов видно, что характер зависимости τ_{rr} от температуры и плотности для обоих потенциалов качественно одинаковы, но количественно отличаются.

Более сильная температурная зависимость τ_{rr} при согласованных значениях плотности и температуры (диагональные значения таблицы и кривые на рис.2). чем при фиксированных значениях плотности

Таблица 1. Результаты численного расчёта зависимости времени вращательной релаксации τ_{rr} от плотности и температуры по формулам (19) и (20)

А		Плотность, кг/м ³								
Температура, К		1158	1153	1149	1142	1138	1135	1131	1127	1124
	390	0.2998	0.3045	0.3122	0.3202	0.3280	0.3357	0.3436	0.3514	0.3593
	395	0.3190	0.3240	0.3322	0.3407	0.3490	0.3572	0.3656	0.3740	0.3823
	400	0.3388	0.3442	0.3530	0.3620	0.3708	0.3795	0.3884	0.3974	0.4062
	402	0.3470	0.3525	0.3614	0.3707	0.3797	0.3887	0.3978	0.4069	0.4160
	404	0.3552	0.3609	0.3700	0.3795	0.3887	0.3979	0.4073	0.4166	0.4259
	406	0.3636	0.3694	0.3788	0.3884	0.3979	0.4073	0.4169	0.4265	0.4360
	408	0.3720	0.3780	0.3876	0.3975	0.4072	0.4168	0.4266	0.4364	0.4461
	408.3	0.3733	0.3793	0.3889	0.3989	0.4086	0.4183	0.4281	0.4379	0.4477
	408.32	0.3734	0.3794	0.3890	0.3990	0.4087	0.4184	0.4282	0.4380	0.4478

продолжение таблицы 1

Б	Плотность, кг/м ³									
		1158	1153	1149	1142	1138	1135	1131	1127	1124
Температура, К	390	0.2654	0.2705	0.2781	0.2864	0.2941	0.3016	0.3094	0.3172	0.3249
	395	0.2750	0.2802	0.2881	0.2967	0.3047	0.3124	0.3205	0.3286	0.3365
	400	0.2845	0.2900	0.2981	0.3070	0.3152	0.3233	0.3316	0.3400	0.3482
	402	0.2883	0.2938	0.3021	0.3111	0.3195	0.3276	0.3360	0.3446	0.3528
	404	0.2922	0.2977	0.3061	0.3152	0.3237	0.3319	0.3405	0.3491	0.3575
	406	0.2960	0.3016	0.3101	0.3193	0.3279	0.3362	0.3449	0.3537	0.3622
	408	0.2998	0.3055	0.3140	0.3234	0.3321	0.3406	0.3494	0.3582	0.3668
	408.3	0.3003	0.3061	0.3146	0.3241	0.3327	0.3412	0.3500	0.3589	0.3675
	408.32	0.3004	0.3061	0.3147	0.3241	0.3328	0.3413	0.3501	0.3589	0.3676

по столбцам). указывают на определяющей роли взаимодействия молекул в формировании динамических вязкоупругих свойств жидкостей.

Используя теперь, значения τ_{rr} , по формулам (10) можно провести численные расчёты зависимости динамических коэффициентов вязкости ($\eta^r(\nu)$) и соответствующих им динамических модулей упругости ($K^r(\nu)$) от температуры, плотности, давления и частоты.

Ниже в таблице 2 приведены результаты численного расчёта зависимости низкочастотных значений вращательной вязкости $\eta_{11}^r(\nu)$ от температуры и плотности, при двух значениях давления жидкости (($P_c - P$) = 0 и ($P_c - P$) = 200 атм.).

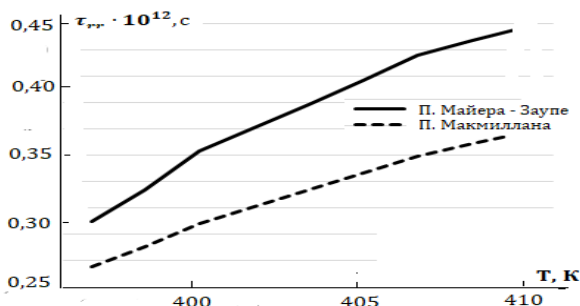


Рисунок 2. Зависимость времени вращательной релаксации в ПАА от температуры, с использованием потенциалов Майера-Заупе (сплошная кривая) и Макмиллана (пунктирная кривая).

Заметим, что значение P_c большое число (около 600 атм., при $T_c = 408K$), и с ростом ($P_c - P$) значение давления жидкости (P) уменьшается.

Следовательно, с увеличением давления и плотности, согласно таблице 2, значение коэффициента вязкости ПАА увеличивается, а с увеличением температуры уменьшается. Приведенные в таблицах 2 закономерности зависимости динамического коэффициента вязкости ПАА (η_{11}^r) от температуры, плотности и давления качественно соответствуют экспериментальным данным [8], но количественно несколько заниженные.

Таблица 2. Результаты численного расчёта зависимости низкочастотного значения динамического коэффициента вязкости ПАА от температуры и плотности при двух значениях давления жидкости по формуле (10) с использованием потенциала Майера-Заупе.

А) ($P_c - P$) = 0		Плотность, кг/м ³								
Температура, К		1158	1153	1149	1142	1138	1135	1131	1127	1124
	390	0.1689	0.1663	0.1642	0.1607	0.1588	0.1573	0.1554	0.1535	0.1522
	395	0.1675	0.1648	0.1628	0.1593	0.1573	0.1558	0.1539	0.1521	0.1507
	400	0.1653	0.1627	0.1607	0.1571	0.1552	0.1537	0.1518	0.1499	0.1485
	402	0.1623	0.1597	0.1576	0.1541	0.1521	0.1507	0.1488	0.1469	0.1455
	404	0.1580	0.1554	0.1534	0.1498	0.1479	0.1464	0.1445	0.1427	0.1413
	406	0.1521	0.1494	0.1474	0.1439	0.1420	0.1405	0.1387	0.1368	0.1354
	408	0.1436	0.1410	0.1390	0.1355	0.1336	0.1322	0.1304	0.1286	0.1272
	408.3	0.1312	0.1287	0.1268	0.1234	0.1216	0.1202	0.1184	0.1166	0.1153
408.32	0.0615	0.0597	0.0583	0.0558	0.0545	0.0535	0.0522	0.0509	0.0500	
Б) ($P_c - P$) = 200 атм.)		Плотность, кг/м ³								
Температура, К		1158	1153	1149	1142	1138	1135	1131	1127	1124
	390	0.1605	0.1580	0.1561	0.1528	0.1509	0.1495	0.1477	0.1460	0.1446
	395	0.1584	0.1559	0.1540	0.1507	0.1488	0.1474	0.1456	0.1439	0.1426
	400	0.1555	0.1531	0.1511	0.1478	0.1460	0.1446	0.1428	0.1410	0.1397
	402	0.1516	0.1492	0.1473	0.1440	0.1421	0.1408	0.1390	0.1373	0.1360
	404	0.1464	0.1439	0.1420	0.1388	0.1370	0.1356	0.1339	0.1322	0.1309
	406	0.1392	0.1368	0.1350	0.1318	0.1300	0.1287	0.1270	0.1253	0.1240
	408	0.1294	0.1271	0.1253	0.1222	0.1205	0.1192	0.1175	0.1159	0.1147
	408.3	0.1155	0.1133	0.1116	0.1087	0.1070	0.1058	0.1043	0.1027	0.1016
408.32	0.0565	0.0548	0.0535	0.0512	0.0500	0.0491	0.0479	0.0468	0.0459	

Литература:

1. Зубарев Д.Н. Неравновесная статистическая термодинамика. М.: Наука, 1972, 280 с.
2. Абдурасулов А.А. О неравновесной статистической функции распределения асимметричных жидкостей. //Докл. АН РТ, 1998, Т.51. №3-4, с. 36-41.
3. Абдурасулов А.А. Общие аналитические выражения для динамических вязкоупругих коэффициентов жидкостей с произвольными формами молекул. //Вестник Таджикского технического университета. сер.: Интеллект. Инновация. Инвестиция. – 2016, № 4(36), с.19-25.
4. Шойдаров Н. О., Абдурасулов Д. А., Абдурасулов А.А. Локальные законы сохранения и вязкоупругие свойства асимметричных жидкостей. //Мат. Межд. Конф. «Электроэнергетика Таджикистана: Актуальные проблемы и пути их решения». Душанбе, филиал НИУ «МЭИ» . 19 декабря 2019г., с. 250-255.
5. Адхамов А.А., Одинаев С., Абдурасулов А. Об оптимальном выборе радиальной функции распределения для простых жидкостей //ДоклАН. Тадж.ССР. –1989, т.32, №8, с. 521-524.
6. Базаров И.П.. Геворкян И. В. Статистическая теория твердых и жидких кристаллов. М.: изд-ва МГУ, 1985, 262 с.
7. Абдурасулов Д. А., Абдурасулов А.А., Одинаев С. Метод неполного термодинамического потенциала для нематических жидких кристаллов. //Политехнический вестник. Серия: интеллект, инновация, инвестиции, 2019, 4(48), с.12-16
8. Ларионов А.Н.. Богданов Д.Л. и др. Ультразвук и вращательная вязкость нематических жидких кристаллов.//Вестник Воронежского государственного университета. серия физика. математика. -2006. №1. с.51-58.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ- INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

TJ	RU	EN
Одинаев Саидмухаммад	Одинаев Саидмухаммад	Odinaev Saidmuhammad
д.и.ф.-м., профессор	д.ф.-м.н., профессор	Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor
ИФТ ба номи С.У. Умарови АМИТ	ФТИ имени С.У.Умарова НАНТ	S.U. Umarov Physical-Technical Institute of the NAST
Абдурасулов Анвар Абдурасулович	Абдурасулов Анвар Абдурасулович	Abdurasulov Anvar Abdurasulovich
н.и.ф.-м.	к.ф.-м.н.	Candidate of Physical and Mathematical Sciences
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
anvary@ttu.tj		
Абдурасулов Далер Анварович	Абдурасулов Далер Анварович	Abdurasulov Daler Anvarovich
унвончу	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
daler@ttu.tj		
0000-0003-1102-8140		

УДК 551.5

**МОНИТОРИНГИ ХУСУСИЯТҲОИ РАДИАТСИОНИИ АТМОСФЕРАИ МИНТАҚАИ НИМХУШКИ
ТОҶИКИСТОН****Р.Р. Ваҳобов**

Институти физикаю техникаи ба номи С. У. Умарови Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

Дар мақолаи мазкур натиҷаҳои таҳқиқот оиди мониторинги хусусиятҳои радиатсионии атмосфера дар шароити минтақаи нимхушки Тоҷикистон пешниҳод шудааст. Муқарар карда шудааст, ки дар давраи воридшавии ҷангу ғубор, қимати миёнаи рӯзонаи: радиатсияи мустақим (420Вт/м^2), умумӣ (202Вт/м^2 , радиатсияи инъикосшуда (106Вт/м^2) ва фурӯбарӣ (163Вт/м^2) ба қадри назаррас кам мешавад вале қимати миёнаи рӯзонаи радиатсияи пароканда зиёд мешавад (217Вт/м^2). Тавозуни радиатсионӣ дар ҳолатҳои омӯхташуда ҳисоб карда шудааст. Ҳисобҳо нишон медиҳанд, ки қимати миёнаи рӯзонаи радиатсияи ғайрифотосинтетикӣ то $56,75\text{ Вт/м}^2$ кам шудааст. Фарқият ва таносуби параметрҳо барои рӯзи тоза ва рӯзи воридшавии ҷангу ғубор оварда шудаанд.

Калимаҳои калидӣ: радиатсияи офтобӣ, радиатсияи умумӣ, радиатсияи пароканда, радиатсияи инъикосшуда, радиатсияи мустақим, альбедро сатҳи Замин.

**МОНИТОРИНГ РАДИАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АТМОСФЕРЫ ПОЛУАРИДНОЙ ЗОНЫ
ТАДЖИКИСТАНА****Р.Р. Ваҳобов**

В данной статье представлены результаты исследования по мониторингу радиационных характеристик атмосферы в полуаридной зоне Таджикистана. Установлено, что в период вторжения пыли существенно снижается среднее значение: прямой (420Вт/м^2), общей (202Вт/м^2), отраженной (106Вт/м^2) и поглощенная (163Вт/м^2) радиация, но увеличивается среднее значение рассеянной радиации (217Вт/м^2). Радиационный баланс рассчитан в исследуемых случаях. Расчеты показывают, что среднее значение активной фотосинтетической радиации снизилось до $56,75\text{ Вт/м}^2$.

Ключевые слова: солнечная радиация, суммарная радиация, рассеянная радиация, отраженная радиация, прямая радиация, альбедро Земли.

**MONITORING THE RADIATION CHARACTERISTICS OF THE ATMOSPHERE IN THE SEMI-ARID
ZONE OF TAJIKISTAN****R.R. Vahobov**

This article presents the results of a study on monitoring the radiation characteristics of the atmosphere in the semi-arid zone of Tajikistan. It has been established that during the period of dust intrusion, the average daily value decreases significantly: direct (420W/m^2), total (202W/m^2), reflected (106W/m^2) and absorbed (163W/m^2) radiation, but the average daily value of scattered radiation increases (217W/m^2). The radiation balance was calculated for the cases under study. Calculations show that the average daily value of active photosynthetic radiation has decreased to 56.75 W/m^2 .

Keywords: solar radiation, global radiation, scattered radiation, reflected radiation, direct radiation, Earth surface albedo.

Офтоб манбаи асосии энергия барои ҳамаи равандҳои дар сатҳи замин ва атмосфера баамалоянда мебошад. Он ба растаниҳо энергия медиҳад, ки ҳангоми фотосинтез дар онҳо барои тавлиди моддаҳои органикӣ истифода мешавад. Радиатсияи офтоб ба равандҳои нашъунамо ва инкишоф, ба ҳосилнокии умумии растаниҳо, ба қимати ғизоӣ ва сифати маҳсулот таъсир мерасонад. Офтоб энергияро чун қисми мутлақ сиёҳ, ки ҳарорати сатҳи шуоъдиҳандааш қариб 6000° аст , меафканад. Дар маркази Офтоб ҳарорат ба 40000000° мерасад, аз ин рӯ миқдори зиёди энергия ($3,71 \cdot 10^{26}\text{Вт}$), ки камтар аз он яъне як ду миллиардӣ қисми он ба Замин мерасад, ки он дар 1 км^2 сатҳи Замин ба иқтидори 330 ҳазор киловатт рост меояд [1-6].

Радиатсияи Офтоб. Радиатсияи офтобӣ як қисми энергияи шуоъи Офтоб буда, дар шакли мавҷҳои электромагнитӣ бо суръати 300000км/с ба атмосфераи замин ворид мешавад. Нури офтоб ба сатҳи замин сифатан яхела нест. Спектри он одатан ба се қисм тақсим мешавад: нури ултрабунафши ноаён бо дарозии мавҷҳои $<0,40\text{ мкм}$, шуоҳои намоён ($0,40-0,76\text{ мкм}$) ва нури инфрасурхи ноаён бо дарозии мавҷҳои $>0,76\text{ мкм}$. Ҳудуди дарозии мавҷ аз $0,1$ то 4 мкм 99% тамоми энергияи шуоъшавандаро ташкил медиҳад, ки ин ба мо имкон медиҳад, ки радиатсияи офтобиро қариб пурра чун мавҷҳои кӯтоҳ баррасӣ кунем [1-6]. Дар сарҳади болоии атмосфера вазни қисми шуоъҳои ултрабунафш 7% , намоён - 46% , инфрасурх - 47% -ро ташкил медиҳад [1]. Радиатсияи Офтоб дар шакли ҷараёнҳои радиатсионии мустақим ва паҳншуда ба сатҳи замин мерасад.

Радиатсияи мустақими офтоб (S) ҷараёни нуриҳои параллелӣ мебошад, ки мустақиман аз кӯраи намоёни офтоб ба сатҳи перпендикуляр ба нуриҳои афтанда меоянд. Радиатсияи мустақими офтобӣ, ки ба сатҳи уфуқӣ меафтад, инсолятсия (S') номида мешавад.

Интенсивнокии инсолятсия бо формулаи $S' = S \cdot \sin h$ ҳисоб карда мешавад [1, 2].

Воридшавии умумии радиатсияи мустақим ва парокандашуда, ки ба сатҳи уфуқӣ ворид мешавад, **радиатсияи умумӣ** номида мешавад:

$$Q = S' + D,$$

ки дар ин ҷо: Q - радиатсияи умумӣ, S' - инсолятсия ва D - радиатсияи пароканда аст [1, 7-9].

Пеш аз тулӯи офтоб, пас аз ғуруби офтоб ва дар давоми рӯз ҳангоми мавҷудияти абрҳо, радиатсияи умумӣ комилан аз радиатсияи пароканда иборат мешавад. Формулаи албедро таносуби миқдори радиатсияи инъикосшуда ба сели умумии радиатсионӣ дар сатҳи додашуда

$$A = R/Q \quad (1)$$

мебошад. Радиатсияи фурӯбурдашуда чунин муайян карда мешавад

$$B_k = Q - R$$

Тавозуни радиатсионии сатҳи замин (B) фарқи байни ҳамаи селҳои радиатсионие, ки ба сатҳи замин меояд ва аз он мебарояд мебошад. Қисми даромади баланси радиатсионӣ аз радиатсияҳои мустақим (**S**), радиатсияи пароканда (**D**) ва радиатсияи муқобили атмосфераи **Ea** иборат аст. Қисми хароҷот аз радиатсияи инъикосшуда (**R**) ва радиатсияи худӣ замин (**Ez**) иборат аст. Муодилаи баланси радиатсионии сатҳи заминро дар шакли зерин навиштан мумкин аст [1, 6-10]:

$$B = S' + D + E_a - R - E_z \quad (2)$$

Фарқи байни радиатсияи сатҳи замин ва радиатсияи муқобили атмосфера **радиатсияи самарабахш** номида мешавад:

$$E_{eff} = E_z - E_a$$

Радиатсияи худӣ Замин (E_z) $3,73 \cdot 10^2$ Вт/м² ва радиатсияи зидди атмосфера E_a барои шароити Душанбе 0,1 кВт/м² гирифта мешавад.

Дар раванди фотосинтез растаниҳо тамоми спектри шуоъҳои офтобиро истифода намебаранд, балки танҳо як қисми онро, ки дар ҳудуди дарозии мавҷҳои 0,38—0,71 мкм ҷойгиранд, истифода мебаранд. Онро **радиатсия аз ҷиҳати фотосинтетикӣ фаъл (PAR)** меноманд. Дар ҷараёни умумии радиатсионӣ ҳиссаи **PAR** ба ҳисоби миёна тақрибан 52% дар як сол, яъне $\Sigma Q_{PAR} = 0,52 \Sigma Q$. Аниқтараш миқдори **PAR**-ро бо формулаи зерини Х.Т. Тооминг ҳисоб кардан мумкин аст [10].

$$\Sigma Q_{PAR} = 0,43 \Sigma S' + 0,57 \Sigma D \quad (3)$$

ки дар ин ҷо: ΣQ_{PAR} - радиатсияи умумии аз ҷиҳати фотосинтетикӣ фаъл (Ҷ/м²); $\Sigma S'$ - миқдори радиатсияи мустақими офтоб ба сатҳи уфуқӣ (Ҷ/м²); ΣD - миқдори радиатсияи парокандаи офтоб (Ҷ/м²) мебошад [3].

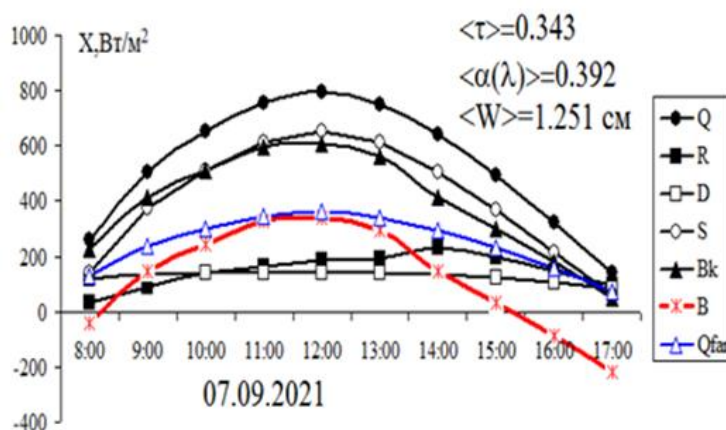
Барои ҳалли проблемаҳои назорати доимии дуру дарозии хосиятҳои радиатсионии атмосфера ва чамъ намудани маҳзани маълумотҳо оиди радиатсионии офтоб дар ҳудуди васеи спектр аввалин бор дар Душанбе комплекси ченкунии наздизамини ташкил карда шуд, ки он иборат аз пиранометр, альбедометр ва пергелиометр иборат мебошад [11].

Таҷҳизотҳои мазкур дар полигонони мониторинги атмосфераи Институту физикаю техники ба номи С.У.Умарови Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон насб карда шудааст. Маҳзани параметрҳои асосии метеорологӣ аз 5 март соли 2005, характеристикаҳои оптикӣ ва микрофизикии аэрозол - аз 5 июли соли 2010 ва радиатсияи офтобӣ дар ҳудуди васеи спектр - аз март соли 2011 чамъ карда шуда истодааст. Истифодаи датчикҳои радиатсионӣ бо стандарти дуюмдараҷа ва дараҷаи якум барои андозагирӣ, усулҳои андозагирӣ ва коркарди сигнал мувофиқи талаботи Ташкилоти умумиҷаҳонии Метеорологи имкон дод, ки дақиқии маълумоти ниҳой барои истифодаи минбаъдаи онҳо дар моделсозӣ ва таҳлили натиҷаҳои андозагирӣ ба даст оварда шавад.

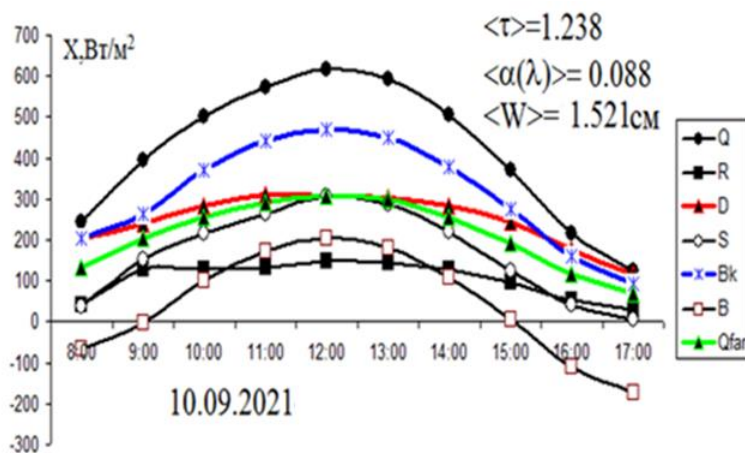
Дар асоси қиматҳои ченкардашудаи радиатсияи умумӣ (Q), инъикосшуда (R), пароканда (D), мустақим (S) ва фурӯбурдашуда (B_k), альбедро сатҳи Замин (мувофиқи формулаи 1), тавозуни радиатсионӣ (мувофиқи формулаи 2) ва радиатсияи аз ҷиҳати фотосинтетикӣ фаъл (мувофиқи формулаи 3) ҳисоб карда шуданд.

Дар расми 1 - расми 4 натиҷаҳои тағйирёбии параметрҳои дар боло зикргардида дар шароити муқаррарии атмосфераи шаҳри Душанбе 07.09.2021с дар давраи воридшавии чангу ғубор (10.09.2021с) ва рӯзи тоза (17.09.2021с) оварда шудааст.

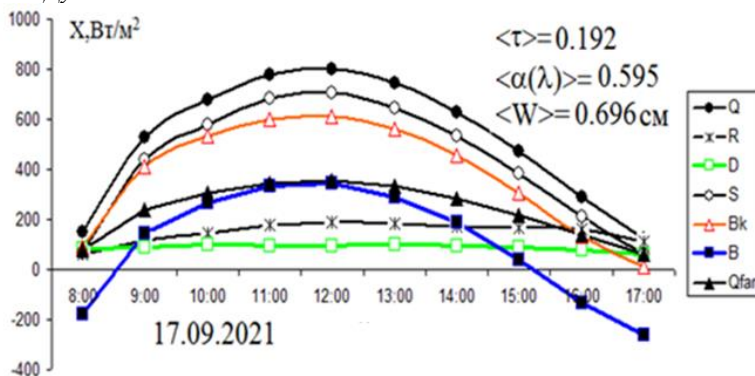
Ҳангоми атмосфераи муқаррарӣ (расми 1) қимати миёнаи рӯзонаи бузургиҳо мувофиқан чунин аст: ғафсии оптикӣ аэрозоли (FOA) атмосфера 0.343, параметри Ангстром (ПА) 0.392 ва буғи об 1.251см (07.09.2021с). Ҳангоми воридшавии чангу ғубор 10.09.2021с ин параметрҳо ба 1,238, 0,088 ва 1.521см мувофиқан тағйир ёфтанд (расми2). Дар ҳоле ки дар фазои тоза он ба: 0,192; 0,595 ва 0,696см мувофиқан баробар буда метавонад (расми3). Воридшавии чангу ғубор атмосфераро ба ҳисоби миёна 6,5 баробар ифлос кардааст.



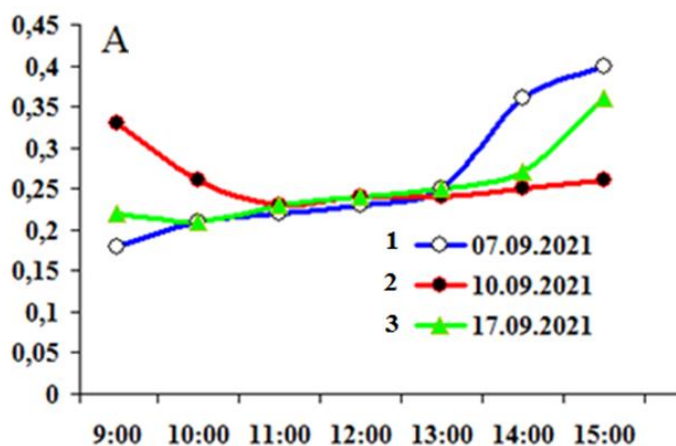
Расми 1. Тағйирёбии радиатсияи умумӣ (Q), инъикосишуда (R), пароканда (D), мустақим (S), фурӯбурдашуда (B_k), тавозун (B) ва радиатсияи фотосинтетикӣ фаъол (Q_{far}) барои шароити рӯзи муқаррарӣ (07.09. 2021с) дар атмосфераи ш.Душанбе.



Расми 2. Тағйирёбии радиатсияи умумӣ (Q), инъикосишуда (R), пароканда (D), мустақим (S), фурӯбурдашуда (B_k), тавозун (B) ва радиатсияи фотосинтетикӣ фаъол (Q_{far}) барои рузи воридишави чангу губор (10.09. 2021с) дар атмосфераи ш.Душанбе.



Расми 3. Тағйирёбии радиатсияи умумӣ (Q), инъикосишуда (R), пароканда (D), мустақим (S), фурӯбурдашуда (B_k), мувозинат (B) ва радиатсияи фотосинтетикӣ фаъол (Q_{far}) барои рӯзи тоза (17.09. 2021с) дар атмосфераи ш.Душанбе.



Расми 4. Ҳисоби албедои сатҳи Замин дар: 1- рӯзи муқаррарӣ (07.09.2021с); 2 - воридшавии чанг (10.09.2021с) ва 3- рӯзи тоза (17.09.2021с).

Тавре ки дида мешавад (расми 1-расми 4.) дар давраи воридшавии чангу ғубор, қимати миёнаи: радиатсияи мустақим ($420,08 \text{Вт/м}^2$), умумӣ ($202,74 \text{Вт/м}^2$, радиатсияи инъикосшуда (106Вт/м^2) фурубарӣ (163Вт/м^2) хеле кам мешавад вале қимати миёнаи радиатсияи пароканда зиёд мешавад ($217,33 \text{Вт/м}^2$). Фарқият ва таносуби параметрҳо барои рӯзи тоза ва воридшавии чангу ғубор мувофиқан дар ҷадвали 1 ва ҷадвали 2 оварда шудаанд. Ҳисобҳо нишон медиҳанд, ки радиатсияи фаъоли фотосинтетикӣ то $56,75 \text{Вт/м}^2$ кам шудааст. Тавозуни радиатсионӣ одатан рӯзона мусбат ва шабона манфӣ аст. Гузариш аз арзишҳои мусбати тавозуни радиатсионӣ ба манфӣ, чун қоида, 1-2 соат пеш аз ғуруби офтоб ва баръакс 1 соат пас аз баромадани офтоб ба амал меояд, ки аз ҷадвали 1 дида мешавад.

Ҷадвали 1. Тафовут байни параметрҳои рӯзи тоза ва рӯзи воридшавии чангу ғубор.

Часы	dQ (17-10)	dD (17-10)	dB (17-10)	dS (17-10)	dR (17-10)	dB _k (17-10)	dQ _{far} (17-10)
8:00	-94,63	-122,36	-115,05	27,73	20,42	-407,64	-57,83
9:00	132,52	-150,97	147,63	283,49	-15,11	147,63	35,85
10:00	176,62	-187,77	163,54	364,39	13,08	163,54	49,65
11:00	202,74	-217,33	158,42	420,08	44,34	158,42	56,75
12:00	184,35	-213,55	142,10	397,89	42,25	142,1	49,37
13:00	150,30	-203,35	110,47	353,65	39,82	110,47	36,16
14:00	121,40	-190,17	77,95	311,57	43,45	77,95	25,58
15:00	103,81	-155,51	31,36	259,32	72,45	31,36	22,86
16:00	77,56	-95,26	-28,03	172,83	105,59	-28,03	20,02
17:00	-1,71	-58,61	-84,29	56,89	82,58	-84,29	-8,94

Ҷадвали 2. Таносуби параметрҳои рӯзи тоза ба рӯзи воридшавии чангу ғубор.

Часы	dQ (17/10)	dD (17/10)	dB (17/10)	dS (17/10)	dR (17/10)	dB _k (17/10)	dQ _{far} (17/10)
8:00	0,61	0,40	2,79	1,72	1,51	-1,00	0,57
9:00	1,34	0,37	2,7	2,85	0,88	1,56	1,18
10:00	1,35	0,34	2,60	2,69	1,10	1,44	1,19
11:00	1,35	0,30	1,92	2,61	1,33	1,36	1,20
12:00	1,30	0,31	1,70	2,29	1,29	1,30	1,16
13:00	1,25	0,33	1,61	2,22	1,28	1,25	1,12
14:00	1,24	0,33	1,71	2,42	1,34	1,21	1,10
15:00	1,28	0,36	5,86	3,06	1,76	1,11	1,12
16:00	1,36	0,45	1,26	5,37	2,97	0,83	1,17
17:00	0,99	0,50	1,48	12,93	3,84	0,10	0,87

Аз ҷадвали 2 бараъло дидан мумкин аст, ки таносуби рӯзи тоза ба рӯзи воридшавии чангу ғубор барои радиатсияи пароканда аз воҳид хеле кам аст, ин маънои онро дорад ки ҳангоми воридшавии чангу ғубор радиатсияи пароканда ба таври назаррас зиёд мешавад.

Адабиёт:

1. Метеорология и климатология: учебник. -7-е изд./ С.П.Хромов, М.А.Петросянц. - М. Изд-во Моск. ун-та: Наука, 2006. - 582с.
2. Сивков С.И. Методы расчета характеристик солнечной радиации. // М.Гидрометеоздат.1968.232с.
3. Русина Е.Н. Определение характеристик аэрозольной мутности атмосферы по данным спектральных актинометрических наблюдений. //Метеорология и гидрология.1977. №5. С.49-55.

4. Краснокутская Л. В., Фейгельсон., Уточнение оценок аэрозольного замутнения атмосферы. //Метеорология и гидрология .1980. №4. С.40-46.
- 5.Мануйлова Н.И., Петухов В.К., Тарасова Т.А., Фейгельсон Е.М. Оценка радиационно-климатических эффектов естественного аэрозоля. //Изв.АН СССР.ФАО.1984. Т.20. №11. С.1075-1080.
- 6.Johnson F.S. The solar constant.//J.Meteorol.,1959. V.11. № 4.P.431-439.
7. Шифрин К.С., Авасте О. Потоки коротковолновой радиации в безоблачной атмосфере. //в сб.: Исследования по физике атмосферы. 1960.№2.197с.
- 8.Бурмистрова В.Д. Изменчивость прозрачности атмосферы для солнечной радиации, в связи с условиями атмосферной циркуляции. //ТРОПЭКС-72. Л.,-1974.С.461-466.
- 9.Тимофеев Н.А. Исследование радиационного режима океанов. //Автореф.дисс...к.ф.-м.н. М. 1979. 28с.
- 10.Руководство гидрометеорологическим станциям по актиметрическим наблюдениям. // Л. Гидрометеоздат. 1971. 223с.
11. Многолетние данные радиационных характеристик атмосферы в полуаридной зоне Таджикистана. Вахобов Р.Р., Абдуллаев С.Ф., Маслов В.А., Джураев А.М., Абдурасулова Н.А. ФТИ им.С.У.Умарова НАНТ. - г.Душанбе, 2022. – 76с. – Библиограф.: 9 назв. – Рус. – деп. в Государственном учреждении «Национальный патентно-информационный центр».

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ- INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

TJ	RU	EN
Вахобов Раҷабалӣ Рӯстамович	Вахобов Раджабали Рустамович	Vahobov Rajabali Rustamovich
PhD - докторант	PhD - докторант	PhD - student
ИФТ ба номи С.У. Умарови АМИТ	ФТИ имени С.У.Умарова НАНТ	S.U. Umarov Physical-Technical Institute of the NAST
rajabali.r.vahobov@gmail.com		

ИНФОРМАТИКА, ТЕХНИКА И ҲИСОББАРОР ВА ИДОРАКУНӢ - ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ - INFORMATICS, COMPUTER

УДК 622.331:631.895:621.704

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ БУРОВЫХ СТАНКОВ С УПРУГИМИ СВОЙСТВАМИ

У.Х.Джалолов

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье предложена адаптивная система управления электроприводом буровой машины, реализованная на базе наблюдателя Люенбергера и параметрического идентификатора, построенного на основе метода интегральной модуляции. В результате моделирования установлено, что предлагаемая адаптивная система управления, функционирующая в условиях нелинейностей, связанных наличием упругих муфт в системе привода, способна эффективно подавлять колебания возникающие за счёт указанных характеристик механических элементов электропривода буровой машины.

Ключевые слова: наблюдатель Люенбергера, метод интегральной модуляции, электропривод, адаптивная система, буровая машина, упругая муфта, нелинейность.

СИСТЕМАИ ИДОРАКУНИИ МУТОБИҚ БАРОИ ҲАРАКАТИ ЭЛЕКТРИКИИ ДАСТГОҶҶОИ ПАРМАКУНИИ ДОРОИ ҲОСИЯТҲОИ ЭЛАСТИКӢ.

У.Х.Чалолов

Дар мақола системаи идоракунии мутобиқшавӣ ба рои ҳаракатовари электрикии мошини пармакунӣ бо истифода аз нозирӣ Люенбергер ва идентификатори параметрӣ, ки дар асоси усули модулятсияи интегралӣ сохта шудааст, пешниҳод карда мешавад. Дар натиҷаи моделонӣ маълум гардид, ки системаи пешниҳодшудаи идоракунии мутобиқшавӣ, ки дар шароити ғайриҳаттӣ бо мавҷудияти муфтаҳои каиш дар системаи ҳаракатовар қор мекунад, кодир аст ларзишхоро, ки аз хусусиятҳои зикршудаи элементҳои механикии ҳаракатовари электрикии мошини пармакунӣ ба вучуд меоянд, хомуш кунад.

Калимаҳои калидӣ: нозирӣ Люенбергер, усули модулятсияи интегралӣ, ҳаракатовари электрикӣ, системаи мутобиқшавӣ, мошини пармакунӣ, пайвасти чандир, ғайриҳаттӣ.

ADAPTIVE CONTROL SYSTEM FOR ELECTRIC DRIVE OF DRILLING RIGS WITH ELASTIC PROPERTIES.

Jalolov U.

The article proposes an adaptive electric drive control system drilling machine using a Luenberger observer and a parametric identifier built on the basis of the integral modulation method. As a result of modeling, it was found that the proposed adaptive control system, which operates in the conditions of nonlinearities associated with the presence of elastic couplings in the drive system, is able to effectively suppress vibrations arising due to the specified characteristics of the mechanical elements of the electric drive of the drilling machine.

Key words: Luenberger observer, integral modulation method, electric drive, adaptive system, drilling machine, flexible coupling.

Введение. Повышение экономической эффективности геологоразведочных буровых работ в значительной мере связано с научно-техническим прогрессом в частности, одним из важнейших направлений - оптимизацией процесса бурения.

Ограничения динамических нагрузок в бурильной колонне связанная с автоматизированным электроприводом, имеющую гибкую связь по моменту нагрузки упругого элемента обуславливает необходимость разработки алгоритма управления, которая в автоматическом режиме может осуществлять коррекцию параметров управления [1]. Следует отметить, что системы управления скоростью и положением широко используются в промышленности, когда нагрузку подключают к двигателю привода муфтами конечной жесткости. Эта конечная жесткость вызывает колебания и отрицательно влияет на качество работы как электрических, так и механических частей системы.

В связи с тем, что упругая муфта имеет нелинейную характеристику, поэтому для управления приводными системами с упругими муфтами, были предложены нелинейные регуляторы использующие, нейронное управление или нечеткое управление с скользящим режимом [2]. Для защиты бурильной колонны от скручивания или обрыва, перспективными являются, методы управления, основанные на идентификации объекта управления, с использованием робастного подхода [3] и прогнозирующего контроллера с моделью, в пространстве состояний. Однако, для построение высококачественной системы контроля эти методы требуют точного знания значений параметров объекта управления. Для решения данной задачи в работе предлагается система управления, использующая наблюдатель состояния

Люенбергера [4] с параметрическим идентификатором, сформированным на основе метода интегральной модуляции [5].

Математическая модель движения упругой части объекта управления представленный на рисунке1, можно записать в следующей форме:

$$\left. \begin{aligned} F_1 &= M_d r = K_m I_{яд} \\ F_1(t) &= m_1 \frac{d^2 y_1}{dt^2} + h_1 \frac{dy_1}{dt} + c_{1l}(Y_1 - Y_2) \\ -F_2(t) &= m_2 \frac{d^2 y_2}{dt^2} + h_2 \frac{dy_2}{dt} - c_{1l}(Y_1 - Y_2) + c_{2l} Y_2 \\ M_d(t) &= J_1 \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + h_1 \frac{d\varphi}{dt} + c_{1r}(\varphi_1 + \varphi_2) \\ -M_k(t) &= J_2 \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + h_2 \frac{d\varphi}{dt} + c_{2r} \varphi_2 - c_{1r}(\varphi_2 - \varphi_1) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где M_d - момент вращения создаваемое приводом буровой колонны;

r - радиус соединительной упругой муфты;

K_m - конструктивное постоянное электрического привода;

$F(t)$ – электромагнитная сила притяжения;

$M_d(t)$ – момент, создаваемый электроприводом буровой колонны, и $M_k(t)$ - момент трения возникающее при бурении;

$Y_{1,2}, \varphi_{1,2}$ - вертикальные и угловые перемещения активной m_1 и реактивной m_2 масс;

C_{1l}, C_{2r} - изгибные и крутильные жесткости упругих элементов и амортизаторов;

J_1, J_2 – момент инерции активной и реактивной масс;

h_1, h_2 – коэффициент сопротивления вертикальным и крутильным колебаниям.

Дифференциальные уравнения объекта управления имеют вид.

$$\begin{aligned} \frac{d\omega_i}{dt} &= \frac{1}{T} [F_i(t) - F_{i+1}(t) + k * U_2(t)], \\ \frac{dm_i}{dt} &= C_i(\omega_i - \omega_{i+1}), \quad i = 1,2 \end{aligned} \quad (2)$$

где $\dot{\omega}_i$ - угловые скорости блоков с упругими элементами;

ω_i - угловые скорости блоков;

$k * U_2(t)$ - компенсирующее напряжение;

$F_i(t)$ - упругие моменты, которые рассчитываются следующим образом

$$F_i(t) = \begin{cases} M_i - c_i * \delta_i, & \text{если } M_i \geq c_i * \delta_i \\ 0, & \text{если } |M_i| \leq c_i * \delta_i; \quad i = 1 \\ M_i + c_i * \delta_i, & \text{если } M_i \leq -c_i * \delta_i \end{cases} \quad (3)$$

где M_i - момент возникающее в упругом элементе;

δ_i - величина люфта имеющейся между соединениями привода буровой колонны;

c_i - коэффициент жесткости упругого элемента.

Как правило, значения параметров упругого объекта управления не могут быть непосредственно измерены датчиками. Мы можем только производить измерения скорости вращения объекта управления.

Таким образом, можно осуществлять наблюдение за состоянием объекта для управления приводной системой с нелинейными упругими связями, когда параметры не заданы. Для оценки состояния объекта можно использовать несколько методов; например, наблюдатель Люенбергера, или расширенный наблюдатель в виде фильтра Калмана [6].

В этой статье в качестве привода буровой колонны рассматривается двигатель постоянного тока рисунок 2. Система состоит из двух блоков, связанных между собой нелинейной упругой связью.

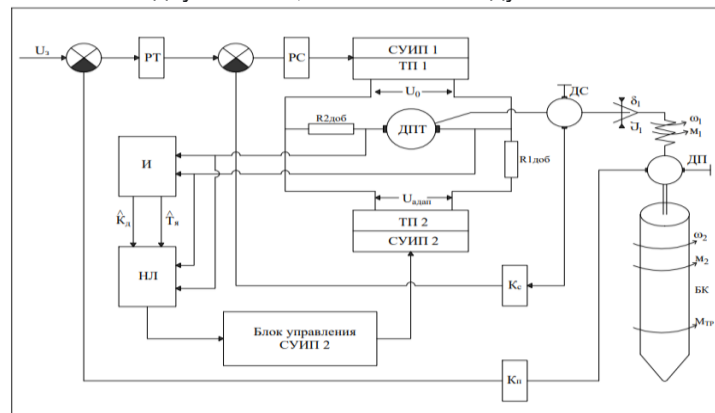


Рисунок 1. Модель системы привода с нелинейно-упругой связью.

ДПТ - двигатель постоянного тока; СУИП1 и СУИП2 - схемы управления преобразователей напряжения ТП1 и ТП2; РП - регулятор положения; РС - регулятор скорости; ДС - датчик скорости; ДП - датчик положения; И - идентификатор параметров двигателя постоянного тока; НЛ - наблюдатель Люенбергера пониженного порядка; БК - буровая колонна; УМ - упругая муфта; РТ - регулятор тока; РС - регулятор скорости.

Наша цель - обеспечить реальное движение буровой колонны близкое к желаемому движению при условиях минимизации упругих колебаний в системе. Предполагая, что электромагнитное постоянное времени привода имеет малую величину, уравнения для привода и упругой системы муфт можно записать в виде:

$$\begin{cases} \frac{d\omega_1}{dt} = \frac{F_1(t)}{J_1} - \frac{(k_e i + k_c i k_y \beta_c)}{J_1 R_a} \omega_1(t) + \frac{k_m i k_y \beta_c}{J_1 R_a} u(t) \\ \frac{d\omega_2}{dt} = -c_2 \omega_2(t) + c_1 \omega_1(t) \\ \frac{d\omega_2}{dt} = \frac{1}{J_1} F_1(t) - \frac{1}{J_2} M_k \end{cases} \quad (4)$$

Здесь:

k_e и k_m – конструктивные параметры двигателя,

k_y - коэффициент передачи преобразователь,

k_c – коэффициент передачи датчика скорости,

β_c – пропорциональный коэффициент регулятора скорости,

R_a - сопротивление якоря двигателя постоянного тока,

i - коэффициент передачи между первым дисковым блоком и приводным двигателем,

u - общий управляющий сигнал: $u = u_0 + u_a$, где $u_0 = u_p$ - желаемый сигнал скорости, а u_a – дополнительный управляющий сигнал, который необходимо определить,

M_k — момент трения, который рассчитывается следующим образом: $M_k = M_{k0} \text{sign} \omega^2$, $M_{k0} = (0.1 \div 0.3) M_{\text{нн}}$, $M_{\text{нн}}$ -номинальный момент двигателя,

c_1, c_2 – коэффициенты упругости муфты.

Параметры контроллера оптимизированы для увеличения скорости переходных процессов. Для уменьшения порядка адаптивной системы в работе рассматривается пониженный наблюдатель Люенбергера, а также для повышения точности используется параметрический идентификатор построенный на основе метода интегральной модуляции, который формирует оценку текущего параметра механической постоянной времени T_M , изменяющегося за счёт изменения момента инерции блоков соединенных к валу двигателя.

Применительно к рассматриваемую примеру будем считать, что координаты i_a , M_n и $\omega(t)$ контролируемы а также, первое уравнение формулы (4) запишем следующем виде:

$$T_M(t) \frac{d\omega_1}{dt} + \omega_1(t) = K_1 F_1(t) + K_2 U_2(t) \quad (5)$$

$$\text{где } T_M(t) = \frac{(J_1 + J_M)(R_a + R_{\text{доб}})}{k_m I_{\text{я}}(t)(k_e i + k_c i k_y \beta_c)}; \quad K_1 = \frac{R_a}{(k_e + k_c k_y \beta_c) i},$$

$$K_2 = \frac{k_m i k_y \beta_c}{(k_e + k_y \beta_c) i}$$

Здесь: J_a – момент инерции двигателя;

J_M – момент инерции последующих звеньев буровой машины;

$R_a, R_{\text{доб}}$ – соответственно сопротивления якорной и добавочной цепи двигателя. Как видно из уравнение (5), что механическая время системы в процессе бурения является переменной величиной по этой причине, аппроксимируем изменение $T_M(t)$ в интервале $[t-T]$ следующим образом, $T_M(t) = T_M + \Delta T_M$. Тогда, применив к уравнению (5) оператор интегральной модуляции получим:

$$\int_{\tau=t-T}^{\tau=t} T_M \omega_1(t) \phi(t-\tau) d\tau + \Delta T_M \int_{\tau=t-T}^{\tau=t} \omega_1(t) \phi(t-\tau) d\tau + \int_{\tau=t-T}^{\tau=t} \phi(t-\tau) \omega_1(t) d\tau = K_1 \int_{\tau=t-T}^{\tau=t} F_1(t) d\tau + K_2 \int_{\tau=t-T}^{\tau=t} U_2(t) d\tau \quad (6)$$

где ядро - $\phi(t-\tau)$ интегральной свертки удовлетворяет условию:

$$\phi(t-\tau) = \begin{cases} 0, & \forall t \notin \overline{t-T, t} \\ \phi(t-T), & \forall t \in \overline{t-T, t} \end{cases} \quad (7)$$

С учетом данного свойства модулирующей функции уравнение (6) можно переписать в более компактной форме:

$$(T_M + \Delta T_M) V_1 + V_0 = K_1 U_{01} + K_2 U_{02} \quad (8)$$

Здесь: V_1, V_0, U_{01}, U_{02} – матрицы и векторы, определенные на интервале $[t-T]$. Цифровая система управления, производя текущую оценку параметра \hat{T}_M формирует наблюдатель неполного порядка Люенбергера на основе следующих параметров матрицы наблюдения:

$a_1 = 1/J_{10}$, $a_2 = C_{10}$, - (J_{10} и C_{10} , – соответственно аппроксимированный момент инерции двигателя и коэффициент упругости муфты),

$$a_3 = -1/J_{10}, \quad a_4 = -\frac{k'_M}{\hat{T}_M} (k_e + k_c i k_y \beta_c), \quad b = K_M i K_y \beta_c / \hat{T}_M \quad (9)$$

С учетом принятых обозначений уравнение (4) запишем в матричной форме

$$x = Ax + Bu \quad (10)$$

где

$$A = \begin{bmatrix} 0 & a_1 & 0 \\ -a_2 & 0 & a_2 \\ 0 & a_3 & a_4 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ b \end{bmatrix}; x = \begin{bmatrix} \omega_2 \\ m_y \\ \omega_1 \end{bmatrix} \quad (11)$$

Синтез системы управления адаптивного контроллера на основе пониженного наблюдателя Люенбергера

В этой части статьи рассмотрим вопрос синтеза адаптивного регулятора для гашения упругих колебаний и уменьшения времени формирования управляющих сигналов в условиях неопределенности основных параметров системы. Предлагаемый подход реализует адаптивный контроллер для минимизации влияния нелинейных элементов, таких как зоны нечувствительности и трение. Рассмотрим нелинейный объект управления, который описывается следующими дифференциальными уравнениями:

$$\dot{x}(t) = f(x, u, t) \quad (12)$$

где $x = (x_1, x_2, x_n, K_r)^T$ – вектор состояния, $x \in R_H^n$ – евклидово пространство, которое включает $u = (u_1, u_2, \dots, u_m, K_r)^T$ и имеет размерность $m < n$, и $[f_1(\cdot), f_2(\cdot), K_r, f_n(\cdot)]^T$ – это вектор функции, который включает n -измерений и коэффициент усиления K_r наблюдателя Люенбергера.

Данная функция непрерывна в области:

$$\Gamma_t = \{x, u, t: \|x\| < \eta; \eta = \text{const} (\eta > 0); u \in U; t \geq t_0, t_0 \in R\} \quad (13)$$

U обозначает множество сигналов управления способностями, $\|\cdot\|$ – символ норма вектора, T – обозначает транспонирование матрицы. Предполагая, что исходный объект представлен уравнением:

$$\dot{x} = A(x, t)x + B(x, t)u(t) \quad (14)$$

где $A(x, t)$, $B(x, t)$ – матрицы $(m \times n)$ и $(1 \times n)$ размера. Матрица $B(x, t)$ ограничена в области Γ_t . Матрицу $A(x, t)$ можно записать в виде двойной суммы:

$$A(x, t) = \left\{ \sum_{q=0}^p \sum_{r=1}^n [A_{qr}(x, t) f_{qr}^\theta(x_r)] \right\} \quad (15)$$

$A_{qr}(x, t)$ – ограниченные матрицы по $f_{qr}^\theta(x_r)$,

$f_{qr}(x_r)$ – скалярные функции, которые не могут быть ограничены, а f_θ и

$f_{qr}(x_r)$ зависит только от q -го элемента вектора состояния. Когда $\|x\| \rightarrow +\infty$, индекс q в уравнении (16) используется для отличия функция $f_{qr}^\theta(x_r)$ от остальных которые имеют различные значение q . Функция с большим индексом q будет расти быстрее, а это значит, что:

$$\lim_{|x_r| \rightarrow +\infty} \frac{f_{q+1,r}^\theta(x_r)}{|f_{qr}^\theta(x_r)|} = +\infty \quad (16)$$

Увеличение скорости функций можно сравнить с показательной функцией x_r^h . Исходя, из того, что задача состоит в построении адаптивного закона управления $u(t)$ таким образом, чтобы траектория объекта управления была наиболее близка к траектории эталонной модели, с учетом:

$$\dot{x}_M(t) = A_M x_M(t) + B_M u_0(t) \quad (17)$$

где A_M , B_M – постоянные матрицы, а $u_0(t)$ – вектор искомого значения. Цель системы управления выражается следующим уравнением:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \|e(t)\| = \lim_{t \rightarrow \infty} \|x(t) - x_M(t)\| < D \quad (18)$$

где D – любой коэффициент, значение которого больше нуля, а $e(t)$ – вектор ошибок управления. Сигнал управления представляет собой сумму двух составляющих

$$u(t) = u_a(t) + u_0(t), \quad (19)$$

где $u_a(t)$ – адаптивная составляющая, которая представлена в следующем уравнении:

$$u_a(t) = \left\{ \sum_{q=0}^p \left[\sum_{r=1}^n K_{qr}^A(t) f_{qr}(x_r) \right] \right\} x + K_B(t) u_0(t) \quad (20)$$

$K_{qr}^A(t)$, $K_B(t)$ – матрицы коэффициенты которых, определяются на основе следующих уравнений наблюдателя Люенбергера:

$$\begin{cases} \dot{K}_{qr}^A(t) = -f_{qr}(x_r) \Gamma_{qr}^A B_M^T P e x^T - \Lambda_{qr}^A K_{qr}^A(t) \\ \dot{K}_B(t) = -\Gamma_B B_M^T P e u_0^T - \Lambda_B K_B(t) \end{cases} \quad (21)$$

Γ_{qr}^A , Λ_{qr}^A , Γ_B , Λ_B – положительные симметричные матрицы, P – положительная симметричная матрица, решение уравнения Ляпунова:

$$A_M^T P + P A_M = -G \quad (22)$$

G – положительная симметричная матрица.

Результаты исследования.

В целях анализа состояния вопроса, были сняты переходные характеристики тиристорного регулируемого электропривода постоянного тока буровой машины при отсутствии адаптивного контроллера управления осциллограммы, которых приведены на рисунке 2.

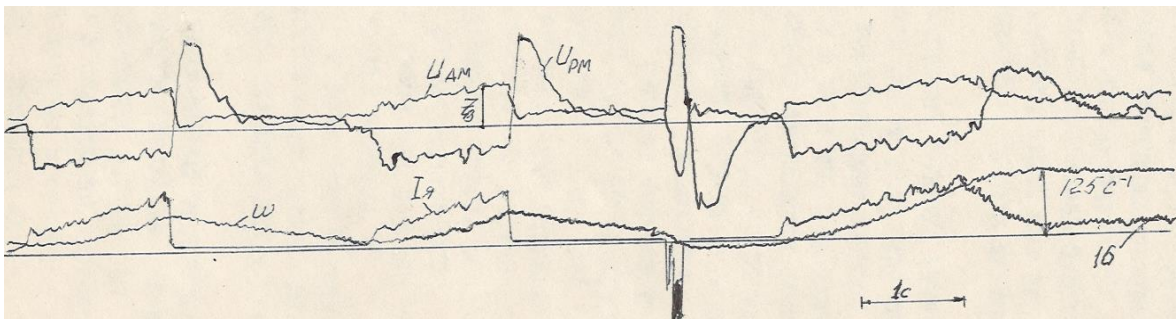


Рисунок 2. Осциллограммы переходных процессов. U_{DM}, U_{DM} - соответственно момент развиваемый двигателем и динамический момент на его валу, ω и I_a - скорость вращения и величина тока якоря двигателя.

Из приведенных графиков видно, что динамически характеристики привода имеют высокий уровень не стационарности. Поэтому для определения эффективности применения адаптивной системы управления электроприводом буровой машины была смоделирована схема рисунок 3 реализующая принципы вышеизложенного подхода в среде Matlab /Simulink.

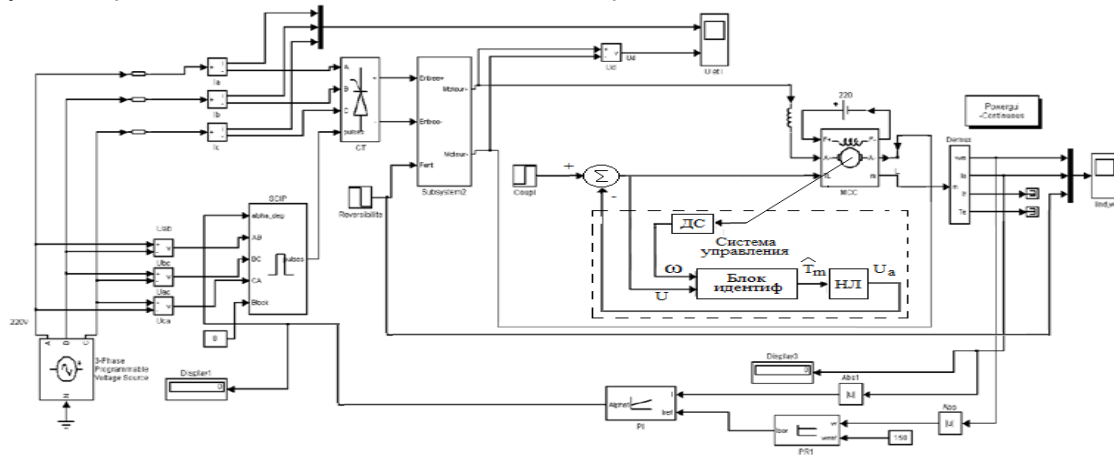
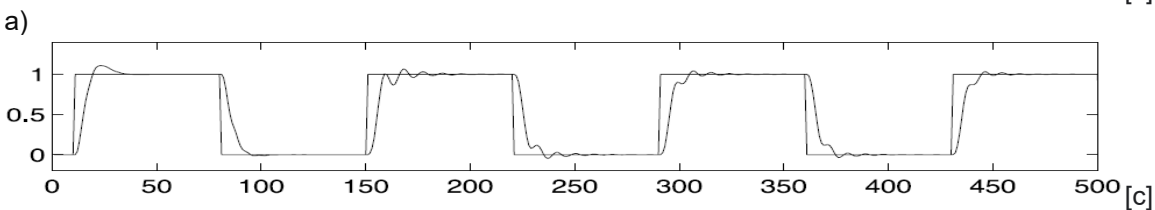
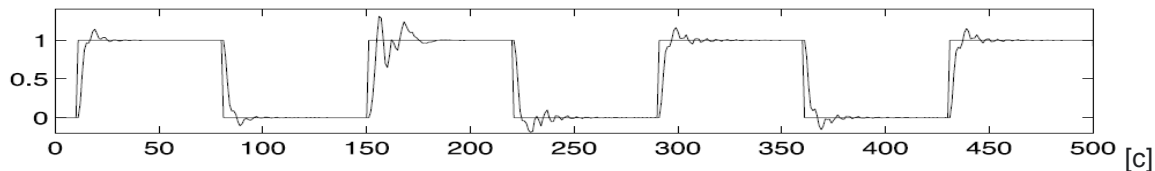


Рисунок 3. Схема модели адаптивной системы управления электроприводом буровой машины.



а)
б)
Рисунок 4. Экспериментальные результаты. (а) желаемый сигнал положения; (б) Выходной сигнал объекта управления без контроллера; в) график выходного сигнала объекта управления при использовании адаптивного регулятора с использованием наблюдателя Люенбергера и параметрического идентификатора построенного на основе интегральной модуляции.

Выводы. Преимущество предлагаемого подхода заключается в том, что система управления может работать достаточно хорошо, несмотря на отсутствие полной информации о значениях всех параметров и имеющихся нелинейных характеристик в электроприводе буровой машины. Экспериментальные результаты подтверждают эффективность адаптивной системы управления с наблюдателем Люенбергера и параметрическим идентификатором.

Литература:

1. Абрамов, Б. И. Перспективы совершенствования электроприводов постоянного тока / Б.И. Абрамов, А.И. Коган, О.И. Кожиков, Б.И. Моцохейн, Б.М.Парфёнов // Электричество. – 2002.– №3.– С. 43–48.
2. Kumar, D., Naider, U. A fuzzy logic based control system for washing machines, International Computer Journal of Science and Technology, 4 (2), 198-200, 2013.

3. Литвинцева Л.В., Ульянов С.В., Ульянов С.С. Построение робастных баз знаний нечетких регуляторов для интеллектуального управления существенно нелинейными динамическими системами. Ч. II // Изв. РАН. ТиСУ. 2006. № 5.
4. Luenberger D.G. Determining the State of a Linear System with Observers of Low Dynamic Order: Ph. D. dissertation, Stanford University, 1963.
5. У.Х. Джалолов, Н.И.Юнусов, Ш.Ш.Зиёев, У.А.Турсунбадалов. Адаптивное управление электроприводом с упругой системой на основе идентификатора использующего метод интегральной модуляции. Материалы международной научно –практической конференции «Перспективы развития науки и образования» Часть 1, 26-27 ноября 2019, стр. 102-105.
6. А.А. Дегтярёв, Ш. Тайль. Элементы теории адаптивного расширенного фильтра Калмана / Препринт ИПМ им. М.В. Келдыша РАН. – М., 2003. – №26. – 35 с.

Cited Literature

1. Abramov, B.I. Prospects for improving direct current electric drives / B.I. Abramov, A.I. Kogan, O.I. Kozhakov, B.I. Motsoshein, B.M. Parfenov // Electricity. - 2002. - No. 3. - P. 43-48.
2. Kumar, D., Haider, U. A fuzzy logic based control system for washing machines, International Computer Journal of Science and Technology, 4 (2), 198-200, 2013.
3. Litvintseva L.V., Ulyanov S.V., Ulyanov S.S. Building Robust Knowledge Bases of Fuzzy Controllers for Intelligent Control of Essentially Nonlinear Dynamic Systems. Part II // Izv. RAN. TiSU. 2006. No. 5.
4. Luenberger D.G. Determining the State of a Linear System with Observers of Low Dynamic Order: Ph. D. dissertation, Stanford University, 1963.
5. U.H. Jalolov, N.I. Yunusov, Sh.Sh. Ziyoev, U.A. Tursunbadalov. Adaptive control of an electric drive with an elastic system based on an identifier using the integral modulation method. Proceedings of the international scientific and practical conference "Prospects for the development of science and education" Part 1, November 26-27, 2019, pp. 102-105.
6. A.A. Degtyarev, Sh. Tayl. Elements of the theory of the adaptive extended filter.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ- INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

TJ	RU	EN
Чалолов Убайдулло Ҳабибулоевич	Джалолов Убайдулло Ҳабибулоевич	Jalolov Ubaidullo Habibuloevich
И.в. дотсенти кафедраи «Автоматикунони равандҳои технологӣ ва истехсолот» ТТУ ба номи академик М. Осимӣ.	И.о. доцент кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств» ТТУ имени академика М.С. Осими.	Docent "Automation of technological processes and production" TTU named after academician M.S. Osimi.
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номӣ академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi.
Jalolov U.Kh1948@gmail.com		
Tel: 907 97 73 30		

УДК 681.51

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАВИСИМОСТИ АДсорбЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ ОТ ИХ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

А.Б. Сохибов

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В данной статье рассматривается разработка регрессионной математической модели зависимости адсорбционной активности природных сорбентов от их удельной поверхности. Как известно из литературных источников адсорбционная активность природных адсорбентов в очень большой степени зависят не только от химической природы этих тел, но и от развитости их поверхности и структуры пор. Также считается, что удельная поверхность и пористость – играют существенную роль в адсорбционных явлениях. Удельная поверхность адсорбентов является одним из основных параметров, определяющий эффективность процесса адсорбции, чем больше этот показатель, тем выше степень адсорбции. Удельная поверхность и пористость адсорбентов зависят от многих факторов, одним из основных факторов является плотность. Проведена статистическая обработка экспериментальных данных. Определены основные параметры, влияющие на удельную поверхность и пористость глинистых сорбентов. Полученную регрессионную модель можно использовать при прогнозировании адсорбционной активности глинистых сорбентов по их удельной поверхности.

Ключевые слова: природные глинистые сорбенты, математическая модель, регрессия, удельная поверхность, пористость, адсорбция.

АМСИЛАИ МАТЕМАТИКИИ ВОБАСТАГИИ ФАЪОЛНОКИИ ЧАББИШИ ЧАББАНДАҲОИ ТАБИЙ ВОБАСТА АЗ САТҲИ ХОС

А.Б. Сохибов

Дар мақолаи мазкур қоркарди амсилаи математикӣ регрессионӣ оид ба вобастагии фаъолнокии чаббӣши чаббандаҳои табиӣ вобаста аз сатҳи хоси онҳо баррасӣ мешавад. Фаъолнокии чаббӣши чаббандаҳои табиӣ на фақат аз хусусиятҳои кимиёвӣ онҳо, балки аз инкишофи сатҳ ва соҳти ковокии чаббандаҳо вобастагии қалоне доранд. Дар айни замон чунин мешуморанд, ки сатҳи хос ва ковоқӣ дар равандҳои чаббӣши нақши муҳиме доранд. Сатҳи хоси чаббандаҳо яке аз параметрҳои асосӣест, ки самаранокии раванди чаббӣширо муайян мекунад, ҳар қадаре ки ин нишондод қалон бошад, дараҷаи чаббӣш ҳамон қадар баландтар мешавад. Сатҳи хос ва ковоқагии чаббандаҳо аз бисёр омилҳо вобаста аст, ки яке аз омилҳои асосӣ зичӣ мебошад. Қоркарди омории маълумоти таҷрибавӣ гузаронида шудааст. Параметрҳои асосӣ ба сатҳи хос ва ковоқӣ таъсиркунандаҳо муайян карда шудаанд. Амсилаи регрессионӣ натиҷавӣ метавонад барои пешгӯии фаъолнокии чаббӣши чаббандаҳои гилиӣ дар асоси сатҳи хоси онҳо истифода шавад.

Калимаҳои калидӣ: чаббандаҳои гилиӣ табиӣ, амсилаи математикӣ, регрессия, сатҳи хос, ковоқӣ, чаббӣш.

MATHEMATICAL MODEL OF THE DEPENDENCE OF THE ADSORPTION ACTIVITY OF NATURAL SORBENTS ON THEIR SPECIFIC SURFACE AREA

Sohibov A.B.

This article includes a regression mathematical model of the dependence of the perception of the activity of the activity of sorbents on their specific surface area. The adsorptive activity of dozers accumulates to a very high degree not only from the chemical nature of these bodies, but also from the development of their surface and pore structure. At present, it is observed that the specific surface area and porosity play a significant role in dosing phenomena. People with hypersensitivity to symptoms that appear mostly have perception performance scores, the higher the perception scores. The specific surface area and porosity of adsorbents depend on many factors, one of the main factors being density. Statistical processing of experimental data was carried out. The main parameters affecting the specific surface area and porosity of clay sorbents have been determined. The resulting regression model can be used to predict the adsorption activity of clay sorbents based on their specific surface area.

Keywords: natural clay sorbents, mathematical model, regression, specific surface area, porosity, adsorption.

Введение. В современном мире использование природных сорбентов имеет актуальное значение. Это прежде всего связано с их дешевизной и доступностью. Преимуществами их использования являются высокий эффект очистки и простота проведения процесса. При этом использование местных сырьевых источников природных сорбентов является привлекательным. Как известно, природные сорбенты Республики Таджикистан обладают достаточно высокую степень адсорбционной активности [1]. Адсорбционная активность природных адсорбентов в очень большой степени зависят не только от химической природы этих тел, но и от развитости их поверхности и структуры пор [2]. Эти характеристики определяют не только адсорбционную активность, но и другие их свойства. В настоящее время считается, что удельная поверхность и пористость – играют существенную роль в адсорбционных явлениях. Методы измерения удельной поверхности и пористости рассмотрены во многих работах [3, 4]. Природные сорбенты большинства месторождений Республики Таджикистан можно использовать для очистки отработанных масел. Их можно применять как в естественном, так и в активированном виде.

Постановка задачи. Удельная поверхность пор природных сорбентов обычно составляют 100 – 300 м²/г. Этот параметр является одним из основных, определяющий эффективность процесса очистки. В основном этот показатель определяет адсорбционную активность природных сорбентов. Удельная поверхность и пористость адсорбентов зависят от многих параметров, одним из которых является плотность. Плотность пористых веществ характеризуются двумя показателями: истинная и кажущаяся плотности.

Кажущаяся плотность x_1 соответствует массе одной гранулы адсорбента, отнесенная к объёму. Объём гранул – сумма объёма пор и объёмы адсорбирующего вещества. **Истинная плотность** x_2 определяет массу объёмной единицы вещества, входящего в состав адсорбента [1].

Результаты экспериментальных данных зависимости удельной поверхности от влияющих факторов приведены в таблице 1 [1].

Таблица 1. - Зависимость удельной поверхности адсорбентов от влияющих параметров

№	x_1	x_2	y
1	1,622	2,921	65
2	1,214	2,412	154
3	1,123	1,814	242
4	1,977	1,450	205
5	1,212	2,386	165
6	1,101	1,888	236
7	0,936	1,545	218
8	1,622	2,810	72
9	1,365	2,210	90
10	1,820	2,700	60
11	1,111	1,786	264
12	0,699	2,040	300

Разработка математической модели

Для получения зависимости удельной поверхности от кажущееся и истинной плотности использована регрессионная математическая модель первого порядка [5].

Регрессионная модель первого порядка задавалась уравнением:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2$$

где:

y – удельная поверхность ($\text{м}^2/\text{г}$);

x_1 – кажущаяся плотность ($\text{г}/\text{см}^3$);

x_2 – истинная плотность ($\text{г}/\text{см}^3$).

В данном случае оценка параметров осуществляется по экспериментальным данным приведенные в таблице 1. Коэффициенты регрессионной модели определены по методу наименьших квадратов:

$$a_0 = 547,7757$$

$$a_1 = -107,3385$$

$$a_2 = -108,0866$$

В результате получим следующее регрессионное уравнение:

$$y = 547,7757 - 107,3385x_1 - 108,0866x_2$$

Проверка значимости коэффициентов регрессионной модели выполнена по критерию Стьюдента. Известно, что условием значимости коэффициентов модели является [5]:

$$t = \frac{|r_{yx}|\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{yx}^2}} > t_{T(f=n-2)}$$

где $n = 12$.

Как известно, парные коэффициенты корреляции определяются по формуле [5]:

$$r_{xy} = \frac{\bar{x} \cdot \bar{y} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{s(x) \cdot s(y)}$$

где $s(x)$ и $s(y)$ определяется по формулам

$$s(x) = \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{n} - \bar{x}^2}$$

$$s(y) = \sqrt{\frac{\sum y_i^2}{n} - \bar{y}^2}$$

Коэффициенты корреляции по переменным x_1 и x_2 соответственно равны:

$$r_{yx_1} = -0,695$$

$$r_{yx_2} = -0,793$$

Получены следующие коэффициенты значимости модели t_1 и t_2 :

$$t_1 = 3,06$$

$$t_2 = 4,12$$

Табличное значение t_T – критерия определена для уровня значимости $q/2 = 0,025$ и числа степеней свободы $f = 10$

$$t_T = 2,634$$

Так как $t_1 > t_T$ и $t_2 > t_T$ то обе полученные регрессионные коэффициенты считаются значимыми и их можно включить регрессионную математическую модель.

Необходимо определить доверительные интервалы. Для этого используют следующую формулу [5]:

$$a_i - t_{\text{табл}} * S_{a_i}; a_i + t_{\text{табл}} * S_{a_i}$$

Получены результаты:

$$a_0: (547,776 - 2,685*57,636; 547,776 + 2,685*57,636) = (393,024; 702,528)$$

$$a_1: (-107,339 - 2,685*32,762; -107,339 + 2,685*32,762) = (-195,305; -19,373)$$

$$a_2: (-108,087 - 2,685*25,121; -108,087 + 2,685*25,121) = (-175,536; -40,637)$$

Полученные результаты 95 процентной точностью определяют доверительные интервалы коэффициентов регрессионной модели.

Для оценки значимости регрессионной математической модели проверяется гипотеза равенства нуля коэффициентов детерминации R^2 , полученные по данным расчетов. Обычно для проверки качества регрессионной модели используют критерий Фишера. Для этого необходимо вычислить значение F-критерия, используя коэффициент детерминации R^2 полученный по данным кажущиеся и истинной плотности адсорбентов. По табличным данным Фишера-Снедекора определяется критическое значение F-критерия ($F_{кр}$). Задается уровень значимости (обычно $\alpha = 0,05$) и число степеней свободы $k_1 = m$ и $k_2 = n - m - 1$ [5].

$$R^2 = 1 - \frac{s_c^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}$$

$$R^2 = 1 - \frac{13216,661}{78134,92} = 0,8308$$

Проверяется гипотеза общей значимости коэффициентов регрессии независимых переменных, т.е. равенство нулю коэффициентов регрессионной модели:

$$H_0: R^2 = 0; a_1 = a_2 = 0$$

$$H_1: R^2 \neq 0$$

Проверка данной гипотезы выполняется с помощью F-статистики распределения Фишера.

Если $F < F_{кр} = F_{\alpha; n-m-1}$, то гипотеза H_0 принимается [5]:

$$F = \frac{R^2}{1 - R^2} \cdot \frac{n - m - 1}{m}$$

$$F = \frac{0,8308}{1 - 0,8308} \cdot \frac{12 - 2 - 1}{2} = 22,103$$

Табличные значения при степенях свободы

$$k_1 = 3 \text{ и } k_2 = n - m - 1 = 12 - 2 - 1 = 9, F_{кр}(2; 9) = 4,26$$

Так как фактическое значение $F > F_{kr}$, то коэффициент детерминации статистически значим и уравнение регрессии статистически надежно (т.е. коэффициенты a_0 , a_1 и a_2 совместно значимы).

Проверка нормальности распределения остаточной компоненты. Значение RS-критерия определяется по формуле [5]:

$$RS = \frac{e_{max} - e_{min}}{S_e}$$

где:

$e_{max} = 47,7506$ – максимальное значение остатков,

$e_{min} = -72,3872$ – минимальный уровень ряда остатков.

S_e – среднее квадратическое отклонение

Известно, что несмещенная оценка среднее квадратического отклонения определяется по формуле [5]:

$$e = y - y(x)$$

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n - 1}}$$

Получены следующие результаты:

$$S_e = \sqrt{\frac{13216,662}{12 - 1}} = 34,663$$

$$RS = \frac{47,751 - (-72,387)}{34,663} = 3,466$$

Как видно из полученного RS-критерия, она попадает в доверительный интервал полученной регрессионной модели равное 2,7-3,7. Это значит, что регрессионная модель зависимости адсорбционной активности природных сорбентов от их удельной поверхности является адекватным согласно нормального распределения остаточных компонентов.

Выводы. В результате расчетов было получена регрессионная математическая модель адекватно описывающая зависимость адсорбционной активности природных сорбентов от их удельной поверхности. При разработке регрессионной математической модели зависимости адсорбционной активности природных сорбентов от их удельной поверхности определены не только их коэффициенты, но и оценка точности и адекватности по различным критериям. Выполнена проверка адекватности полученной модели с помощью коэффициента детерминации и критерия Фишера. Установлено, что в исследуемой ситуации 83,08 % общей вариабельности удельной поверхности объясняется изменением кажущейся и истинной плотности адсорбентов. Полученную регрессионную модель можно использовать при прогнозировании адсорбционной активности глинистых сорбентов по их удельной поверхности.

Литература:

1. Юнусов М.Ю. Физико-химические основы утилизации отработанных смазочных материалов: дисс. ... канд. техн. наук: 02.00.04 / – Душанбе: ТТУ, 2006. – 117 с.
2. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость: 2-е изд. – М.: Мир, 1984. – 306 с., ил.
3. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. – М.: Химия, 1984. – 592 с.
4. Жоров Ю.М. Моделирование физико-химических процессов нефтепереработки и нефтехимии. – М.: Химия, 1978. – 376 с.
5. Шашков В. Б. Прикладной регрессионный анализ. Многофакторная регрессия: Учебное пособие. – Оренбург: ГОУ ВПО ОГУ, 2003. – 363 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ - AUTHORS' BACKGROUND

TJ	RU	EN
Сохибов Аvas Бобоевич	Сохибов Аvas Бобоевич	Sohibov Avas Boboevich
н.и.т., муаллими калон	к.т.н., старший преподаватель	Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer
Донишгоҳи техники Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi
absohibov@mail.ru		
0000-0003-1527-9991		

УДК 81-374; 004.5

МАСЪАЛАҶОИ ТАРҶРЕЗӢ ВА КОРКАРДИ ЛУҒАТҶОИ ЭЛЕКТРОНӢ ДАР КОРКАРДИ НИЗОМҶОИ ХУДКОРИ ТАРҶУМОН БО ЗАБОНИ ТОҶИКИ

Х.А.Худойбердиев

Донишқадаи политехникии донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик

М.С.Осимӣ дар шаҳри Хуҷанд

Аз замони пайдоиши компютерҳо ва шабакаи интернет масъалаи коркард ва истифодаи луғатҳои электронӣ ба назар мерасад. Шаклҳои гуногуни луғатҳои электронӣ ба монанди windows-замима, барномаи мобилӣ ва веб-замима вучуд доранд, аммо ҳар яке онҳо вобаста аз таъмини иттилоот оид ба мавзӯи муайян дар асоси усулҳои ягона коркард карда мешаванд. Дар мақола оид ба масъалаҳои омода сохтани лоиҳаи луғати электронӣ ва коркарди низомҳои худкори тарҷумони забони тоҷикӣ барои рушди забонумӯзии компютери забони тоҷикӣ сухан меравад. Масъалаҳои сохтани лоиҳаи таъминоти барномавӣ дар асоси CASE-технологияҳо ва марҳилаҳои коркарди луғати электронӣ муҳокима карда мешавад.

Калимаҳои калидӣ: луғати электронӣ, манбаи додаҳо, CASE-воситаҳо, тарҷезии таъминоти барномавӣ, забонумӯзии компютерӣ, забони тоҷикӣ.

ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННЫХ СЛОВАРЕЙ В АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ПЕРЕВОДА НА ТАДЖИКСКОМ ЯЗЫКЕ

Х.А.Худойбердиев

В эре появления компьютеров и сети интернет задача разработки и использования электронных словарей остаются в поле зрения. Существуют различные формы электронных словарей подобно windows-приложений, мобильных программ и веб-приложений, но каждый из них разрабатывается на основе одинаковой методике в зависимости от информационного обеспечения определенной тематике. В статье обсуждаются задачи проектирования электронного словаря, разработки автоматических систем перевода и развития компьютерной лингвистики таджикского языка. Обсуждаются задачи создания проекта программного обеспечения на основе CASE-технологий и этапы разработки электронного словаря.

Ключевые слова: электронный словарь, база данных, CASE-средства, проектирование программного обеспечения, компьютерная лингвистика, таджикский язык.

TASKS OF DESIGNING AND DEVELOPING ELECTRONIC DICTIONARIES ON THE AUTOMATIC TRANSLATION SYSTEMS IN THE TAJIK LANGUAGE

Khudoiberdiev Kh.A.

In the era of the advent of computers and the Internet, the task of developing and using electronic dictionaries remains in the field of view. There are various forms of electronic dictionaries like windows applications, mobile programs and web applications. But each of them is developed on the basis of the same methodology, depending on the information support of a particular topic. The article discusses the tasks of designing an electronic dictionary, developing automatic translation systems and developing computer linguistics of the Tajik language. It is discussed the tasks of creating a software project based on CASE technologies and the stages of developing an electronic dictionary.

Key words: electronic dictionary, database, CASE-tools, software design, computational linguistics, Tajik language.

Муқаддима. Омӯзиши як забони муошират дар асоси забони дигар, бо пайдоиши истифодаи имкониятҳои луғатҳои электронӣ рӯй ба самти тараққиёт ниҳод. Муаллиф ва ё таҳиягари луғати электронӣ дар асоси усулҳои анъанавии забонумӯзӣ ва ҳамбастагии он бо имкониятҳои технологияҳои иттилоотӣ масъалаҳои коркард ва ба истифода додани луғатро пешбинӣ менамояд. Илова бар ин, дар асоси алгоритмҳо ва усулҳои нави коркарди маълумоти матнӣ ва захираи иттилоот воситаҳои муосири амалигардонии лоиҳаҳои тарҷумон имконпазир гаштанд. Алалхусус функцияи самаранокӣ сустҷӯи воҳидҳои лексикӣ ба монанди калимаҳои калидӣ аз матни ҳаҷмашон калон ва ташкили луғати электронии онҳо. Манбаи додаҳои луғат имконияти таҳлили морфологияи калимаҳо, таснифот, семантика ва назарияи тарҷумони худкорро пеш гузошт, ки яке аз масъалаҳои забонумӯзии компютери мавриди ҳал қарор месозад.

Технологияҳои компютери муосир на танҳо раванди таҳлили элементҳои матн балки коркарди таъминоти барномавии луғати электрониро низ бениҳоят содда кардааст. Дар мавриди коркарди луғати электронӣ якчанд хусусиятҳои муҳим ба назар гирифта мешаванд: имконияти сустҷӯи матни мувофиқ, батартибдарории натиҷа, гурӯҳбандии он вобаста аз хосиятҳои муайян ва коркарди ҳаҷми эҳтимолан номаҳдуди захираи иттилоот. Ҷаминро бояд қайд кард, ки айни замон талабот ба луғатҳои электронии бо дигар мазмун “намуди фаъл” афзун мегардад. На танҳо тарҷумонҳо, балки истифодабарандагони технологияҳои компютерӣ, ки забони хориҷиро омӯхтани ҳастанд, ба луғати электронӣ ниёз доранд [1].

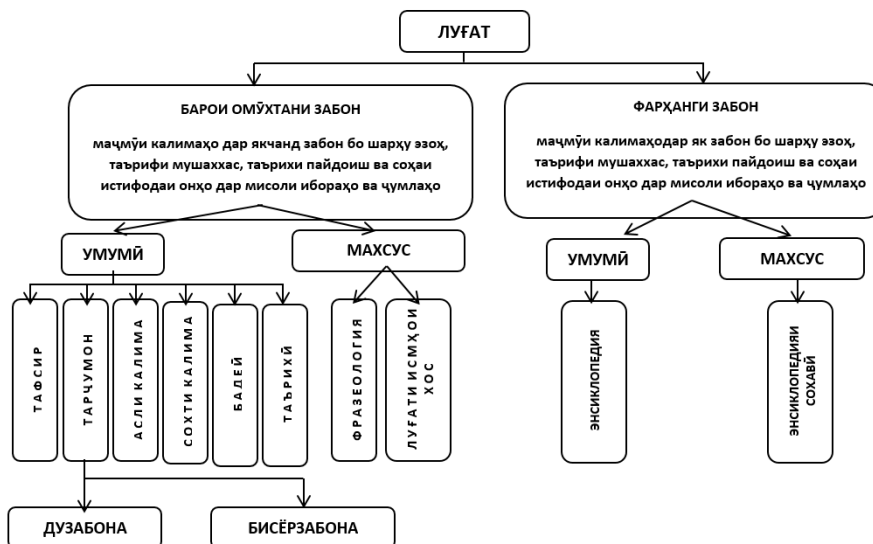
Айни замон дар шабакаи умумичаҳони интернет аз тарафи ширкатҳои ҷаҳонӣ шумораи зиёди луғатҳои электронӣ ҳам ба намуди ройгон ва ҳам ба намуди пулақӣ дастрас мебошанд. Ба монанди: ABBYY Lingvo, Multitran, PROMT, Cambridge Dictionary, Merriam-Webster, Longman Dictionary, Translate Google, Macmillan Dictionary, Dictionary.com, Oxford Dictionary, Oxford Learner's Dictionaries, Linguee, Dict.com, Gramota.ru, dic.academic.ru, ruscorpora.ru, Reverso, BRKS.info, Zhonga.ru.

Дар асоси таҳлил ва корбарии луғатҳои электрони номбар шуда, муайян гашт, ки на ҳамаи онҳо забони тоҷикиро дастгирӣ менамоянд. Вобаста аз ин ҳолат, зарурияти тарҳрезӣ ва коркарди луғати электронӣ бо забони тоҷикӣ пеш меояд. Дар мақолаи мазкур раванди тарҳрезии луғатҳои электронӣ ва марҳилаҳои коркарди он муҳокима карда мешаванд.

Намудҳои луғати электронӣ. Вобаста аз мақсади ташкил ва корбасти луғати электронӣ ду гурӯҳи намудҳои он ба вуҷуд дорад, ки таснифи қисматҳои онҳо дар расми 1 оварда шудаанд [2].

Якум намуд, барои омӯхтани забони муошират, яъне аз маҷмӯи калимаҳо дар як ё якчанд забон бо шарҳу эзоҳ, тасвир ва таърифи ҳар як калима, бо пешниҳоди истифодабарии онҳо дар ибора ва ё ҷумла сохта мешаванд. Дар навбати худ ду зернамуди луғатҳои умумӣ ва махсус низ ба назар мерасанд, ки мақсад ва мундариҷаи луғатро ифода мекунанд. Ҳар як намуди луғати электронӣ масъалаи омӯзиши забонро вобаста аз муаммоҳои пеши назар гирифта ҳал менамояд, яъне тафсир, тарҷума, сохтор, намуд ва таърихи пайдоиши ҳар як калимаро ифода менамояд. Ҳаминро бояд қайд кард, ки барои ташкил ва пешбарии тарҷумон луғатҳои дузабона ва ё бисёрзабона сохта мешаванд. Инчунин луғатҳои махсус барои дар алоҳидагӣ омӯхтани фразеология ва ё қисмҳои аъзои нутқи забонро вобаста аз калимаи интихоб карда пешниҳод карда мешаванд.

Дуюм намуд, барои ташкили рӯихати калимаҳо дар доираи як забони муошират бо шарҳу эзоҳ, таърифи мушаххас, таърихи пайдоиш ва соҳаи истифодабарии онҳо ба намуди фарҳанги забон сохта мешаванд. Вобаста аз омӯзиши соҳаи луғатҳои электронӣ ба намуди энциклопедияҳои махсус ё энциклопедияҳои соҳавӣ сохта ба истифода дода мешаванд.



Расми 1. Таснифи луғатҳои электронӣ.

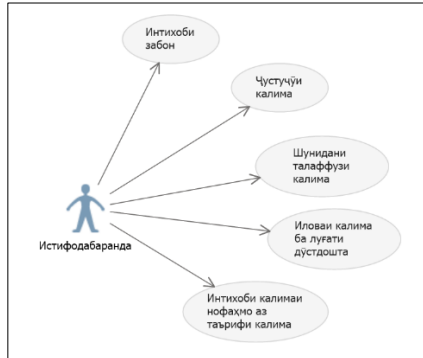
Тарҳрезии сохтори мантиқии луғат. Қадами асосии коркарди таъминоти барномавӣ ин таҳияи намудани рафтор ва сохтори мувофиқи таъминоти барномавӣ ба ҳисоб меравад. Азбаски объекти тадқиқот омилҳои асосии эҷоди луғатҳои электрониро ифода мекунанд, сохтори мантиқии таъминоти барномариро бояд баррасӣ кард: веб, мобилӣ ва мизи корӣ. Ҳар яке аз сохторҳои номбар шуда, ҳам афзалиятҳо ва ҳам камбудихоро доранд ва дар муҳити кории худ коркарди додаҳои мувофиқро ба роҳ меандозад.

Коркарди лоиҳаи таъминоти барномавӣ аз марҳилаи таҳлил ва ташҳиси талабот иборат аст. Мазмун ва мундариҷаи лоиҳа одатан аз ду қисм – тарзи рафтор ва сохтори мантиқии таъминоти барномаро ифода менамояд. Барои сохтани лоиҳаи барномаи компютерӣ аз Case-воситаҳо васеъ истифода мебаранд, ки самараи коркарди барномаҳои муваффақро таъмин менамоянд. Яке аз Case-воситаҳо, ки дар байни муаллифони таъминоти барномавӣ васеъ истифода карда мешавад забони UML (unified modeling language) ба ҳисоб меравад. UML – забони ягонаи тарҳрезӣ бо мақсади ҳамҷоя намудани марҳилаҳои коркарди лоиҳаи таъминоти барномавӣ истифода мешавад. Одатан барои пешниҳоди рафтори таъминоти барномавӣ, яъне таҳлили талабот ба он диаграммаҳои вазъиятҳои корфармой (use case diagram) ва фаъолият (activity diagram) тасвир карда мешавад.

Барои шарҳи ҳолатҳои имконпазир дар мавриди истифода аз ҷараён ва самти корбарӣ аз тарафи истифодабарандагон диаграммаи вазъиятҳои корфармой коркард карда мешаванд. Раванди иҷроӣ ва тасвифи ҷӣ гуна ҳолатҳои истифода бо таъсири мутақобила байни гурӯҳҳои объектҳо муайян карда мешаванд. Илова бар ин, дар диаграмма ҳолатҳои алтернативӣ, яъне мадди назар аз пайдарпаии муқарраршудаи ҳодисаҳо низ муайян карда мешаванд [3].

Имкониятҳои истифодабарандаи луғати электронӣ. Дар асоси таҳлили рафтор ва сохтори лоиҳа, истифодабаранда ва таъминоти барномаи луғати электронӣ ба чунин имкониятҳои функционалӣ соҳиб мешаванд. Дар расми 2 диаграммаи вазъиятҳои корфармой барои лоиҳаи луғати электронӣ оварда шудааст, ки имкониятҳои истифодабарандагонро ифода мекунад:

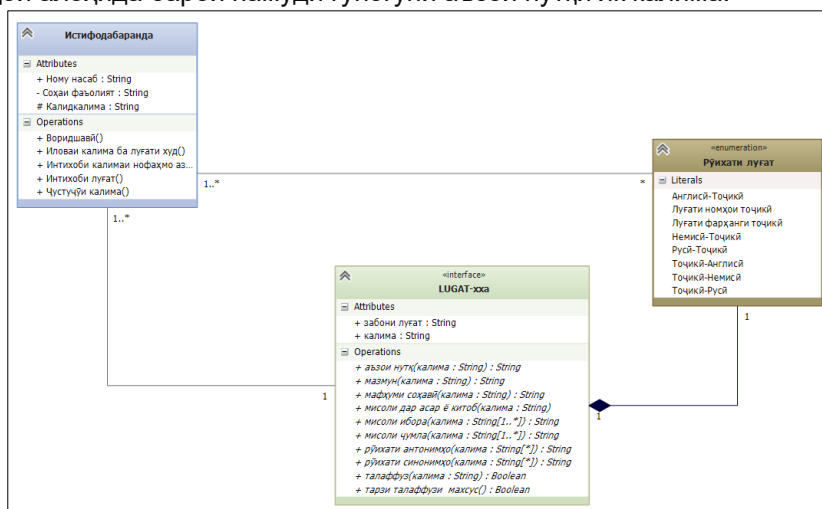
- интихоби забони луғат;
- ҷустуҷӯи калима;
- шундани талаффузи калима;
- имконияти паҳш кардани калимаи нофаҳмо дар таърифи калима;
- имконияти илова кардани калима ба луғати дӯстдоштаи худ.



Расми 2. Диаграммаи вазъиятҳои корфармоии луғати электронӣ.

Имкониятҳои барномаи компютери луғати электронӣ. Дар асоси таҳлили объектҳо бо муайян кардани шарҳи онҳо ва барои омода кардани сохтори мантиқии таъминоти барномавӣ диаграммаҳои синфҳо (Class diagram) сохта мешавад. Пас аз таҳлили талабот ва вазъиятҳои корфармоии лоиҳа барои коркардчиён масъалаи омода кардани намуди концептуалии таъминоти барномавӣ пайдо мешавад. Имкониятҳои таъминоти барномавии луғати электронӣ то ҳадди имкон чунин шуда метавонад:

- қоидаҳои махсус барои тарзи дурусти талаффузи калима;
- пешниҳоди аъзои нутқ;
- пешниҳоди таърих ва пайдоиши калима;
- пешниҳоди мазмун ва мундариҷаи калима;
- тезаурус (синонимҳо, антонимҳои калима);
- пешниҳоди мафҳуми соҳавӣ / касбӣ;
- мисолҳои истифодаи калима дар ибораҳо ва ҷумлаҳо;
- талаффузи овозӣ ва видеоии калима;
- дастрасии расм ё акс ҳамчун тасвири калима;
- пешниҳоди тарҷумаи калима бо якчанд забонҳо;
- шарҳи калима бо мисолҳо аз мақолаҳо, китобҳо ва ғайра;
- мисолҳои алоҳида барои намуди гуногуни аъзои нутқи як калима.



Расми 3. Сохтори мантиқии барномаи луғати электронӣ.

Дар диаграммаи синфҳо тарҳи концептуалии лоиҳа бо ифодаи мафҳумҳо, хосиятҳо ва муносибати имконпазири байни онҳо ифода карда мешаванд. Дар расми 3 диаграммаи синфҳо барои лоиҳаи луғати электронӣ оварда шудааст, ки сохтори мантиқии таъминоти барномавиро шарҳ медиҳад.

Коркарди манбаи додаҳо. Манбаи додаҳо ин маҷмӯи маълумот ва ё додаҳои аз рӯи як сохтори муайян сарчамъ карда шуда мебошанд, ки бо ҳамдигар муносибати мантиқӣ доранд ва як мавзӯи мураккабро ифода мекунанд. Барои коркарди манбаи додаҳо бояд марҳилаҳои зеринро иҷро кард:

- чамъовари маълумот;
- муайян кардани истифодабарандагон;
- муайян кардани объектҳо ва хосиятҳои онҳо;
- муайян кардани муносибати мантиқӣ байни объектҳо;
- бартараф кардани эҳтимолияти тақроршавии додаҳо;
- коркарди ҷадвалҳо;
- муайян кардани муносибати байни ҷадвалҳо.

Сохторҳои гуногуни додаҳо дар мавриди истифода қарор доранд. Айни замон сохтори релятсионии додаҳо барои ташкил ва коркарди манбаи додаҳо босамар истифода бурда мешаванд. Сохтори релятсионии додаҳо як роҳи назар ба додаҳо тавассути ҷадвалҳо ва амалҳои имконпазир бо онҳо мебошад. Яъне се масъалаи асосӣ муайян кардани сохтори ҷадвал, яклухтии додаҳо дар ҷадвал ва идораи додаҳо ҳалли худро бояд ёбанд.

Қоидаи 1. Муносибати R дар асоси маҷмӯи доменҳои D_1, D_2, \dots, D_n ва натиҷаи ҳосили зарби дакартии зермаҷмӯи ин доменҳо ифода карда мешавад, яъне $R \subseteq D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$

Бигузор, барои манбаи додаҳои луғати электронӣ доменҳои зерин муайян карда шудаанд: D_1 – маҷмӯи калимаҳо, D_2 – маҷмӯи ибораҳо, D_3 – маҷмӯи ҷумлаҳо, D_4 – маҷмӯи аъзои нутқ, D_5 – маҷмӯи соҳаи истифодабарии калимаҳо, D_6 – тарҷумаи калима дар дигар забон.

Муносибати R_1 - барои калимаҳо ва соҳаи истифодабарии онҳо аз рӯи тартиби $R_1 \subseteq D_1 \times D_4$ муайян карда мешавад.

Муносибати R_2 - барои калимаҳо, ба кадом аъзои нутқ мувофиқ омадани калима, ибораҳо бо истифодаи ин калимаҳо ва тарҷумаи калима бо забони дигар аз рӯи тартиби $R_2 \subseteq D_1 \times D_4 \times D_2 \times D_6$ муайян карда мешавад.

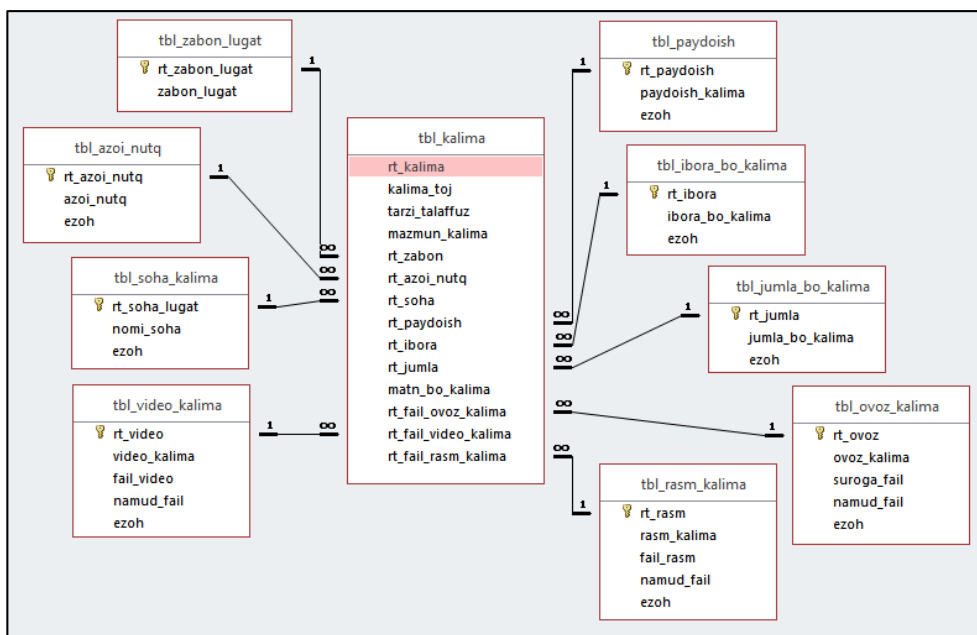
Дар асоси таҳлили соҳаи луғатҳои электронӣ гурӯҳи додаҳои зерин ба даст оварда шуданд, ки аз афзалияти муаллифи барнома вобаста аст: калима, тарзи талаффузи калима (транскрипт), самти тарҷумаи калима (забон), таърихи пайдоиши калима, соҳаи истифодабарии калима, қисми аъзои нутқ, файли овозии талаффузи калима, расм (агар лозим бошад), файли видеой бо талаффузи калима, ибораҳо ва ҷумлаҳо бо истифодаи калима, маънои калима. Дар расми 4 сохтори мантиқии манбаи додаҳои луғати электронӣ дар асоси сохтори релятсионии додаҳо оварда шудааст [4].

Интихоби додаҳо аз муносибати R дар мавриди вучуд доштани сатрҳои мувофиқи ба шарти P ҷавобгӯ, ба амал дароварда мешавад. Яъне, амали интихоб ин амали яклухти чунин иҷро карда мешавад, ки ба шарт мантиқии P рост меояд.

$$R = \sigma_p(R_1) DataBase$$

Мисол, барои интихоби тарҷумаи калимаҳои “зардолу” аз забони тоҷикӣ ба русӣ дар манбаи додаҳои LUGAT амали релятсионии зерин, иҷро карда мешавад:

$$\sigma_{\text{самт}=\text{“тоҷикӣ-русӣ”}}(\sigma_{\text{калима}=\text{“зардолу”}})LUGAT$$



Расми 4. Сохтори мантиқии манбаи додаҳои луғати электронӣ.

Аз байни ҳамаи амалҳои имконпазир бо додаҳо амали интиҳоб васеъ истифода карда мешавад. Хусусиятҳои интиҳоб вобаста аз талабот ва ё шарт ба маҷмӯи додаҳо муайян карда мешаванд. Шарти интиҳоб як меъёри муайяни интиҳоби додаҳо мебошад, ки дар он мазмуни мантиқии додаҳо, қимати мувофиқ ва ва муносибати мантиқии байни додаҳо истифода карда мешаванд. Барои амалӣ кардани амалҳои релятсионӣ дар барномаҳои компютери коркарди манбаи додаҳо забони дархостҳои SQL (structured query language) истифода карда мешаванд [5].

Мисол, барои интиҳоби тарҷумаи калимаҳои “зардолу” аз забони тоҷикӣ ба русӣ дар манбаи додаҳои LUGAT дархост бо забони SQL чунин ҳосил мешавад (нигаред ба расми 5).

```
SELECT lugat.*
FROM lugat.tbl_kalima, lugat.tbl_zabon_lugat
WHERE lugat.tbl_kalima.rt_zabon = lugat.tbl_zabon_lugat.rt_zabon AND
      lugat.tbl_zabon_lugat.zabon_lugat = “тоҷикӣ-русӣ” AND
      lugat.tbl_kalima = “зардолу”
```

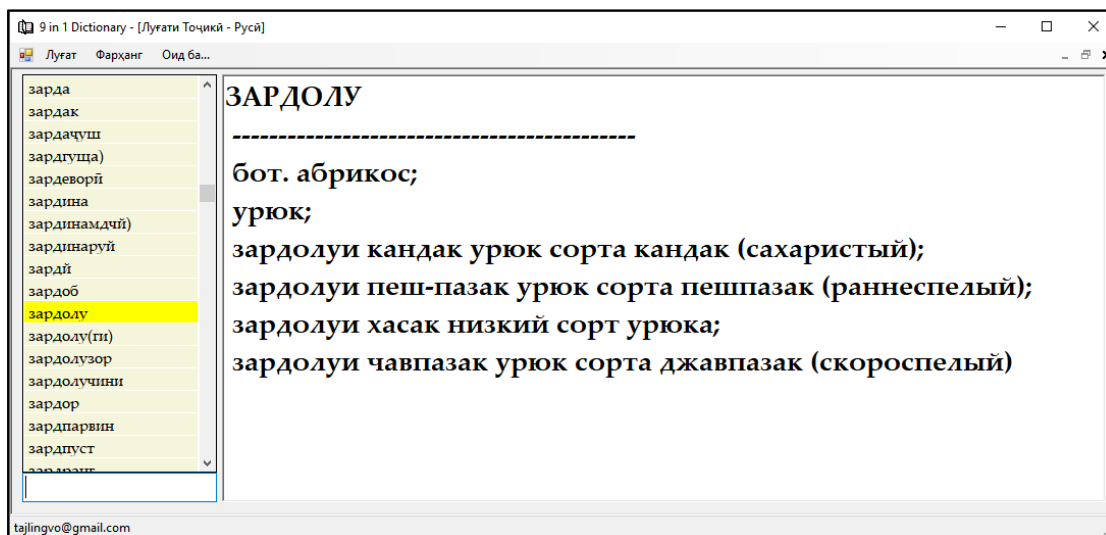
Коркарди муҳити истифодабаранда. Тартиби коркарди муҳити истифодабаранда ба се хусусияти таъминоти барномавӣ таъсир ҳудро мерасонад: имконияти функционалӣ, намуди зоҳирӣ ва корбарии он. Дар муҳити корӣ ба ҳар як истифодабаранда имкониятҳои функционалии барнома бояд қулай ба роҳ монда шуда бошад. Намуди зоҳирии муҳити корӣ албатта бо дарназардошти имкониятҳои функционалии барнома бо истифодаи рангҳои бо ҳамдигар мувофиқат ва элементҳои идоракунӣ коркард карда мешаванд. Новобаста аз талаботи шахсии истифодабаранда муҳити корӣ тамоми ҳадафҳои корбарии таъминоти барномавиро бояд таъмин намояд. Хусусиятҳо дар боло ишора шуда, самаранокӣ, инчунин эътимодноки ва дурнамои истифодаи барномаро таъмин менамояд.

Вобаста аз имкониятҳо муҳити кори луғати электрониро ба ду гурӯҳ тақсим кардан мумкин аст: барномаҳои рӯи мизи корӣ, веб-замимаҳо.

Дар асоси тадқиқоти амалӣ барномаи луғати электронӣ ба намуди барномаи рӯи мизи коркард карда шудааст. Барнома дар шабакаи интернет ройгон дастрас мебошад [6].

Афзалиятҳои луғати электронӣ ба намуди барномаҳои рӯи мизи:

- барнома дар режими офлайн кор мекунад;
- манбаи додаҳо дар таҷҳизоти истифодабаранда нигоҳ дошта мешавад;
- беҳатари барнома аз тарафи таҳиягарони он кафолат дода мешавад;
- бе истифодаи шабакаи интернет, ки аз хароҷоти иловагӣ эмин медорад.

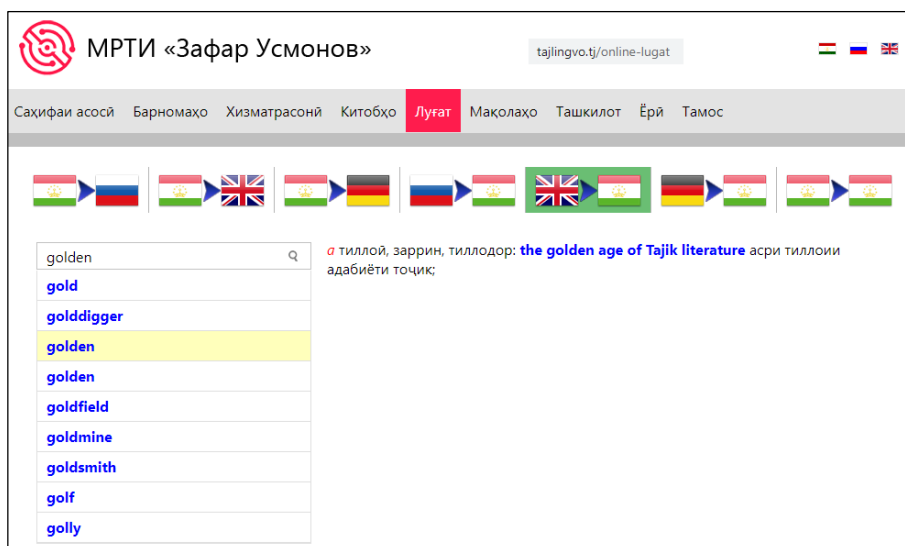


Расми 5. Луғати электронӣ ба намуди барномаи рӯи мизи.

Камбудихҳои луғати электронӣ ба намуди барномаҳои рӯи мизи:

- сохтор, намуд ва такмил додани намуди зоҳирии барнома ғайри имкон мебошад;
- ҳангоми пайдо шудани намуди нави барнома, зарурияти аз нав боркашӣ ва насби он пайдо мешавад;
- истифодаи хотираи доимии таҷҳизоти истифодабаранда, ки эҳтимолияти сушт кардани кори онро фаро мегирад;
- рақобат бо намуди луғатҳои электрони намуди веб-замима ба назар мерасад.

Дар асоси таҳлил ва васеъ кардани имкониятҳои функционалии барномаи рӯи мизи веб-замимаи луғати электронӣ коркард карда шудааст. Дар расми 6 намуди зоҳирии муҳити кори луғати электронӣ ба намуди веб-замима оварда шудааст [7].



Расми 6. Луғати электронӣ ба намуди веб-замима.

Афзалиятҳои луғати электронӣ ба намуди веб-замимаҳо:

- барномаи луғати электронӣ барои ҳар як истифодабаранда аз веб-сервер дар дилхоҳ вақт дастрас мебошад;
- манбаи додаҳои луғат дар сервер нигоҳ дошта мешавад ва тавассути шабака дастрас мешавад;
- аз сабаби веб-замимаҳо кроссплатформавӣ будан истифодабарандагон аз намуди системаи оператсионӣ вобастагӣ надоранд;
- веб-замима дар дилхоҳ намуди таҷҳизот ба монанди компютери фардӣ, планшет ва ё смартфон хотираи иловагиро талаб намекунад.

Камбудихоии луғати электронӣ ба намуди веб-замимаҳо:

- истифодабаранда ба хати алоқаи шабакаи Интернет ё шабакаи локалӣ бояд дастрасӣ дошта бошад;
- дастрасии луғат танҳо аз шабака вобаста аст, бинобар ин онро офлайн истифода бурдан ғайриимкон аст;
- ба гурӯҳи истифодабарандагон аз қайд нагузашта, имкониятҳои маҳдуд пешкаш карда мешаванд;
- дар тарафи сервер миқдори зиёди хотираи доимӣ талаб карда мешавад.

Хулоса. Дар асоси корҳои тадқиқотӣ ҳаминро гуфтан мумкин аст, ки барои коркарди низомҳои худкори тарҷумони матн аз забони тоҷикӣ то ба дараҷаи имконпазир ҳанӯз ҳам нарасидааст. Сабаби асосӣ он аст, ки айни замон то ба дараҷаи кифоя илмҳои забонамӯзии компютерӣ на он қадар инкишоф ёфтаанд. Аммо самти омӯзиш ва таҳияи чунин лоиҳаҳо айни замон аст. Ҳадди ақал, дар сатҳи ҳозираи рушди соҳаи компютерӣ ва тақя ба барномаҳои луғатҳои электронӣ дар ояндаи наздик тарҷумаи матн боз ҳам имконпазир хоҳад шуд. Аз ин рӯ, дар бораи роҳҳои беҳтарини таҳияи низомҳои худкори тарҷумон сухан рондан, сараввал бояд диққати ҷиддиро ба коркарди луғатҳои электроники намуди гуногун равона кард.

Арзи сипос. Сипоси беандозаи худро ба роҳбари илмии худ доктори илмҳои физика ва математика, профессор, Академики АМИ ҶТ Усмонов Зафар Ҷӯраевич ва ба дӯстонам Солиев Одилхӯҷа, Солиев Парвиз ва Тӯрахонов Муҳаммадхон барои пешбарии тадқиқоти илмӣ ва марҳилаҳои омода кардани мақолаи зерин мерасонам.

Адабиёт:

1. Verónica Pastor, Amparo Alcina. Search techniques in electronic dictionaries: a classification for translators. International Journal of Lexicography. August-2010.
2. Голубева А.В. Русский язык и культура речи. часть 3: лексикография. основные типы словарей. – М.: Юрайт, 2019. -256 с.
3. Балалаева Е.Ю. Этапы проектирования электронных словарей. GESJ: Computer Science and Telecommunications. No.2(60.) 2021. 49-54.
4. Худойбердиев Х.А., Солиев О.М. Лингвистический тезаурус таджикского языка. Новые информационные технологии в автоматизированных системах. МИЭМ НИУ ВШЭ. Москва, 2017, 268с. (103-106)
5. Худойбердиев Х.А. Забони дархостҳои SQL. Душанбе, Ирфон, 2010. 375с.

6. Усмонов З.Д., Холматова С., Худойбердиев Х.А., Солиев О.М. Лугати компютери бисёрзабонаи MultiGanj. Патент (маҳсулоти зеҳнӣ), № 077ТJ аз 12.11.2008. (суроға дар шабаки интернет) <https://tajlingvo.tj/paketi-tajlingvo#4in1-dictionary>)
7. Web-лоихаи “Низомҳои худкори коркарди маълумот бо забони тоҷикӣ”. Лугати электрони бисёрзабона. (суроға дар шабаки интернет <https://tajlingvo.tj/online-lugat>)

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ- INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

TJ	RU	EN
Худойбердиев Хуршед Атохонович	Худойбердиев Хуршед Атохонович	Khudoyberdiev Khurshed Atokhonovich
Дотсенти кафедраи «БваНИ»	Доцент кафедры “ПиИТ”	Associate Professor of the Department of "PandIT "
Донишкадаи политехникии ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ дар шаҳри Хучанд	Худжандский Политехнический институт ТТУ имени академика М.С.Осими	Khujand Polytechnic institute of TTU named after academician M.S.Osimi
tajlingvo@gmail.com		

УДК 004.056.55: 004.421.6

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ РАЗРАБОТКИ УНИКАЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ АЛФАВИТА ШИФРОВАНИЯ**Гафуров М.Х., Косимов А.А., Абдукарим А.**

Таджикский технический университет им. М.С.Осими

В данной статье рассматривается один из способов разработки алфавита для шифрования текстовых объектов (частных, расширенных и общих) с использованием символов произвольного языка, играющих важную роль при шифровании текстовых объектов (зашифрования и расшифрования).

Ключевые слова: способ, объект, язык, алфавит, шифрование, зашифрование, расшифрование, дешифрование, открытый, закрытый, символ, множества, ключ, вариант, устойчивость.

ДАР БОРАИ ЯК ТАРЗИ СОХТАНИ ВАРИАНТҲОИ УНИКАЛИИ АЛИФБОИ БАДАЛСОЗӢ**Гафуров М.Х., Қосимов А.А., Абдукарим А.**

Дар мақолаи мазкур тарзи сохтани алифбои унікалии бадалсозии объекти мағнӣ (хусусӣ, васеъкардашуда ва умумӣ) бо истифода аз символҳои забони ихтиёрӣ мавриди баррасӣ қарор дода шудаанд, ки истифодаи онҳо устувории объекти бадалшударо баланд бардошта, дар бадалсозии объект (бадалкунӣ ва аксбадалкунӣ) роли муҳимро мебозанд.

Калидвожаҳо: усул, объект, забон, алифбо, бадалсозӣ, бадалкунӣ, аксбадалкунӣ қонунӣ, аксбадалкунӣ ғайриқонунӣ, кушода, пушида, символ, маҷмӯаҳо, калид, вариант, устуворӣ.

ABOUT ONE METHOD OF DEVELOPING UNIQUE VARIANTS OF THE ENCRYPTION ALPHABET**Gafurov M.K., Qosimov A.A., Abdugarimi A.**

This article discusses a method for developing an alphabet for encrypting text objects (private, extended and general) using arbitrary language characters that play an important role in encrypting objects.

Key words: method, object, language, alphabet, encryption, decryption, open, closed, symbol, set, key, variant, stability

При шифровании произвольного текстового объекта, заданного на произвольном языке, учитываются три основных обязательных критериев. Сначала определяется метод, по которому зашифровывается заданный открытый объект. Во-вторых, в большинстве методов шифрования, как в методе симметричного шифрования, так и в методе асимметричного шифрования, выбирается либо алфавит шифрования, либо оно создается. В-третьих, произвольный ключ шифрования (для симметричных методов ключ используется как для шифрования открытого объекта, так и для расшифрования закрытого объекта и держится в секрете; для асимметричных методов используются два ключа: открытый ключ - для зашифрования открытого объекта, не являющегося секретным, а второй ключ, использующийся для расшифрования зашифрованного объекта, является секретным) выбирается или создается так, что в большинстве методов шифрования он должен быть создан из символов выбранного алфавита шифрования.

В работах [1-3] приведены некоторые подробности построения алфавита для шифрования текстовых объектов. В общем, предлагаем три способа создания алфавита шифрования текстовых объектов.

Пусть открытый текстовый объект G задан на произвольном языке.

1. Множество символов алфавита шифрования, выбранного из данного открытого объекта G , содержащих только алфавитные символы языка, обозначим следующим образом:

$$M1 = \{x_i, i = \overline{1, n1}; x_i \in G\}, \quad (1)$$

где $n1 \leq N1$, $n1$ - количество буквенных символов в открытом объекте G , $N1$ - общее количество символов в стандартном алфавите языка заданного открытого объекта.

Определение 1. Множество символов созданного алфавита шифрования называется частным алфавитом шифрования, если содержащиеся в нем символы являются только символами заданного алфавита языка текста данного открытого объекта.

2. Множество символов алфавита шифрования, выбранного из данного открытого объекта G , содержащих все символы объекта, обозначим следующим образом:

$$M2 = \{x_i, i = \overline{1, n2}; x_i \in G\}, \quad (2)$$

где $n2 \leq N2$, $n2$ - количество всех символов, с помощью которых создается открытый объект G , $N2$ - общее количество символов стандартного алфавита заданного открытого объекта, орфографических символов, числового алфавита, специальных символов и т. д., которые могут быть использованы в заданном открытом объекте G .

Определение 2. Множество символов созданного алфавита шифрования называется расширенным частным алфавитом шифрования, если заданный открытый объект создается с использованием всех входящих в него символов.

3. Множество символов алфавита шифрования, используемые для произвольного открытого объекта G , содержащие все символы в тексте объекта и более, например, символы ASCII с использованием шифруемого текстового языка (с использованием языковых драйверов) или Unicode, обозначим следующим образом:

$$M3 = \{x_i, i = \overline{1, n3}; x_i \in (\forall G)\}, \quad (3)$$

где $n3 \leq N3$, $n3$ - общее количество символов, которые могут быть использованы для создания произвольного открытого объекта G , где $N3$ - общее количество символов стандартного алфавита языка, орфографические знаки, цифрового алфавита, специальных символов и т. д., которые могут быть использованы в произвольном открытом тексте.

Определение 3. Множество символов созданного алфавита шифрования называется общим алфавитом шифрования, если содержащиеся в нем символы могут быть использованы для шифрования произвольно выбранного текста.

Примечание. Частный и расширенный частный алфавит шифрования также может быть использован для шифрования других объектов (кроме выбранных), если символы этих объектов являются символами данного алфавита шифрования.

Устойчивость шифруемого объекта зависит, прежде всего, от произвольно выбранного ключа шифрования, от выбора или построения алфавита шифрования, а также от выбора метода шифрования данного объекта.

Известно, что чем выше устойчивость зашифрованного объекта, тем большая вероятность того, что он будет защищен от любого несанкционированного доступа к исходному открытому объекту. То есть, в случае несанкционированного доступа к зашифрованному объекту для взломщиков (хакеров) или заинтересованных лиц, преступных групп, несмотря на использование современного мощного электронно-вычислительного оборудования и специализированного программного обеспечения, дешифрование текста будет невозможным или потребует больших затрат времени.

Рассмотрим один из способов создания алфавита шифрования, в котором алфавитные символы и знаки расположены в нестандартном положении, которое и делает невозможным или трудоемким открытие (дешифрование) при несанкционированном доступе к зашифрованному объекту, т.к. в большинстве способов шифрования объектов (симметричных и асимметричных), символы алфавита шифрования нумеруются, а при шифровании или расшифровании символы определяются в зависимости от цифры символов и знаков. При несанкционированном доступе и дешифровании объекта хакеры часто используют стандартные пронумерованные символы и знаки алфавита шифрования. Поэтому, размещение символов и знаков в нестандартном порядке в алфавите шифрования становится препятствием для злоумышленников несанкционированного доступа и дешифрования зашифрованного объекта.

Пусть для данного шифруемого объекта выбран следующий алфавит шифрования:

$$M = \{x_i, i = \overline{1, n}; x_i \in G\}, \quad (4)$$

где $n \leq N$, n - общее количество символов алфавита шифрования, используемых в данном объекте G , а N - общее количество символов в стандартном алфавите, выбранного для шифрования открытого текста G .

Если символы в множестве M пронумерованы последовательно, т.е.

$$x_1 \rightarrow 1, x_2 \rightarrow 2, \dots, x_n \rightarrow n, \quad (5)$$

все варианты перемещений в (5) определяются $P(M) = n!$ и его можно разделить на две группы вариантов множества алфавита шифрования данного объекта.

Первая представляет собой последовательность символов, в которой хотя бы один из символ не перемещен (остаётся неизменным в предыдущей позиции относительно первого варианта), их назовём «неуникальные варианты» и обозначим $P_1(M) = m_1$, а второй представляет собой последовательность символов, в котором все символы перемещены (относительно первого варианта), который назовём «уникальные варианты» и обозначим $P_2(M) = m_2$. То есть,

$$P(M) = P_1(M) + P_2(M) = m_1 + m_2 = n! \quad (6)$$

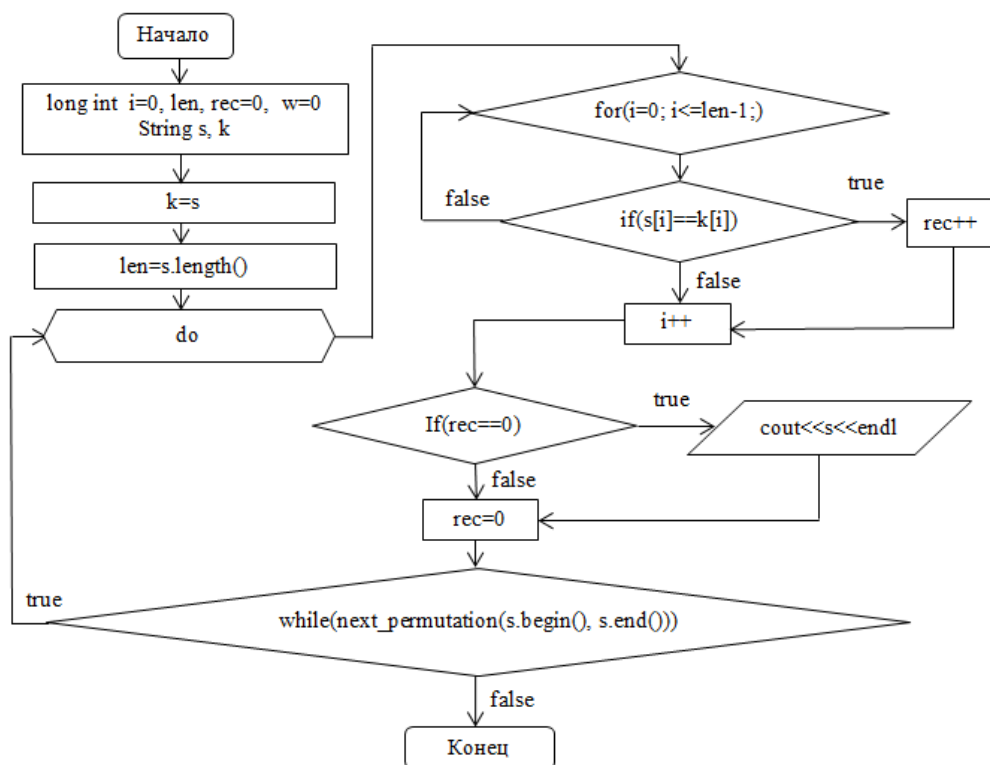
Для определения количества (для обоих) вариантов по перемещению символов алфавита шифрования, найдены следующие формулы:

$$P_1(M) = n! - \left| \sum_{i=0}^n \frac{n!}{i!} * (-1)^{n-i} \right| \quad \text{или} \quad P_1(M) = n! - \sum_{i=0}^n \frac{n!}{i!} * (-1)^i \quad (7)$$

$$P_2(M) = \left| \sum_{i=0}^n \frac{n!}{i!} * (-1)^{n-i} \right| \quad \text{или} \quad P_2(M) = \sum_{i=0}^n \frac{n!}{i!} * (-1)^i \quad (8)$$

где n - общее количество символов в алфавите шифрования заданного открытого объекта.

Для определения вариантов алфавита шифрования данного объекта в зависимости от набора используемых в нем символов, представленного по формуле (6), была разработана компьютерная программа на языках программирования C# и C++, использующая алгоритм решения задачи в ниже приведённой блок-схеме:



Результаты вычисления показаны в таблице, где n - общее количество символов в алфавите шифрования заданного открытого объекта, m_1 - количество неуникальных вариантов, m_2 - количество уникальных вариантов, p_1 – время вычисления всех вариантов алфавита шифрования на языке C# и p_2 – время вычисления всех вариантов алфавита шифрования на языке C++ (время показано в часах, минутах, секундах и миллисекундах по формату чч:мм:сс:(в 5 разрядных миллисекундах))

Таблица 1

n	m_1	m_2	p_1	p_2	Уникальные варианты (%)
2	1	1	00:00:00.00051	00:00:00.00010	50,000000
3	4	2	00:00:00.00035	00:00:00.00024	33,333333
4	15	9	00:00:00.00050	00:00:00.00037	37,500000
5	76	44	00:00:00.00058	00:00:00.00044	26,666666
6	455	265	00:00:00.00075	00:00:00.00056	36,805556
7	3186	1854	00:00:00.00531	00:00:00.00431	36,785715
8	25487	14833	00:00:00.11008	00:00:00.10007	36,788195
9	229384	133496	00:00:00.47390	00:00:00.46671	36,787919
10	2293839	1334961	00:00:01.91872	00:00:01.83773	36,787947
11	25232230	14684570	00:00:17.36501	00:00:17.26511	36,787944
12	302786759	176214841	00:00:15.40773	00:00:14.32662	36,787944
13	3936227868	2290792932	00:04:45.65150	00:03:34.63138	36,787944
14	55107190151	32071101049	00:06:32.16142	00:06:11.15132	
15	826607852266	481066515734	00:47:11.35748	00:46:10.33737	
16	13225725636255	7697064251745	Переполнение оперативной памяти		
20	1.53788737698e+18	8.95014631193e+17			
21	3.22956349166e+19	1.87953072551e+19			
25	9.80495476069e+24	5.70625528263e+24			
26	2.54928823778e+26	1.48362637348e+26			
30	1.67671785975e+32	9.75810738368e+31			
33	5.48890358569e+36	3.19441403312e+36			
35	6.53179526697e+39	3.80135269942e+39			

По результатам разработанных программ на языках программирования C# и C++, на компьютерах с техническими характеристиками DELL-PC; ОС Windows 11, 64-разрядная Pro; RAM – 16Gb; процессор – Intel(R) Core(TM) i7-7700 CPU 3.60GHz (8 CPUs); видео-карта - 16 Gb можно предположить следующие выводы:

По результатам приведенных в таблице данных, количество уникальных вариантов алфавита шифрования представленного открытого объекта составляет около 37 % от общего

числа созданных вариантов алфавита шифрования для этого открытого объекта (во всех случаях – частный, расширенно частный и общий).

При увеличении количества символов в алфавите шифрования (16 и более символов), для продолжения вычисления оперативной памяти современных компьютеров не хватит, то есть, компьютер ответит «Заполнение памяти» и перестанет работать. Поэтому, для вычисления всех вариантов, в которых количество символов превышает 16 и более, целесообразно использовать суперкомпьютеры (более мощные компьютеры).

Для экономии оперативной памяти компьютера, если количество символов в алфавите шифрования 16 и более (в большинстве случаев для больших объектов), рекомендуется использовать программу (с использованием счетчика) вычисления определенного (ограниченного) количества уникальных вариантов алфавита шифрования данного открытого объекта и выбора одного из них при шифровании объекта. Это условие обеспечивает бесперебойную работу компьютера.

Из таблицы видно, что в целях экономии времени работы на компьютере, рекомендуются разработать программу вычисления уникальных вариантов алфавита шифрования данного открытого объекта на языке программирования C++.

Литература:

1. Гафуров М.Х. Модернизация метода Цезаря при шифровании объекта / М.Х. Гафуров // Использование современных цифровых технологий в деятельности образовательных организаций силовых ведомств / Актуальные проблемы и тенденции развития: сборник материалов Международной научно-практической конференции. Уфа, 16–17 мая 2019 года. – Уфа: Уфимский ЮИ МВД России, 2019. – С. 57-64.
2. 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.
3. Гафуров М.Х. Применение оператора в методе шифрования Полибея (на тадж. яз.) / М. Х. Гафуров // Материалы международной научно-практической конференции “Технические науки и инженерное образование для устойчивого развития”. Часть 2. – Душанбе: Таджикский технический университет имени акад. М.С. Осими, – 2021. - С. 78-82.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ- INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Гафуров Миршафи Ҳамитович	Гафуров Миршафи Ҳамитович	Gafurov Mirshafi
Номзади илмҳои техникӣ	Кандидат технических наук	Candidate of technical sciences
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik technical university named after M.S.Osimi
Қосимов Абдунабӣ Абдурауфович	Қосмов Абдунаби Абдурауфович	Qosimov Abdunabi
Номзади илмҳои техникӣ	Кандидат технических наук	Candidate of technical sciences
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik technical university named after M.S.Osimi
kbtutabdunabi@mail.ru		
Абдукарими Абдуҳалим	Абдукарими Абдуҳалим	Abdukarimi Abduhalim
PhD докторант	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 M.S.Osimi

ТАШКИЛИ ДАСТРАСИИ БЕСИМ ДАР ТЕХНОЛОГИЯИ LTE (LONG TERM EVOLUTION) ВА АСОСҶОИ ТЕХНИКИЮ ИҚТИСОДӢ

¹Махкамова И. И., ²Аминов Ш. А., ¹Умарова М. С., ¹Холмуродов Р. М.

¹Академияи идоракунии давлатии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон

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

Дар мақола хусусиятҳои принципҳои асосии сохтани шабакаҳои LTE ва ташкили хидматҳои гуногуни корбарон дар онҳо баррасӣ мешаванд. Азбаски шабакаҳои LTE бояд роуминг ва хэндоверо интиқол бо тамоми шабакаҳои мавҷуда дастгирӣ кунанд, муштариёни LTE (терминалҳо) бояд бо фарогирии дастрасии бесими васеъхат (широкополосноги) дар ҳама ҷо таъмин карда шаванд. Аксари шабакаҳои насли сеюм, принципҳои сохтани шабакаи LTE ба ҷудоии ду ҷанба (аспект) асос ёфтаанд: таъбиқи физикии блокҳои шабакавии инфиродӣ ва ташаккули робитаҳои функционалии байни онҳо.

Ин мақола ба омӯзиши принципҳои асосии сохтани шабакаҳои LTE ва ташкили хидматҳои гуногуни корбарон дар онҳо бахшида шудааст. Азбаски шабакаҳои LTE рушди минбаъдаи шабакаҳои наслҳои 2-юм ва 3-юм, таҳқиқи муфассали сохтор ва таъиноти гирехҳои асосии шабака (регистрҳои муштариён, коммутаторҳо, контроллерҳо ва ғайра) мебошанд. Хангоми таҳияи архитектураи шабакаи LTE, принципҳои умумии зерин ба назар гирифта шуданд.

Шабакаҳои нақлиётӣ (зер) барои интиқоли маълумоти корбар ва иттилооти хидматӣ мантиқӣ истифодабарӣ ҷудо карда шудаанд.

Идоракунии мобилии муштариён ва ё терминалҳои корбарон комилан ба шабакаи дастрасии радио вобаста аст.

Ҷудокунии функционалии интерфейси шабакаи дастрасии радио бояд яқинд имконоти имконпазир дошта бошад.

Интерфейси бояд ба модели мантиқии блоке, ки аз ҷониби интерфейси додасуда идора карда мешаванд, асос ёфтаанд.

Як элементи шабакаи физикӣ метавонад яқинд блокҳои мантиқӣ дошта бошад.

Калидвожаҳо: интернет, шабака, пойгоҳ, почтаи электронӣ, технология, стандарт, суръат, мащуртизатор, филтркунии пакет.

ОРГАНИЗАЦИЯ БЕСПРОВОДНОГО ДОСТУПА ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ LTE (LONG TERM EVOLUTION) И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ

Махкамова И. И., Аминов Ш. А., Умарова М. С., Холмуродов Р. М.

В статье рассматриваются характеристики основных принципов построения сетей LTE и организации в них различных пользовательских услуг. Поскольку сети LTE должны поддерживать процедуры роуминга и хэндовера со всеми существующими сетями, для LTE-абонентов (терминалов) должно обеспечиваться повсеместное покрытие услуг беспроводного широкополосного доступа. Как и в большинстве сетей третьего поколения, в основу принципов построения сети LTE положено разделение двух аспектов: физической реализации отдельных сетевых блоков и формирования функциональных связей между ними.

Данная статья посвящена изучению основных принципов построения сетей LTE и организации в них различных пользовательских услуг. Поскольку сети LTE являются дальнейшим развитием сетей 2-го и 3-го поколений, детальное рассмотрение структуры и назначение базовых сетевых узлов (абонентских регистров, коммутаторов, контроллеров и др.). При разработке архитектуры сети LTE были приняты во внимание следующие общие принципы.

Логически разделены транспортные (под) сети передачи пользовательских данных и служебной информации.

Управление мобильностью абонентов и/или пользовательских терминалов полностью возложено на сеть радиодоступа.

Функциональное разделение интерфейсов сети радиодоступа должно иметь несколько возможных опций.

Интерфейсы должны базироваться на логической модели блока, управляемого данным интерфейсом.

Один физический элемент сети может реализационной содержать в себе несколько логических блоков.

Ключевые слова: интернет, сеть, базовая станция, электронная почта, технология, стандарт, скорость, маршрутизация, фильтрация пакетов.

ORGANIZATION OF WIRELESS ACCESS DESIGN IN LTE (LONG TERM EVOLUTION) TECHNOLOGY AND TECHNICAL AND ECONOMIC JUSTIFICATION

Makhkamova I. I., Aminov Sh. A., Umarova M. S., Kholmurodov R. M.

The article discusses the characteristics of the basic principles of building LTE networks and organizing various user services in them. Since LTE networks must support roaming and handover procedures with all existing networks, LTE subscribers (terminals) must be provided with ubiquitous broadband wireless access coverage. As in most third-generation networks, the principles of building an LTE network are based on the separation of two aspects: the physical implementation of individual network blocks and the formation of functional links between them.

This article is devoted to the study of the basic principles of building LTE networks and organizing various user services in them. Since LTE networks are a further development of networks of the 2nd and 3rd generations, a detailed examination of the structure and purpose of basic network nodes (subscriber registers, switches, controllers, etc.). When developing the LTE network architecture, the following general principles were taken into account.

Transport (sub) networks for the transmission of user data and service information are logically separated.

Mobility management of subscribers and / or user terminals is completely assigned to the radio access network.

Functional separation of the radio access network interfaces should have several possible options.

Interfaces shall be based on the logical model of the block controlled by the given interface.

One physical network element can contain several logical blocks.

Keywords: internet, network, base station, e-mail, technology, standard, speed, routing, packet filtering.

Структураи LTE, яъне меъмории шабакаи интернетӣ ба ҳамин тарз тарҳрезӣ шудааст, ки трафики бастаҳоро бо ҳамон параметрҳои ҳаракати “ҳамвор” (“ноҷур”, бефосила (seamless), сатҳи баланди сифати хидматрасонӣ мобили ва таъхирҳои пасттарин интиқоли бастаҳо нишон медиҳад.

Мобилият ҳамчун вазифаи шабака дар ду шакл пайдошуда мебошад: ҳаракати доимӣ (хэндоверӣ) ва ҳаракати дискретӣ (роуминг). Азбаски шабакаи LTE барои дастгирии хэндоверӣ бо тамоми шабакаҳо ва тартиботи шабакаҳои роуминг хизмат мекунад, фарогирии ҳамаҷонибаи хизматҳои фарохмаҷроӣ (широкополосног) бесим барои муштариёни LTE (терминалҳо) бояд таъмин карда шавад.

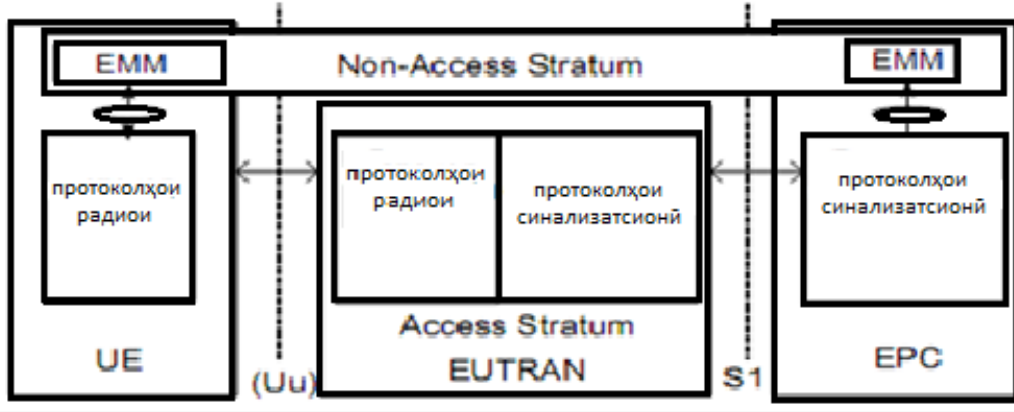
Аз аксари шабакаҳои наслҳои гузашта, дар муқоиса бо ин ё он, гуногуншакл мӯътадил ва мувофиқати гиреҳои шабакавӣ (ба истилоҳ бастабандии шабакавӣ) мавҷуд аст, меъморӣ шабакаҳои LTE-ро метавон “ҳамвор” номид, ки дар ҳақиқат тамоми алоқаи шабакавӣ байни ду гиреҳ суръат мегирад: стансияи базавӣ (БС), ки онро тавсифи техникӣ меноманд. Дар гиреҳ (Node-B, eNB) ва блоки идоракунии мобилии БИМ, (*блок управления мобильностью* БУМ) BUM (MME, Mo-bility Management Entity) татбиқ, чун қоида, аз ҷумла шлюзи шабакавии Ш (GW, Gateway), яъне блокҳои MME/GW муттаҳидшуда мавҷуданд.

Қайд кардан мумкин аст, ки контролёрӣ шабакаи радиой, ки дар шабакаҳои наслҳои қаблӣ нақши хеле махсус бозид, аз идоракунии ҷараёни иттилоот (воқеан, он ҳатто дар схемаҳои структурави вучуд надорад) ва функсияҳои классикии идоракунии захираҳои радиоресурсҳои фишурдани сарлавҳа, рамзгузорӣ, таъмини бастаи боэътимод ва ғайра мебошанд, ки бевосита ба БС расонида мешаванд.

Танҳо бо иттилооти хизматӣ, ба истилоҳи даъват кардаи сигнализатсияи шабакавӣ, БИМ кор мекунад, аз ин рӯ, IP-пакетҳои дорои маълумоти истифодабари кӯмак аз он пешниҳод карда намешаванд. Дар байни ҳамаи шлюзҳои шабакавӣ, дар алоҳидаги дуто ҷудо карда мешаванд: шлюзи хизматрасонӣ ШХ (*обслуживающий шлюз* ОШ) S-GW, Serving Gateway) ва шлюзи пакетӣ шабакавӣ (P-GW, Packet Data Network Gateway) ё шлюзи пакетӣ (ШП). ШХ вазифаҳои худро ҳамчун дастгоҳи идоракунии мобилии маҳаллӣ иҷро мекунад, ки бастаҳои додаҳои марбут ба БС ва (прислуживающим) ПТ, ки ба онҳо хизмат мерасонад, ишғол ва ирсол менамояд. ШП интерфейс маҷмӯи байни БС намуди ҳама шабакаҳоро аз рӯи намуди зоҳирӣ ҳисобида мешавад ва илова бар ин, он баъзе вазифаҳои шабакаҳои IP-ро иҷро мекунад, ба монанди тақсими суроғаҳо, пешниҳоди сиёсати қорбарон, маршрутизатор, филтркунии пакетҳо ва ғайра.

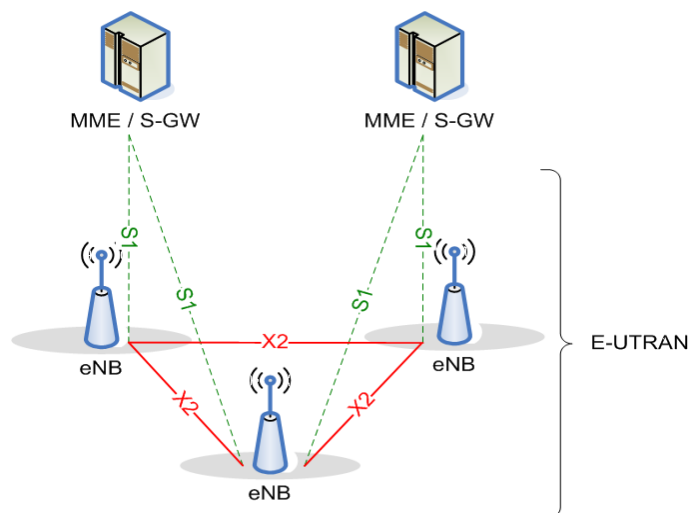
Тавре ки дар бисёре аз шабакаҳои насли сеюм, дар асоси принципҳои системаи базавӣ шабакаи LTE, ду ҷанба тасниф карда мешаванд: татбиқи физикии блокҳои шабакавии инфиродӣ ва ташаккули робитаҳои функционалии байни онҳо. Дар ин маврид вазифаҳои амалисозии физикии дар асоси нуқтаи назарии муҳит (domain) ҳал карда мешаванд ва алоқаҳои техники дар доираи қабат (stratum) баррасӣ мешаванд.

Тақсими асосӣ дар сатҳи физикӣ тақсими меъморӣ шабака ба минтақаи таҷҳизоти истифодабари (UED, User Equipment Domain) ва минтақаи инфрасохтори шабака (ID, Infrastructure Domain) мебошад. Шабакаи ниҳой ба (зер) шабакаи дастрасии радио (E-UTRAN, Evolved Universal Terrestrial Ra-dio Access Network) ва шабакаи асосӣ (пакет) (зер) (EPC, Evolved Packet Core) тақсим мешавад. Дар расми 1 сохтори шабакаи LTE, ки аз ин истисно нест, мавҷудияти ду қабати пайвандҳои функционалӣ: қабати дастрасии радио (AS, Access Stratum) ва намуди қабати дастрасии радио (NAS, Non-Access Stratum) дар маҷмӯъ гузориш дода шудааст.



Расми 1 – Структураи умумии шабакаи LTE

Хати байни минтақаи UE-и таҷҳизоти қорбар ва минтақаи шабакаи дастрасии радиои UTRAN интерфейси Uu номида мешавад; интерфейси байни минтақаи шабакаи дастрасии радио ва минтақаи асосии шабакаи EPC-S1 интерфейсо. Структура ва кори протоколҳои мухталифи марбут ба интерфейсои Uu ва S1 ба ду истилоҳ тақсим мешаванд: истифодабарии ҳамвор (UP, User Plane) ва истифодабарии идоракунии (CP, Control Plane). Дар берун аз қабати дастрасӣ механизмҳои идоракунии мобилӣ ҳаракат дар шабакаи базавӣ мавҷуданд (EMM, EPC Mobility Management).



Расми 2. Пайвасти гиреҳои функционалии шабакаи дастрасии радио.

Фазои шабакаи дастрасии радио ба таври оқилона ба ду сатҳ тақсим мешавад: сатҳи шабакаи радио (RNL, Radio Network Layer) ва сатҳи шабакаи нақлиётӣ (TNL, Transport Network Layer). Алоқае, ки ба минтақаи шабакаи дастрасии радиои БС ворид шудааст, дар асоси интерфейси X2 муқаррар карда мешавад (расми 2).

Пеш аз гузаштан ба омӯзиши протоколҳои шабакаи LTE, ки ба интерфейсҳо ва ҳамвории гуногун хосанд, биёед ҳадафи блокҳои функционалии шабакаи дастрасии радиоро таҳлил кунем.

Функцияҳои зерини БС дар шабакаҳои LTE таъин карда мешаванд.

Идоракунии радиоресурсҳо: тақсими каналиҳои радио, тақсими динамикии ресурсҳо дар самти воридшавӣ ва ихроҷшавӣ, ҷадвали тавсиф кардаи ресурсҳо (scheduling) ва ғ.

Бастани сарлавҳаи IP-пакетҳои, рамзкунонии ҷараёни додаҳои истифодабар.

Блоки идоракуни трафикро ҳангоми ворид шудан ба терминали умумии истифодабар ба шабака бо маҳрум кардани маълумоти он дар пайвасти қаблӣ интиҳоб кунед.

Маршрутизатсия дар сатҳи истифодабарандаи бастаҳои додаҳо ба сӯи шлюзи хидматрасони.

Диспетчери интиқоли паёмҳои PWS (Public Warning System, системаи огоҳии хушдор) аз БИМ гирифташуда.

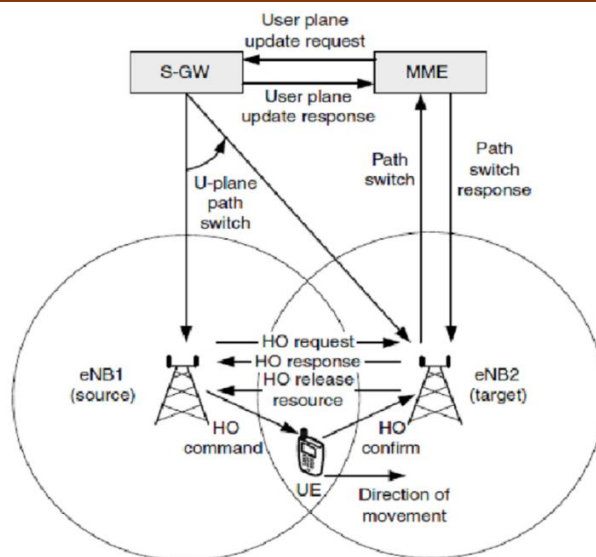
Андозагирӣ ва ҳисоботдиҳӣ трафики алоқаманд аст бо идоракунии диспетчерӣ.

Интиқоли ҷимояи бехатари иттилооти дар бораи нуқтаҳои дастрасӣ ба хидматҳо ва идоракунии бехатари нуқтаҳои дастрасӣ.

Интиқоли маълумот ба шабакаҳои асосӣ барои идоракуни трафик байни шабакаҳои гуногуни дастрасии радио.

Дар шабакаҳои LTE, барои ҳар як терминали истифодабари (ТИ) нисбат ба зерсатҳи RRC ду ҳолат муайян карда мешавад: пайвастшавӣ (RRC CONNECTED) ва интизорӣ (RRC IDLE). Кор кардани, ТИ гузариш аз ҳолати RRC- интизори ба ҳолати RRC- пайвастшавӣ мегузарад, вақте ки пайвастшавӣ бомуваффақият барқарор мешавад; минбаъд, ТИ метавонад бо қатъ кардани пайвастшавӣ дар зерсатҳи- RRC ба ҳолати бекори RRC баргардад.

Дар мавқеи пайвасти-RRC эҳтимол интиқоли индидуалӣ маълумоти ТИ дар ҳарду самт имконпазир бошад, инчунин иттилооти паҳш кардан (гурӯҳӣ) дар самти ғайри содироти, ки давраи зичи интиқолро муқаррар мекунад. Бо ин мақсад, таъмини алоқаи баракс барои пешниҳоди маълумот дар бораи сифати канали ҷорӣ, иҷрои ченакҳои зарурӣ дар сотаҳо хидматрасонӣ анҷом дода мешаванд ва ҳисоботи андозагирӣ ба шабака фиристода мешавад. Фарқиати RRC-мунтазиршавӣ, дар ҳолати RRC-пайвастшавӣ, назорати ҳаракат аз ҷониби шабака идора карда мешавад.



Расми 4. Хэндоверӣ фаъол

Маълум аст, ки барои корбари маълумӣ коммутасияи сотаҳои (BS) бештар аз тағир додани шлюзи хидматрасонӣ ва илова бар ин, ҳуди шабакаи аслии руҳ медиҳад. Аз ин рӯ, сигнализатсия дар интерфейси X2 байни BS-ҳои гуногун барои омодагӣ ба интиқол истифода мешаванд.

Дар фарқият, масалан, аз шабакаҳои GSM, ки таҳлили муҳити зист ва интихоби сотаиномзад ба хэндовер иҷро шуда контролери истгоҳи базавӣ анҷом дода мешавад, дар шабакаҳои LTE чунин амалҳо ба ҳуди ТИ воғузур карда мешаванд, гарчанде албатта, қарори ниҳой дар бораи хэндовер аз ҷониби шабака қабул карда мешавад. Дар расми 4 мисоли интиқоли фаъол ТИ аз сотаи BS1 ба сотаи BS2 нишон дода шудааст.

Оғози рушди системаҳои идоракунии сифат дар шабакаҳои мобилӣ, аз нигоҳи ҳисобҳо дар соли 1997 ба назар гирифташуда, вақте ки версияи мувофиқ Rel'97/98 бароварда шуд, барои шабакаи тағирёфтаи GSM/GPRS бо қобилияти бастаи маълумот пешбинӣ шудааст. Концепсияи PDP-контекст (PDP, Packet Data Protocol), ки маҷмӯи параметрҳоест, ки ҳолати кунунии корбар ё терминалро нисбат ба хидматҳо ва услҳои пешниҳоди онҳо тавсиф мекунад, дар маркази таъмини сифати хидмат қарор дорад. Дар ибтидо, тибқи Rel'97/98, ба як терминал иҷозат дода шуд, ки як контексти - PDP барои як суроғи PDP дошта бошад. Баъдтар, ҳангоми таҳияи концепсияи шабакаҳои мобилии насли 3, концепсияи нави контексти-PDP барои дастгирии талаботи нав таҳия карда шуд, яъне қобилияти истифодаи якчанд контексти-PDP барои як суроғи PDP бо профилҳои QoS-и худ. Дар ин ҳолат, PDP-контексти аввалин, ки барои суроғи мувофиқи PDP кушода шудааст, контексти ибтидоӣ номида мешавад ва контекстҳои минбаъдаи PDP, ки барои як суроғи PDP кушода мешаванд, контекстҳои дууминдараҷа номида мешаванд. Аммо, истифодаи дууминдараҷаи PDP-контекстҳо талаб мекунад, ки онҳо бо APN-и ибтидоии контексти-PDP алоқаманд бошанд.

Мақсади асосии ташкили чунин сохтори идоракунии фарқ кардани сифати хидматрасонӣ аз рӯи параметрҳои контексти PDP мебошад. Ҳамин тариқ, ҳама гузоришҳои муштарӣ, ки контексти PDP-ро мубодила мекунад, профили QoS-ро дар яҷояги истифода мекунад. Барои коркарди дифференсиони бастаҳои интиқолшуда мувофиқи талаботи QoS барои як UT, контекстҳои аввалин ва дууминдараҷа бояд дар як вақт фаъол карда шаванд.

Тараққиёти бозори хизмати маишӣ пеш аз ҳама бо зиёд шудани ҳаҷми хидматрасонии пушида алоқаманд аст. Гузашта аз ин, тавре зикр гардид, дар шабакаҳои мобилии насли 3 ва 4, интиқоли хидматрасонӣ, аз ҷумла алоқии овозӣ дар асоси коммутасияи каналҳо амалан вуҷуд надорад; татбиқи интиқоли бастаҳои овозӣ ба технологияҳои VoIP (Voice over IP) ё PoC (Push-to-talk over Cellular) асос ёфтааст.

Дар ин мақола баргузур гардидани техникӣ-иқтисодӣ ва асоснок намудани ташкилоти дастрасии бесимро бо истифода аз технологияи LTE пешниҳод мекунад.

Сохтани шабакаи LTE сармоягузориҳои зиёдро талаб мекунад, аз ин рӯ сохтани шабака дар ду марҳила мувофиқтар аст. Дар марҳилаи аввал, як қисми шабака амалӣ карда мешавад. Дар оянда, пас аз гирифтани даромад аз хидматрасонии алоқа, шумо метавонед ба марҳилаи дуум гузаред, ки дар давоми он объектҳои боқимондаи шабакаи пешбинишуда ба итмом мерасанд. Ҳангоми тартиб додани ҳуҷҷатҳои лоиҳавӣ ва ҳисоб кардани нишондиҳандаҳои молиявию-иқтисодии тараққиёти алоқа нишондиҳандаҳои асосии техникую- иқтисодии зерин ба назар гирифта мешаванд:

- сармоягузори асосӣ (капитальные вложения);
- хароҷоти эксплуатационӣ (эксплуатационные расходы);
- даромадҳои тарифӣ (тарифные доходы);

ҳосилнокии сармоя арзиши хизматрасонӣ ва даромаднокии лоиҳа (фондоотдача, себестоимость услуг и рентабельность проекта);

фоида ва мӯҳлати баргардонидани лоиҳа (прибыль и срок окупаемости проекта).

Маблағгузори асосӣ ва ба қор андохтани таҷҳизоти нави эксплуататсионӣ зерин иборат аст (Капитальные вложения и ввод в эксплуатацию нового оборудования складываются из следующих составляющих):

арзишӣ таҷҳизот (стоимость оборудования);

насб ва васли таҷҳизот (установка и монтаж оборудования);

арзиши қорҳои сохтмонӣ ва васли (СМР), (стоимость строительно-монтажных работ (СМР);

хароҷоти нақлиёт (транспортные расходы).

Лоиҳа тамоми хароҷоти маблағгузори ба истифода додани шабакаи LTE аз ҳисоби худӣ ширкати мобилӣ пешбинӣ шудааст. Сарфи кашидани кабелро муайян мекунем.

Сарфи кашидани кабелро бо формулаи зерин (ΣC) ҳисоб карда мешавад:

$$\Sigma C = (C_{ок} + C_{смп}) \cdot L_{ок} \quad (1.1)$$

Дар қучо $C_{ок}$ –нархи 1 км кабелҳои оптикӣ, $C_{ок} = 10000$ сомонӣ;

$C_{смп}$ - арзиши кашидани кабел 1 км, $C_{смп} = 8000$ сомонӣ;

$L_{ок}$ - дарозии сими оптикӣ кашидашуда, $L_{ок} = 31$ км.

$$\Sigma C = (10000+8000) \cdot 31 = 558000 \text{ сомонӣ.}$$

Ҳисоби маблағгузори асосӣ дар марҳилаи якум дар қадвали 1 нишон дода шудааст.

Қадвали 1 - Ҳисоби маблағгузори асосӣ дар марҳилаи якум

Номгузори характеристикаҳои техникӣ таҷҳизот, намудҳои қорҳои иҷрошуда	миқдор	Нархи воҳид бо НДС 15%, сомонӣ.	нарх бо НДС 15%, сомони.
Таҷҳизотҳои шабакавӣ			
Стансияи базавӣ «Flexi RF Module Triple 90W», истеҳсолкунанда «Nokia Siemens Network»	5	91260	456300
Коммутатор «Cisco ME 3600X 24CX»	3	35900	107700
Маршрутизатор «Cisco 7603 OSR»	3	94300	282900
Платформаи мультисервисӣ «Cisco ASR 5000 PCS3»	1	335000	335000
Ҳамагӣ			1181900
Тара ва бастан		0,5%	5910
Хароҷоти нақлиётӣ		2%	23638
Хароҷоти харид ва нигоҳдорӣ		1%	11819
Насб ва соз қардан		18%	212742
Сумма			254109
Таҷҳизоти иловагӣ			
Манораи радио барои насбнамои eNB	5	365000	1825000
Контейнери пурраи металлӣ барои ҷойгиркунии таҷҳизот eNB, истеҳсолкунанда ООО «ПМК»	5	20890	104450
ИБП Liebert «GXT2-1500 RT230»	5	5700	28500
Блоки муҳофизати барқи	5	150	750
Сплит-система «Hitachi Luxury RAS/RAC-0,8 LH1/LH2»	2	3700	7400
Конвектор «Timit W4CT 1104D 1500W»	2	480	960
Ҳамагӣ			1967060
Тара ва бастан		0,5%	9835
Хароҷоти нақлиётӣ		2%	39341
Хароҷоти харид ва нигоҳдорӣ		1%	19670
СМР		20%	393412
Сумма			462258
Ҳамагӣ			3865327
Таҷҳизоти бе ҳисоб		10%	386533
ΣC			4251860

Арзиши насбӣ таҷҳизот ҳамчун арзиши фоизи умумии шабакавӣ таҷҳизот ҳисоб карда мешавад. Арзиши қорҳои сохтмонӣ васли (СМР) барои таҷҳизоти иловагӣ ба ҳисоби фоиз аз арзиши умумии таҷҳизоти иловагӣ ҳисоб карда мешавад. Фосила вобаста ба мураккабии қор (15 - 30%) муайян карда мешавад.

Тара ва борпечкунӣ (упаковка) 0,5%, хароҷоти борқашонӣ — 2%, хароҷоти тайёр қардан ва нигоҳ доштан — 1% арзиши таҷҳизотро ташкил медиҳад. Арзиши таҷҳизоти ба ҳисоб гирифтанишуда — 10% аз арзиши умумии таҷҳизот. Маблағгузори умумии асосӣ барои ташкили шабакаи алоқа дар навбати аввал $K = 4251860$ сомониро ташкил медиҳад.

Хароҷоти эксплуатационӣ (Рэк) — ин хароҷоти ҷори корхона барои истеҳсоли хизматрасонию алоқа мебошад. Хароҷоти эксплуатационӣ тамоми хароҷоти нигоҳдорӣ ва хизматрасонию техники шабакавино дар бар мегирад. Хароҷоти эксплуатационӣ аз рӯи моҳияти иқтисодии худ арзиши хизматрасонию алоқаи кассаро ифода мекунад. Вобаста ба ин, хароҷоти эксплуатационӣ дар асоси гурӯҳбандии хароҷот аз рӯи унсурҳои иқтисодӣ, ки барои ҳамаи соҳаҳои иқтисодӣ корхона ҳамаи шаклҳои моликият қабул шудаанд, ҳисоб карда мешаванд:

хароҷоти меҳнати кормандон (затраты на оплату труда работников);

сахмҳои суғуртаи ба фондҳои ғайрибюҷетии давлатӣ (страховые взносы в государственные внебюджетные фонды);

пардохтҳои амортизационӣ (амортизационные отчисления);

хароҷоти моддӣ (материальные затраты);

хароҷоти дигар (прочие расходы);

Хароҷоти меҳнат

Барои бюҷети фонди солони хароҷоти меҳнати шумораи коркунони штати истеҳсолотро муайян кардан лозим аст. Ҳамин тавр, тамоми бригадаи таъмири таҷҳизот аз мутахассисони зерини таъмири таъҷилӣ ва профилактикӣ иборат ҳастанд. Дар ҷадвали 2 кормандони хизматрасонию тавсияшударо нишон медиҳад.

Ҷадвали 2 - Ҳайати кормандони хизматрасонӣ

Мансабӣ ишғолкардашуда	Ҳади ақал, сомонӣ	миқдори, шахс	Сумма м/м, сомнӣ
Сармуҳандис	5000	1	5000
Муҳандиси нигоҳдории шабака	3500	1	3500
Электромеханик	1500	1	1500
Антеначи-мачтовик	2500	2	5000
Ҳамагӣ (ФММ) (ФЗП)		5	15000

Арзиши фонди умумии солони музди меҳнатро (ФММс), (ФОТг) бо формулаи зерин ҳисоб кардан мумкин аст:

$$\text{ФОТг} = \text{ФЗП} \cdot \text{Nm} \cdot \text{Пр} \cdot \text{Кр} \cdot \text{Квр} \quad (1.2)$$

Дар кучо (ФММ) ФЗП - музди меҳнати асосӣ, ФЗП = 15000 сомонӣ;

Nm - шумораи моҳҳо дар як сол, Nm = 12;

Пр - маблағи мукофот, Пр = 1,25 (25%);

ФОТг = 15000 · 12 · 1,25 = 225000 сомонӣ.

Саҳмҳои суғуртаи (СС), (Страховые взносы (СВ) ба фондҳои ғайрибюҷетии давлатӣ 26% фонди музди меҳнатро ташкил медиҳанд (ФОТ):

$$\text{СВ} = \text{ФОТг} \cdot 0,26 \quad (1.3)$$

СВ = 225000 · 0,26 = 58500 сомонӣ

Тарҳи (отчисления) амортизатсия. Тарҳи амортизатсия (А) барои пурра барқарор намудани фондҳои истеҳсолӣ бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$\text{А} = \text{Косн.}i \cdot \text{На.}i \quad (1.4)$$

Дар кучо Косн.и-арзиши ибтидоии фондҳои асосӣ (Косн.и-ба маблағгузорию асосӣ баробар аст);

На.и - меъёри амортизатсияи фондҳои асосӣ, На.и = 20%.

А = 4251860 · 0,2 = 850372 сомонӣ.

Хароҷоти моддӣ. Бо арзиши хароҷоти моддӣ (ХМ) (материальных затрат (Мз), пардохти қувваи барқ барои эҳтиёҷоти истеҳсолӣ, арзиши мавод ва қисмҳои эҳтиётӣ дохил мешавад. Қисмҳои хароҷоти моддӣ бо формулаи зерин муайян карда мешаванд:

$$\text{Мз} = \text{Зэн} + \text{Зм} \quad (1.5)$$

Дар кучо Ақб - арзиши пардохти қуввай барқ (Зэн - затраты на оплату электроэнергии);

Зм — арзиши масолеҳ ва қисмҳои эҳтиётӣ (Ам).

Арзиши пардохти қуввай барқ аз иқтидори таҷҳизот мувофиқи формулаи вобаста аст:

$$\text{Зэн} = \text{T} \cdot 24 \cdot 365 \cdot \text{Р} \quad (1.6)$$

Дар кучо Т - тариф ба қуввай барқ, Т = 0,75сомони /кВт/соат;

Р – тавонии таҷҳизот, барои еNB Р = 1,075 кВт.

Зэн = 0,75 · 24 · 365 · 1,075 = 7063 сомонӣ.

Арзиши масолеҳ ва қисмҳои эҳтиётӣ 3,5% маблағгузорию асосиро ташкил медиҳад. К ва бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$\text{Зм} = \text{К} \cdot 0,035 \quad (1.7)$$

Зм = 4251860 · 0,035 = 148115,1 сомонӣ.

Арзиши умумии хароҷоти моддӣ инҳо хоҳад буд:

Хароҷоти дигар: Хароҷоти дигар ба хароҷоти умумӣ ва амалиётӣ, таъмир ва хизматрасонию техники бино, андозҳои муайян, суғуртаи амвол, таълиқ, аудит ва намоёндагӣ дохил мешаванд. Дигар хароҷотҳо аз рӯи формулаи зерин ҳисоб карда мешаванд:

$$Зпр = 0,4 \cdot \text{ФОТ} \quad (1.8)$$

$$Зпр = 0,4 \cdot 225000 = 90000 \text{ сомони.}$$

Натиҷаҳои хароҷоти эксплуататсионии солона дар ҷадвали 3 нишон дода шудаанд.

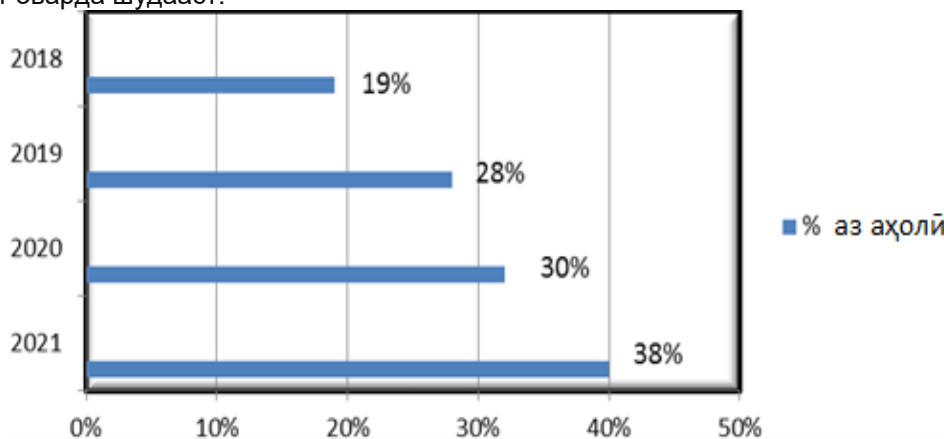
Ҷадвали 3 - Хароҷоти эксплуататсионии солона

Намудҳои хароҷот	Маблағи хароҷот, сом.
Фонди солонаи музди меҳнат (ФММС) (фонд оплаты труда годовой (ФОТГ)).	225000
Саҳмҳои суғуртаи ба фондҳои ғайрибучетии давлатӣ (СС) (страховые взносы в государственные внебюджетные фонды (СВ)).	58500
Ҳисоби амортизатсия (амортизационные отчисления (А)).	850372
Хароҷоти моддӣ (ХМ), (материальные затраты (Мз))	155878,1
Хароҷоти дигар (Зҳд) (прочие расходы (Зпр))	90000
Ҷамағӣ	1379750,1

Ҳамин тавр, хароҷоти умумии истифодабарӣ эксплуататсионӣ 1379750,1 сомониро ташкил медиҳад.

Шабакҳои воқеии LTE дар асоси принсипи сохта шудааст, ки шумораи ҳадди аксар муштариён ба он пайваст мешаванд. Шабакҳои проектиронӣ LTE ба муштариён алоқаи овозӣ, алоқаи видеоӣ, SMS, интиқоли MMS ва дастрасӣ ба интернетро фароҳам меорад.

Дар зимистонӣ солҳои 2018-2021 аудиторияи ҳаррӯзаи корбаронӣ Интернет дар деҳот 38%-и аҳолиро ташкил дод. Дар расми 4 диаграммаи воридшавӣ ба Интернет дар деҳот аз соли 2018 то 2021 оварда шудааст.



Расми 4 – Воридшудан ба Интернет.

Мувофиқи ҷадвали расми 4 афзоиши истифодабарандагони Интернет ба ҳисоби миёна тақрибан 6% дар як солро ташкил медиҳад.

Дар ҳолати идеалӣ, мо тахмин мезанем, ки дар соли аввали фаъолият 38% аҳолии минтақа ба шабакаи пешбинишудаи LTE барои дастрасӣ ба Интернет пайваст мешаванд ва афзоиши корбарон тақрибан 5% дар як солро ташкил медиҳад. Азбаски дар марҳилаи аввали сохтмони шабака ду eNB ба истифода дода намешавад, мо афзоиши корбаронро ба назар намегирем.

Шумораи тахминии муштариёни ба шабакаи пешниҳодшуда барои дастрасии Интернет тавассути модеми USB-LTE (Наб.инт) пайвастшударо ҳисоб мекунем:

$$\text{Наб.инт} = 25500 \text{ (шахс)} \quad (1.9)$$

Азбаски модеми USB-LTE одатан барои ҳар як оила як модем харида мешавад ва як оила ба ҳисоби миёна аз чор нафар иборат аст, Наб.инт арзиши зеринро мегирад:

$$\text{Наб.инт} = 25500/4 = 6375 \text{ (шахс).}$$

Нақшаҳои тарофавӣ барои таъмини дастрасии интернет бо истифода аз модемҳои USB-LTE дар ҷадвали 4 оварда шудаанд.

Ҷадвали 4 - Нақшаҳои тарофавии тахминӣ ва арзиши онҳо.

Нақшаи тарофавӣ	Суръати пайвастшавӣ	Нархи тариф, сом/моха	Ҳадди	Ҳиссаи муштариён аз Наб.инт, %	Шумораи тахминии корбарони пайвастшуда
T1	то 500 кбит/с	250	-	25	625
T2	то 1 Мбит/с	300	-	25	625
T3	то 2 Мбит/с	350	-	20	500
T4	то 4 Мбит/с	400	50 Гб	15	375
T5	то 6 Мбит/с	450	70 Гб	15	375

Даромади умумии тарифӣ аз пешниҳоди хидматҳои дастрасӣ ба Интернет бо истифода аз модеми USB-LTE (D1) бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$D_1 = \sum T_i \cdot N_i \cdot 12 \quad (1.10)$$

Дар ин ҷо T_i - арзиши плани тарифӣ;

N_i - шумораи муштариён тахминшавандаи ба ин тарофа пайваस्तшуда.

$$D_1 = [250 \cdot 625 + 300 \cdot 625 + 350 \cdot 500 + 400 \cdot 375 + 450 \cdot 375] \cdot 12 = 10050000 \text{ сомонӣ}$$

Минбаъд, мо даромадро аз хизматрасонии алоқаи овозӣ, ирсони SMS, MMS ва дастрасӣ ба Интернет тавассути терминали мобилӣ ҳисоб мекунем.

Нархи тахминии хизматрасонии алоқаи мобилӣ дар ҷадвали 5 оварда шудааст.

Ҷадвали 5 - Нархҳои тахминӣ барои хизматрасонии мобилӣ

Хизматрасонӣ	Маблағи пардохт, сомонӣ
1 дақиқаи занги даромад	0
1 дақиқаи занги содиротӣ ба рақамҳои дигар операторони мобилӣ	$K_1 = 0,6$
1 дақиқаи занги баромад ба рақамҳои мобилии "Тоҷиктелеком"	$K_2 = 0,3$
1 дақиқаи зангҳои баромад ба рақамҳои телефони фиксирони алоқа	$K_3 = 0,3$
1 SMS, MMS	$K_4 = 2$
1 МБ трафика	$K_5 = 3$

Мувофиқи маълумоти ФОМ, омори муштарии миёнаи мобилӣ дар як моҳ 20 SMS/MMS, 10 МБ трафик ва 200 дақиқа вақти гуфтугӯро истифода мебарад. Фарз мекунем, ки таносуби вақти гуфтугӯӣ баромади як муштарӣ бо фоиз: 45% (90 дақиқа) ба рақамҳои дигар операторони мобилӣ, 45% (90 дақиқа) ба рақамҳои мобилии "Тоҷиктелеком", 10% ба рақамҳои телефони фиксирони алоқа чунин мебошад.

Даромади умумии тариф аз хизматрасонии алоқаи мобилӣ бо формулаи зерин (D_2) муайян карда мешавад:

$$D_2 = [K_1 \cdot 90 + K_2 \cdot 90 + K_3 \cdot 20 + K_4 \cdot 20 + K_5 \cdot 10] \cdot \text{Наб.моб} \cdot 12 \quad (1.12)$$

$$D_2 = [0,6 \cdot 90 + 0,3 \cdot 90 + 0,3 \cdot 20 + 2 \cdot 20 + 3 \cdot 10] \cdot 2352 \cdot 12 = 4431168 \text{ сомонӣ.}$$

Даромади умумии тарифӣ аз хизматрасонии алоқаи шабакаи LTE бо формулаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$\text{Добщ} = D_1 + D_2 \quad (1.13)$$

$$\text{Добщ} = 10050000 + 4431168 = 14481168 \text{ сомонӣ.}$$

Нархи арзиши аслии нишон медиҳад, ки барои истеҳсоли хизматрасонии алоқа ба корхона ҷӣ арзиш дорад. Ширкатҳои телекоммуникатсионӣ коэффисиенти нисбии хароҷотро истифода мебаранд, ки хароҷоти солонаи ширкатро барои 100 сомонӣ даромади амалиётӣ тавсиф мекунанд. Нишондиҳандаи хароҷот бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$C = (P_{\text{эк}} / \text{Добщ}) \cdot 100 \quad (1.14)$$

Дар кучо $P_{\text{эк}}$ – хароҷоти солонаи эксплуататсионӣ;

Добщ – даромади тарифӣ аз фаъолияти асосӣ.

$$C = (1379750,1 / 14481168) \cdot 100 = 9,53 \text{ сомонӣ.}$$

Ҳосилнокии сармоя. Даромад аз истифодаи фондҳои асосӣ (ФФ) бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$K_{\text{Ф}} = \text{Добщ} / \text{Фср} \quad (1.15)$$

дар кучо Фср – (среднегодовая стоимость) арзиши миёнаи солонаи фондҳои асосӣ (барои фондҳои Фср нав ба истифода додашуда ба маблағгузориҳои асосӣ баробар аст).

$$K_{\text{Ф}} = 14481168 / 4251860 = 3,40.$$

Давраи фоида ва даромаднокиӣ. Фоидаи лоиҳа (ё фоидаи амалиётӣ) фарқияти байни даромади тарифӣ ва хароҷоти амалиётӣ мебошад ва бо формулаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$P_{\text{р}} = \text{Добщ} - P_{\text{эк}} \quad (1.16)$$

$$P_{\text{р}} = 14481168 - 1379750 = 13101417 \text{ сомонӣ.}$$

Фоидаи соф фоидаеро тавсиф мекунанд, ки дар ихтиёри корхона мемонад: ин фоидаест, ки аз татбиқи лоиҳа аз ҳисоби андозӣ даромад ба даст омадааст. Меъёри андоз аз даромад 20% аст. Фоидаи соф ($P_{\text{ч}}$) бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$P_{\text{ч}} = P_{\text{р}} - 0,2 \cdot P_{\text{р}} \quad (1.17)$$

$$P_{\text{ч}} = 13101417 - 0,2 \cdot 13101417 = 10088092 \text{ сомонӣ.}$$

Мӯҳлати баргардонидани маблағҳои асосӣ бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$T = K / P_{\text{ч}} \quad (1.18)$$

$$T = 4251860 / 10088092 \approx 0,6 \text{ (сол).}$$

Маблағгузориҳои асосӣ ба ташкили шабака дар мархалаи якум бароварди харҷ дар зарфи 6 моҳ дода мешаванд.

Даромаднокии (R) лоиҳа бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$R = (P_{\text{ч}} / K) \cdot 100\% \quad (1.19)$$

$$R = (10088092 / 4251860) \cdot 100\% = 238\%.$$

Нишондиҳандаҳои техникӣ-иқтисодии бадастомада имконпазирии лоиҳаи таъмини дастрасии бесим бо истифода аз технологияи камхарчи LTE ва татбиқи онро нишон медиҳанд.

Адабиёт:

1. Бабаков В. Ю., Вознюк М. А., Михайлов П. А. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование. Учебное пособие для ВУЗов. - М: Горячая линия - Телеком, 2007.
2. Вишневский В. М., Портной С. Л., Шахнович И. В. Энциклопедия WiMAX. Путь к 4G. - М.: Техносфера, 2009.
3. Гельгор А. Л. Технология LTE мобильной передачи данных: учебное пособие. - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011.
4. Гольдштейн Б. С., Соколов Н. А., Яновский Г. Г. Сети связи: Учебник для ВУЗов. - СПб.: БХВ - Петербург, 2010.
5. Кааринен Х. Сети UMTS. Архитектура, мобильность, сервисы. - М.: Техносфера, 2007.
6. Тихвинский В. О., Терентьев С. В., Юрчук А. Б. Сети мобильной связи LTE: технология и архитектура. - М.: Эко-Трендз, 2010.
7. Трибушная В.Х. Учебно-методическое пособие для выполнения раздела «Технико-экономическое обоснование дипломного проекта» - Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2002. - 25 с.
8. Бейли Д., Райт Э. Волоконная оптика, теория и практика. - М.: Куидиц - Пресс, 2008.
9. РД 45.162-2001. Комплексы сетей сотовой и спутниковой подвижной связи общего пользования.
10. Гельгор А.Л. Технология LTE мобильной передачи данных: учеб. пособие / Гельгор А.Л., Попов Е.А. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. — 204 с.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ- INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

<i>Махкамова Ишқинисо Иномовна</i>	<i>Махкамова Ишқинисо Иномовна</i>	<i>Makhkamova Ishkiniso Inomovna</i>
унвонҷӯ, омӯзгори калони	соискаель, старший преподаватель	applicant, senior lecturer
Академияи идоракунии давлатии назди Президентии Ҷумҳурии Тоҷикистон	Академии государственного управления при Президенте Республики Таджикистан	Academy of Public Administration under the President of the Republic of Tajikistan
mahkamova.ishkniso@mail.ru		
<i>Аминов Шамсуло Асоевич</i>	<i>Аминов Шамсуло Асоевич</i>	<i>Aminov Shamsulo Asoevich</i>
номзади илмҳои техники, дотсент	кандидат технического наука, доцент	candidate of technical science, associate docent
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
aminshams@mail.ru		
<i>Холмуродов Раҷабали Маҳмадшарифович</i>	<i>Холмуродов Раҷабали Маҳмадшарифович</i>	<i>Kholmurodov Rajabali Mahmadsarifovich</i>
ассистент	ассистент	Assistant
Академияи идоракунии давлатии назди Президентии Ҷумҳурии Тоҷикистон	Академии государственного управления при Президенте Республики Таджикистан.	Academy of Public Administration under the President of the Republic of Tajikistan
<i>Умарова Манижа Сайдахмадовна</i>	<i>Умарова Манижа Сайдахмадовна</i>	<i>Umarova Manizha Saydakhmadovna</i>
Ассистент, унвонҷӯ	Ассистент, соискатель	Assistant, applicant
Академияи идоракунии давлатии назди Президентии Ҷумҳурии Тоҷикистон.	Академии государственного управления при Президента Республика Таджикистана.	Academy of Public Administration under the President of the Republic of Tajikistan.
manii.98101@mail.ru		

ИҚТИСОД ВА ИДОРАКУНИИ ХОҶАГИИ ХАЛҚ - ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ

УДК 69.003

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕЙСМОИЗОЛИРОВАННОГО ЗДАНИЯ Давлатзода К.К., Каландарбеков И., Саидов Ф.Ю., Каландарбеков И.И.

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

В статье рассматривается вариант разработки эффективных сейсмостойких зданий в сложных инженерно - геологических условиях Республики Таджикистан. На конкретном примере многоэтажного каркасного здания проводится сопоставительный анализ стоимости здания с сейсмоизоляцией и без неё. Показано, что рациональный вариант выбирается путем сравнения технико-экономических показателей рассматриваемых вариантов, сопоставления показателей разрабатываемого проекта с эталоном или с построенным зданием. Из сравниваемых вариантов принимается то решение, которое при прочих равных условиях требует меньших затрат.

Ключевые слова: землетрясения, экономические потери, сейсмозащита, сейсмоизоляция, экономичность строительства, эффективность, себестоимость, сметная стоимость строительства, продолжительность, затраты материальных ресурсов, расход, трудоемкость.

САМАРАНОКИИ ИҚТИСОДИИ БИНО БО ХОМЎШКУНАКИ СЕЙСМИКӢ Давлатзода Қ.Қ., Қаландарбеков И., Саидов Ф.Ю., Қаландарбеков И.И.

Дар мақола варианти коркарди самаранокӣ биноҳои ба заминчунбӣ тобовар дар шароити душвори муҳандисӣ – геологӣи Ҷумҳурии Тоҷикистон баррасӣ мешавад. Бо истифода аз мисоли мушаххаси бинои баландошӯнаи синҷи таҳлили муқоисавии арзиши бино бо хомӯшкунки сейсмикӣ ва бе хомӯшкунки сейсмикӣ оварда шудааст.

Нишон дода шудааст, ки варианти ратсионалӣ бо роҳи муқоисаи нишондиҳандаҳои техниқию иқтисодии вариантҳои баррасишаванда, муқоисаи нишондиҳандаҳои лоиҳаи тартибдодашуда бо эталон ё бинои сохташуда интиҳоб карда мешавад. Аз вариантҳои муқоисашаванда, чунин ҳал қабул карда мешавад, ки бо дарназардошти эътимоднокӣ ва беҳатарии яқхела хароҷоти камтарро талаб мекунад.

Калидвожаҳо: заминчунбӣ, зарари иқтисодӣ, ҳифзунақҳои сейсмикӣ, хомӯшкунки сейсмикӣ, сарфакорӣи сохтмон, самаранокӣ, арзиши асли, арзиши сметавӣи сохтмон, давомнокӣ, хароҷоти масолахҳои захиравӣ, сарфа, меҳнатгалабӣ.

ECONOMIC EFFICIENCY OF SEISMIC INSULATED BUILDING Davlatzoda Q. Q., Qalandarbekov I., Saidov F.Yu., Qalandarbekov I.I.

The article discusses the option of developing effective earthquake-resistant buildings in difficult engineering and geological conditions of the Republic of Tajikistan. Using a specific example of a multi-storey frame building, a comparative analysis of the cost of a building with and without seismic isolation is provided. It is shown that a rational option is selected by comparing the technical and economic indicators of the options under consideration, comparing the indicators of the developed project with the standard or with the constructed building. From the compared options, the decision is made that, given the same reliability and safety, requires less costs.

earthquakes, economic losses, seismic protection, seismic isolation, economy of construction, efficiency, cost, estimated cost of construction, duration, costs of material resources, consumption, labor intensity.

Введение. Землетрясения - одно из наиболее частых природных явлений, представляющих опасность для людей. Ежегодно на земном шаре происходит свыше 300 тысяч землетрясений разной интенсивности, большинство из которых проявляются в густонаселенных районах.

Современное состояние науки и техники не позволяет пока решить задачу предотвращения разрушительных землетрясений. Более того, даже прогноз землетрясений, в широком смысле этого слова, представляет собой трудноразрешимую задачу. Поэтому основным направлением по борьбе с возможными человеческими жертвами и с предотвращением повреждений или разрушений зданий является их качественное проектирование и строительство. Для качественного проектирования необходимо как уточнение существующих методов расчета зданий, так и выявление различных параметров, влияющих на напряженно-деформированное состояние их несущих элементов.

В связи с развитием строительства высотных зданий на территории Республики Таджикистан, обеспечение их безопасности и снижение степени сейсмического риска приобретает первостепенную значимость.

В последнее время на значительной части сейсмически активных районов Республики Таджикистан проектируются и возводятся здания и сооружения с использованием пассивных способов обеспечения сейсмостойкости, что в конечном итоге приводят к увеличению жёсткости и веса сооружений и как следствие к увеличению сейсмической нагрузки [1]. При этом, сейсмоизоляция является одним из основных способов обеспечения сейсмостойкости зданий и сооружений [2,3,4,5,6].

Сейсмоизоляция зданий имеет ряд преимуществ перед традиционно применяемыми методами проектирования зданий с равнопрочными конструкциями. Среди них можно выделить снижение сейсмических нагрузок на конструкции верхнего строения здания (суперструктуры). Надёжность сейсмоизолированных зданий гораздо выше при воздействии интенсивного землетрясения, по сравнению со зданиями без сейсмоизоляции. Это связано с тем, что сейсмоизолированное здание допускает значительные перемещения в сейсмоизоляторах (поглощая значительную часть энергии на их уровне) без разрушения конструкций при сейсмическом воздействии, а в здании с традиционным усилением невозможно избежать развития трещин, повреждений, а иногда и разрушений несущих конструкций.

В последнее время на сейсмоактивных территориях Республики Таджикистан ведётся массовое строительство. Поэтому остро встаёт проблема обеспечения сейсмостойкости сооружений на данных территориях. Грамотное решение данной задачи обеспечивает гарантию безопасности проживания людей на этих территориях [4].

Учитывая высокую сейсмическую опасность территории Республики Таджикистан **Основатель мира и национального единства, Лидер нации, Президент Республики Таджикистан, многоуважаемый Эмомали Рахмон** подписал закон «О сейсмической безопасности» от «30» мая 2017г., №1416. Этот закон обязывает всех учёных Республики по направлению строительство о стремление к выполнению научно исследовательских работ, приводящих к снижению сейсмического риска зданий и сооружений.

Целями данного Закона являются обеспечение: «внедрения новейших технологий в переоснащении сети станций сейсмомониторинга в направлении автоматизации регистрации землетрясений в реальном режиме времени и создания системы прогноза и раннего оповещения населения от сейсмokatastroф; инвентаризации и усиления сейсмоустойчивости жилых домов, зданий соцкультбыта и промышленных объектов, ведения отвечающего современным международным требованиям сейсмостойкого строительства» [7].

По данным национального информационного центра землетрясений при геологической службе США ежегодно на планете происходит в среднем 120 землетрясений магнитудой до 6.9, которые относят к категории сильных, 18 – очень сильных (M 7. 0 – 7.9) и примерно одно – два в год – катастрофических землетрясения (M более 8. 0). При этом ежедневно приборами фиксируется до нескольких тысяч очень слабых подземных толчков. Согласно данным Мюнхенского Центра по страхованию, в мире за последние 80 лет в результате землетрясений человеческие жертвы составили 58.13%, а экономические потери – 50.07% [8].

В конце XX века в строительной науке и практике получили широкое развитие разработка и практическое применение устройств сейсмозащиты и сейсмоизоляции различных видов зданий, сооружений, оборудования, снижающих интенсивность сейсмических нагрузок и повышающих их сейсмостойкость.

В сложных инженерно - геологических условиях Республики Таджикистан наиболее рациональным способом защиты зданий является применение резинометаллических опор (РМО). Преимуществом резинометаллических опор является возможность больших горизонтальных сдвиговых деформаций без потерь несущей способности на вертикальные нагрузки, что в конечном итоге приводит к существенному снижению сейсмических нагрузок. Для ограничения вертикальных и горизонтальных перемещений резинометаллических опор при землетрясении около каждой из них устанавливают железобетонные ограничители, закеренные в фундаменте.

Обеспечение надёжности сейсмостойкого строительства, несомненно, представляет собой сложнейшую задачу. Сложность данной задачи определяется не полной информацией о внешнем воздействии на сооружение во время землетрясения и недостаточной изученностью работы сооружений при интенсивных динамических нагрузок.

Устройство резинометаллических опор не требует применения специальных конструкций зданий, однако предусматривает выполнение определённых правил при проектировании. Опоры устанавливают под колоннами, под диафрагмами жёсткости или в местах пересечения несущих стен. При отсутствии подземного помещения резинометаллические опоры устанавливают на отдельно стоящие фундаментные плиты, постоянное расстояние между которыми во время возможного землетрясения обеспечивается достаточно жёсткими соединительными фундаментными балками. При наличии подземного этажа опоры размещают на капители колонн подземной части здания, также соединённые между собой жёсткими фундаментными блоками.

С целью оценки экономической эффективности использования резинометаллической опоры, следует провести технико – экономическое обоснование. Потому, что применение системы сейсмоизоляции приведёт к изменению стоимости строительства по сравнению с зданиями без сейсмоизоляции.

Экономичность строительства и эксплуатации различных строительных предприятий, жилых и гражданских зданий определяется еще на стадии проектирования. Проектом предусматривается получение экономической эффективности, которая зависит от выбора композиционных, объёмно – планировочных, конструктивных решений и др. Принятые в проекте

решения оказывают существенное влияние на уровень себестоимости строящегося объекта, сметной стоимости строительства, продолжительности, затрат материальных ресурсов и его трудоемкости.

В процессе проектирования и строительства инженерно – технические, организационно – технологические или хозяйственные решения принимаются в условиях многовариантности. Здание или сооружение может иметь различные конструктивно – компоновочные или объемно – планировочные решения, может быть выполнено с использованием разных материалов, разных методов производства работ с применением различных средств механизации. В связи с этим необходимо из множества вариантов выбрать наиболее рациональный.

Оптимальный вариант, как правило, выбирается путем сопоставления технико-экономических показателей рассматриваемых вариантов, сравнения показателей нового проекта с эталоном или с построенным зданием. Принимается то решение, которое при прочих равных условиях для своего осуществления требует меньших затрат.

Для сравнения вариантов различных решений в качестве критерия экономической эффективности используют систему показателей, которые делятся, с одной стороны, на эксплуатационные и строительные, а с другой, на основные и дополнительные.

Для анализа сравнения стоимости здания с сейсмоизоляцией и без нее приняты следующие размеры здания, конструктивное решение и несущие конструкции. Здание представляет собой прямоугольное в плане с размерами в осях - 30x19 метров. Конструктивная схема здание – 15-этажное каркасное здание, выполненное из монолитного железобетона, в котором здание размещено в виде вертикальной конструкции с несущими колоннами, пилонами и диафрагмами жесткости (рис. 1). Площадь поперечного сечения продольные и поперечные ригели - 35x50 см, толщина перекрытия и покрытия 16 см.

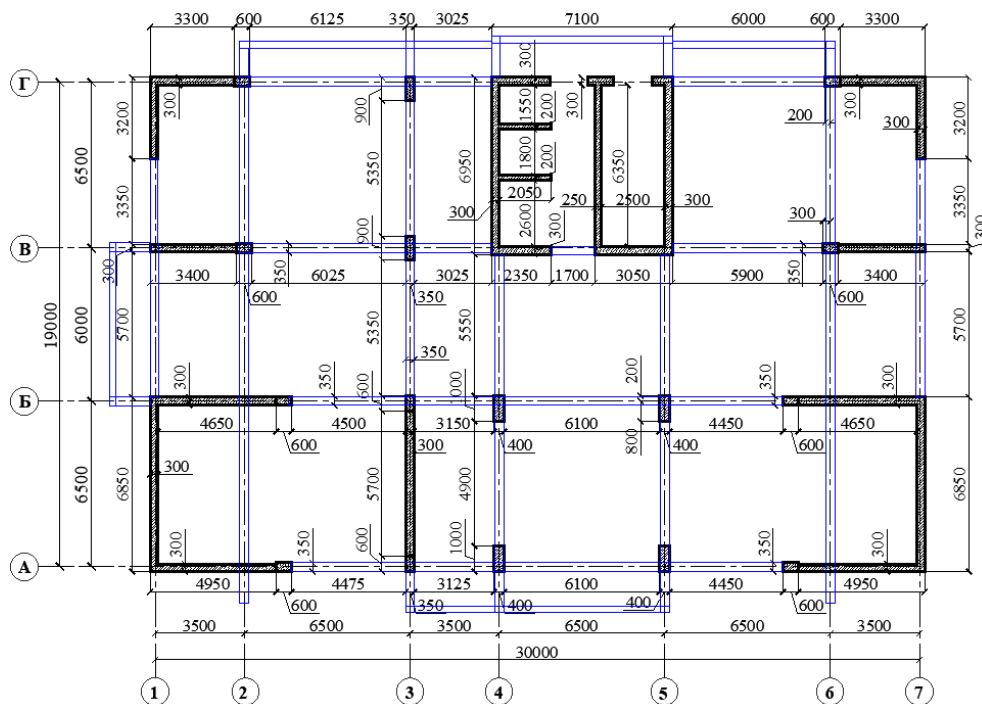


Рис. 1. Схема расположения вертикальных элементов зданий без учёта сейсмоизоляции.

Как видно из рассматриваемого конструктивного решения [9] в колонне последнего этажа здания с сейсмоизоляцией величина изгибающего момента в 3,5 раза меньше, чем в здании без неё. Величина максимального изгибающего момента в ригелях здания с сейсмоизоляцией в 2,0 раза меньше, чем в тех же ригелях в здании без сейсмоизоляции. Максимальные значения главных растягивающих напряжений в диафрагмах жёсткости здания с сейсмоизоляцией в промежутке между отметками -3,5 до +48,0м только от сейсмической нагрузки в 3,3 раза меньше, чем в тех же диафрагмах жесткости в здании без сейсмоизоляции.

Как следует из результатов проведённых экспериментальных исследований в работе [9], величина максимального значения растянутого и сжатого зона армирования ригелей в здании с сейсмоизоляцией в 1,5 - 2 раза меньше, чем в тех же ригелях в здании без сейсмоизоляции.

Благодаря применению сейсмоизоляции, максимальное значение процента армирования в колоннах уменьшается в 2,5 раза. В вертикальных диафрагмах жесткости при учете сейсмоизоляции максимальное значение горизонтального армирования, уменьшается в 2,8 раза, а вертикального в 7,3 раза.

Вышеизложенный анализ показывает, что внутренние силы в конструкциях сейсмоизолированного здания значительно снижаются по сравнению со зданием без сейсмоизоляции, следовательно, уменьшается площадь горизонтальных сечений вертикальных конструкций (рис. 2). Исходя из этого, принято размеры поперечного сечения ригеля - 35x50 см, толщина перекрытия и покрытие – 15см. Также установлено 36 РМО по количеству вертикальных конструкций, колонны, пилонна и диафрагмы жёсткости. Размеры сечений элементов выбирались таким образом, чтобы обеспечить, как несущую способность конструкций, так и максимально допустимую величину перекоса этажей.

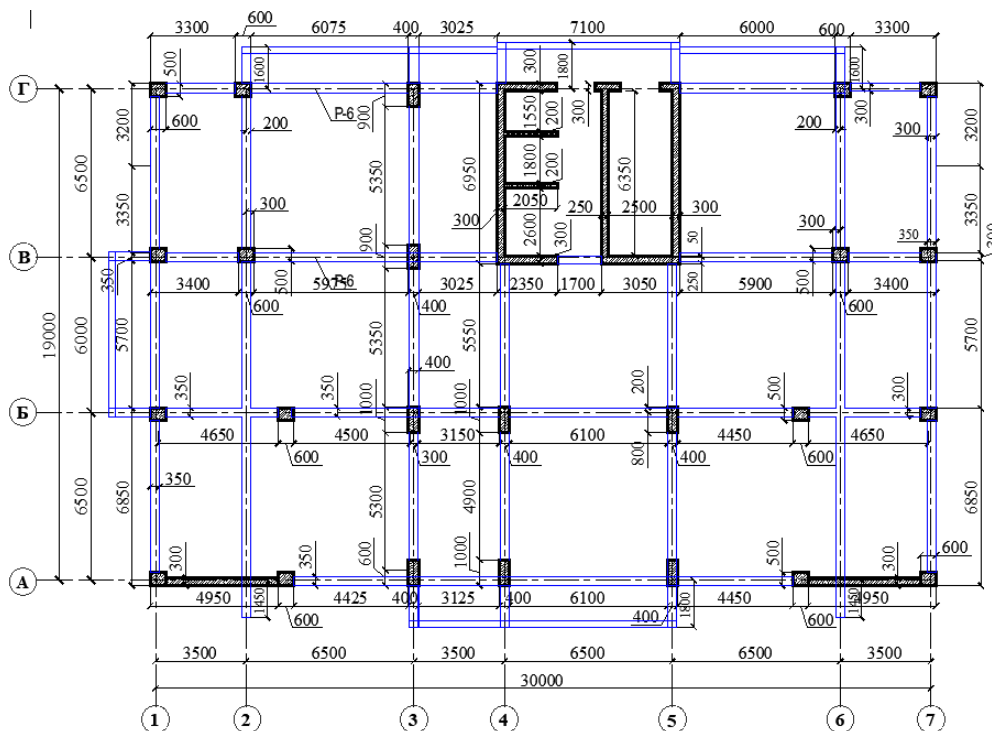


Рис. 2. Схема расположения вертикальных и горизонтальных элементов зданий с сейсмоизоляцией.

Для рассматриваемого здания без сейсмоизоляции с обеспечением жесткости и устойчивости, расценки представлены в табл. 1. Для здания со сейсмоизоляцией без изменения размеров вертикальных и горизонтальных несущих конструкций, расценки приведены в табл. 2. Расценка расход материала с сейсмоизолятором и уменьшение площадь сечений основных несущих конструкций показаны в табл. 3.

Таблица 1. Стоимость здание без сейсмоизоляции

№ п/п	Наименование конструкции	Расход арматура		Расход бетон		Затрат труда	Другие расходы
		Масса, т	Цена, сомони	Объём, м ³	Цена, сомони		
	Колонны и пилонны	59	798741	213	135428	27751	20634
	Диафрагмы	213	2895480	1381	871840	178653	132839
	Ригели	113	1536990	404	255097	45462	153248
	Перекрытия и покрытие	161	2189600	1673	1055686	172018	245329
	Всего:	546	7420811	3671	2318051	423884	552050,0
	Итоговая цена	10714796,0 сом.					

Таблица 2. Стоимость здание с сейсмоизоляцией без изменения размеров несущих конструкций

№ п/п	Наименование конструкции	Расход арматура		Расход бетон		Затрат труда	Другие расходы	РМО	
		Масса, т	Цена, сомони	Объём, м ³	Цена, сомони			Шт.	Цена, сом.
	Колонны и пилонны	41	557600	213	135428	27151	19634		
	Диафрагмы	149	2026400	1381	871840	170653	102839		
	Ригели	71	965600	404	255097	43462	113248		
	Перекрытия и покрытие	132	1795200	1673	1055686	165018	215329		
	Всего:	393	5344800	3671	2318051	406284	451050,0	36	4363049
	Итоговая цена	12883230,9 сом.							

Таблица 3. Стоимость здание с сейсмоизоляцией с изменением размеров несущих конструкций

№ п/п	Наименование конструкции	Расход арматура		Расход бетон		Затрат труда	Другие расходы	РМО	
		Масса, т	Цена, сомони	Объём, м ³	Цена, сомони			Шт.	Цена, сом.
	Колонны и пилонны	69	938400	358	228157	45752	34363		
	Диафрагмы	68	924800	512	326302	64865	49518		
	Ригели	96	1305600	515	325356	56783	190456		
	Перекрытия и покрытие	114	1550400	1543	988237	156058	223698		
	Всего:	347	4719200	2928	1868052	323458	498035,0	36	4363049
	Итоговая цена	11771790,9 сом.							

Следует отметить, что цены получены из квартального информационно-аналитического сборника средних сметных цен в строительстве в Республики Таджикистан №4 2021 год [10].

В таблицы 1, 2, 3 приведены общая стоимость и объем основных материалов несущих конструкций для здания без сейсмоизоляции и с сейсмоизоляцией. В здании без РМО расходуется на 32% больше арматуры и на 20,24% больше бетона, чем в здании с РМО. Расход затрата труда увеличились на 23,69%, а другие расходи - на 9,78% без РМО. Для зданий с сейсмическим изолятором цена РМО является дополнительной.

Суммарная разница в цене между зданием с сейсмоизолятором и без него в основных несущих конструкциях составляет 8,98%.

Вывод. Использование активной сейсмозащиты приводит к снижению расчётных горизонтальных сейсмических нагрузок на надземные конструкции зданий, уменьшению объёма антисейсмических мероприятий, снижению расхода металла и сметной стоимости здания. При использовании указанной системы сейсмоизоляции практически не требуется усиления несущих конструкций зданий для восприятия горизонтальных сейсмических нагрузок, что приводит к существенной экономии стали, бетона и других материалов, которые традиционно используются в практике сейсмостойкого строительства.

Сопоставительный экономический анализ рассмотренных вариантов каркасных зданий показывает, что стоимость здание с учётом сейсмоизоляции приблизительно на 8-10% получается дороже, чем без сейсмоизоляции. Однако, следует отметить, что при применении сейсмоизоляции гарантируется безопасность проживания людей в этих зданиях. Кроме того, необходимо отметить, что в зданиях без РМО на восстановительные работы по последствию землетрясений расходуется дополнительные средства, когда для здания с РМО такой расход материалов не потребуется. Следовательно, общая сметная стоимости здания с учётом дополнительного расхода с РМО ещё уменьшается.

Литература

1. МКС ЧТ 22-07-2015 “Сейсмостойкое строительство. Норма и правило”. Душанбе.- 2016. – 44с.
2. Каландарбеков И.И., Каландарбеков И.К., Низомов Д.Н. Сейсмоизоляция как средств защиты зданий от землетрясений // Наука и инновации, ТГНУ, 2017. – С. 133 – 136.
3. Низомов Д.Н., Каландарбеков И., Каландарбеков И.И. Моделирование зданий с учётом нелинейной работы сейсмоизоляции. Материалы VIII международной научно-практической конференции «Перспективы развития науки и образования в XXI веке», Душанбе, 2016, с. 234-238
4. Каландарбеков И.И. Численное моделирование зданий с учётом сейсмоизоляции. Дисс. канд. техн. наук. – Душанбе: 2019. – 178с.
5. Низомов Д.Н., Каландарбеков И., Каландарбеков И.И. Сравнительный анализ различных типов сейсмоизоляции в многоэтажных зданий. Известия АН РТ, 2016, №4(165), с. 58-64.
6. Низомов Д.Н., Каландарбеков И., Каландарбеков И.И. Численное моделирование сейсмоизолированных зданий с сухим трением. Доклады Академии наук Республики Таджикистан. 2018. - том 61. - №1. - С. 47-53.
7. Закон Республики Таджикистан «О сейсмической безопасности», Душанбе, 2017. – 22 с.
8. Смирнов В.И. Испытания зданий с системами сейсмоизоляции динамическими нагрузками и реальными землетрясениями //Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – Москва, 2009. – № 4. – С. 23 – 28.
9. Варданян Х.Г. Исследование поведения слоисто резинометаллических опор сейсмоизоляции при сейсмических воздействиях. Дисс. канд. техн. наук. – Ереван: 2017. – 167с.
10. Квартальный информационно – аналитический “Сборника средних сметных цен в строительстве в Республики Таджикистан” №4.- 2021. – 477с.

**МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ- INFORMATION
ABOUT THE AUTHORS**

<i>Давлатзода Қудрат Қамбар</i>	<i>Давлатзода Қудрат Қамбар</i>	<i>Davlatzoda Qudrat Qambar</i>
Доктори илмҳои иқтисодӣ	Доктор экономических наук	Doctor of Economic science
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
Қаландарбеков Имомёрбек	Қаландарбеков Имомёрбек	Qalandarbekov Imomyorbek
доктори илмҳои техники	доктор технического наука	Doctor of technical science
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
kalandarbekov-55@mail.ru		
0000-0002-4807-0169		
Ф.Ю. Саидов	Ф.Ю. Саидов	Ф.Ю. Саидов
ассистент	ассистент	Assistant
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
Қаландарбеков Ифтихор	Қаландарбеков Ифтихор	Qalandarbekov Iftikhor
Қаландарбеков Ифтихор Имомёрбекович	Қаландарбеков Ифтихор Имомёрбекович	Qalandarbekov Iftikhor Imomyorbekovich
номзади илмҳои техникӣ	кандидат технических наук	candidate of technical sciences
iftikhor791@mail.ru		
0000-0003-4248-179X		

**ИСТИФОДАИ ОҚИЛОНАИ ЗАХИРА ВА ИМКОНЯТҲО БО МАҚСАДИ БАЛАНДБАРДОРИИ
РАҚОБАТПАЗИРИИ МАҲСУЛОТИ КОРХОНАҲОИ САНОАТИ САБУК**

Низомова Т.Д., Давлатова Р. Қ.

Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Дар мақола роҳҳои баландбардории рақобатпазирии корхонаҳои саноати сабук ин диверсификасия иистеҳсолот дар Ҷумҳури, ки барои васеъ намудани номгуӣи молу маҳсулот мусоидат менамояд, дида шудааст.

Калимаҳои калидӣ: Саноати сабук, диверсификасия, маҳсулот, рақобат

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ И ВОЗМОЖНОСТЕЙ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ
КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Низомова Т.Д., Давлатова Р. К.

В статье рассматриваются способы повышения конкурентоспособности предприятий легкой промышленности-диверсификация производства в Республике, способствующая расширению номенклатуры товаров и продукции.

Ключевые слова: Легкая промышленность, диверсификация, товар, конкуренция

**RATIONAL USE OF RESOURCES AND OPPORTUNITIES IN ORDER TO INCREASE THE
COMPETITIVENESS OF PRODUCTS OF LIGHT INDUSTRY ENTERPRISES**

Nizomova T.D., Davlatova R.Q.

The article discusses ways to increase the competitiveness of light industry enterprises-diversification of production in the Republic, contributing to the expansion of the range of goods and products.

Keywords: Light industry, diversification, product, competition

Таҳлили фаъолияти корхонаҳои саноати сабуки ватанӣ нишон дод, ки баланд бардоштани сатҳи рақобатпазирии маҳсулоти истеҳсолкардаи онҳо аз ҷиҳати гуногун вобастагӣ дорад. Инчунин дар натиҷаи гузаронидани таҳқиқот муайян карда шуд, ки ҳиссаи саноати сабук дар ҳаҷми истеҳсолоти саноати ҷумҳурӣ 5,5 % ва дар сохтори молии гардиши моли чакана ба ҳисоби миёна 14,7 %-ро [10] ташкил дода, нишондиҳандаҳои мазкур дар солҳои охир тамоюли коҳишбӣ доранд. Рақамҳои зикршуда талаботи доираи маҳдуди истеъмолкунандагонро ба маҳсулоти соҳа нишон медиҳанд. Вобаста ба ҳолати ҷойдошта зарурати дарёфт ва истифодаи захираю имкониятҳои баландбардории рақобатпазирии маҳсулоти корхонаҳои саноати сабуки ҷумҳурӣ ба миён меояд.

Натиҷаи таҳлилҳои гузаронидашуда нишон дод, ки ба сифати захира ва имкониятҳои мазкур метавон диверсификасияи истеҳсолот, устуворгардонии базаи ашёи хоми истеҳсолӣ, ҷорӣ намудани инноватсия, ба роҳ мондани фаъолияти субъектҳои саноати сабук дар намуди корхонаҳои хурду миёна, навкунии техника ва технологияи корхонаҳои соҳа, баландбардории сифати маҳсулот, ҳимояи маҳсулоти корхонаҳои саноати сабук дар бозорҳои дохилӣ ва рушди инфрасохтори бозориро ном бурд.

Яке аз имкониятҳои баландбардории рақобатпазирии корхонаҳои саноати сабук ин диверсификасияи истеҳсолот мебошад, ки барои васеъ намудани номгуӣи молу маҳсулот мусоидат менамояд. Диверсификасияи имконият медиҳад, ки маҳсулоти корхонаҳои саноати сабуки ватанӣ аз молу маҳсулоти истеҳсолкунандагони хориҷӣ (молу маҳсулоти воридотӣ) афзалиятҳои фарқкунанда дошта бошад. Дар шароити бо молу маҳсулоти корхонаҳои саноати сабуки хориҷӣ (молу маҳсулоти воридотӣ) пур карда шудани бозорҳои дохилӣ, имконияти маҳдуд намудани мавқеи рақобатпазирии маҳсулоти истеҳсолкунандагони ватанӣ аз эҳтимол дур нест. Аммо диверсификасияи истеҳсолоти саноати сабук имконият намедиҳад, то корхонаҳои ватанӣ мавқеи рақобатпазириро аз рӯи номгуӣи сершумори маҳсулоти истеҳсолкардашуда аз даст диҳанд.

Аз нигоҳи мо барои ба роҳ мондани диверсификасияи истеҳсолоти саноати сабук иҷрои корҳои зерин муҳим мебошад:

а) воридоти технологияҳои замонавӣ, ки истеҳсоли он дар Ҷумҳурии Тоҷикистон ғайриимкон аст;

б) ҳавасмандкунии фаъолияти мутақобилаи илми соҳавӣ ва истеҳсолот;

в) мувофиқати сиёсати саноатӣ бо сиёсати рушди бозори соҳавии молу маҳсулот;

г) аз ҷониби мақомоти масъули давлатӣ ташкил ва баргузории конференсияҳо, симпозиумҳо бо иштироки мутахассисони илмӣ – амалии соҳавӣ ва бо мақсади мубодилаи иттилооти илмӣ-техникӣ;

ғ) ташкил ва баргузории намоишҳои намудҳои нисбатан нави молу маҳсулоти корхонаҳои саноати сабуки ватанӣ ва хориҷӣ аз ҷониби корхонаҳои саноати сабуки ҷумҳурӣ;

д) дар сохтори корхонаҳои саноати сабук таъсис додани шуъбаи иттилоотӣ, ки имконияти таъмин намудани корхонаро бо маълумоти зарурӣ оиди вазъияти бозори соҳавии дохилӣ ва хориҷӣ дошта бошад;

Татбиқи нуқтаҳои зикршуда имконият медиҳад, то номгуӣи маҳсулоти истеҳсолшаванда зиёд гардида, бозори фуруши маҳсулот васеъ карда шавад ва бо истеҳсоли маҳсулоти наву рақобатпазир имконияти баромадан ба бозори берунӣ пайдо гардад.

Нигоҳдорӣ ва рушди базаи ашёи хоми истеҳсолӣ бояд мақсади аввалиндараҷаи корхонаҳои саноати сабук маҳсуб ёбад. Дар сурати ба пуррагӣ истифода намудани иқтисодӣ

истеҳсоли корхонаҳои саноати сабуки чумхурӣ эҳтимолияти норасоии ашёи хоми аз сарчашмаҳои дохилӣ ба дастовардашаванда дар назар аст. Саноати чарму пойафзол як қисмати саноати сабук доништа мешавад. Рақамҳои омории соҳаи нишон медиҳанд, ки содироти пусти хом, чарм, муина, муинаи хом ва маснуоти аз онҳо тайёркардашуда нисбат ба воридоти он кам мебошад. Ҳолати мазкур ташвишвар буда, содироти ашёи хомиро ба коркарди пурраи саноатӣ дар назар дорад, новобаста аз он ки тибқи маълумоти омори расмӣ чумхурӣ дар мамлакат содироти пойафзол дида намешавад.

Новобаста аз он ки базаи ашёи хоми саноати насочӣ ва дузандагӣ нисбат ба дигар соҳаҳои саноат то андозае устувор аст, аммо корхонаҳоро зарур аст, ки истифодаи самараноки онро таъмин намоянд. Дар баробари он ки нишондиҳандаҳои оиди базаи ашёи хоми соҳа мусбӣ арзёбӣ карда мешаванд, дар шароити саноатикунони босуръати кишвар боз ҳам зиёд намудани ҳаҷми он аз манфиат холӣ нест. Дар ҳоле, ки бо истифодаи имкониятҳои доилӣ эҳтимолияти устувор намудани базаи ашёи хоми саноати сабук, аз ҷумла истеҳсолоти насочӣ, дузандагӣ ва чарму пойафзол ҷой дорад, баробар будани коэффитсиенти воридоти насочӣ ва маснуоти насочӣ аз 0,2 то 0,7, коэффитсиенти воридоти пусти хом, чарм, муина, муинаи хом ва маснуот аз онҳо аз 0,2 то 0,9 то андозае аз ноустувории базаи ашёи хоми соҳа гувоҳӣ медиҳад.

Ҷорӣ намудани инноватсия дар фаъолияти корхонаҳои саноати саук иҷрои як қатор амалҳоро талаб менамояд, аз ҷумла:

- бунёди инфрасохтори рушди фаъолияти инноватсионӣ;
- таъминоти ҳуқуқии фаъолияти инноватсионӣ;
- ташкили сиёсати андозӣ ва гумрукӣ, ки бо ҳавасмандии рушди инноватсионӣ (имтиёзҳои андозӣ, бочи гумрукӣ ва ғ.) асос ёфтааст;
- мусоидат намудан ба бунёди муҳити созгори инноватсионӣ;
- барқарор намудани ҳамкориҳои илмӣ-техникӣ дар дохил ва хориҷи кишвар;
- мусоидат ба ташкили паркҳои технологӣ;
- бунёд ва фаъолгардониҳои марказҳои ба фаъолияти лизингӣ машғулбуда;
- мусоидат баҳри бунёди корхонаҳои венчурӣ;
- ташкили намоиши намудҳои нави техникаю технологияҳо ва маҳсулоти ватанию хориҷӣ;
- ташкили конференсияҳои сатҳи чумхурӣ ва байналмилалӣ, инчунин симпозиумҳо бо мақсади мубодилаи иттилооти илмӣ-техникӣ;
- устуворгардониҳои фаъолияти патенту иҷозатномавӣ, сармоягузорӣ ва иттилооти корхонаи саноати сабук;
- дастгирии молиявии корхонаҳо, аз ҷумла сармоягузори мустақим ва қарзҳои имтиёзнок;
- ҳавасмандкунии фаъолияти мутақобилаи илми соҳавӣ ва истеҳсолот.

Иҷрои амалҳои болозикр дар корхонаҳои саноати сабук имконият медиҳад, то содирот ва воридоти технология ба амал ояд, шумораи кормандони дар таҳқиқотҳои илмӣ ва коркарди техникаю технологияҳои нав зиёд шуда, шумораи корхонаҳои саноатии дар низоми инноватсионӣ фаъолияткунанда афзоиш ёбад. Дар натиҷа ҳаҷми истеҳсоли маҳсулоти рақобатпазир, воридивазкунанда ва ба содирот нигаронидашуда зиёд шуда, боиси воридоти селлаи асбӯрӣ ва рушди соҳаи саноат мегардад.

Дар натиҷаи ҷорӣ намудани амалҳои мазкур шумораи корхонаҳои хурду миёна дар соҳаи саноати сабук афзоиш меёбад ва самаранокии фаъолияти онҳо таъмин гардида, ҳаҷми истеҳсолоти маҳсулоти баландсифат ва рақобатпазир истеҳсол карда мешавад. Дар натиҷа муҳити мусоиди хоҷагидорӣ ба вучуд омада, фаъолнокии қорӣ афзоиш меёбад, ҳаҷми истеҳсоли маҳсулоти рақобатпазири саноати сабук зиёд мегардад ва истеҳсолкунандагони ватанӣ молу маҳсулоти худро ба бозорҳои берунӣ низ содир менамоянд.

Идоракунии хароҷот яке аз масъалаҳои муҳими корхонаҳои саноати сабук доништа мешавад, чунки афзоиши хароҷот рақобатпазирии маҳсулотро аз ҳисоби омили нархӣ паст менамояд ва баракс, камшавии он афзоиши ҳаҷми фуруши маҳсулотро таъмин менамояд. Аз ин ру, бо хароҷоти камтарин истеҳсол намудани маҳсулоти саноатӣ низ яке аз имкониятҳои баландбардори рақобатпазирӣ мебошад. Вобаста ба масъалаи мазкур иқтисодчиёни ватанӣ Қодирзода Д.Б. ва Љумаев У.М. дар яке аз мақолаҳои илмӣ худ қайд менамоянд, ки афзоиши хароҷоти трансаксионӣ ба пастшавии рақобатпазирии истеҳсолоти ватанӣ оварда мерасонад. Аз ин ру, корхонаҳои чумхуриро зарур аст, ки афзоишҳои хароҷоти мазкурро зеро назорати ҷиддӣ гирифта, роҳу усулҳои камкунии онро пайдо намоянд. Маҳдуд намудани дилхоҳ хароҷот, алаҳусус хароҷоти трансаксионӣ барои паст намудани нархӣ мусоидаткунанда мебошад. Вобаста ба он ки динамикаи хароҷот ба сатҳи рақобатпазирии маҳсулоти корхонаҳои саноатӣ таъсири худро мерасонад, аз ин ру, нуқтаи назари Қодирзода Д.Б. ва Чумаев У.М. қобили қабул доништа мешавад.

Зиёд намудани шумораи корхонаҳои саноатӣ афзоиши маҳсулот, устувор гардидани рақобат миёни онҳо ва дар натиҷа рушди экстенсивии соҳаро таъмин менамояд. Аз нигоҳи профессор Раҳимов А.М. маҳсулоти саноати ватанӣ то ба ҳол ба сатҳи рақобатпазирии устувор нарасидааст ва дар ишғоли ҳиссаи бозор низ суръати пастро соҳиб аст. Вобаста ба ҳолати

ҷойдошта яке аз роҳҳои баландбардории самаранокии саноати Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки метавонад рақобатпазирии соҳаро таъмин созад, иқтисодчӣ дар зиёд намудани шумораи корхонаҳои саноатӣ мебинад. Дар ҳақиқат зиёд гардидани корхонаҳои саноатӣ барои ба вуҷуд овардани муҳити рақобатӣ, аз байн бурдани монеаҳои воридшавӣ ба бозор ва дар натиҷа баланд бардоштани сифати маҳсулот, ки метавонад дар бозорҳои дохилию хориҷӣ рақобатпазир бошад, мусоидат менамояд. Аз тарафи дигар сатҳи нокифояи самаранок истифодабарии захираҳои истеҳсолӣ барои афзоиши ҳаҷми истеҳсолоти саноатӣ ва баландбардории рақобатпазирии он монеа эълон менамояд.

Дигар имконияти баландбардории рақобатпазирии маҳсулоти корхонаҳои саноати сабук – ин навкунии воситаҳо ва технологияҳо мебошад. Дар шароити кунунии Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки вобастагии бозори ватанӣ аз маҳсулоти воридотии корхонаҳои саноатӣ зиёд шуда истодааст, навкунии заминаҳои техникаю технологияи корхонаҳои соҳа масъалаи актуалӣ доништа мешавад. Ҳамчунин истеҳсоли маҳсулоти пастсифати ватанӣ, ки бо иллати истифодаи технология ва воситаҳои куҳнашуда тавлид мешаванд, талаб менамояд, ки навкунии замиинаҳои моддию техникаӣ ба роҳ монда шуда, истеҳсоли маҳсулоти баландсифат ва ба талаботи бозорҳои дохилию беруни ҷавобгӯй истеҳсол карда шавад. Вобаста ба мушкилоти ҷойдошта корхонаҳои саноати сабукро зарур аст, ки бо роҳи азқудкунии технологияҳои навин, ки истифодабарии босамари захираҳои ашёи хом ва тавлиди маҳсулоти рақобатпазирро таъмин менамоянд, руи кор оварда шаванд.

Аз нигоҳи мо барои ба роҳ мондани навкунии воситаҳо ва технологияҳо андешидани чораҳои зерин амри зарурӣ мебошад:

- коркарди барномаҳои дастгирии навғониҳои техникаю технологӣ;
- аз байн бурдани боҷи гумрукӣ барои воридоти воситаҳои техникаӣ, ки барои таҷҳизии техникаи корхонаҳои саноати сабук нигаронида шудаанд;
- баланд бардоштани ҳавасмандии корхонаҳои соҳа оиди фуруши воситаҳои истифоданашаванда, хориҷкунии таҷҳизоти маънаван ва ҷисман фарсудашуда бо роҳи танзими низоми андозбандӣ
- аз андозбандӣ озод намудани қисми фоидаи корхонаҳои соҳа, ки барои иҷрои корҳои илмӣ-таҳқиқотӣ ва таҷрибавӣ-конструкторӣ сафарбар карда мешаванд;
- ҷорӣ намудани “таътили андозӣ” ба муҳлати 3 сол барои фуруши маҳсулоте, ки бо истифодаи таҷҳизоти пешрафта ва инноватсионӣ истеҳсол карда шудааст;
- васеъ намудани доираи ҳисобкунии тезонидашудаи истеҳлоқ;
- мусоидат ба ташкили қарздиҳии дарозмуддат, ки барои навкунии базаи техникаи корхонаҳои соҳа нигаронида мешавад;
- бунёд ва фаъолгардонии фаъолияти лизингӣ дар иқтисодиёти ҷумҳурӣ;
- ташкил ва баргузории намоишҳои намудҳои нави техника, технология ва маҳсулоти ватанию хориҷӣ;
- ташкил ва баргузории конференсияҳо ва симпозиумҳои ҷумҳуриявӣ ва байналмилалӣ бо мақсади мубодилаи иттилооти илмӣ-техникаӣ ва донишҳои истеҳсолию таҷриба;
- ҳавасмандкунии фаъолияти мутақобилаи илми соҳавӣ ва истеҳсолот.
- бунёди инфрасохтори бозорӣ баҳри фуруши таҷҳизотҳои куҳна ва истифодашудаи корхонаҳои соҳа.

Навкунии воситаҳо ва технологияҳо дар корхонаҳои саноати сабуки ҷумҳурӣ бояд дар муҳлати муайяне ба роҳ монда шавад. Ба назари мо тағйироти сохтори синусолии таҷҳизоти истеҳсоли тахминан 7-10 солро дар бар гирад, муътадил мебошад. Татбиқи амалҳои болозикр барои беҳтар намудани хусусияти истеъмолии маҳсулоти соҳа ва афзоиши ҳаҷми истеҳсоли маҳсулоти рақобатпазир аз манфиат холӣ нест.

Истифодаи неруи кадрӣ ва дороиҳои ғайримоддӣ идоракунии донишҳо доништа мешавад. Менечменти донишҳо баҳри татбиқи инноватсия, омузонидани кормандон, мубодилаву истифодаи донишҳо ва иттилоот шартӣ зарурӣ маҳсуб меёбад. Менечменти донишҳо на танҳо як навъи базаи маълумот барои омузонидан ва дастрасии умумии кормандон мебошад, балки он идоракунии донишҳоеро дар назар дорад, ки баҳри омузонидани доимии фаъолияти корхона бунёд карда шудааст. Агар корхона захираҳои маърифатии худро идора карда тавонад, пас вай имконияти идора кардани дилхоҳ тағйироти бозорӣ ва рақобатпазирии маҳсулотро дорад. Воқеан қобилияти омӯзиши кормандони корхонаҳои саноатӣ афзалияти рақобатиро дар шароити шадиди бозорӣ таъмин менамоянд. Дар ин радиф, чунин меҳисобем, ки омӯзиши фардӣ ва гуруҳии кормандон муҳим арзёбӣ шуда, муҳити маърифатиро дар дохили корхонаҳои саноатӣ ба вучуд меорад. Заминаи донишҳои бунёдифта баҳри самаранок идоракунии рақобатпазирии маҳсулот ва таъмини сатҳи максималии он мусоидат менамояд.

Воқеан дар шароити муосир корхонаҳои саноати сабуки ҷумҳурӣ сатҳи нисбатан пастӣ рақобатпазирии маҳсулоти худро дар бозорҳои дохилӣ ва хориҷӣ нигоҳ доштаанд. Алалхусус дар шароити пеш гирифтани сиёсати истеҳсолоти воридивазкунанда корхонаҳои мазкур талаботи миллиро низ ба пуррагӣ қонеъ карда наметавонанд. Новобаста аз фаъолнокӣ дар самти рушди рақамикунунии соҳаҳои иқтисодиёти миллӣ то ба ҳол сармоягузориҳо ба фаъолияти

инноватсионии корхонаҳои саноати сабук нокифоя боқӣ мондааст, ки ҳолати мазкур ақибмонӣ аз сатҳи ҷаҳониро ба вучуд меорад. Дар чунин шароит воситаҳои нисбатан босамари устуворгардонии рақобатпазирии маҳсулоти корхонаҳои саноати сабуки мамлакат идоракунии чандирӣ ва ҷорӣ намудани технологияҳои иттилоотиро ҳисобидан мувофиқи мақсад мебошад.[9]

Корхонаҳои саноати сабуки ҷумҳурӣ низ метавонанд неруи истеҳсолии худро аз тариқи устувор намудани иқтидори истеҳсолӣ, васеъ намудани ҳаҷми истеҳсол, навкунии фондҳои асосии истеҳсолӣ, ҷорӣ намудани технологияҳои инноватсионӣ зиёд намоянд. Фаъолияти маркетингӣ ва таблиғоти корхона низ бо истифодаи методҳои муосир ба роҳ монда шавад, то талаботи чандирии истеъмолкунандагон ба вучуд оварда шуда, иқтидори фуруши маҳсулоти корхона зиёд карда шавад [3].

Стратегияи рақобаткунии корхонаҳои саноати сабук бояд пайваста рафти рақобатро беҳтар намуда, барои аз даст надодани мавқеи рақобатпазирии корхона ҷавобгӯй бошад. Стратегияи рақобатпазирии корхонаҳои зикршударо устувор ҳисобидан мумкин аст, агар он барои афзоиши ҳаҷми фуруши маҳсулот ва истисоли молу маҳсулоти навин мусоидаткунанда бошад. Дар шароити бо суръати кайҳонӣ рушд намудани илму техника корхонаҳои саноати сабукро мебошад диверсификатсияи истеҳсолотро дар асоси фаъолияти инноватсионӣ ба роҳ монда, рақобатпазирии маҳсулотро таъмин намоянд.

Тавре дар боло зикр намудем ҷорӣ намудани идоракунии чандирӣ ин ҳавасмандии роҳбарияти корхона мебошад. Аз ин ру, роҳбарияти олии корхонаҳои саноати сабук бояд дар навбати аввал қобилияти идоракунии чандириро дошта бошанд. Инчунин роҳбари олии корхонаи саноатӣ бояд қобилияти ҷалби сармоя, дар сатҳи зарурӣ ҷорӣ намудани инноватсия, устувор намудани неруи зеҳнии корхона, ба роҳ мондани истеҳсоли маҳсулоти рақобатпазирро дошта бошад.

Воқеан фоида ин натиҷаи ниҳии фаъолияти корхона буда, ба рақобатпазирӣ муносибати мустақим дорад. Нуқтаҳои болозикр, ба монанди ишғоли ҳиссаи калони бозор, доштани қобилияти рушди неруи истеҳсолӣ, инноватсионӣ ва иқтидори фуруши маҳсулот, стратегияи рақобатии ба самти беҳтаркунӣ ва нигоҳдории мавқеи рақобатпазирии маҳсулот нигаронидашуда, инчунин қобилияти баланди роҳбарияти олии корхона оиди таъмини рақобатпазирӣ барои гирифтани фоидаи калон мусоидат менамоянд ва фоида бошад дар навбати худ рақобатпазирии корхона ва маҳсулоти истеҳсолкардаи онро низ таъмин мекунад.

Имконияти дигари баландбардории рақобатпазирии маҳсулоти саноати сабуки ватанӣ ин истифодаи соҳаҳо ва самтҳои афзалиятнок мебошад. Истифодаи соҳаҳо ва самтҳои афзалиятнок имконият медиҳанд, то устувории истеҳсолоти корхонаҳои саноати сабук таъмин карда швавад. Воқеан дар як вақт ҳалли ҳама мушкилоти вобаста ба баландбардории рақобатпазирии маҳсулот ғайриимкон аст. Чунки маҳдудияти захираҳои молиявӣ, истеҳсолӣ, ашёи хом ва дигар монеаҳои мавҷуда имконият намедиҳанд, ки мушкилоти ҷойдоштаи соҳа фавран ва дар кутохтарин вақт бартараф карда шавад. Дар амалияи иқтисодӣ бозорӣ рушди дилхоҳ зерсоҳаи саноат, таъмини шароити мусоиди пешрафт ва баландбардории рақобатпазирии маҳсулоти он боис мегагад, ки таназзули ҳолати иқтисодӣ ва рақобатпазирии дигар серсоҳа бо сабаби ғайрисамаранокии фаъолият ба вучуд ояд. Ҳолати мазкур аз ноустувории неру ва мавқеи рақобатпазирии онҳо гувоҳӣ медиҳад.

Дар шароити иқтисоди бозорӣ сатҳи рақобатпазирии маҳсулоти корхонаҳои саноати сабук аз бисёр ҷиҳат ба инфрасохтори бозорӣ вобаста мебошад. Сатҳи нокифояи рушди инфрасохтори бозорӣ ба пастшавии фаъолнокии такрористеҳсоли муътадили корхонаҳои соҳа оварда мерасонад. Инфрасохтори бозорӣ рушдкарда заминаи фаъолияти босамари корхонаҳои соҳа мебошад ва имконият медиҳад, ки байни унсурҳои сохтори бозори молӣ алоқаи мутақобила таъмин карда шуда, ҳаракати озоди молҳо, ҷараёни мунтазами такрористеҳсоли маҳсулот ва фаъолияти доимии соҳаи истеъмолоти ниҳой ба роҳ монда шавад. Дар фаъолияти кунунии корхонаҳои саноати сабуки Ҷумҳурии Тоҷикистон инфрасохтори бозорӣ ба пуррагӣ вазифаи худро иҷро карда наметавонад. Мавҷуд набудани иттилооти пурра ва дастрас оиди ҳолати бозор баландшавии сатҳи нархи маҳсулот, пастшавии рақобатпазирии он ва кам гардидани ҳаҷми истеҳсолотро ба вучуд меорад. Ҳолатҳои ҷойдошта ба сатҳи рақобатпазирии маҳсулоти саноати сабук таъсири манфӣ мерасонанд. Ташақкул ва рушди инфрасохтори бозорӣ бошад барои аз байн бурдани нокомиҳои корхонаҳои саноатӣ дар майдони рақобат то андозае таъсири мусбӣ мерасонад.

Адабиёт

1. Азоев Г.Л., Завьялов П.С. Маркетинг: словарь. М.: НПО Экономика, 2000.-361 с.
2. Азрилиян А.Н., Азрилиян О.М., Калашникова Е.В., Квардакова О.В. Новый экономический словарь. - Москва, 2008. - 1088с.
3. Андреева О.Д. Технология бизнеса: маркетинг [Текст] / О.Д. Андреева – М.: ИНФРА-М, 1997. – 224 с.
4. Ансофф И. Стратегическое управление / пер. с англ. М. : Экономика, 1989. 303 с.
5. Кантер Р.М. Рубежи менеджмента / пер. с англ. М. : Олимп-бизнес, 1999. 360 с.
6. Маршалл А. Принципы экономической науки / пер. с англ. М. : Изд. группа «Прогресс», 1993. 310 с.

7. Портер М. Конкуренция / пер. с англ. М. : Изд. дом «Вильямс», 2005. 608 с.
8. Портер М. Международная конкуренция. Конкурентные преимущества стран. М. : Международ. отношения, 1993. 896 с.
9. Баронов В. В. Информационные технологии и управление предприятием / В. В. Баронов, Г. Н. Калянов, Ю. Н. Попов, И. Н. Титовский. – М.: АЙТИ, 2004. – 326с
10. Агентии овори назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон. Нишондиҳандаҳои фаъолияти истеҳсолии корхонаҳо [Манбаи электронӣ] / (URL <https://www.stat.tj/tj/statistika-promyshlennosti>)

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ- INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

TJ	RU	EN
Низомова Тухфамо Давлатовна	Низомова Тухфамо Давлатовна	Nizomova Tukhfamo Davlatovna
д.и.и., профессор	д.э.н., профессор	Doctor of economic sciences, professor
tuhfamo49@mail.ru		
Тел: (+992) 934-23-82-20		
TJ	RU	EN
Давлатова Розиямоҳ Қамбаровна	Давлатова Розиямоҳ Камбаровна	Davlatova Rosiyamoh Kambarovna
унвонҷӯ	Соискатель	Graduate student
davlatovarozia-1979@mail.ru		
Тел: (+992) 98 103 6606		

УДК: 338.48

ҲОЛАТИ ИДОРАКУНИИ ДАВЛАТИИ РУШДИ САЙЁҲИИ ВОРИДОТӢ**Раҷабов А.А.**

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ

Рушди соҳаи сайёҳӣ ва махсусан сайёҳии воридотӣ дар Тоҷикистон, ки дар Стратегияи рушди сайёҳии Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2030 зикр шудааст, манбаи ҷиддии даромади иқтисодӣ миллий, аз ҷумла даромади бузурги асбӯрӣ мебошад, ки ин ба муътадил нигоҳ доштани мувозинаи пардохти давлатӣ ёрӣ мерасонад. Таҷрибаи мамлакатҳои гуногун дар бобати тараққи додани сайёҳии воридотӣ нишон медиҳад, ки ба ҳисоби миёна ба ҳар як доллари дар соҳаи сайёҳӣ сарфшуда то 70 сент фоидаи соф гирифта мешавад. Сайёҳӣ аксар вақт воситаи асосӣ ва муассири дастгирии минтақаҳо, бахусус ноҳияҳои кӯҳӣ ва дурдаст мебошад, ки дигар бартариҳои иқтисодӣ надоранд.

Калимаҳои калидӣ: сайёҳӣ, сайёҳии воридотӣ, нақлиёт, стратегия, кишвар, инноватсия, инвеститсия.

СОСТОЯНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЕМ РАЗВИТИЕМ РАЗВИТИЯ ВЪЕЗДНОГО ТУРИЗМА**Раджабов А.А.**

Развитие туризма и особенно въездного туризма в Таджикистане, намеченное в Стратегии развития туризма Республики Таджикистан на период до 2030 года, является значительным источником доходов национальной экономики, в том числе крупных валютных поступлений.

Опыт разных стран в сфере промышленного развития показывает, что на каждый доллар, потраченный на туристическую отрасль, приходится до 70 центов чистой прибыли. Туризм часто является основным и наиболее эффективным средством поддержки регионов, особенно горных и отдаленных районов, которые уже не имеют экономических преимуществ.

Ключевые слова: туризм, въездной туризм, транспорт, стратегия, страна, инновация, инвестиция.

THE STATE OF THE STATE ADMINISTRATION FOR INCOMING TOURISM DEVELOPMENT**Rajabov A.A.**

The development of tourism and especially inbound tourism in Tajikistan, outlined in the Tourism Development Strategy of the Republic of Tajikistan for the period up to 2030, is a significant source of income for the national economy, including large foreign exchange earnings.

The experience of different countries in the field of industrial development shows that for every dollar spent on the tourism industry, there is up to 70 cents of net profit. Tourism is often the main and most effective means of supporting regions, especially mountainous and remote areas, which no longer have economic advantages.

Key words: tourism, inbound tourism, transport, strategy, country, innovation, investment.

Пеш аз ҳама, мо як нуктаи хеле муҳимро дар бораи иқтисодии беназири сайёҳӣ дар кишвар, ки дар Стратегияи миллии рушди Ҷумҳурии Тоҷикистон то соли 2030 омадааст, ёддовар шавем «... мероси фарҳангии Тоҷикистон, табиати нотақрори он бо қўлҳояш, ҳайвоноту набототи нодир, инчунин қўҳҳои баланд, шароити муҳими рушди соҳаи сайёҳӣ ва афзоиши саҳми ин соҳа дар маҷмӯи маҳсулоти дохилии (ММД) кишвар назаррас аст». Аз ин рӯ, фароҳам овардани шароит барои рушди соҳаи сайёҳӣ яке аз самтҳои афзалиятноки сиёсати давлатӣ дар самти истифодаи самараноки сармояи табиӣ мебошад [8].

Аз ин лиҳоз, ҳукумати ҷумҳурӣ ба фароҳам овардани шароит ба рушди соҳибкорӣ дар соҳаи сайёҳӣ диққати махсус медиҳад. Дар айни ҳол ҳудуди 210 ширкати сайёҳӣ барои пешбурди фаъолияти соҳибкорӣ дар соҳаи сайёҳӣ дорои иҷозатнома буда, фаъолият намуда истодаанд.

Барои рушди сайёҳӣ таъсиси сохторҳои соҳибкорӣ зарур аст, зеро чунин соҳаҳои сайёҳӣ, монанди маҷмааи барқарорсозӣ, нақлиёти мусофирбарӣ, алоқа аз ҳисоби маблағгузорию корхонаҳо, ки ба тобеияти идораҳои гуногун дода шудаанд, тараққи қарда наметавонанд. Гузашта аз ин, ягон сохтор ба ҳолати санитарию минтақаҳои сайёҳӣ ва сохтмони иншооти нақлиёти автомобилӣ, ки бевосита ба салоҳияти мақомоти маҳаллии ҳокимияти давлатӣ ва сохторҳои дахлдори соҳавии идоракунии давлатӣ дахл дорад, машғул нест.

«...Тамоми мавзӯҳои сайёҳӣ, аз қабилӣ ёдгориҳои фарҳангии таърихӣ санъати тасвирӣ ва меъморӣ, ибодатгоҳҳо, офаридаҳои аҷибӣ табиат, манзараҳои табиӣ ва муҳимтарин ҷузъҳои ҷуғрофию биологӣ дар ҳудуди он ҷойгир шудаанд. Аммо онҳо худ аз худ маҳсулоти сайёҳӣ шуда наметавонанд, балки танҳо объектҳои сайёҳӣ мебошанд.

Асоси фаъолияти сайёҳӣ танҳо эҳтиёҷоти сайёҳӣ буда метавонад. Дар ҳар як кишвар иқтисодии захиравии сайёҳӣ таърих ва фарҳанги мардумро дар бар мегирад, аммо олами вухуши нодири кишвар ҷузъи пешбарандаи он мебошад. Дар баробари ин захираҳои табиӣ омилҳои ҳалкунандаи ташкили муассисаҳои санаторию курортӣ гардиданд, ки онҳо ба намуди алоҳидаи рекреатсионии сайёҳӣ дохил мешаванд.

Бо дарназардошти аҳамияти соҳаи сайёҳӣ аз ҷониби Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон Концепсияи рушди сайёҳӣ барои солҳои 2009-2019, Барномаи рушди сайёҳӣ барои солҳои 2018-2020 ва Стратегияи рушди сайёҳӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2030 қабул қарда шудааст. Дар натиҷаи татбиқи барномаҳои стратегияи рушди сайёҳӣ дар ҷумҳурӣ бахши сайёҳӣ ба шабакаи байналмилалӣ сайёҳӣ ворид гардид. Натиҷа ин аст, ки шумораи сайёҳони воридотӣ ба ҷумҳурӣ сол то сол афзуда истодааст.

Чадвали 1.-Чараёни шумораи сайёҳии воридотӣ ба Ҷумҳурии Тоҷикистон

№	Солҳо	Шумора, нафар	Тағйирёбӣ нисбати соли гузашта, %
1.	1996	700	-
2.	1997	2100	3,0 маротиба
3.	1998	3190	151,9
4.	1999	4500	141,1
5.	2000	7673	170,5
6.	2001	5200	67,8
7.	2002	6314	121,4
8.	2003	18872	3,0 маротиба
9.	2007	35000	185
10.	2010	160000	4,6 маротиба
11.	2011	183000	114,4
12.	2012	245000	133,9
13.	2013	207000	84,5
14.	2014	213265	103,0
15.	2015	413834	194,0
16.	2016	344000	83,1
17.	2017	431000	125,3
18.	2018	1155000	2,4 маротиба
19.	2019	1215000	121,4

Тавре аз чадвали 1 бармеояд, дар солҳои 1996-2019 шумораи сайёҳон аз 700 нафар ба 1 миллиону 215 000 нафар афзудааст. Дар давраи таҳлилшуда шумораи сайёҳони воридотӣ 1214,3 ҳазор нафар афзуд.

Дар соли 2019 теъдоди максималӣ ба даст омад. Тамоюли устувори афзоиши шумораи сайёҳон ба таҳкими сулҳу ваҳдат дар ҷумҳурӣ, инчунин ислоҳоти бомуваффақият дар солҳои охир дар соҳаи идоракунии соҳаи сайёҳии ҷумҳурӣ алоқаманд аст [8].

«... Қабули сайёҳон дар қаламрави он ҷойҳои нави корӣ фароҳам меорад, сохтори хизматрасонию ба аҳоли ташкил медиҳад ва ба бахши хусусӣ ва давлат дар шакли фурӯш ва аз сайёҳӣ, андозу пардохтҳо даромади назаррас меорад.

Аз ин рӯ, нақши асосиро субъектҳои хоҷагидор, ки ҳамчун мизбон амал мекунанд, нигоҳ медоранд. Баъзе намудҳои сайёҳӣ инфрасохтори пешрафта ва шумораи зиёди хизматрасонию талаб мекунанд, дигарон метавонанд дар сурати набудани онҳо инкишоф ёбанд».

Сайёҳӣ, алалхусус сайёҳии байналхалқӣ ба ворид шудани миқдори зиёди асъори хориҷӣ мусоидат мекунад. Барои бисёр кишварҳо соҳаи сайёҳӣ ба манбаи муҳими асъори хориҷӣ таъдил ёфтааст ва мувофиқан дар тақсмоти байналхалқӣ ва дохилии меҳнат ҷои махсусро ишғол мекунад [5]. Илова бар ин, иқтисодӣ устувор ҳамчун кафили бозътимоди рушди устувори сайёҳӣ хизмат мекунад. Яке аз муҳимтарин комёбиҳо дар рушди сайёҳӣ дар Тоҷикистон шомил шудани Боғи миллии Тоҷикистон “Кӯҳҳои Помир” ба феҳристи мероси фарҳангии ҷаҳонӣ ва мавзеҳои махсус ҳифзшаванда, ки дар оянда метавонад шумораи зиёди сайёҳонро ҷалб намояд.

Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон аллакай ислоҳоти муҳим вобаста ба будубоши сайёҳони хориҷӣ ба амал бароварда шудааст ва ин раванд идома дорад. Як қатор арзёбиҳои ҷолиби агентҳо ва ассотсиатсияҳои сайёҳии байналмилалиро оид ба имкониятҳо ва сатҳи рушд дар кишвари мо қайд кардан зарур аст, аз ҷумла зикр мегардад, ки Ҷумҳурии Тоҷикистон дар Осиеи Марказӣ барои рушди сайёҳӣ имкониятҳои мусоидтар дорад, ки онро рейтинги ҷаҳонӣ низ тасдиқ кардааст [9]:

- Агентии Би-Би-Си (Британияи Кабир, 2012) Ҷумҳурии Тоҷикистонро ба қатори 10 кишвари ҷолибтарин барои сайёҳон шомил кардааст; тибқи шабакаи иҷтимоии "Globe Spots" ("Globe Spots", 2014), Тоҷикистон дар байни даҳ кишвари ҷолиб барои саёҳатҳои сайёҳӣ мақоми дуюмро ишғол кард;

- Нашрияи русии маҷаллаи National Geographic (2016) шоҳроҳи Помирро ба рӯйхати даҳгонаи зеботарин роҳи кӯҳии ҷаҳон шомил кардааст;

- дар соли 2015 маҷаллаи Top-100 3 минтақаи Тоҷикистон ва дар соли 2016 кӯҳҳои Помирро ба феҳристи ҷойҳои ҷолибтарин шомил кард ва ҳуди ҳамон сол Душанбе дар байни кишварҳои ИДМ амнтарин шаҳри сайругашти шабона барои сайёҳон эътироф гардид;

- тибқи омори расмӣ дар соли 2016 Ҷумҳурии Тоҷикистон кишварест, ки сайёҳӣ дар марҳилаи рушд қарор дошт ва дар байни давлатҳои узви Созмони умумиҷаҳонии сайёҳӣ ҷойи дуюмро ишғол намуд;

- тибқи маълумоти Форуми ҷаҳонии иқтисодӣ Ҷумҳурии Тоҷикистон аз чадвали 7 балла 3,2 ҳол гирифта, дар ду сол аз зинаи 119-ум ба зинаи 107-ум баромад. Тоҷикистон дар бахшҳои “амният” ва “тандурустӣ” (5,7) беҳтаринро ишғол кардааст. Боиси хушнудист, ки дар байни кишварҳои, ки

суръати рушди сайёҳӣ босуръат рушд мекунад, Тоҷикистон алоҳида зикр шудааст. Дар ин феҳрист Тоҷикистон пас аз Ҷопон ва Озарбойҷон дар ҷои сеюм қарор гирифт.

Тадқиқотҳо нишон медиҳанд, ки татбиқи босамари Барномаи рушди сайёҳии Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2015-2017, паҳн намудани маводи таблиғотӣ дар байни дӯстдорони сайёҳӣ ба ҷалби таваҷҷуҳ ва боздидҳои сайёҳони хориҷӣ, қонеъ гардонидани талаботи шаҳрвандони хориҷӣ ба ҳисоб меравад. Тартиби нави додани раводиди Ҷумҳурии Тоҷикистон ба шаҳрвандони хориҷӣ яке аз тадбирҳои асосии ҷалби сайёҳони хориҷӣ арзёбӣ мешавад. «... Рӯйхати кишварҳое, ки шаҳрвандони онҳо метавонанд дар се фурудгоҳи байналмилалӣ Тоҷикистон ба таври содда раводид дарёфт кунанд, аз 68 ба 78 кишвар афзоиш ёфт. Ҷамчунин бо 15 кишвари ҷаҳон низоми бидуни раводид вучуд дорад. Аз моҳи июни соли 2016 бо мақсади таъмини сафари шаҳрвандони хориҷӣ ба кишвар тартиби нави гирифтани раводиди электронӣ оғоз гардид. Ҷуғрофияи сафарҳои сайёҳӣ аз 59 кишвари ҷаҳон дар соли 2015 ба 109 кишвар дар соли 2016 васеъ шуд.

Ҷамчунин, тавре дар Стратегияи рушди сайёҳӣ то соли 2030 зикр шудааст, солҳои охир дар кишвар маҷаллаҳои вижа, барномаҳои телевизионӣ ва рӯзномаҳо оид ба сайёҳӣ пайдо шуданд. Дар бисёр шаҳру ноҳияҳо марказҳои хизматрасонӣ ба сайёҳон кушода шуда, маводҳои тарғиботию рекламавӣ ба забони хориҷӣ омода ва таҳия карда шуда, китобчаю дискҳои шавқовару мусаввар дар тамоми ҷумҳурӣ ва берун аз он ройгон паҳн карда шуданд.

Бояд гуфт, ки тараққиёти соҳаи сайёҳӣ ба хоҷагии халқ даромади калон меоварад. Илова бар даромади воқеӣ аз сайёҳӣ, бартариҳои дигар дорад, аз ҷумла [1].:

- қисми зиёди даромад бо асъори хориҷӣ гирифта мешавад, ки барои нигоҳ доштани тавозуни пардохти давлат муҳим аст;
- ҳар як долларе, ки барои соҳаи сайёҳӣ сарф мешавад, 70 сент даромади соф меоварад;
- ба ҳисоби миёна аз ҳар 1 доллари барои бахши сайёҳӣ сарфшуда 91 сенташ дар иқтисоди дохилӣ боқӣ мемонад;
- сайёҳӣ воситаи асосии дастгирии минтақаҳо, махсусан ноҳияҳои қуҳистонӣ ва дурдасти кишоварзӣ мебошад, ки дигар афзалиятҳои иқтисодӣ надоранд ва асоси баланд бардоштани сатҳи зиндагии мардуми маҳаллӣ мебошанд;
- қабули сайёҳон ҷойҳои корӣ эҷод мекунад, ҳам ба бахши хусусӣ ва ҳам ба давлат дар шакли фуруш ва андоз даромад меорад [3].

Аз ин рӯ, мавқеъ ва нақши сайёҳиро вазифаҳои муайян мекунад, ки вай дар ҳаёти иҷтимоӣ иқтисодии кишвар иҷро мекунад. Ҷанбаҳои иқтисодии сайёҳӣ, ки муддати тӯлонӣ дар шароити гузариш ба иқтисоди бозорӣ дуюмдараҷа ҳисобида мешуданд, аҳамияти аввалиндараҷаи назариячиён ва таҷрибаомӯзонро доранд. Инро бо он шарҳ медиҳанд, ки дар давраи гузариш яке аз шартҳои халқунандаи рушди иҷтимоӣ иқтисодии ҷумҳурӣ фаъол гардонидани омилҳои инсонӣ дар ташкили системаи самарабахши ташкили сайёҳӣ мебошад.

Инкишофи сайёҳӣ дар мамлакат афзоиши шуғли аҳолиро таъмин мекунад, зеро дар рафти инкишофи сайёҳӣ барои эҳтиёҷоти истироҳаткунандагон тамоми соҳаи иқтисодӣ бо шумораи зиёди коргарону хизматчиён ба кор шуруъ мекунад, ҷи дар соҳаи истеҳсолоти моддӣ (сохтмони курортҳо, истеҳсоли таҷҳизот ва ёдгориҳо ва ғайра) ва ҳам дар соҳаи хизматрасонӣ (дар курортҳо, ошхонаҳо, муассисаҳои маданият ва ғайра) [5].

Сайёҳӣ дар робита бо даромаднокӣ ва зуд баргардонидани он имкон медиҳад, ки сатҳи зиндагии мардумро мустақим ва ғайримустақим беҳтар созад. Даромади ғайримустақим аз сайёҳӣ аз даромади мустақим ба таври назаррас зиёд аст, зеро сайёҳӣ дар фаъолияти худ доираи васеи категорияҳои аҳолиро, ки дар соҳаҳои гуногуни «соҳаҳои ғайримустақим ва ғайра кор мекунад», ҷалб мекунад [4].

Яке аз омилҳои мусоидаткунанда ба рушди сайёҳӣ дар Тоҷикистон ҷуғрофияи ҷойгиршавӣ мебошад. Тоҷикистон дар Осиёи Марказӣ ҷойгир буда, аз ҷиҳати иқтисодӣ худ барои рушди сайёҳии байналмилалӣ яке аз ҷойҳои аввалро ишғол мекунад. Аммо рушди сайёҳӣ ба далели як қатор мушкилот, аз ҷумла, набудани рушди гузоришдиҳии муосир, маҳдуд аст. Ҷамин тариқ, дар ҷумҳурӣ то ҳол шаклҳои ягонаи ҳисоботи омории оид ба субъектҳои фаъолияти сайёҳӣ вучуд надоранд, ки ин таҳлили муфассали рушди соҳаро дар кишвар хеле душвор мегардонад.

Маълумот оид ба баъзе нишондиҳандаҳои рушди сайёҳӣ дар Тоҷикистон дар ҷадвали 2. оварда шудааст.

Ҷадвали 2. Рушди сайёҳӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон

№	Нишондиҳанда	Воҳиди ченак	2010	2015	2018	2019	2019 нисбат ба 2010
1	Миқдори нафарони воридшуда	ҳаз. нафар	160	414	1155	1215	7,6 маротиба
	Тамоюл нисбати ҳамин давраи гузашта	ҳазор нафар		+ 254	+724	+ 60	+1055
	Тамоюл нисбати ҳамин давраи гузашта	%		2,6 мар.	2,7 мар.	105,2	7,6 мар.

№	Нишондиҳанда	Воҳиди ченак	2010	2015	2018	2019	2019 нисбат ба 2010
2	Хароҷоти умумии ба сайёҳӣ дахлдошта	млрд. долл.	0,5	0,6	0,6	0,65	+0,15
	Тамоюл нисбати ҳамин давраи гузашта	-//-		+ 0,1	-	+ 0,05	-
3	Хароҷоти умумии ба сайёҳӣ дахлдошта	млрд. сомонӣ	2,2	3,9	5,4	5,8	+3,6
	Хароҷоти умумӣ	-//-		+ 1,7	+ 1,3	+ 0,4	+3,6

Тавре аз маълумоти боло дида мешавад, дар соли 2019 шумораи воридшудагон ба ҷумҳурӣ 1215 ҳазор нафарро ташкил дод, ки нисбат ба соли 2010 1055 ҳазор нафар ё 7,6 маротиба зиёд аст.

Ҳамзамон, маблағи умумии хароҷоти соҳаи сайёҳӣ 650 миллион доллари амрикоиро ташкил дода, нисбат ба соли 2010-ум 150 миллион доллари ИМА ё 30 фоиз зиёд шудааст

Бо пули милли ҳаҷми умумии хароҷоти соҳаи сайёҳӣ дар солҳои 2010-2019 2,6 маротиба ё 3,6 миллиард сомонӣ (аз 2,2 миллиард то 5,8 миллиард сомонӣ) зиёд шуд.

Шумораи аҳоли дар соҳаи сайёҳӣ дар соли 2019 188,1 ҳазор нафарро ташкил дод, ки нисбат ба соли 2010 12,9 ҳазор нафар кам мебошад, ё 6,5 фоиз.

Яъне, сарфи назар аз афзоиши гардиши сайёҳон ба кишвар ва воридоти пули нақд, қошиши шуғли аҳоли дар ин соҳа мушоҳида мешавад. Ин аз бисёр чиҳат ба ҳисоби нопурра будани онҳое, ки дар истеҳсолот кор мекунанд, аз сабаби мавҷуд набудани шаклҳои дахлдори ҳисоботи омори шаҳодат медиҳад. Саҳм ё ҳиссаи соҳаи сайёҳӣ дар истеҳсоли ММД ба ҳисоби миёна 8,3 фоизро ташкил дод. Шумораи аҳоли дар соҳаи сайёҳӣ дар соли 2019 188,1 ҳазор нафарро ташкил дод, ки 7,1 фоизи тамоми шуғли иқтисодиётро ташкил медиҳад.

Аммо ин нишондиҳандаҳо тамоюли пастшавиро доранд, ки ин ба паст будани сатҳи саноати сайёҳӣ ва хизматрасонии туристӣ алоқаманд аст. Дар соли 2019 саҳми умумии рушди сайёҳӣ ба ММД-и кишвар 8,1 фоизро ташкил дод. Ин дараҷаи баланди тараққиёт аст. Аммо нисбат ба соли 2010-ум 0,7 фоиз (8,8 фоиз) кам шуд.

Илова бар ин, рушди сайёҳӣ дар кишвар тағйироти инфрасохториро тақозо мекунад, ки ба рушди соҳибкорӣ дар соҳаи хизматрасонӣ ва пайдоиши навъҳои нави соҳибкорӣ дар соҳаи дастгирии инфрасохтор ва ғайра мусоидат мекунанд.

Соҳаи сайёҳӣ танҳо дар сурати пайвастагӣ бо дигар соҳаҳо инкишоф ёфтани сайёҳӣ ба рушди иқтисодиёт таъсири калон мерасонад.

Ҳоло ба ҳамаи шоҳаҳои ҳокимият расондани муҳимтарин саҳми сайёҳӣ дар тараққиёти хоҷагии халқи мамлакат муҳим аст. Ба мо муносибати куллан дигар, инчунин лоиҳаҳои инноватсионӣ лозим аст, ки ба ҳалли чунин проблемаҳои соҳа, дар давраи кӯтоҳ ёрӣ расонанд. Истифодаи самараноки иқтидори мавҷуда барои рушди ояндадори соҳаи сайёҳӣ метавонад як локомотиви тавсеаи соҳаи хизматрасонӣ ва таъсиси ҷойҳои нави корӣ гардад, ки ба рушди иқтисодиёти кишвар ва дар ин замина баланд бардоштани сатҳи зиндагии мардум мусоидат намуда, обрӯи мамлакатро дар арсаи байналхалқӣ мустаҳкам намояд [3].

Хулоса. Мақсади асосии танзими давлатии фаъолияти сайёҳӣ чунин аст: таъмини ҳуқуқи шаҳрвандон ба истироҳат, ҳуқуқи озодӣ ва дигар равандҳои ба онҳо монанд ҳангоми саёҳат, ҳифзи муҳити гирду атроф, ташкили шароит барои фаъолияти тарбия, маориф ва солимгардонии сайёҳон, рушди индустрияи сайёҳӣ, таъсиси ҷойҳои нави корӣ, баландбардории даромади давлат ва шаҳрвандон аз фаъолияти сайёҳӣ, рушди алоқаи байналмилалӣ, ҳифзи ёдгориҳои таърихӣ ва объектҳои нишондиҳандашаванда ба сайёҳон ва ғайра.

Вобаста ба гуфтаҳои болозикр барои идоракунии давлатии раванди сайёҳӣ ва рушди бемайлоии он чунин омилҳоро бояд амалӣ кард [8]:

таъсиси шабакаи заминавӣ барои рушди индустрияи сайёҳӣ;

мусоидат ба таъсиси инфрасохтори муносири сайёҳӣ;

рушди бахши иқтидори сайёҳӣ ва самаранокии тарғиботи он;

баландбардории рақобатнокии маҳсулоти сайёҳӣ дар заминаи болоравии сифати хизматрасониҳои сервисӣ;

таъсиси бренди миллии сайёҳӣ ва пешравии он дар муҳити байналмилалӣ;

оқилона ва сарфақорона истифодабарии захираҳои табиӣ ва ёдгориҳои таърихӣ дар ин самт [9];

баландбардории иқтидори кадрӣ ва таъмини хизматрасониҳои сайёҳӣ дар асоси стандартҳои байналмилалӣ;

таъсис ва рушди кластери сайёҳӣ, инчунин ҷорикунии инноватсия ва инвеститсия барои рушди соҳаи сайёҳӣ [1].

Амалигардони чорабиниҳои овардашуда, имконият медиҳанд, ки соҳаи мазкур ба яке аз соҳаҳои рушдкунанда дар иқтисодиёти миллии ҷумҳури арзёбӣ гардида, таъмини аҳолии бо ҷойҳои нави корӣ, алалхусус аҳолии минтақаи деҳот беҳтар гардад.

Адабиёт:

1. Александрова А.Ю. Туристические кластеры: содержание, границы, механизмы функционирования. Современные проблемы сервиса и туризма-2007.- №1.- С.51-61
2. Байкалова В. Сельский туризм: проблемы и перспективы. – Крымские известия. - №204 (3923).
3. Боголюбов В.С., Быстров С.А., Боголюдова С.А. Экономическая оценка инвестиций в развитие туризма. – М.: Изд. центр «Академия», 2009. –272 с.
4. Гезгала Я. Туризм в народном хозяйстве. Пер. с польского. – М.: Прогресс, 1974.
5. Жукова М.А. Индустрия туризма: менеджмент организации. – М.: Финансы и статистика, 2004.
6. Жукова М.А. Менеджмент в туристическом бизнесе. – М.: КноРус, 2015. –192 с.
7. Зачиняев П.Н., Фалькович Н. С. География международного туризма. – М.: Мысль, 1972.
8. Раҷабов А.А. Нақлиёт омили асосии таквиятгари рушди сайёҳӣ. Гузоришҳои Академияи илмҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон, №1(009) – Душанбе, Шӯъбаи илмҳои ҷамъиятшиносӣ, 2020. – с.130-135
9. Раҷабов А.А. Роҳҳои ҳалли мушкилоти нақлиётии соҳаи сайёҳӣ. //Маводи конференсияи ҷумҳуриявии илмӣ-амалии “Нақши нақлиёт ва инфрасохтори он дар рушди соҳаи сайёҳӣ” (27-28-уми сентябри соли 2019). - Душанбе: ДТТ ба номи ак. М.С.Осимӣ, 2019. – с.187-191.

Маълумот дар бораи муаллиф-Сведения об авторах-Authors background

TJ	RU	EN
Раҷабов Абдуҳалим Абдурахимович	Раджабов Абдухалим Абдурахимович	Rajabov Abduhalim Abdurahimovich
Номзади илмҳои иқтисодӣ	Кандидат экономических наук	Candidate of Economical Sciences
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after M.S. Osimi
raa_16.12.78@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 завершённых исследований, обладающие научной новизной и представляющие интерес для широкого круга читателей журнала.
2. Основные требования к статьям, представляемым для публикации в журнале:
 - статья (за исключением обзоров) должна содержать новые научные результаты;
 - статья должна соответствовать тематике и научному уровню журнала;
 - статья должна быть оформлена в полном соответствии с требованиями к оформлению статей (см. пункт 5).
3. Статья представляется в редакцию по электронной почте и в одном экземпляре на бумаге, к которому необходимо приложить электронный носитель текста, идентичного напечатанному, а также две рецензии на статью и справку о результате проверки на оригинальность.
4. Структура статьи

Текст статьи должен быть представлен в формате IMRAD¹ 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' BACKGROUND)	оформляется в конце статьи в следующем виде:

¹ 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 ²			
Ташкилот, Организация, Organization			
e-mail			
ORCID ³ Id			
Телефон			

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ (CONFLICT OF INTEREST)	<p>Конфликт интересов — это любые отношения или сферы интересов, которые могли бы прямо или косвенно повлиять на вашу работу или сделать её предвзятой.</p> <p>Пример:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. <p>Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи</p>
ЗАЯВЛЕННЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ (AUTHOR CONTRIBUTIONS).	<p>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).</p> <p>Пример данного раздела:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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)	<p>Если авторы в конце статьи выражают благодарность или указывают источник финансовой поддержки при выполнении научной работы, то необходимо эту информацию продублировать на английском языке.</p>
ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ (FUNDING)	<p>Информация о грантах и любой другой финансовой поддержке исследований. Просим не использовать в этом разделе сокращенные названия институтов и спонсирующих организаций.</p>
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ (ADDITIONAL INFORMATION)	<p>В этом разделе могут быть помещены:</p> <p>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.</p> <p>Особые сообщения об источнике оригинала статьи (если статья публикуется в переводе).</p> <p>Информация о связанных со статьей, но не опубликованных ранее докладов на конференциях и семинарах.</p>

² Title can be chosen from: master student, Phd candidate, assistant professor, senior lecture, associate professor, full professor

³ 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 ⁴	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 ⁵ , организации ⁶ , заголовки и реферат ⁷ и ключевые слова ⁸ 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. <http://vp-es.ttu.tj/>):

1. Сопроводительное письмо.
2. Авторское заявление .
3. Лицензионный договор.
4. Экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати
5. Рецензия.

⁴ 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/>

⁵ 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.

⁶ Название организации в английском переводе должно соответствовать официальному, указанному на сайте организации. Непереводимые на английский язык наименования организаций даются в транслитерированном варианте.

⁷ 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.

⁸ 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.

Муҳаррири матни русӣ:	М.М. Якубова
Муҳаррири матни тоҷикӣ:	Муаллифон
Ороиши компютерӣ ва тарроҳӣ:	М.Қаюмов
Редактор русского текста:	М.М. Якубова
Редактор таджикского текста:	Авторская редакция
Компьютерный дизайн и верстка:	М.Қаюмов

Нишонӣ: ш. Душанбе, хиёбони акад. Рачабовҳо, 10^А
Адрес: г. Душанбе, проспект акад. Раджабовых, 10^А

Ба чоп 22.10.2021 имзо шуд. Ба матбаа 25.10.2021 супорида шуд.
Чопи офсетӣ. Коғазӣ офсет. Андозаи 60x84 1/8
Адади нашр 50 нусха.

Матбааи Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ
ш. Душанбе, кӯчаи акад. Рачабовҳо, 10^А