

ISSN 2520-2235

# ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКӢ

Баҳши Интеллект, Инноватсия, Инвеститсия

3(63) 2023

---



**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК**  
Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции

**POLYTECHNIC BULLETIN**  
Series: Intelligence. Innovation. Investments

# ПАЁМИ

# ПОЛИТЕХНИКӢ

**БАҲШИ ИНТЕЛЛЕКТ, ИННОВАТСИЯ, ИНВЕСТИТСИЯ**

ISSN  
2520-2235

**3(63)**  
**2023**



**МАҶАЛЛАИ ИЛМӢ – ТЕХНИКӢ**

<http://vp-inov.ttu.tj/> E-mail: [vestnik\\_politech@ttu.tj](mailto:vestnik_politech@ttu.tj)

Published since January 2008

Ба рӯйхати нашрияҳои тақризии ҚОА 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

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

Муассис ва ношир	Учредитель и издатель	Founder and publisher
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi
Ҳар семоҳа нашр мешавад	Издається ежеквартально	Published quarterly
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 Раҷабовых, 10А Тел.: (+992 37) 227-04-67	734042, Dushanbe, Avenue of Academics Radjabovs, 10A Tel.: (+992 37) 227-04-67

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК**  
СЕРИЯ: ИНТЕЛЛЕКТ. ИННОВАЦИИ. ИНВЕСТИЦИИ

**POLYTECHNIC BULLETIN**  
SERIES: INTELLIGENCE. INNOVATION. INVESTMENTS

**ҲАЙАТИ ТАҲРИРИЯ**

**САРМУҲАРРИР**

**Қ.Қ. ДАВЛАТЗОДА**

Доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор

**Р.Т. АБДУЛЛОЗОДА**

Номзади илмҳои техникӣ, дотсент, муовини сармуҳаррир

**Ш.А. Бозоров**

Номзади илмҳои техникӣ, дотсент, муовини сармуҳаррир

**М.М. КАҶОМОВ**

Саркотиб

**АЪЗОЁН**

**М.И. ИЛОЛОВ**

академики АМИТ, доктори илмҳои физикаю математика, профессор

**М. ГАДОЗОДА**

Номзади илмҳои физикаю математика, дотсент

**М.М. САДРИДДИНОВ**

Номзади илмҳои физикаю математика, дотсент

**С.З. КУРБОНШОЕВ**

доктори илмҳои физикаю математика, профессор

**А.А. АБДУРАСУЛОВ**

Номзади илмҳои физикаю математика, профессор

**С.О. ОДИНАЕВ**

академики АМИТ, доктор илмҳои физикаю математика, профессор

**У. МАДВАЛИЕВ**

доктори илмҳои физикаю математика

**Т.Х. САЛИХОВ**

доктори илмҳои физикаю математика

**АНГЕЛ СМРИКАРОВ**

Доктори илм, профессор (Булғория)

**Н. И. ЮНУСОВ**

номзади илмҳои техникӣ, дотсент

**С.А. НАБИЕВ**

номзади илмҳои техникӣ, дотсент

**У. Х. ҶАЛОЛОВ**

номзади илмҳои техникӣ, дотсент

**А.А. ҚОСИМОВ**

номзади илмҳои техникӣ, дотсент

**А.Д. АҲРОРОВА**

Доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор

**М.К. ФАЙЗУЛЛОЕВ**

Доктори илмҳои иқтисодӣ, дотсент

**Ҳ.А. ОДИНАЕВ**

Доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор

**Ф.М. ҲАМРОЕВ**

Доктори илмҳои иқтисодӣ, дотсент

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР**

**К.К. ДАВЛАТЗОДА**

доктор экономических наук, профессор

**Р.Т. АБДУЛЛОЗОДА**

кандидат технических наук, доцент, зам. главного редактора

**Ш.А. Бозоров**

кандидат технических наук, доцент, зам. главного редактора

**М.М. КАҶОМОВ**

Главный секретарь

**ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ**

**М.И. ИЛОЛОВ**

академик НАНТ, доктор физико-математических наук, профессор

**М. ГАДОЗОДА**

кандидат физико-математических наук, доцент

**М.М. САДРИДДИНОВ**

кандидат физико-математических наук, доцент

**С.З. КУРБОНШОЕВ**

доктор физико-математических наук, профессор

**А.А. АБДУРАСУЛОВ**

кандидат физико-математических наук, профессор

**С.О. ОДИНАЕВ**

академик НАНТ, доктор физико-математических наук, профессор

**У. МАДВАЛИЕВ**

доктор физико-математических наук.

**Т.Х. САЛИХОВ**

доктор технических наук, профессор

**АНГЕЛ СМРИКАРОВ**

доктор наук, профессор (Болгария)

**Н. И. ЮНУСОВ**

кандидат технических наук, доцент

**С.А. НАБИЕВ**

кандидат технических наук, доцент

**У. Х. ДЖАЛОЛОВ**

кандидат технических наук, доцент

**А.А. КОСИМОВ**

кандидат технических наук, доцент

**А.Д. АҲРОРОВА**

доктор экономических наук, профессор

**М.К. ФАЙЗУЛЛОЕВ**

доктор экономических наук, доцент

**Х.А. ОДИНАЕВ**

доктор экономических наук, профессор

**Ф.М. ҲАМРОЕВ**

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

<b>МАТЕМАТИКА - MATHEMATICS</b> .....	<b>4</b>
<u><b>ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЕКТОРОВ ДЛЯ РАСЩЕПЛЕНИЯ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПРАВОЙ ЧАСТЬЮ</b></u> Садриддинов М.М. ....	4
<u><b>МОДЕЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ЗАВИСИМОСТИ СТАЦИОНАРНОГО СОСТОЯНИЯ НЕЛИНЕЙНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕДАХ</b></u> Нажмиддиниён А.М. ....	11
<u><b>УСТОЙЧИВОСТЬ РЕШЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ МЕТОДОМ ОПЕРАЦИОННЫХ ИСЧИСЛЕНИЙ</b></u> Курбаншоев <sup>1</sup> С.З. Якубов <sup>2</sup> Н.С. ....	17
<b>ФИЗИКА - PHYSICS</b> .....	<b>23</b>
<u><b>РЕЗОНАНСИ ТУНЕЛЛИРОНИИ МАВҶҶОИ ЭЛЕКТРОМАГНИТӢ ТАВАССУТИ МУҶИТИ ҒАЙРИЯКЧИНСА (ДАР МИСОЛИ ИОНОСФЕРА)</b></u> Ғаюров Ҳ.Ш. ....	23
<u><b>ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ 8916 РАДИОМЕТЕОРОВ, НАБЛЮДЕННЫХ В ГИСАО</b></u> Нарзиев М. <sup>1</sup> , Худжаназаров Х.Ф. <sup>1,2</sup> .....	28
<u><b>МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ СКАЛЯРНОГО НЕЛИНЕЙНОГО УРАВНЕНИЯ ШРЁДИНГЕРА</b></u> Содикова Х.М. ....	33
<u><b>ТАЪСИРИ МЕТАЛҶОИ ВАЗНИНУ ЗАРАРНОК (As, Ni, Pb) БА РАСТАНИИ МАЪМУЛТАРИНИ ДОРУВОРИИ ПУДИНА</b></u> Сайфутдинова Р.З., Абдурасулова Н.А., Шарипов С.Р., Юнусова С. ....	38
<b>ИНФОРМАТИКА, ТЕХНИКАИ ҲИСОББАРОР ВА ИДОРАКУНӢ - ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ - INFORMATICS, COMPUTER TECHNOLOGY AND MANAGEMENT</b> .....	<b>43</b>
<u><b>ТАТБИҚИ БИГРАММАҶО ДАР БАДАЛСОЗИИ ОБЪЕКТ БО ИСТИФОДАИ КАЛИДИ ДУКАРАТА</b></u> Ғафуров М.Ҳ., Қосимов А.А. ....	43
<b>ИҚТИСОД ВА ИДОРАКУНИИ ХОҶАГИИ ХАЛҚ - ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ - ECONOMICS AND MANAGEMENT OF THE NATIONAL ECONOMY</b> .....	<b>47</b>
<u><b>ПЛАТЕЖЕСПОСОБНЫЙ СПРОС НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ЭНЕРГИЮ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БИЗНЕСА</b></u> Ахорова А.Д., Камилова Н.М., Саидова Ш.Н. ....	47
<u><b>АНБОРҶОИ ДУТАРАФА ҲАМЧУН ТЕХНОЛОГИЯИ ОЯНДАДОР ДАР ЛОГИСТИКАИ ТАҚСИМОТӢ</b></u> Камолидинов Б. Т., Раҷабова Х. Ш. ....	57
<u><b>ХУСУСИЯТҶОИ ТЕХНОЛОГӢ ВА ТАШКИЛИИ ИСТЕҲСОЛОТИ СОХТМОНӢ ВА ТАЪСИРИ ОН БА ТАШКИЛИ БАҲИСОБГИРӢ</b></u> Икромова М.Х. ....	60
<u><b>ТАҶРИБАИ ҶАҶОНИИ ВОРИДОТИВАЗКУНИИ МАҲСУЛОТИ ҒИЗОӢ ВА ТАЪСИРИ ОН БА САТҶУ СИФАТИ НЕКӢАҲВОЛӢ ДАР ШАРОИТИ ҶАҶОНИШАВӢ</b></u> Тағоев Б.Д., Сафаров Н.У. ....	67

## МАТЕМАТИКА - MATHEMATICS

УДК 517.9

### ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЕКТОРОВ ДЛЯ РАСЩЕПЛЕНИЯ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПРАВОЙ ЧАСТЬЮ

Садриддинов М.М.

Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими

Линейные проекторы играют очень важную роль в теории дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами и широко использовались в работах Валеева К.Г., Курбаншоева С.З. и других. В статье использовано применение линейных проекторов для расщепления решений системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

Кроме того, результаты некоторых известных частных случаев изложены для сложных систем дифференциальных уравнений с аналитической правой частью и приведены конкретные примеры, иллюстрирующие данный метод.

**Ключевые слова:** блочная матрица, спектр матрицы, диагональная матрица, собственный вектор, экспоненциально-дихотомичный случай, аналитическая функция, линейные проекторы, матрица Грина.

### ИСТИФОДАБАРИИ ПРОЕКТОРХО БАРОИ ЧУДО КАРДАНИ СИСТЕМАИ МУОДИДАХОИ ДИФФЕРЕНЦИАЛӢ БО ТАРАФИ РОСТИ АНАЛИТИКӢ

Садриддинов М.М.

Проекторҳои ҳаттӣ дар назарияи муодилаҳои дифференсиалӣ бо коэффисентҳои доимӣ нақши хеле муҳим мебозанд, ки дар корҳои Валеев К.Г., Курбаншоев С.З ва дигарон ба таври васеъ истифода шудаанд. Дар мақола истифодаи проекторҳои ҳаттӣ барои чудо кардани ҳалли системаи муодилаҳои дифференсиалӣ бо коэффисентҳои доимӣ истифода мешаванд.

Инчунин, натиҷаҳои баъзе ҳолатҳои хусусӣ барои системаҳои мураккаби муодилаҳои дифференсиалии тарафи рости аналитикӣ оварда шуда, бо мисолҳои мушаххас шарҳ ёфтаанд.

**Калимаҳои калидӣ:** матритсаи катакӣ, спектри матритса, матритсаи диагоналӣ, векторҳои хос, ҳолати экспоненциалӣ-дихотомӣ, функсияи аналитикӣ, проекторҳои ҳаттӣ, матритсаи Грин.

### APPLICATION OF PROJECTORS FOR SPLITTING A SYSTEM OF DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH ANALYTICAL RIGHT SIDE

Sadriddinov M.M.

Linear projectors play a very important role in the theory of differential equations with constant coefficients and were widely used in the works of K.G. Valeev, S.Z. Kurbanshoev and others. The article uses the use of projectors to split solutions of a system of differential equations with constant coefficients. Therefore, the results of some well-known particles are presented for complex systems of differential equations with an analytical right-hand side and specific examples illustrating this method are given.

**Keywords:** block matrix, matrix spectrum, diagonal matrix, eigenvector, exponential-dichomic, analytic function, linear projectors, Green matrix.

**Введение.** Данное исследование проведено для конструктивных способов построения линейных проекторов. Линейные проекторы применены для расщепления решений системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами, которые введены в работах А. Пуанкаре, А.М. Ляпунова, Н.Н. Боголюбова, Ю.А. Митропольского, К.Г. Валеева и других. Кроме того, рассмотрены задачи свойства подпространства, изложен способ построения линейных проекторов с помощью спектрального расщепления матрицы, а также интерполяционный многочлен Лагранжа.

Цель работы. Целью работы является построение линейных проекторов с помощью спектрального расщепления матрицы и интерполяционного многочлена Лагранжа для нелинейных систем дифференциальных уравнений с аналитической правой частью. Приведены конкретные примеры, иллюстрирующие данный метод.

#### Методология и методы проведения работы

Результаты исследования построения линейных проекторов использованы для расщепления решений систем дифференциальных уравнений, а также рассмотрены конкретные примеры.

**Общие принципы:** Проведенное исследование позволяет найти голоморфные интегральные решения некоторых систем дифференциальных уравнений в области притяжения.

В основе всех последующих вычислительных алгоритмов лежит близость рассматриваемых систем дифференциальных уравнений к системе линейных уравнений с постоянными коэффициентами.

Рассмотрим систему дифференциальных уравнений с аналитической правой частью

$$\frac{dX(t)}{dt} = AX(t) + F(t), X(\tau) = X_0, t \in (a, b), \quad (1)$$

где  $F(t)$  - вектор-функция с кусочно-непрерывными переменными  $\varphi_1(t), \varphi_2(t), \dots, \varphi_m(t)$  и  $A$  - матрица порядка  $m \times m$ .

Полагаем, что вектор-функция  $F(t)$  непрерывной по  $t$  в области  $D$ :

$$\|X\| \equiv \max_{1 \leq j \leq m} |x_j| \leq p, \quad -\infty < t < +\infty.$$

Рассмотрим всевозможные случаи системы дифференциальных уравнений (1):

1. Пусть  $F(t) \equiv 0$ . Тогда система дифференциальных уравнений (1) с постоянными коэффициентами принимает вид

$$\frac{dX(t)}{dt} = AX(t), \quad A = const. \quad (2)$$

Решая систему уравнений (2) имеем фундаментальное нормированное решение в виде матрицы  $N(t, \tau)$ , нормирование которой при  $t = \tau$  удовлетворяет матричное уравнение

$$\frac{dN(t, \tau)}{dt} = AN(t, \tau), \quad N(t, \tau) = E.$$

Решая этого уравнение, получим:

$$N(t, \tau) = E + \int_{\tau}^t AN(s, \tau) ds,$$

где  $N(t, \tau)$  - матрица Коши [1-5]. Используем метод последовательных приближений для матрицы  $N(t, \tau)$  и получим матричный степенной ряд

$$N(t, \tau) = E + \frac{t-\tau}{1!} A + \frac{(t-\tau)^2}{2!} A^2 + \frac{(t-\tau)^3}{3!} A^3 + \dots + \frac{(t-\tau)^n}{n!} A^n + \dots$$

т.е., фундаментальную матрицу решений. Этот ряд легко сходится, так как получается из скалярного ряда

$$e^{(t-\tau)z} = 1 + \frac{t-\tau}{1!} z + \frac{(t-\tau)^2}{2!} z^2 + \frac{(t-\tau)^3}{3!} z^3 + \dots + \frac{(t-\tau)^n}{n!} z^n + \dots$$

заменой  $z$  на  $A$ . С помощью известной формулы

$$f(A) = f(\alpha_k) B_{k1} + f'(\alpha_k) B_{k2} + f''(\alpha_k) B_{k3} + \dots + f^{(m_k-1)}(\alpha_k) B_{km_k} \quad (k=1, 2, \dots, q)$$

для фундаментальной матрицы решений находим более аналитическое решение уравнения (2):

$$N(t, \tau) = e^{(t-\tau)A} = e^{\alpha_k(t-\tau)} B_{k1} + (t-\tau)e^{\alpha_k(t-\tau)} B_{k2} + \dots + (t-\tau)^{m_k-1} e^{\alpha_k(t-\tau)} B_{km_k}. \quad (3)$$

Формула (3) позволяет разложить формулу Коши на слагаемые с разным экспоненциальным дихотомичным поведением [1].

Далее используем начальные заданные условия для уравнения (2) и находим частное решение, которое имеет вид

$$X(t) = N(t, \tau) X_0 = e^{(t-\tau)A} X_0.$$

Теперь докажем, что иногда полезна обратная подстановка переменных в системе (2):

$$X(t) = B(t)Z(t), \quad (*)$$

где  $Z(t)$  - вектор,  $B(t)$  - матрицы порядка  $m \times m$ . Полученная система дифференциальных уравнений

$$\frac{dZ(t)}{dt} = CZ(t), \quad C = const \quad (4)$$

относительно  $Z(t)$  также является той же системой дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами (1). Используем проекторы  $P_k$  ( $k=1, 2, \dots, m$ ) матрицы  $A$  [1-3], находим матрицы замены  $B(t)$  в виде

$$B(t) = P_1 e^{i\varepsilon_1 t} + P_2 e^{i\varepsilon_2 t} + \dots + P_k e^{i\varepsilon_k t} \quad (k=1,2,\dots,q)$$

и в основе обратной ограниченной матрицы имеем:

$$B^{-1}(t) = B(-t) = P_1 e^{-i\varepsilon_1 t} + P_2 e^{-i\varepsilon_2 t} + \dots + P_k e^{-i\varepsilon_k t} \quad (k=1,2,\dots,q),$$

где  $B^{-1}(t) \cdot B(-t) = P_1 + P_2 + \dots + P_k = E$ . Дифференцируя вектор  $Z(t)$  и в силу замены (\*) получим:

$$\begin{aligned} \frac{dZ(t)}{dt} &= \frac{d}{dt} [B^{-1}(t)X(t)] = \frac{dB^{-1}(t)}{dt} B(t)Z(t) + B^{-1}(t)AB(t) = \\ &= -(i\varepsilon_1 P_1 + A)Z(t) - (i\varepsilon_2 P_2 + A)Z(t) - \dots - (i\varepsilon_k P_k + A)Z(t), \quad (k=1,2,\dots,q). \end{aligned}$$

В основные свойства проекторов и равенства (\*) из системы (4) для матрицы  $C$  получим:

$$\begin{aligned} C &= A - (i\varepsilon_1 P_1 + i\varepsilon_2 P_2 + \dots + i\varepsilon_k P_k) = [(\alpha_1 - i\varepsilon_1)B_{11} + B_{12}] + \\ &+ [(\alpha_2 - i\varepsilon_2)B_{21} + B_{22}] + \dots + [(\alpha_k - i\varepsilon_k)B_{k1} + B_{k2}], \quad (k=1,2,\dots,q), \end{aligned}$$

где матрица  $C$  имеет те же элементы, что и матрица  $A$ , но остальные собственные числа, равные  $\alpha_k - i\varepsilon_k$  ( $k=1,2,\dots,q$ ). При использовании равенства (\*) можем изменить мнимые части характеристических показателей и сделать их вещественными.

Аналогичным способом можно изменить вещественные части собственных чисел матрицы коэффициентов системы. В этом случае коэффициенты замены и обратной матрицы не будут равномерно ограничены при всех значениях  $t \in (-\infty, +\infty)$ .

Далее применим проекторы для расщепления системы дифференциальных уравнений (2) с постоянными коэффициентами. Пусть квадратная матрица  $A$  имеет  $m$  собственных векторов  $X_1, X_2, \dots, X_m$ , соответствующих собственным числам  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m$ . Вводя в систему (2) замену

$$X = TZ, \quad T = (X_1, X_2, \dots, X_m) \quad (**),$$

получим систему уравнений

$$\frac{dZ}{dt} = KZ, \quad K = T^{-1}AT,$$

где  $K$  - диагональная матрица. Отметим, что векторы  $X_1, X_2, \dots, X_m$  выбраны из каждого проектора  $P_1, P_2, \dots, P_m$  матрицы  $A$ . Предположим, что известны два проектора  $P_1$  и  $P_2$  матрицы  $A$  рангов  $q$  и  $(m-q)$  соответственно. Составим матрицу  $T$  таким образом. В качестве первых  $q$  столбцов выбираем  $q$  линейно независимых столбцов проектора  $P_1$ , а в качестве оставшихся  $(m-q)$  столбцов матрицы  $T$  берем  $(m-q)$  линейно независимых столбцов проектора  $P_2$ . Тогда в силу равенства (\*\*) и системы (2) получим:

$$\frac{dZ}{dt} = \begin{pmatrix} B_1 & 0 \\ 0 & B_2 \end{pmatrix} Z, \quad (5)$$

где матрицы  $B_1$  и  $B_2$  имеют порядок  $q \times q$  и  $(m-q) \times (m-q)$ . Если разобьем вектор  $Z$  на два вектора  $Z_1$  и  $Z_2$  с размерностью  $q$  и  $m-q$  соответственно, то система (5) распадается на две подсистемы

$$\frac{dZ_1}{dt} = B_1 Z_1, \quad \frac{dZ_2}{dt} = B_2 Z_2. \quad (6)$$

Пусть проекторы  $P_1$  и  $P_2$  матрицы  $A$  удовлетворяют условиям [1,2,4]

$$P_1 P_1 = P_1, \quad P_1 P_2 = 0, \quad P_1 + P_2 = E, \quad AP_k = P_k A \quad (k=1, 2),$$

то для системы (6) получим:

$$T = P_1 K_{10} + P_2 K_{20},$$

где ранг матрицы  $K_{10}$  и  $K_{20}$  равен  $q$  и  $m-q$  соответственно. Отметим, что в матрице  $K_{10}$  из первых  $q$  столбцов лишь один из элементов равен единице, а остальные столбцы являются нулевыми, а в матрице  $K_{20}$  первые  $q$  столбцов нулевые, а из остальных только лишь один из элементов равен единице.

Подставляя в равенства (\*\*) значения матрицы  $T$ , приходим к линейной системе дифференциальных уравнений

$$\frac{dZ}{dt} = BZ; \quad B = T^{-1}AT = T^{-1}P_1AK_{10} + T^{-1}P_2AK_{20}, \quad (7)$$

где  $X_1, X_2, \dots, X_m$  составляют столбцы матрицы  $T$ , а  $Y_1, Y_2, \dots, Y_m$  строки матрицы  $T^{-1}$ . Отметим, что  $Y_k X_k = \delta_{ks}, \delta_{ks} = 0, \delta_{kk} = 1, (k, s = 1, 2, \dots, m: k \neq s)$ .

Таким образом, из системы (7) получим расщепление системы дифференциальных уравнений (2) при использовании замены (\*\*):

$$T^{-1}P_1AK_{10} = \begin{pmatrix} B_1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad T^{-1}P_2AK_{20} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & B_2 \end{pmatrix}, \quad (8)$$

матрицы  $B_1$  и  $B_2$  имеют порядок  $q \times q$  и  $m - q \times m - q$  соответственно.

Введем в матрицу  $K_1$  порядка  $m \times q$ , которая получается из матрицы  $K_{10}$  вычеркиванием нулевых столбцов, а матрицу  $K_2$  порядка  $m \times (m - q)$ , которая получается из матрицы  $K_{20}$  вычеркиванием нулевых столбцов. Тогда из равенства (8) получим:

$$X = P_1K_1Z_1 + P_2K_2Z_2, \quad (9)$$

где матрицы  $P_1K_1$  и  $P_2K_2$  имеют тот же размер, которые имеют матрицы  $B_1$  и  $B_2$ , а ранг равный  $q$  и  $(m - q)$  соответственно.

Далее выберем  $q$  линейных независимых строк в проекторы  $P_1$  и  $P_2$ . Для этого подберем матрицу  $S_1$  порядка  $q \times m$  такую, чтобы ранг матрицы  $P_1K_1$  был равен  $q$  и матрица  $S_2$  порядка  $(m - q) \times m$ , такая, чтобы ранг матрицы  $P_2K_2$  был равен  $m - q$ . Наконец, выразим новые переменные через старые и в силу равенства (9) получим:

$$Z_1 = S_1P_1X, \quad Z_2 = S_2P_2X, \quad (10)$$

где элементы матрицы  $S_1$  и  $S_2$  могут быть отличными от единицы [3].

Пример 1. Решить систему дифференциальных уравнений

$$\frac{dX}{dt} = AX, \quad A = \begin{pmatrix} -3 & 1 & 1 \\ -8 & 2 & 3 \\ -1 & 1 & -1 \end{pmatrix}.$$

Решение. Составим характеристическое уравнение

$$\text{Det}(E\alpha - A) \equiv 0 \Rightarrow \alpha^3 + 2\alpha^2 + \alpha + 2 = 0$$

и находим все собственные числа матрицы  $A$ :  $\alpha_1 = -2, \alpha_2 = -i; \alpha_3 = i$ .

При  $\alpha_1 = -2$  находим проектор  $P_1$ . Для этого выберем функцию

$$f_1(\alpha) = \frac{1}{f(\alpha_1^2 + 1)}(\alpha^2 + 2) = \frac{1}{5}(\alpha^2 + 2) \text{ и получим:}$$

$$f_1(\alpha_1) = f_1(-2) = \frac{1}{5} \cdot ((-2)^2 + 1) = \frac{1}{5} \cdot 5 = 1,$$

$$f_1(\alpha_{2,3}) = \frac{1}{5} f_{2,3}(\pm i) = \frac{1}{5} \cdot ((\pm i)^2 + 1) = \frac{1}{5} \cdot (-1 + 1) = 0.$$

Подставляя в матрицу  $A$ , получим выражение

$$P_1 = f_1(A) = \frac{1}{5}(A^2 + E) = \frac{1}{5} \left[ \begin{pmatrix} -3 & 1 & 1 \\ -8 & 2 & 3 \\ -1 & 1 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} -3 & 1 & 1 \\ -8 & 2 & 3 \\ -1 & 1 & -1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \right] =$$



$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{5} \left[ \begin{pmatrix} 9-8-1 & -3+2+1 & -3+3-1 \\ 24-16-3 & -8+4+3 & -8+6-3 \\ 3-8+1 & -1+2-1 & -1+3+1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \right] = \\
 &= \frac{1}{5} \left[ \begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 \\ 5 & -1 & -5 \\ -4 & 0 & 3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \right] = \frac{1}{5} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 5 & 0 & -5 \\ -4 & 0 & 4 \end{pmatrix} = \frac{1}{5} \begin{pmatrix} 1 & 5 & -4 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -5 & 4 \end{pmatrix}.
 \end{aligned}$$

Находим второй проектор по формуле

$$P_2 = E - P_1 = \frac{1}{5} \begin{pmatrix} 4 & 0 & 1 \\ -5 & 5 & 5 \\ 4 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{5} \begin{pmatrix} 4 & -5 & 4 \\ 0 & 5 & 0 \\ 1 & 5 & 1 \end{pmatrix}.$$

В качестве введенных матриц  $S_1, S_2, K_1$  и  $K_2$  можно взять следующие

$$K_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}, K_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, S_1 = (1 \ 0 \ 0), S_2 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

В силу формулы (9) получим:

$$\begin{aligned}
 X &= P_1 K_1 Z_1 + P_2 K_2 Z_2 = \frac{1}{5} \begin{pmatrix} 1 & 5 & -4 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -5 & 4 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} Z_1 + \frac{1}{5} \begin{pmatrix} 4 & -5 & 4 \\ 0 & 5 & 0 \\ 1 & 5 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Z_2 \\ Z_3 \end{pmatrix} = \\
 &= \frac{1}{5} \begin{pmatrix} 0+5-0 \\ 0+0+0 \\ 0-5+0 \end{pmatrix} Z_1 + \frac{1}{5} \begin{pmatrix} 4-0+0 & 0-5+0 \\ 0+0+0 & 0+5+0 \\ 1+0+0 & 0+5+0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Z_2 \\ Z_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix} Z_1 + \begin{pmatrix} 0,8 & -1 \\ 0 & 1 \\ 0,2 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Z_2 \\ Z_3 \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

преобразует данную систему к расщепленному виду

$$\frac{dZ_1}{dt} = -2Z_1, \quad \frac{d}{dt} \begin{pmatrix} Z_2 \\ Z_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2 & -5 \\ 1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Z_2 \\ Z_3 \end{pmatrix}.$$

В силу формулы (10)

$$Z_1 = \frac{1}{5} (1 \ 0 \ 0) \cdot \begin{pmatrix} 1 & 5 & -4 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -5 & 4 \end{pmatrix} X = \frac{1}{5} (1 \ 5 \ -4) X = (0,2 \ 1 \ -0,8) X,$$

$$\begin{pmatrix} Z_2 \\ Z_3 \end{pmatrix} = \frac{1}{5} \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 4 & -5 & 4 \\ 0 & 5 & 0 \\ 1 & 5 & 1 \end{pmatrix} X = \frac{1}{5} \begin{pmatrix} 0 & 5 & 0 \\ 1 & 5 & 1 \end{pmatrix} X = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0,2 & 1 & 0,2 \end{pmatrix} X$$

данную систему преобразуем к расщепленному виду

$$\frac{dZ_1}{dt} = -2Z_1, \quad \frac{d}{dt} \begin{pmatrix} Z_2 \\ Z_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -3 & -5 \\ -2 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Z_2 \\ Z_3 \end{pmatrix}.$$

2. Пусть  $F(t) \neq 0$ . Возьмем два произвольных проектора  $P_1, P_2$  матрицы  $A$  разбивающих пространства  $L$  на два подпространства  $L_1, L_2$  с размерностями  $q$  и  $m-q$ . В силу системы дифференциальных уравнений (2), равенства (3) и свойства проекторов [4] получим:

$$G_{\sigma}(t, \tau) = e^{A(t-\tau)} P_1 (t > \tau); G_{\sigma}(t, \tau) = -e^{A(t-\tau)} P_2 (t < \tau), \quad (***)$$

где  $G_{\sigma}(t, \tau)$  называется матрица Грина [4-5].

Приведем без доказательства следующее

Теорема. Пусть в системе (1) спектр матрицы  $A_1$  лежит в круге  $|z| < 1$ . Тогда при выполнении условия

$$|F(t)e^{-\sigma t}| \leq m_1 \quad |X(t)e^{-\sigma t}| \leq m_2 \quad -\infty < t < +\infty$$

в области  $D$ , удовлетворяющее условие (\*\*\*) можно представить общим решением системы (1) в виде

$$X(t) = \int_a^t e^{A(t-\tau)} P_1 F(\tau) d\tau - \int_t^b e^{A(t-\tau)} P_2 F(\tau) d\tau, \quad (11)$$

которые определяются по формулам

$$X(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\sigma \tau} F(\tau) d\tau.$$

Это вытекает из сходимости интеграла

$$I = \int_{-\infty}^{+\infty} |G_{\sigma}(t, \tau) e^{-\sigma(t-\tau)} F(\tau)| d\tau < \infty.$$

Если в равенстве (11) предполагаем, что проекторы  $P_1 = P_2 = 0$ , то приходим к следующим формулам

$$X(t) = \int_a^t e^{A(t-\tau)} P_1 F(\tau) d\tau, \quad X(t) = -\int_t^b e^{A(t-\tau)} P_2 F(\tau) d\tau$$

в интервале  $(a, b)$ . Используя начальное условие для системы (1) находим частное решение, которое имеет вид:

$$X(t) = \int_a^b G(t, \tau) F(\tau) d\tau. \quad (12)$$

Формулу (12) легко можно проверить, если непосредственно дифференцируем по  $t$ .

**Замечание.** При  $t = \tau$  разрыв (I - рода) для матрицы Грина  $G(t, \tau)$  полагаем обычное представление [6]

$$G(t, \tau) = \frac{1}{2} G(\tau + 0, \tau) + \frac{1}{2} G(\tau - 0, \tau).$$

**Пример 2.** Для системы дифференциальных уравнений

$$\frac{dX(t)}{dt} = AX(t) + F(t); F(t) = \begin{bmatrix} \varphi_1(t) \\ \varphi_2(t) \end{bmatrix}; A = \begin{bmatrix} 4 & -12 \\ 1 & -3 \end{bmatrix}$$

найти общее решение.

**Решение.** Находим характеристические показатели 0 и 1. Матрица Коши имеет вид

$$e^{At} = e^t \begin{pmatrix} 4 & -12 \\ 1 & -3 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} -3 & 12 \\ -1 & 4 \end{pmatrix}.$$

Укороченная матрица Грина  $G_{0,0}(t, \tau)$ . определяется выражением

$$G_{0,0}(t, \tau) = e^{(t-\tau)} \begin{pmatrix} 4 & -12 \\ 1 & -3 \end{pmatrix} (t > \tau); G_{0,0}(t, \tau) = 0; (t < \tau).$$

Если выполнено условие  $4\varphi_1(t) - \varphi_2(t) \equiv 0$ , то ограниченному при  $-\infty < t < \infty$  вектору  $F(t)$  соответствует ограниченное решение  $X(t)$ , определяемое формулой (12)

$$X(t) = \int_{-\infty}^t e^{(t-\tau)} \begin{pmatrix} 4 & -12 \\ 1 & -3 \end{pmatrix} F(\tau) d\tau; \quad x_1(t) - 4x_2(t) \equiv 0.$$

**Литература**

1. Валеев К.Г., Жаутыков О.А. Бесконечные системы дифференциальных уравнений. – Алма-Ата: Наука, 1974, - 416 с.
2. Массера Х., Шеффер Х.Х. Линейные дифференциальные уравнения и функциональные пространства. – М.: Мир.-1970. -476 с.
3. Садриддинов М.М., Рустамбекова У.Р. Построение нелинейных проекторов для систем дифференциальных уравнений, содержащих малый параметр. //Политехнический «Вестник». Серия Инноватсия, интилект. №3 (53), 2022. –Душанбе: ТТУ имени акад. М.С. Осими, 2022. –С.4-11, ISSN 2520-2227
4. Хартман Ф. Обыкновенные дифференциальные уравнения. –М.: Мир, 1970. – 720 с
5. Валеев К.Г. Расщепление спектра матриц. –Киев: Высшая школа.-1986. -272 с.
6. Садриддинов М.М, Рустамбекова У.Р. Вычисление линейного оператора Грина. //Вестник Таджикского национального университета №1/1(192). Душанбе 2018г., – С. 42-49. ISSN 2413-452X.

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

TJ	RU	EN
Садриддинов Махмади Махмудович	Садриддинов Махмади Махмудович	Sadriddinov Mahmadi Mahmudovic,
Номзади илмҳои физ.-мат., дотсент	Кандидат физ.-мат. наук, доцент	Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Docent
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:mahmadi1972@yandex.ru">mahmadi1972@yandex.ru</a>		
0000-0003-0344-8524		

УДК:519.56(575.2)(043.3)

## МОДЕЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ЗАВИСИМОСТИ СТАЦИОНАРНОГО СОСТОЯНИЯ НЕЛИНЕЙНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕДАХ

Нажмиддиниён А.М.

Институт развития образования имени Абдурахмана Джами Академии образования Таджикистана

В статье предлагается модельное представление численной схемы решения зависимости распределения стационарной температуры от теплового потока в цилиндрической конденсированной среде. В соответствии с этим представленный результат позволил изучить изменения теплового потока и температуры в широком диапазоне температур и является распространенным методом по сравнению с другими методами. Основная идея представления моделей численных методов для системы уравнений состоит в замене постоянных функций и их производных в координатах, а также в граничных условиях их приближенными значениями в отдельных точках сетки. В результате такой замены системы функция дифференциальной стороны сводится к различению значений функции в отдельных дискретных точках. Система дифференциальных уравнений в результате таких преобразований заменяется эквивалентным соотношением в конечных разностях, решение которого зависит от выполнения простых алгебраических операций. Получены результаты зависимости плотности теплового потока от изменения температуры, которые качественно согласуются с имеющимися в литературе результатами.

*Ключевые слова:* температура, контур, тепловой поток, горение, взрыв, модель.

## МОДЕЛӢ ПЕШНИӢОДИ ӲАЛЛИ АДАДИИ ВОБАСТАГИИ ТАҚСИМОТИ ӲАРОРАТИ СТАЦИОНАРӢ АЗ СЕЛИ ГАРМӢ ДАР МУӲИТИ КОНДЕНСИИ СИЛИНДРӢ

Нажмиддиниён А.М.

Дар мақола моделӣ пешниҳоди намунавии тарҳи ададӣ барои вобастагии тақсими ҳарорати стационарӣ аз сели гармӣ дар муҳити конденсии силиндрӣ оварда шудааст. Мувофиқи ин, натиҷаи пешниҳодшуда имкон дод, ки тағирёбии сели гармӣ ва ҳарорат дар доираи васеи ҳарорат омӯхташавад ва дар муқоиса бо усулҳои дигар усули умумӣ мебошад. Идеи асосии модели пешниҳоди усулҳои ададӣ барои системаи муодилаҳо иборат аз иваз кардани функсияҳои доимӣ ва ҳосилаҳои онҳо дар координатҳо, инчунин шартҳои сарҳадӣ бо қимаҳои тахминии онҳо дар нуқтаҳои алоҳидаи турӣ мебошад. Дар натиҷаи чунин ивазкунии системаи муодилаҳои дифференсиалӣ бо шартҳои канори ба муодилаи фарқӣ ва қимати функсия дар нуқтаҳои алоҳидаи дискретӣ тағир меёбад. Системаи муодилаҳои дифференсиалӣ дар натиҷаи чунин тағирдиҳӣ бо таносуби эквивалентӣ ба фарқҳои охирик (ниҳой) иваз карда мешавад, ки ҳалли он ба иҷрои амалиётҳои оддӣ алгебравӣ вобаста аст. Натиҷаҳои вобастагии зичии ҷараёни гармӣ аз тағирёбии ҳарорат ба даст оварда шуданд, ки бо натиҷаҳои мавҷудаи адабии сифатан мувофиқат мекунад.

*Калимаҳои калидӣ:* ҳарорат, тарҳ, сели гармӣ, дарғри, тарқиш, модел.

## A MODEL REPRESENTATION OF THE NUMERICAL SOLUTION OF THE DEPENDENCE OF THE STATIONARY STATES OF THE NONLINEAR TEMPERATURE DISTRIBUTION IN CYLINDRICAL CONDENSED MEDIA

Nazhmiddiniyon A.M.

The article offers a model representation of a numerical scheme for solving the dependence of the distribution of stationary temperature on the heat flow in a cylindrical condensed medium. In accordance with this, the presented result made it possible to study changes in heat flow and temperature over a wide temperature range and is a common method compared to other methods. The main idea of presenting models of numerical methods for a system of equations is to replace constant functions and their derivatives in coordinates, as well as in boundary conditions with their approximate values at individual grid points. As a result of such a system replacement, the function of the differential side is reduced to distinguishing the values of the function at individual discrete points. The system of differential equations as a result of such transformations is replaced by an equivalent relation in finite differences, the solution of which depends on the performance of simple algebraic operations. The results of the dependence of the heat flux density on the temperature change are obtained, which are qualitatively consistent with the results available in the literature.

*Keywords:* temperature, contour, heat flow, gorenje, explosion, model.

**Введение.** Задача линейной устойчивости горения в современной форме, как задача на собственные значения линейного дифференциального оператора, сформулирована в [1], где рассмотрена устойчивость распространения одномерной волны горения в одноступенчатой адиабатической модели с равными коэффициентами диффузии топлива и температуропроводности. Задача на собственные значения соответствующего оператора сведена к уравнению Шрёдингера для нахождения уровней в одномерной потенциальной яме. Нижний уровень или основное состояние соответствующей квантовой системы имеет энергию равную нулю и совпадает с нулевой собственной модой задачи линейной устойчивости, связанной с трансляционной симметрией. Таким образом, было показано, что все остальные собственные значения положительны, что соответствует формулировке [1] устойчивым собственным значениям. Следовательно, для случая числа Льюиса, равного единице, волна горения устойчива. Этот же результат был получен в работе [2], где рассмотрена устойчивость волн

горения в одноступенчатой адиабатической модели. Система феноменологически описывается одним уравнением в частных производных для некоторой обобщенной переменной состояния. Подобный подход фактически эквивалентен случаю числа Льюиса, равного единице, рассмотренного в [1], где система модельных уравнений также сводится к одному уравнению для температуры.

Дальнейшее развитие исследований устойчивости волн горения связано с использованием приближения высокой энергии активации, которое в прикладной математике и механике обычно известно как метод сшивки асимптотических разложений [3,4]. Данный подход был впервые применен для анализа стационарных задач горения [5], где находится скорость распространения и структура адиабатического пламени во втором порядке по асимптотически малому параметру, обратной энергии активации, для случая произвольного числа Льюиса порядка единицы. Похожий анализ был проведен в [6] для случая твердого топлива. Однако в отличие от [4] в этой работе считается, что плотность и теплопроводность материала не константы, а функции температуры. Скорость пламени найдена во втором порядке асимптотического разложения. Неасимптотический случай исследован в [6], где во втором порядке асимптотического разложения получено уравнение, определяющее скорость пламени в зависимости от параметров модели, включая число Льюиса и коэффициент тепловых потерь.

В целом, следует отметить, что метод сшивки асимптотик позволяет математически строго исследовать свойства пламени в различных одноступенчатых моделях горения, последовательно формулируя и решая задачи в каждом порядке асимптотического разложения.

В связи с вышеизложенной задачей в работах [7,8] подробно рассматривается задача применения идеи теплового горения в теории переноса тепла в конденсированных средах. В этом наиболее важном направлении то, что невозможно было получить в виде аналитических приближенных выражений или увидеть экспериментально, позволило сделать компьютерное моделирование. Анализ результатов расчёта в фазовой плоскости показал, два существенных различных режима поведения системы вблизи предела теплового горения, сначала вещество прогревается, а потом температуры в различных точках системы выравниваются. Затем возникает саморазогрев в центре системы, который прогрессивно возрастает и приводит к воспламенению. Первый режим – теплое горение, а второй – зажигание.

Известно [9-11], что при наличии в среде неоднородного поля температур в ней обязательно происходит процесс переноса тепла. В соответствии со вторым началом термодинамики этот процесс осуществляется в направлении уменьшения температуры (из области с большой температурой в область с меньшей).

Для повышения точности расчетов обычно используются преобразования координат [12-14], сгущающие узлы разностной сетки в области больших градиентов, то есть априори использующие информацию о решении. При решении сложных задач такая информация зачастую отсутствует, поэтому желательно использовать такие преобразования координат, которые автоматически подстраивают узлы разностной сетки к решению. Преобразование, зависящее от вектора скорости, предложено в [12]. Подвижные разностные сетки, построенные на основе вариационного принципа, рассмотрены в [15, 16].

В настоящей заметке для численного исследования зависимости стационарного распределения теплового потока от температуры в цилиндрических конденсированных средах, записанных в произвольных ортогональных координатах, предлагается неявная разностная схема типа универсального алгоритма [17], реализуемая на подвижной разностной сетке [18]. Сочетание, безусловно, устойчивой разностной схемы и метода подвижных сеток позволяет существенно повысить точность расчетов [19, 20].

**Модельное представление численного решения стационарного состояния теплообмена в цилиндрических конденсированных средах.** Согласно работам [13-16], предположим, в цилиндрических переменных  $(T, q)$  происходит процесс концентрации реагирующего вещества. В рамках задач модельное представление теплообмена в стационарных цилиндрических фазовых переменных  $q, T$  осуществляется с помощью следующих математических формул:

$$\frac{dT}{dx} = -\frac{q}{\lambda}, \quad (1)$$

$$\frac{dq}{dx} = \varphi(T) - \frac{q}{x + \varepsilon}.$$

Рассмотрим разностную схему расщепления по физическим процессам и пространственным переменным методики работы [14,15]. После исключения дробных шагов в

$$\begin{cases} \frac{T_{k+1} - T_{k-1}}{2h} = -\frac{1}{\lambda} q_k, \\ \frac{q_{k+1} - q_{k-1}}{2h} = \varphi(T_k) - \frac{q_k}{x_k + \varepsilon}, \end{cases} \quad (k = 1, 2, \dots, n), \quad (2)$$

получим разностную схему типа универсального алгоритма

$$\begin{cases} T_{k+1} = T_{k-1} - \frac{2h}{\lambda} q_k, \\ q_{k+1} = q_{k-1} + 2h\varphi(T_k) - \frac{2h}{x_k + \varepsilon} q_k, \end{cases} \quad (k = 1, 2, \dots, n-1) \quad (3)$$

где  $\varepsilon$  – малый параметр. Разностная схема (3) аппроксимирует систему (1) с порядком  $O(h^2)$ .

Стабилизирующие системы

$$\begin{cases} q_k = \lambda \varepsilon_1, \\ \varphi(T_k) = \frac{1}{x_k + \varepsilon} q_k - \varepsilon_2, \end{cases} \quad k = 0, 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

назовем согласованными, если при  $k = 0, 1, 2, \dots, n$  определим особые точки в фазовой плоскости  $(T_k, q_k)$ , и несогласованными в противном случае. В этом случае на каждом шаге разностная схема (3) реализуется в следующем виде:

$$\frac{q_{k+1} - q_{k-1}}{T_{k+1} - T_{k-1}} = \frac{\lambda(x_k + x + 1)(\varepsilon_2 + \varphi(T_k)) - \lambda q_k}{(x_k + \varepsilon + 1)(\lambda \varepsilon_1 - q_k)}, \quad k = 1, 2, \dots, n. \quad (5)$$

При получении стационарного решения методом установления в качестве стабилизирующего оператора выбираются несогласованные стабилизирующие системы (4). Тогда, при  $\varepsilon_1 \neq \frac{q_k}{\lambda}$  стационарные точки  $T_k^*$  определяются из уравнения

$$(x_k + \varepsilon)(\varepsilon_2 + \varphi(T_k)) - q_k = 0.$$

Теперь рассмотрим реализацию схемы (3) на сетке фазовой плоскости  $(q_k, T_k)$ . Если дискретная система описывается разностным уравнением (5), тогда точка касательная к сетке фазовой траектории определяется выражением

$$\frac{\lambda(x_k + \varepsilon + 1)(\varepsilon_2 + \varphi(T_k)) - \lambda q_k}{(x_k + \varepsilon + 1)(\lambda \varepsilon_1 - q_k)} = M_k, \quad k = 1, 2, \dots, n, \quad (6)$$

где  $M_k$  – является коэффициентом теплопередачи в  $k$ -слое.

Из системы уравнения (6) можно получить значение сеточной функции

$$q_k = \frac{\lambda(x_k + \varepsilon)(M_k \varepsilon_1 - \varepsilon_2)}{M_k(x_k + \varepsilon) - \lambda} - \frac{\lambda \varphi(T_k)}{M_k(x_k + \varepsilon) - \lambda}, \quad k = 1, 2, \dots, n, \quad (7)$$

при  $M_k \neq \frac{\lambda}{x_k + \varepsilon}$ .

Согласно [14, 15], критическое условие для температуры горения или взрыва конденсированных сред в цилиндрической форме определяется из следующего выражения:

$$\varphi(T_k) = \varepsilon_2 - \frac{\lambda}{x_k + \varepsilon} \varepsilon_1.$$

Если ошибки дискретизации теплового потока и температуры удовлетворяют условию

$$\varepsilon_2 = \frac{\lambda}{x_k + \varepsilon} \varepsilon_1 \quad (k = 1, 2, 3, \dots), \text{ тогда}$$

$$\varphi(T_k) = 0 \quad (k = 1, 2, 3, \dots).$$

Найдем соотношение между шагами сетки для теплового потока, обеспечивающего одинаковую точность дискретизации его выражением (1) и (2). Тепловой поток в (1) и (2) имеет различное значение в координатной точке. Поэтому, имея в виду тот факт, что ошибки дискретизации должны удовлетворять тепловому потоку и температуре, запишем:

$$M_k \varepsilon_1 = \varepsilon_2.$$

Теперь найдем критическое условие для дискретной функции температуры горения. Для этого, подставляя дискретную функцию теплового потока  $q_k$  в виде (7) в систему уравнений (2), в результате имеем:

$$\begin{aligned} T_{k+1} &= T_{k-1} + \frac{2h(x_k + \varepsilon)}{M_k(x_k + \varepsilon) - \lambda} \left[ \varepsilon_2 - \frac{\lambda}{x_k + \varepsilon} \varepsilon_1 + \varphi(T_k) \right], \\ q_{k+1} &= q_{k-1} + \frac{2hM_k(x_k + \varepsilon)}{M_k(x_k + \varepsilon) - \lambda} \left[ \varepsilon_2 - \frac{\lambda}{x_k + \varepsilon} \varepsilon_1 + \varphi(T_k) \right]. \end{aligned} \quad (8)$$

Соотношения (8) образуют для всех внутренних узлов точек  $k$ -го слоя систему алгебраических уравнений  $(n - 1)$ -го порядка.

**Численный расчет.** Для ясного представления полученных результатов, используя выражение (8), проведем численный расчёт зависимости теплового потока и температуры от изменения точки на координатной оси  $Ox$  по ошибке дискретизации и малого параметра.

Результаты решения начальной задачи  $\frac{dT}{dx}|_{x=0} = 0, \quad q|_{x=0} = 0$  приведены в таблице 1 и рис. 1.

При проведении численных расчётов принимаем функцию  $\varphi(T) = \alpha_2 T \left( \frac{\alpha_1}{\alpha_2} - T^2 \right)$ , а значения

$\lambda, \alpha_1, \alpha_2$  были взяты из работы [21]:  $\rho = 500 \text{ кг/м}^3; \quad c_p = 2.39 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{K)}$ ;  
 $\alpha_1 = 2500 \text{ Вм/(м}^3 \cdot \text{K)}$ ;  $\alpha_2 = 0.005 \text{ Вм/(м}^3 \cdot \text{K}^3)$ ;  $\lambda = 0,2 \text{ Вт/(м} \cdot \text{K)}$ .

Таблица 1 – Результаты решения начальной задачи

x	0	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15	0.18	0.21	0.24	0.27	0.3
T	300.00	284.0000	267.9998	251.9993	235.9986	219.9976	203.9964	187.9950	171.9933	155.9914	139.9892
q	0	16.0000	32.0002	48.0007	64.0014	80.0024	96.0036	112.0050	128.0067	144.0086	160.0108

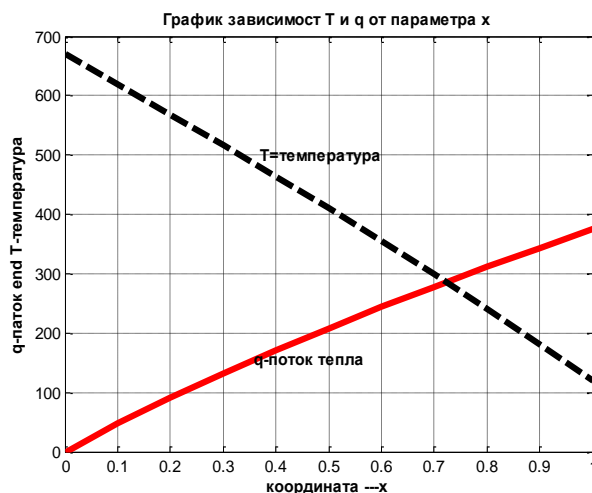


Рисунок 1 - Зависимость изменения значения теплового потока и температуры от размерности цилиндрической среды.

Как видно из рис. 1 а) в цилиндрической среде с ростом размеров тела плотность теплового потока возрастает почти линейно. Из рис. 1 б) следует, что с увеличением координаты тела ( $x$ ), её температура уменьшается приблизительно линейно. Чем больше параметр  $\varepsilon$ , тем круче температурное распределение. В точке ( $x=0.73; T=285K$ ) выполняются условия равновесия.

Таким образом, разностные системы (2) позволяют, как показывает анализ устойчивости, построить безусловно устойчивую разностную схему. Искусственно добавляя слагаемые  $\frac{I}{x_k + \varepsilon}$  в системы уравнений (1), аппроксимируем в узлах сетки оператора дифференцирования теплового потока и температуры без остаточных членов  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$ .

Для численного решения системы (1) рассмотрим разностную схему расщепления по физическим процессам и пространственным переменным вида (2). После исключения дробных шагов в (2) получим разностную схему типа универсального алгоритма (8).

**Заключение.** Разработан математический аппарат в виде разностных схем, отличающихся от известных ранее тем, что с их помощью можно решать существенно новые стационарные уравнения математической физики с переменным и постоянным коэффициентами.

Определены условия состояния равновесия теплового потока и температуры в фазовой цилиндрической среде, при которых тепловой поток и температура перемещают и разлагают область в устойчивую и неустойчивую. Разработаны алгоритмы и программы реализации разностных схем для численного решения уравнений горения в лагранжевых координатах, а также математические модели процессов горения в конденсированных средах в виде решения задач: тепловое горение в цилиндрическом теле, распространение тепла в плоской стене с учетом теплообмена в окружающей среде.

### Литература

1. Rosen, J. B. Combustion wave stability and flammability limits / J.B. Rosen // The Journal of Chemical Physics. – 1954. – Vol. 22, no. 4. – P. 750-751.
2. Zeldovich, Y. B. Theory of flame propagation / Y.B. Zeldovich, G.I. Barenblatt // Combustion and flame. – 1959. – Vol. 3. – P. 61-74.
3. Van Dyke, M. Perturbation methods in fluid mechanics / M. Van Dyke. – New York: Academic Press, 1964. – 229 p.
4. Bush, W. B. Asymptotic analysis of laminar flame propagation for general lewis numbers / W.B. Bush, F.E. Fendell // Combustion Science and Technology. – 1970. – Vol. 1. – P. 421-428.
5. Берман, В. С. Применение метода сращиваемых асимптотических разложений к расчету стационарного теплового распространения фронта экзотермической реакции в конденсированной среде / В.С. Берман, Ю.С. Рязанцев // Прикладная механика и техн. физика. – 1972. – № 5. – С. 106-112.
6. Joulin, G. Linear stability analysis of nonadiabatic flames: diffusional thermal model / G. Joulin, P. Clavin // Combustion and Flame. – 1979. – Vol. 35. – P. 139-153.
7. Андреев, И. А. Критические условия теплового взрыва для автокаталитической реакции горения с учетом теплопередачи [Текст] / И.А. Андреев, В.А. Соболев // Вестн. СамГУ. – 1996. – Спец. вып. – С. 37-42.
8. Самарский, А. А. Вычислительная теплопередача [Текст] / А.А. Самарский, П.Н. Вабищевич. – М.: Эдиторнал УРСС, 2003. – 784 с.
9. Байков, В.И. Теплофизика. Т.1. Термодинамика, статистическая физика, физическая кинетика / В.И. Байков, Н.В. Павлюкевич // -Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси. -2013.-400с.
10. Байков, В.И. Теплофизика. Т.2. Термодинамика необратимых процессов, теория конвективного теплообмена, перенос энергии теплового излучения, процессы переноса и фазовые превращения в твердых телах / В. И. Байков, Н. В. Павлюкевич, А. К. Федотов, А. И. Шнип // – Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси. -2014. – 370 с.
11. Шашков, А.Г. Волновые явления теплопроводности / А.Г. Шашков, В.А. Бубнов, С.Ю. Яновский // -М: УРСС. -2004. -298 с.
12. Джураева, Г.Х. Исследование математических моделей и соответствующих краевых задач с сингулярными коэффициентами. / Г.Х. Джураева // -Душанбе: ЭР-граф. -2021.-100с.
13. Джураев, Х.Ш. Математическое моделирование нелинейных явлений стационарной теплопроводности / Х.Ш. Джураев, А.М. Наджмиддинов // -Душанбе: Ирфон. -2017. -120 с.



14. Джураев, Х.Ш. Модельное представление численного решения зависимости стационарного распределения температуры от теплового потока в конденсированных средах /Х.Ш. Джураев, А.М. Наджмиддиниён, Д.К. Солихов // Материалы Республиканской научно-практической конференции на тему «Математические и компьютерные моделирование физических процессов», посвященной 20-летию изучения и развития естественных, точных и математических дисциплин в сфере науки и образования (9 февраля 2023 года). –Душанбе: ТНУ. -2023. -320 с. (-С.40-46).

15. Джураев, Х.Ш. Стационарного распределения температуры от теплового потока в среде плоской формы разностным методом /Х.Ш. Джураев, А.М. Наджмиддиниён // Материалы республиканской научно-практической конференции «Значение физической науки в развитии современной техники и технологии», посвященной 20-летию изучения и развития естественных, точных и математических дисциплин в сфере науки и образования (9 февраля 2023 г.). –Худжанд: Дабир. -2023. -599 с.(-С.55-62).

16. Джураев Х.Ш. Модельное представление численного решения зависимости стационарного распределения температуры от теплового потока в конденсированных средах /Х.Ш. Джураев, А.М. Наджмиддиниён, Д.К. Солихов //Вестник Дангаринского государственного университет. Серия естественных наук. -2023. -№1. –С.

17. Самарский, А. А. Теория разностных схем / А.А. Самарский. – М.: Наука, 1983. – 616 с.

18. Самарский, А. А. Вычислительная теплопередача / А.А. Самарский, П.Н. Вабищевич. – М.: Эдиторнал УРСС, 2003. – 784 с.

19. Алиев, Б. Разностный аналог метода прогонки для сингулярно-возмущенных обыкновенных дифференциальных уравнений четвёртого порядка / Б. Алиев, Г.Х. Джураева // Докл. АН Респ. Таджикистан. – 2013. – Т. 56, № 2. – С.107-112.

20. Джураев, Х. Ш. Разностные схема для обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка с сингулярными точками / Х.Ш. Джураев, А.М. Наджмиддинов // Инновации и инвестиции. – 2014. – № 5. – С. 181-183.

21. Гришин, А. М. Типы решений одной нелинейной краевой задачи и их устойчивость / А.М. Гришин // Теория функций и дифференциальные уравнения. – Саратов, 1966. – С. 44-51.

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

TJ	RU	EN
Начмиддиниён Асадулло Мирзо	Наджмиддиниён Асадулло Мирзо	Najmiddiniyon Asadullo Mirzo
Номзади илмҳои физика ва математика, дотсент, директори Пажухишгоҳи рушди маориф ба номи А. Ҷомии	Кандидат физико-математических наук, доцент, директор Института развития образования имени А.Джами	Candidate of physical and mathematical sciences, associate professor, Director of the Institute of the Development of Education named after Abdurakhman Jami of the Academy of Education of Tajikistan
Пажӯҳишгоҳи рушди маориф ба номи Абдурахмони Ҷомии академияи таҳсилоти тоҷикистон	Институт развития образования имени Абдурахмана Джами Академии образования Таджикистана	Institute for Educational Development named after Abdurakhman Jami of the Academy of Education of Tajikistan
Email: <a href="mailto:asadullo-tj@mail.ru">asadullo-tj@mail.ru</a>		
Тел: (+992) 939-12-72-72		

УДК 519.217

## УСТОЙЧИВОСТЬ РЕШЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ МЕТОДОМ ОПЕРАЦИОННЫХ ИСЧИСЛЕНИЙ

Курбаншоев<sup>1</sup> С.З. Якубов<sup>2</sup> Н.С.

<sup>1</sup>Российско-Таджикский славянский Университет

<sup>2</sup>Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими

В работе излагается достаточно полная теория линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами и запаздываниями аргумента, которые являются линейными функциями аргумента. Изучаются аналитические свойства решений, их изображений по Лапласу [1], представимость решений и их изображений в виде определенных рядов. Выделен особо наиболее простой случай, когда запаздывания прямо пропорциональны аргументу. Большое внимание уделено вопросам устойчивости решений. Предлагаемую теорию можно, например, использовать при изучении непрерывного управления удаляющимися объектами с расстояний, когда запаздыванием нельзя пренебречь. Приведены конкретные примеры, иллюстрирующие данный метод.

**Ключевые слова:** дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами, запаздывания аргумента, устойчивость решений, элементы матрицы, экспоненциальные функции, функции комплексного переменного, условия Дирихле.

## УСТУВОРИИ ҲАЛЛИ МУОДИЛАҲОИ ДИФФЕРЕНЦИАЛИИ ХАТӢ БО УСУЛИ ҲИСОБҲОИ АМАЛИЕТӢ

Курбаншоев С.З. Якубов Н.С.

Дар мақола назарияи мукаммали системаи муодилаҳои дифференсиалии хатӣ бо коэффитсиентҳои доимӣ ва аргументҳои таъхир, ки функсияи хатӣ аз аргумент мебошанд, оварда шудааст. Хусусиятҳои аналитикии ҳалли онҳо тибқи тасвири Лаплас [1] дар намуди қатори дараҷагӣ оварда шуда, дар ҳолати таъхири асли ба аргументи тасвир мутаносиби роста мебошад, дида баромада шудааст. Натиҷаи ҳосилшударо дар мисоли омӯзиши объектҳои идорашавандаи бефосила аз масофа дуршаванда беназардошти таъхир истифода мешавад, ки бо мисолҳои мушаххас шарҳ ёфтаанд.

**Калимаҳои калиди:** муодилаҳои дифференсиалии бо коэффитсиентҳои доимӣ, аргументҳои таъхирӣ, ҳалли устуворӣ, элементҳои матрица, функсияҳои экспоненциалӣ, функсияи тағйирёбандаи комплексӣ, шартҳои Дирихле.

## STABILITY SOLUTION LINEAR DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH THE METHOD OF OPERATIONAL CALCULUS

Z.S. Kurbanshoeff., N.S. Yakubov.

The article outlines a fairly complete theory of linear differential equations with constant coefficients and delays of the argument, which are linear functions of the argument. The analytical properties of solutions and their images according to Laplace [1], the representability of solutions and their images in the form of certain series are studied. The simplest case is highlighted, when the delays are directly proportional to the argument. Much attention is paid to the sustainability of solutions. The proposed theory can, for example, be used in the study of continuous control of receding objects from distances, when the delay cannot be neglected. Specific examples this method are given.

**Key words:** differential equations with constant coefficients, argument delays, stability of solutions, matrix elements, exponential functions, functions of a complex variable, Dirichlet conditions

### Введение

Во многих областях естествознания широко используются нелинейные дифференциальные уравнения и разностные уравнения. Важной задачей качественного исследования дифференциальных уравнений является задача об устойчивости решений. При исследовании устойчивости движения с помощью численных методов также существенен вопрос о понижении порядка системы разностных уравнений.

**1. Обозначения.** Будем обозначать соответствие между функцией  $y(t)$ ,  $t \geq 0$ , где  $|y(t)| < M \exp\{bt\}$ ,  $b - const$ , и ее изображением по Лапласу следующим образом:

$$f(p) \rightarrow y(t), y(t) \leftarrow f(p), f(p) = \int_0^{\infty} e^{-pt} y(t) dt. \quad (1)$$

Мы часто будем рассматривать случай, когда  $y(t) \neq 0$  при  $t < 0$ . За норму вектора  $Y = (y_1, y_2, \dots, y_m)$ , будем принимать

$$|Y| = \max_j |y_j| \quad (j = 1, 2, \dots, m) \quad (2)$$

За норму матрицы  $A = \|a_{sj}\|_1^m$  соответственно (2) примем

$$|A| = \max \sum_{j=1}^m |a_{sj}| \quad (s = 1, 2, \dots, m) \quad (3)$$

В статье существенно используется следующее свойство преобразования Лапласа [1]. Пусть  $f(p) \rightarrow y(t), (t \geq 0)$  и  $y(t) \equiv \varphi(t)$ , при  $t \in [-\beta, 0) (\beta > 0)$ . Заданная функция  $\varphi(t)$  удовлетворяет условиям Дирихле при  $t \in [-\beta, 0)$ . Совершая замену  $\tau = t - \alpha t - \beta$ , получим при  $0 \leq \alpha < 1, \beta \geq 0$

$$\int_0^{\infty} e^{-pt} y(t - \alpha t - \beta) dt = \frac{1}{1 - \alpha} \exp\left\{-\frac{p\beta}{1 - \alpha}\right\} \cdot \int_{-\beta}^{\infty} y(\tau) \exp\left\{-\frac{p\tau}{1 - \alpha}\right\} d\tau, \quad (4)$$

или

$$y(t - \alpha t - \beta) \leftarrow \frac{1}{1 - \alpha} \exp\left\{-\frac{p\beta}{1 - \alpha}\right\} \cdot \left[ f\left(\frac{p}{1 - \alpha}\right) + \int_{-\beta}^{\infty} y(\tau) \exp\left\{-\frac{p\tau}{1 - \alpha}\right\} d\tau \right].$$

Свойство позволяет находить изображения функций с линейным запаздыванием аргумента.

**Построение частного решения.** В случае неоднородной части  $\Phi(t)$  вида

$$\Phi(t) = \sum_{j=1}^{\lambda} C_j t^{v_j} e^{\omega_j t}, \quad Q(p) = \sum_{j=1}^{\lambda} C_j v_j! (p - \omega_j)^{-v_j - 1}. \quad (5)$$

Для построения частного решения следует найти оригинал для полюсов в точках  $\omega_j (j = 1, 2, 3, \dots, \lambda)$  и точках, соответствующих числам  $\omega_j$ , умноженным на всевозможные произведения чисел  $\alpha_{qk} (q = 1, 2, 3, \dots, l, k = 0, 1, 2, \dots, n)$ .

**Пример 1.** Найдем частное решение системы уравнений порядка  $m$

$$\frac{d}{dt} Y(t) + AY(t) - BY(\alpha t - \beta) = Ce^{\mu t}. \quad (6)$$

Для простоты положим  $Y(t) \equiv 0$  при  $t \in [-\beta, 0]$ . Пусть собственными числами матрицы  $A$  являются  $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_m$ ,  $\mu$  – нерезонансное число, т.е.

$$\rho_j \alpha^k \neq \mu \quad (j = 1, 2, \dots, m, k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots). \quad (7)$$

Для изображения  $F(p) \rightarrow Y(t)$  уравнение

$$\sum_{q=0}^l \sum_{k=0}^n A_{qk} (\alpha_{qk})^{-k-1} \exp\left\{-\frac{p\beta_{qk}}{\alpha_{qk}}\right\} p^k F\left(\frac{p}{\alpha_{qk}}\right) = Q(p) + \sum_{q=0}^l \sum_{k=1}^n A_{qk} \Psi_{qk}(p)$$

имеет вид

$$(Ep + A)Fp = C(p - \mu)^{-1} + \alpha^{-1} B e^{-\frac{\beta p}{\alpha}} F\left(\frac{p}{\alpha}\right). \quad (8)$$

Умножая (2) слева на  $(Ep + A)^{-1}$ , последовательными приближениями получим

$$\begin{aligned} F(p) &= (Ep + A)^{-1} C (Ep - A)^{-1} + (Ep + A)^{-1} B \left(E \frac{p}{\alpha} + A\right)^{-1} C (p - \alpha\mu)^{-1} e^{-\frac{\beta p}{\alpha}} + \\ &+ (Ep + A)^{-1} B \left(E \frac{p}{\alpha} + A\right)^{-1} B \left(E \frac{p}{\alpha^2} + A\right)^{-1} C (p - \alpha^2\mu)^{-1} e^{-\frac{\beta p}{\alpha} - \frac{\beta p}{\alpha^2}} + \\ &+ (Ep + A)^{-1} B \left(E \frac{p}{\alpha} + A\right)^{-1} B \left(E \frac{p}{\alpha^2} + A\right)^{-1} B \left(E \frac{p}{\alpha^3} + A\right)^{-1} C (p - \alpha^3\mu)^{-1} e^{-\frac{\beta p}{\alpha} - \frac{\beta p}{\alpha^2} - \frac{\beta p}{\alpha^3}} + \end{aligned} \quad (9)$$

Учитывая полюсы  $F(p)$  лишь в точках  $\mu, \alpha\mu, \alpha^2\mu, \alpha^3\mu$ , находим оригинал  $Y^*(t)$ , частное решение (6)

$$Y^*(t) = (E\mu + A)^{-1}Ce^{\mu t} + (E\mu\alpha + A)^{-1}B(E\mu + A)^{-1}Ce^{\mu(\alpha t - \beta)} \cdot \eta\left(t - \frac{\beta}{\alpha}\right) +$$

$$+ (E\mu\alpha^2 + A)^{-1}B(E\mu\alpha + A)^{-1}B(E\mu + A)^{-1}Ce^{\mu(\alpha^2 t - \alpha\beta - \beta)} + \eta\left(t - \frac{\beta}{\alpha} - \frac{\beta}{\alpha^2}\right) + \dots \quad (10)$$

Частное решение  $Y^*(t)$  имеет разрывы первого рода в точках  $\tau_0, \tau_1 = \frac{\beta}{\alpha}, \tau_2 = \frac{\beta}{\alpha} + \frac{\beta}{\alpha^2}, \tau_3 = \frac{\beta}{\alpha} + \frac{\beta}{\alpha^2} + \frac{\beta}{\alpha^3}, \dots$ . Ряд (10) сходится, если  $\chi \equiv |A^{-1}B| < 1$ .

**Устойчивость решений.** Рассмотрим однородные системы уравнений

$$\sum_{q=0}^l \sum_{k=0}^n A_{qk} \frac{d^k Y}{dt^k}(\alpha_{qk} t) = \Phi(t), \quad (11)$$

$$\sum_{q=0}^l \sum_{k=0}^n A_{qk} \frac{d^k Y}{dt^k}(\alpha_{qk} t - \beta_{qk}) = \Phi(t) \quad \Phi(t) \equiv 0. \quad (12)$$

Из теорем 5, [8] следует теорема.

**Теорема 1.** Для однородных систем уравнений(11),(12) выполнено условие  $\chi < 1$ .

1) Нулевые решения систем (11),(12) устойчивы, если  $\text{Re } \rho_j < 0$  ( $j = 1, 2, \dots, mn$ ), где  $\rho_j$  – корни уравнения  $\text{Det } L_0(p) = 0$ .

2) Нулевые решения неустойчивы, если хоть для одного корня  $\rho_j$  – имеем  $\text{Re } \rho_j > 0$ .

3) Пусть  $\text{Re } \rho_j \leq 0$ . Для простоты будем считать, что

$$\text{Re } \rho_j = 0 (j = 1, 2, \dots, n^*) \text{Re } \rho_j < 0 (j = n^* + 1, \dots, m \times n). \quad (13)$$

Если а)  $\rho_s \neq \rho_j$  ( $s, j = 1, 2, \dots, n^* s \neq j$ ) и б) отношения  $\rho_s \rho_j^{-1}$  ( $s, j = 1, 2, \dots, n^* s \neq j$ ) не могут быть представлены в виде произведения чисел  $\alpha_{qk}$  ( $k = 0, 1, 2, \dots, n, q = 1, 2, \dots, l$ ) то нулевые решения систем (11), (12) устойчивы. Если а) или б) не выполнены, то нулевые решения (11), (12) могут быть неустойчивы. Они действительно неустойчивы, если изображение  $F(p)$  имеет на мнимой оси полюсы порядка выше первого.

**Замечание 1.** Если хоть для одного корня  $\rho_j$  – имеем  $\rho_j = 0$ , то из  $\det A_{00} \neq 0, \sum_{q=1}^l |A_{00}^{-1} \cdot A_{q0}| < 1$ ,

$\chi = \overline{\lim}_{p \rightarrow 0} \sum_{q=1}^l \sum_{k=0}^n |K_{qk}(p)| \alpha_{qk}$  найдем, что  $\chi = \infty$  при  $A_{q0} \neq 0$ .

**Пример 2.** Рассмотрим устойчивость решений уравнения при  $0 < \alpha < 1$

$$\frac{d^2 y(t)}{dt^2} + c \frac{dy}{dt}(\alpha t) + \mu^2 y(t) = 0, \quad y(0) = y_0, \quad \frac{dy(0)}{dt} = y_0^{(1)}. \quad (14)$$

Для изображения  $f(p) \rightarrow y(t)$  найдем из  $F(p) = \Omega(p) + \sum_{q=1}^l \sum_{k=0}^n K_{qk}(p) \Omega(\gamma_{qk} p) \quad \gamma_{qk} \equiv \frac{1}{\alpha_{qk}}$

$$f(p) = \frac{\alpha^{-1} y_0 + p y_0 + y_0^{(1)}}{p^2 + \mu^2} - \frac{cp}{\alpha^2 (p^2 + \mu^2)} f\left(\frac{p}{\alpha}\right). \quad (15)$$

Так как  $\chi = 0$ , применима теорема 14. Решения уравнения (106) устойчивы при любом конечном  $c$ . Это свойство пропадает при  $\alpha = 1$ . Из имеем что  $y(t)$  – целая почти периодическая функция  $t$ . Из

теоремы Бора [4] получаем, что все нули целой функции  $y(t)$  лежат в некоторой конечной полосе вдоль действительной оси.

**Пример 3.** Решения системы уравнений

$$\frac{d^2 y_1(t)}{dt^2} + \omega_1^2 y_2(t) + \gamma_1 y_2(\alpha t) = 0 \quad (16)$$

$$\frac{d^2 y_2(t)}{dt^2} + \omega_2^2 y_1(t) + \gamma_2 y_1(\beta t) = 0$$

при  $\chi < 1$ , где

$$\chi = \max \left\{ \left| \frac{\gamma_1}{\omega_1^2} \right|, \left| \frac{\gamma_2}{\omega_2^2} \right| \right\}, \quad (17)$$

устойчивы, если выполнены соотношения

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} \neq (\alpha\beta)^k \beta, \quad \frac{\omega_2}{\omega_1} \neq (\alpha\beta)^k \alpha \quad (k = 0, 1, 2, \dots). \quad (18)$$

Если  $\gamma_1 \neq 0, \gamma_2 \neq 0$  и одно из соотношений (18) нарушено, то решения системы (16) неустойчивы.

Интересен вопрос о соответствии устойчивости решений систем (11), (12) с системами, где положено  $\alpha_{qk} \equiv 1$  ( $k = 0, 1, 2, \dots, n, q = 1, 2, \dots, l$ ).

Пример 2 показывает, что при  $c < 0, \alpha = 1$  решения (14) неограничены, а при  $c < 0, 0 < \alpha < 1$  ограничены при  $t \geq 0$ . Возможен и обратный случай, как в примерах 3 и 4.

**Пример 4.** Рассмотрим уравнение с  $\chi > 1$

$$\frac{d^3 y_1(t)}{dt^3} + \omega_1^2 \frac{dy(t)}{dt} + \mu \frac{dy(\alpha t)}{dt} = 0, \quad (19)$$

где  $\mu < \omega^2$ , но  $\chi = \omega^{-2} \alpha^{-1} \mu > 1$ , т.е.  $\mu > \omega^2 \alpha$ . Если положить  $\frac{dy}{dt}(t) \equiv z(t)$ , то для  $z(t)$  получим дифференциальное уравнение

$$\frac{d^2 z(t)}{dt^2} + \omega^2 z(t) + \mu z(\alpha t) = 0 \quad \omega^2 > \mu, \quad (20)$$

решение которого будет почти периодической целой функцией  $t$  [4].

Так как разложение в ряд Фурье функции  $y(t) = \int z(t) dt$  уже не сходится ( $\chi > 1$ ), то по известной теореме Боля  $y(t)$  является неограниченной функцией  $t$  при  $t \rightarrow \pm\infty$ . При  $\alpha = 0$  решения (19) устойчивы. При  $\chi < 1$  запаздывания  $\beta_{qk}$  в (12) не влияют на устойчивость решений. При исследовании устойчивости системы (12) можно считать  $\beta_{qk} \equiv 0$ . Обращаем внимание на то, что в системе (12) запаздывание  $\beta_{qk} \neq 0$  не входит в члены уравнения, где  $\alpha_{qk} \equiv 1$ .

**Некоторые обобщения.** К системе уравнений (12) сводится система уравнений

$$\sum_{q=0}^l \sum_{k=0}^n A_{qk} z^k \frac{d^k X}{dz^k} (\delta_{qk} z^{\alpha_{qk}}) = \Phi(z), \quad (21)$$

где

$$\delta_{qk} \equiv 1, \alpha_{qk} \equiv 1, 0 < \alpha_{qk} \leq 1, 0 < \alpha_{qk} < 1 \quad (k = 0, 1, 2, \dots, n, q = 1, 2, 3, \dots, l), \quad (22)$$

матрицы  $A_{qk}$  удовлетворяют условиям  $A_{0n} \equiv E, \sum_{q=1}^l |A_{qn}(\alpha_{qn})^{-n-1}| < 1$ . При  $\delta \leq z \leq 1$ , где  $\delta = \min_{q,k} \{\delta_{qk}\}$ ,

определены начальные условия, функция  $\Theta^{(j)}(z)$ ;

$$X(z) \equiv \Theta^{(0)}(z), \dots, \frac{d^n X(z)}{dz^n} \equiv \Theta^{(n)}(z). \quad (23)$$

Функции  $\Theta^{(j)}(z)$  удовлетворяют условиям Дирихле при  $\delta \leq z \leq 1$ , а в точке  $z=1$  системе уравнений (21). Правая часть  $\Phi(z)$  (21) имеет вид

$$\Phi(z) = \sum_{j=1}^{\lambda} C_j (\ln z)^{\gamma_j} z^{\omega_j}. \quad (24)$$

Совершим в (21) замену независимого переменного:  $z = e^t$ ,

$$X(t) \equiv X(e^t) \equiv Y(t), \quad (25)$$

$$X(\delta_{qk} z^{\alpha_{qk}}) = X(e^{t\alpha_{qk} + \ln \delta_{qk}}) = Y(\alpha_{qk} t - \beta_{qk}), \quad \beta_{qk} = -\ln \delta_{qk}.$$

Система уравнений (21) принимает вид системы (12).

**Пример 5.** Найдем решение дифференциального уравнения

$$z \frac{dx(z)}{dz} + \mu x(z) = \gamma x(\sqrt{z}), \quad x(1) = 1. \quad (26)$$

Замена  $z = e^t$ ,  $x(e^t) \equiv y(t)$  приводит к уравнению

$$\frac{dy(t)}{dt} + \mu y(t) = \gamma y\left(\frac{1}{2}\right), \quad y(0) = 1. \quad (27)$$

Умножаем его на  $e^{-pt}$  и интегрируем по  $t$  в пределах от 0 до  $+\infty$ . Для  $f(p) \xrightarrow{\cdot} y(t)$  получаем уравнение

$$pf(p) + \mu f(p) = 1 + 2\gamma f(2p). \quad (28)$$

Методом последовательных приближений находим изображение  $f(p)$ :

$$f(p) = \frac{1}{p + \mu} + \frac{2\gamma}{p + \mu} + \frac{1}{2p + \mu} + \frac{2\gamma}{p + \mu}, \frac{2\gamma}{2p + \mu}, \frac{1}{4p + \mu} + \dots. \quad (29)$$

Предполагая, что  $\chi = |\gamma\mu^{-1}| < 1$ , найдем оригинал  $y(t)$  в разложении по экспоненциальным функциям

$$y(t) = A_0 \left( e^{-\mu t} + \frac{\gamma}{\mu \left(1 - \frac{1}{2}\right)} e^{-\frac{\mu}{2} t} + \frac{\gamma^2}{\mu^2 \left(1 - \frac{1}{2}\right) \left(1 - \frac{1}{2^2}\right)} e^{-\frac{\mu}{2^2} t} + \frac{\gamma^3}{\mu^2 \left(1 - \frac{1}{2}\right) \left(1 - \frac{1}{2^2}\right) \left(1 - \frac{1}{2^3}\right)} e^{-\frac{\mu}{2^3} t} \dots \right), \quad (30)$$

где

$$A_0 = 1 + \frac{2\gamma}{\mu} \frac{1}{1-2} + \left(\frac{2\gamma}{\mu}\right)^2 \frac{1}{1-2} \cdot \frac{1}{1-2^2} + \left(\frac{2\gamma}{\mu}\right)^3 \frac{1}{1-2} \cdot \frac{1}{1-2^2} \cdot \frac{1}{1-2^3} + \left(\frac{2\gamma}{\mu}\right)^4 \frac{1}{1-2} \cdot \frac{1}{1-2^2} \cdot \frac{1}{1-2^3} \cdot \frac{1}{1-2^4} \quad (31)$$

Подставляя  $t = \ln z$ , находим решение уравнения (26)

$$x(z) = A_0 \left( z^{-\mu} + \frac{\gamma}{\mu \left(1 - \frac{1}{2}\right)} z^{-\frac{\mu}{2}} + \frac{\gamma^2}{\mu^2 \left(1 - \frac{1}{2}\right) \left(1 - \frac{1}{2^2}\right)} z^{-\frac{\mu}{4}} + \frac{\gamma^3}{\mu^2 \left(1 - \frac{1}{2}\right) \left(1 - \frac{1}{2^2}\right) \left(1 - \frac{1}{2^3}\right)} z^{-\frac{\mu}{8}} + \frac{\gamma^4}{\mu^2 \left(1 - \frac{1}{2}\right) \left(1 - \frac{1}{2^2}\right) \left(1 - \frac{1}{2^3}\right) \left(1 - \frac{1}{2^4}\right)} z^{-\frac{\mu}{16}} + \dots \right) \quad (32)$$

Ряд (26) сходится при  $\chi < 1$ . В общем случае можно получить решение в виде ряда по степеням логарифмической функции (пример 1);

$$x(z) = 1 + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(\ln z)^{k-1}}{k!} \prod_{q=0}^{k-1} (\gamma \cdot 2^{-q} - \mu). \quad (33)$$

Ряд (33) сходится при всех  $z \neq 0, \infty$ .

**Замечание 2.** Если в (18)  $\alpha_{qk} \equiv 1$  ( $k = 0, 1, 2, \dots, n$ ,  $q = 1, 2, \dots, l$ ) то решение системы (18) всегда может быть разложено в ряд по  $\ln z$ .

При дополнительных условиях ( $\chi < 1$ ) решение системы (21) может быть разложено в ряд по дробным степеням  $z$ .

Теорию уравнений (11), (12), (21) можно обобщить, заменив суммы интегралами Стильеса с некоторыми дополнительными условиями. Уравнения значительно более частного вида, чем (11), (12) рассматривались в работах [5-7].

### Литература

1. Лаврентьев М.А. и Шабат Б.В., Методы теории функций комплексного переменного физматгиз, М., 1958.
2. Шиллов Г.Е., Математический анализ. Специальный курс, Физматгиз, М., 1961.
3. Валеев К.Г., О линейных дифференциальных уравнениях с экспоненциальными коэффициентами и стационарными запаздываниями аргумента. Регулярный случай, Прикл. Матем. и мех., 26, вып. 3 (1962), 449-454.
4. Леван Б.Я., Распределение корней целых функций, ГИТТЛ, М., 1956.
5. Flamant P., Sur une equation differentielle fonctionale lineair., Rend Circ. Mat. Palermo, 48 (1924), 135-208.
6. Bruwier L., Sur l'application du calcul symbolique ala irresolution d'equations fonctionnelles, Bull. Sos. R. Sci. Liege, 17 (1948), 220-245.
7. Fjeldstad, On certain linear functional differential equationswith constant coefficients, Arch. Math. og Naturvid, 50 (1949), 1-64.
8. **Якубов Н.С., Шарипов Н.Д. Линейные дифференциальные уравнения с запаздыванием коэффициентов, линейно зависящих от аргумента // Материалы международной научно-практической конференции “Цифровизация и искусственный интеллект”, посвященной «Двадцатилетию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования (2020-2040 годы)». – Душанбе, 2023. –С. 318-327**

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

<i>TJ</i>	<i>RU</i>	<i>EN</i>
Курбоншоев Сафарали Завкибекович	Курбаншоев Сафарали Завкибекович	Kurbonshoev Safarali Zavkibekovich
Доктори илмҳои физика- математика	Доктор физико-математических наук	Doctor of Physical and Mathematical Sciences
Донишгоҳи славянии Тоҷикистон Россия	Российско-Таджикский славянский Университет	Russian-Tajik Slavonic University
<a href="tel:+992918460327">тел: (+992) 918-46-03-27</a>		
<i>TJ</i>	<i>RU</i>	<i>EN</i>
Якубов Нурахмад Сайдахмадович	Якубов Нурахмад Сайдахмадович	Abdurasulova Nargis Anvarovna
Номзади илмҳои физика ва математика	Кандидат физико-математических наук	Candidate of Physical and Mathematical Sciences
Донишгоҳи техники Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academician M. Osimi
<a href="mailto:nur85@imbox.ru">E-mail: nur 85@imbox.ru</a> <a href="tel:+992988707070">тел: (+992) 988-70-70-70</a>		

## ФИЗИКА - PHYSICS

УДК 533

### РЕЗОНАНСИ ТУНЕЛЛИРОНИИ МАВЧҶОИ ЭЛЕКТРОМАГНИТӢ ТАВАССУТИ МУҲИТИ ҒАЙРИЯКЧИНСА (ДАР МИСОЛИ ИОНОСФЕРА)

Ғаюров Ҳ.Ш.

Донишгоҳи давлатии ҳуқуқ, бизнес ва сиёсати Тоҷикистон

Дар мақолаи мазкур нишон дода шудааст, ки солҳои охир ба омӯзиши татқиқотҳои самараноки резонанси тунеллиронии мавҷҳо тавассути муҳити ғайриякчинса бо масштаби хурд таваҷҷуҳи зиёд зоҳир карда мешавад. Масалан, бештар ин бидуни инъикоси гузариши мавҷҳои табиати гуногундошта аз қабатҳои хеле ғафси муҳити ғайриякчинса маҳсуб меёбад. Мисол, мавҷҳои бе инъикос тунеллиронидашуда, тавассути плазма, барои ғаҳмидани механизми партоби радиатсионӣ аз манбаъҳои дар плазмаи зич ҷойгиршуда муҳим арзёбӣ шуда, дар астрофизика барои баланд бардоштани самаранокии азхудкунии радиатсияи пуриктидори электромагнитӣ, ҳангоми гармии плазма то ҳарорати термойдрой, ки дар натиҷа воридшавии мавҷ дар соҳаи плазмаи зич давом меёбад.

**Калимаҳои калидӣ:** мавҷи электромагнитӣ, туннелеронӣ, резонанс, гузаронандагии диэлектрикӣ, сигналҳои электромагнитӣ, муҳити ғайриякчинсаи газҳо ва ғ.

### РЕЗОНАНСНОЕ ТУНЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ ЧЕРЕЗ НЕОДНОРОДНЫЕ СРЕДЫ (НА ПРИМЕРЕ ИОНОСФЕРЫ)

Ғаюров Х.Ш.

В данной статье показано, что в последние годы большое внимание уделяется изучению эффективного резонансного тунелирования волн через среды на малых масштабах. Например, часто без отражения рассматривается прохождение волн различной природы через толщину слоев неоднородной среды. Например, неотражающие туннельные волны через плазму считались важными для понимания механизма излучения источников в плотной плазме, а в астрофизике для повышения эффективности поглощения мощного электромагнитного излучения при нагреве плазмы до температуры синтеза, в результате чего волна проникает в плазменную сферу и продолжается в плотную.

**Ключевые слова:** электромагнитные волны, резонансное тунелирование, диэлектрическая проницаемость, электромагнитные сигналы, неоднородные газы и т.д.

### RESONANT TUNNELING OF AN ELECTROMAGNETIC WAVE THROUGH INHOMOGENEOUS MEDIA (FOR THE IONOSPHERE)

Gayurov Kh.Sh.

This article shows that in recent years much attention has been paid to the study of effective resonant tunneling of waves through media on small scales. For example, the passage of waves of various nature through the thickness of layers of an inhomogeneous medium is often considered without reflections. For example non-reflecting tunneling waves through plasma were considered important for understanding the mechanism of radiation from sources in dense plasma, and in astrophysics for increasing the efficiency of absorption of powerful electromagnetic radiation when the plasma is heated to the fusion temperature, as a result of which the wave penetrates into the plasma sphere and continues closely.

**Keywords:** electromagnetic waves, resonant tunneling, dielectric permeability, electromagnetic signals, inhomogeneous gases.

#### Муқаддима

Пешрафти илми муосир дар самти илҳои бунёдӣ, ҳоса дар риштаи илми физикаи назариявӣ тақозо мекунад, ки татқиқотҳои самараноки резонанси тунеллиронии мавҷҳои электромагнитӣ тавассути муҳити ғайриякчинса бо масштаби хурд таваҷҷуҳи зиёд зоҳир карда мешавад. Масалан, бештар ин бидуни инъикоси гузариши мавҷҳои табиати гуногундошта аз қабатҳои хеле ғафси муҳити ғайриякчинса дар мисоли қабати ионосфера маҳсуб меёбад.

Мақсади кори мазкур: Дар мақолаи мазкур ҳалли дақиқи муодилаи хаттии Гельмголд дида баромада шуда, он бидуни инъикоси мавҷи электромагнитӣ аз қабати васеи ғайриякчинсаи газҳои ионосферӣ бо сохтори масштаби хурди зичии амплитудаи калондошта бо моделҳои дақиқ ҳалшавандаи таъсири мутақобилаи мавҷҳои электромагнитӣ бо муҳити ғайриякчинса барои як қатор барномаҳои тавсиф карда мешавад.

#### Объект ва усулҳои таҳқиқот

**Ба сифати объекти таҳқиқот:** таҳияи модели радонҳои радиошаффоф барои антеннаҳо, ҷустуҷӯи интиқоли самараноки сигналҳои электромагнитӣ тавассути қабати зичи плазма ва ғ. мавқеи назаррасро дорад.

Солҳои охир ба омӯзиши татқиқотҳои самараноки резонанси тунеллиронии мавҷҳо тавассути муҳити ғайриякчинса бо масштаби хурд таваҷҷуҳи зиёд зоҳир карда мешавад. Масалан, бештар ин бидуни инъикоси гузариши мавҷҳои табиати гуногундошта аз қабатҳои хеле ғафси муҳити ғайриякчинса маҳсуб меёбад [1-4].



Як қатор муносибатҳо мавҷуданд ва дар ин маврид муносибати конструктиви истифода бурдани моделҳои дақиқи ҳалли масъалаи таъсири мутақобилаи мавҷҳо бо муҳити ғайриякҷинса мебошад. Истифодаи чунин модел имкон медиҳад, ки равандҳои мавҷ дар шароите, ки усулҳои тахминӣ кӯҳнаанд ё номувофиқанд, зеро амплитудаи калон дар муҳити ғайриякҷинса ба назар гирифта мешаванд. Мисол, мавҷҳои бе инъикос тунеллиронидашуда, тавассути плазма, барои фаҳмидани механизми партоби радиатсионӣ аз манбаҳои дар плазмаи зич ҷойгиршуда муҳим арзёби шуда, дар астрофизика барои баланд бардоштани самаранокии азхудкунии радиатсияи пуриктидори электромагнитӣ ҳангоми гармии плазма то ҳарорати термомоядрой, ки дар натиҷа воридшавии мавҷ дар соҳаи плазмаи зич давом меёбад, инчунин дар самти газҳо низ [5].

Дар мақолаи мазкур ҳалли дақиқи муодилаи ҳаттии Гельмголтсро дида мебароем, ки он бидуни инъикоси мавҷи электромагнитӣ аз қабати васеи ғайриякҷинсаи газҳои ионосферӣ бо сохтори масштаби хурди зичии амплитудаи калондошта тавсиф менамояд.

Омузиши моделҳои дақиқ ҳалшавандаи таъсири мутақобилаи мавҷҳои электромагнитӣ бо муҳити ғайриякҷинса барои як қатор барномаҳо, масалан, таҳияи радонҳои радиошаффоф барои антеннаҳо, ҷустуҷӯи интиқоли самараноки сигналҳои электромагнитӣ тавассути қабати зичии плазма ва ғ. мавқеи назаррасро дорад [4].

Дар мақолаи илмӣ натиҷаҳои тадқиқот дар асоси ҳалли аниқӣ хатӣ бе инъикоси мавҷи электромагнитӣ ҳангоми афтиши газ ба қабати ғафсии ниҳии дорои масштаби хурди ғайриякҷинсаи зичии газҳо (дарозии мавҷ дар масштаби вакуум) оварда шудааст.

Таҳлили таъсири мутақобилаи мавҷҳои электромагнитӣ бо муҳити ғайриякҷинса дар асоси муодилаи Гелмголтс барои майдони монохроматии мавҷи электромагнитӣ,  $E(x, t) = F(x) \exp(i\omega t)$ , намуди зеринро дорад:

$$\frac{d^2 F}{dx^2} + k_0^2 \epsilon f(x) F = 0 \quad (1)$$

Дар ин ҷо  $k_0 = \frac{\omega}{c}$  адади мавҷи вакуумӣ,  $\epsilon f(x)$ -гузаронандагии диэлектрикии вакуумии муҳити ғайриякҷинса.

Дар мавриди газҳо он бо тақсимоти фазоии концентратсия муайян карда мешавад ва дар сурати набудани майдони магнитии беруна ва барои лапишҳои электронӣ чунин аст  $\epsilon f(x) \equiv N^2(x) = \epsilon_{\perp} - (\epsilon c^2 / \epsilon_{\perp})$ , ки дар инҷо  $N$  – нишондоди шикаст,  $\epsilon_{\perp}$  ва  $\epsilon c$  - компонентҳои тензори гузаронандагӣ дар басомадҳои болоии резонанси гибрида.

Ба монанди [5], мо ҳалли дақиқи муодилаи (1)-ро меҷӯем ва ифодаи зеринро дида мебароем:

$F(\xi) = E \exp[i\psi(\xi)] \left[ \frac{1}{p(\xi)} \right]^{1/2}$ ,  $\frac{d\psi}{d\xi} = p(\xi)$ , дар ин ҷо  $E = \text{const}$  [2,3] дастаи энергияи мавҷро муайян мекунад. Адади мавҷ бо формулаи зерин дода шудааст:

$$q(\xi) = 1 + \chi, p(\xi) = [q(\xi)]^2.$$

Дар ин ҳолат гузаронандагии диэлектрикии газҳо аз рӯи ифодаи зерин  $\epsilon f(\xi) = [p(\xi)]^2 - p(\xi) \cdot 0.5d^2[1/p(\xi)]$  бо параметрҳои  $\chi, b, a = 2\pi n/b$  муайян карда мешавад.

Барои амплитудаи беандозаи мавҷҳо, формулаи  $A(\xi) = 1/[p(\xi)]^{1/2}$  дода шудааст. Аз ин рӯ, дар қабати ғайриякҷинса  $0 \leq \xi \leq b$ , шарти  $p^2 > 0$  иҷро мешавад. Ба сифати соддатарин модели аналитикӣ, таъмини автоматикӣ дар сарҳади қабати газ  $\xi = 0$ ,  $\xi = 3b$  шарти бе инъикоси пайванди майдонҳои аз вакуум афтанда ( $\xi < 0$ ) ва баромади тарафи рост аз қабати плазмаи ( $\xi > 3b$ ) мавҷҳои электромагнитӣ, мо ифодаи зеринро барои беандозагии вектори мавҷи истифода мебарем  $p(\xi) = 1 - \mu[1 - \cos(\gamma\xi)]$ ,  $\mu$  – параметри масъала, ( $0 < \mu < 0.5$ ),  $\gamma = 2\pi/b$  - параметри ғафсии қабати газ, дар поён вай баробар аст  $b = 20$ .

Ба сифати мисол, варианти ояндаи функцияи  $f(\xi)$  –ро дида мебароем:

$$f(\xi) = [1 + \cos(2\gamma\xi) - \cos(3\gamma\xi) - 0.5 \cos(4\gamma\xi) + 0.5 \cos(5\gamma\xi)] \quad (2)$$

Варианти бидуни инъикоси таъсири мутақобилаи мавҷҳои электромагнитӣ бо қабати ғайриякҷинсаи газҳо ҳангоми интиқоли функцияҳои мураккаб дар муқоиса ба ифодаи (2), вақте ки

$$f(\xi) = 0.125\mu[1 - 0.25 \cos(\gamma\xi) - 0.5 \cos(2\gamma\xi) - 1.25 \cos(3\gamma\xi) - \cos(4\gamma\xi) - 0.25 \cos(5\gamma\xi) - 0.5 \cos(6\gamma\xi) - 0.5 \cos(7\gamma\xi) - 0.25 \cos(9\gamma\xi)]$$

Ифодаҳои дохил мекунем:  $a_1 = -0.25$ ,  $a_2 = -0.4$ ,  $a_3 = 0.71$ ,  $a_4 = 0.91$ ,  $\gamma_1 = 3.11 \gamma$ ,  $\gamma_2 = 2.77 \gamma$ ,  $\gamma_3 = 1.67 \gamma$ ,  $\gamma_4 = 4.17 \gamma$  ва баъзе функцияҳо намуди зеринро доранд:

$$f(\xi) = [1 + \sum a_n \cos(\gamma_n \xi)], P(\xi) = 1 - \mu f(\xi) [1 - \cos(\gamma\xi)]$$

$$g(\xi) = \frac{dp}{d\xi}, h(\xi) = \frac{d^2 p}{d\xi^2}, \text{ ин ба мо имкон медиҳад, ки муодиларо ба осонӣ аз нав нависем ва шумораи хеле зиёди истилоҳотро дар он ба назар гирем.}$$

$$g(\xi) = -\mu \gamma f(\xi) \sin(\gamma\xi) + \mu [1 - \cos(\gamma\xi)] \sum a_n \gamma_n \sin(\gamma_n \xi),$$

$$h(\xi) = 2 \mu \gamma \sin(\gamma\xi) \sum a_n \gamma_n \sin(\gamma_n \xi) - \mu \gamma^2 f(\xi) \cos(\gamma\xi) + \mu [1 - \cos(\gamma\xi)] \sum a_n \gamma_n^2 \cos(\gamma_n \xi), \gamma = 2\pi/b,$$

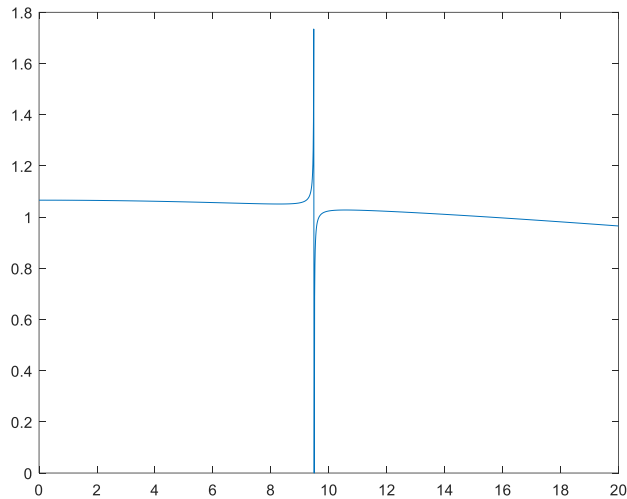
дар ин ҷо  $b = 25$

Дар навбати аввал, вақте ки  $\mu = 0.18$  аст, ҳисобкуниҳо чунин натиҷаро медиҳад, ки дар ин ҷо  $\varepsilon_f(\xi)$  гузаронандагии диэлектрикии самараноки плазма мебошад.

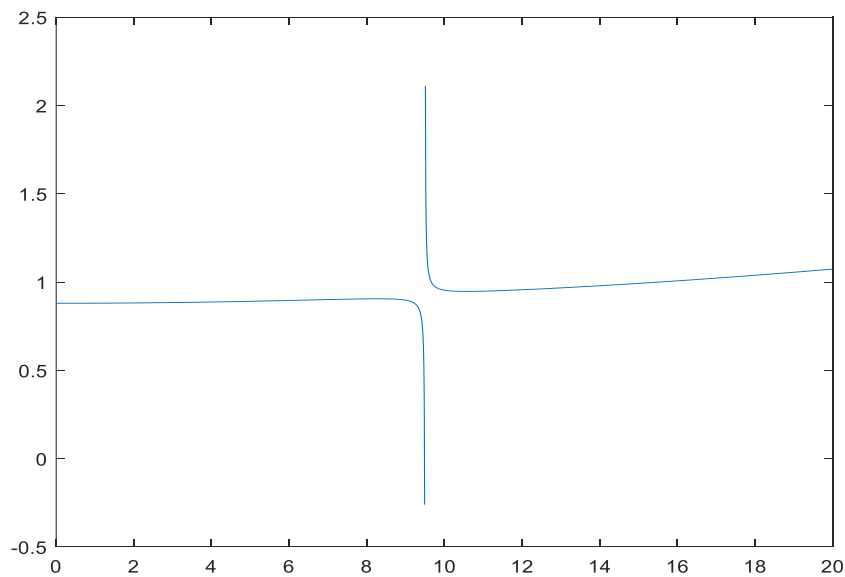
$$\varepsilon_f(\xi) = [p(\xi)]^2 + [h(\xi)/2p(\xi)] - 0,75 [g(\xi)/p(\xi)]^2$$

$$f(\xi) = 2.599, g(\xi) = 0.0959, h(\xi) = -0.0462, p(\xi) = 1$$

Ҳангоми интихоби параметрҳои додашудаҳо мо вариантҳои газро бе майдони магнитии беруна, инчунин графикаи профилҳои фазоии гузаронандагии диэлектрикӣ  $\varepsilon_f(\xi)$ , адади мавҷӣ  $p(\xi)$  ва параметрҳои дигарро ба даст меоварем.

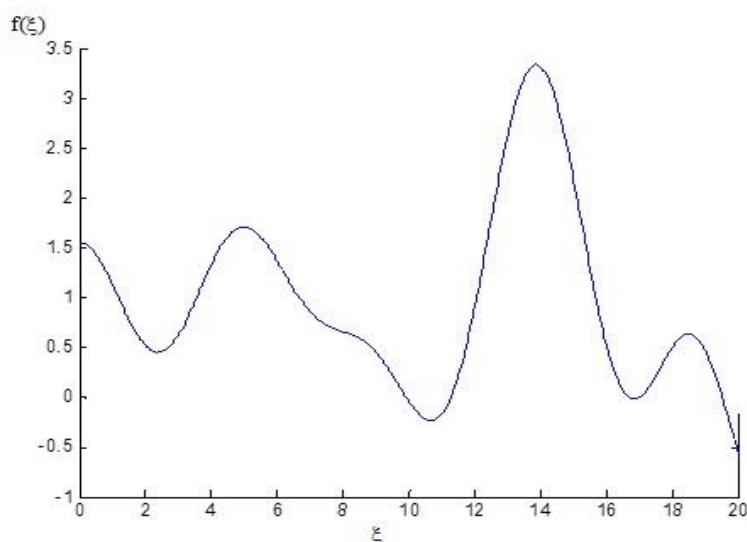


Расми 1 - Графикаи вобастагии  $\varepsilon_f(\xi)$  аз  $\xi$

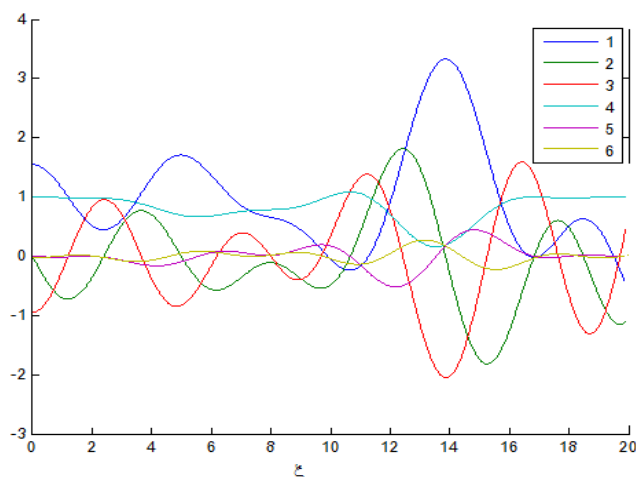


Расми 2 - Графикаи вобастагии  $p(\xi)$  аз  $\xi$

Тавре, ки аз расми 2, дида мешавад профилҳои вектори мавҷӣ, инчунин қабатҳои шаффофиятро дар бар мегирад, ки дар он  $\varepsilon(\xi) < 0$ .



Расми 3 - Графики вобастагии  $f(\xi)$  аз  $\xi$



Расми 4 - График дар намуди умумии шахи параметр

Ҳамин тариқ, дар мақолаи илмӣ дар асоси моделҳои дақиқ ҳалшавандаи таъсири мутақобилаи бе инъикоси мавҷҳои электромагнитӣ бо сохторҳои масшабии хурддоштаи ғайриҷамъинсаи қабати газҳои мавриди таҳқиқ қарор дода шудааст.

### Хулоса

Дар масъалаи мазкур як қатор параметрҳои мустақил аз ҷумла, ғафсии қабати ғайриҷамъинса, чуқурии модулятсияи гузаронандагии диэлектрикӣ ва ғайра ҷой дорад. Чуноне ки таҳқиқот нишон медиҳад бо тағйир додани параметрҳо миқдори зиёди равшаннокии пурраи қабатҳои ғайриҷамъинса бо сохторҳои масшабии хурди қабатҳои газро ба даст овардан мумкин аст. Қайд кардан муҳим аст, ки ғайриҷамъинса метавонад аз худ ададҳои ихтиёрии қабатҳои гуногун, табақабандии ҳар яки онҳо бо миқдори муайяни параметрҳои мустақил, ки муайян карда мешаванд, боқӣ монад.

### Адабиёт

1. Ерохин Н.С., Меркулов Е.С., Поверенный М.В. Резонансное туннелирование электромагнитных волн через слой неоднородной плазмы ионосферы. // ДАН Таджикистана, -2012, т.516. -С. 10-15.
2. Гаюров Х.Ш. Резонансные туннелированные электромагнитные волны через неоднородную среду газов. Межд. конференция «Перс. развития физической науки», посв-ная памяти (80-летию) Заслуженного деятеля науки и техники РТ., члена – кор. АН РТ, д.ф.м.н., профессора Хакимова Ф. Х. Душанбе, 14 апреля 2017. -С. 145-151

3. Gayurov, H. SH. Resonant tunneled electromagnetic wave through an inhomogeneous ionosphere environment. Scientific journal "European journal of natural history" Issue №8, dk 2018 s.59-64. ISSN 2073-4972.

4. Гаюров Х.Ш. О резонансном туннелировании электромагнитных волн через неоднородную среду с разномасштабными характеристиками. // Научное обозрение. Фундаментальные и прикладные исследования. -2019 -№4, Москва.

5. Гаюров Х.Ш. О резонансном туннелировании электромагнитных волн через неоднородную среду. / Конференсияи ҷумҳуриявии илмӣ-амалӣ таҳти унвони “рушди илмҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ: роҳҳои табиқӣ натиҷаҳои онҳо дар истеҳсолот”, Хучанд, дис. ДДТТ, 26.02.2021 с.

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

TJ	RU	EN
Гаюров Ҳаким Шарифович	Гаюров Ҳаким Шарифович	Gayurov Hakim Sharifovich
Номзади илмҳои физика ва математика	Кандидат физико - математических наук	Candidate of Physical and Mathematical Sciences
ДДХБСТ	ТГУПБП	TSULBP
<a href="mailto:gayrovl964@mail.ru">gayrovl964@mail.ru</a>		
Тел:+992 (92) 759-36-21		

УДК 523.53:539.378

## ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ 8916 РАДИОМЕТЕОРОВ, НАБЛЮДЕННЫХ В ГИСАО

Нарзиев М.<sup>1</sup>, Худжаназаров Х.Ф.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт астрофизики Национальной Академии наук Таджикистана

<sup>2</sup>Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В настоящей работе приводятся результаты определения таких физических свойств и данных атмосферной траектории как: высоты зеркальных точек, значения линейной электронной плотности, звездной величины, массы и плотности 8916 радиометеоров ярче +5.5 магнитуды.

**Ключевые слова:** высота метеороида, линейной электронной плотности, звездной величины, масса метеороида, плотность метеороида.

## ХОСИЯТҲОИ ФИЗИКИИ 8916 РАДИОМЕТЕОРҲОИ ДАР РАСАДҲОНИИ АСТРОНОМИИ ҲИСОР МУШОҲИДА ШУДА

Нарзиев М.<sup>1</sup>, Хуҷаназаров Ҳ.Ф.

Дар мақола натиҷаҳои муайян кардани ҷунин параметрҳои физикави ва траекторияи атмосферӣ: баландии нуқтаҳои аксхурӣ, қиматҳои зичии ҳаттии электронӣ, бузургии ситорагӣ, масса ва зичии 8916 радиометеорҳои магнитудаашон аз 5.5 дурахшон оварда шудаанд.

**Вожаҳои калидӣ:** баландии метеороид, зичии ҳаттии электронӣ, бузургии ситорагӣ, массаи метеороид, зичии метеороид.

## PHYSICAL PROPERTIES OF 8916 RADIOMETEORS OBSERVED IN HISAO

Narziev M.<sup>1</sup>, Khujanazarov Kh.F.

This paper presents the results of determining such data of the atmospheric trajectory as: the heights of mirror points, the calculation of the values of the linear electron density, magnitude, mass and density of 8916 radio meteors brighter than +5.5 magnitude.

**Key words:** meteoroid height, linear electron density, magnitude, meteoroid mass, meteoroid density.

### Введение

Для конструирования космических летательных аппаратов и обеспечения безопасности их полетов в космическом и межпланетном пространстве, а также решения ряда прикладных и теоретических задач метеорной астрономии, космонавтики, космогонии, геофизики и распространения радиоволн, наряду с радиантами и скоростями индивидуальных метеоров, необходимо также иметь информацию об их природе. Одним из информативных и надёжных методов получения информации о физико – кинематических характеристиках метеороидов является радиолокационный метод, так как он проводится в любых погодных условиях, не зависимо от сезона года и метеорологических условий. Поэтому начиная со второй половины двадцатого века в ряде научно-исследовательских центров были сконструированы специальные комплексы радиолокационной аппаратуры. Такой комплекс радиоаппаратуры МИР-2 был создан и в ГИСАО Института астрофизики НАНТ, где в период действия Советской метеорной экспедиции в Сомали (декабрь 1968 - декабрь 1970 гг.) были организованы круглосуточные ежедневные радиолокационные наблюдения метеоров с четырёх приёмных пунктов. По результатам редукции данных наблюдений за период с декабря 1968 по декабрь 1969 гг. составлена первая часть каталога “Радиянтов, скоростей, орбит и атмосферных траекторий 8916 радиометеоров, зарегистрированных в ГИСАО, Таджикистан”, которая наряду с кинематическими характеристиками содержит и данные о физических характеристиках метеороидов [1].

В настоящей работе приводятся методика редукции данных физических характеристик метеороидов и результаты анализа данных атмосферной траектории 8916 радиометеоров, входящих в первую часть каталога.

Следует отметить, что для обработки физико-кинематических характеристик метеороидов были использованы метеоры, имеющие формы амплитудно-временных характеристик (АВХ), похожие на промежуточные и переуплотненные типы следа метеоров. Основными исходными параметрами, которые необходимы для вычисления физических характеристик метеоров, являются высоты и измеренные величины длительности радиоэхо. Выражение для вычисления величины линейной электронной плотности с учетом прилипания и амбиполярной диффузии было получено нами по работам [2, 3] в виде:

$$q = (\tau e^{-k\tau} + r^2/4 D) D / A \lambda^2, \quad (1)$$

здесь  $\tau$  - длительность радиоэхо,  $A = e^2 / 4\pi^2 mc^2 = 7.1 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-1}$ ,  $\lambda$  - длина волны;  $e$ ,  $m$  - заряд и масса электрона,  $c$  – скорость света,  $r$  - начальный радиус следа и  $D$  – коэффициент амбиполярной диффузии.

Для вычисления значения начального радиуса  $r$ , коэффициента амбиполярной диффузии  $D$  и скорости прилипания электронов к нейтральным частицам  $k$  использованы известные формулы [4]:

$$\begin{aligned} r &= 1.47 \cdot 10^{-10} V^{0.65} \rho^{-1}, \\ \lg D &= 0.079 h_i - 6.6, \\ \lg k &= 4.99 - 0.07 h_i, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $\rho$  - плотность атмосферы на высоте  $h_i$ .

Данные о величине линейной электронной плотности позволяют вычислить радиовеличину метеора и его массу. Звездная величина радиометеора вычислялась по известной формуле:

$$M = 35 - 2.5 \lg q \quad (3)$$

где  $q$  значение линейной электронной плотности в эл/см. Для вычисления массы  $m_0$  и плотности  $\delta$  метеорных тел использовались формулы полученные в [4,5]:

$$m_0 = \frac{3\mu H^* q_m}{4\beta \cos Z_r (Q - Q_H / Q^{-2/3} Q_H)^3} \quad (4)$$

$$\delta = \gamma \left( \frac{A\lambda H^* V^2 \rho_m}{2(Q^{-2/3} Q_H) m_0 \cos Z_r} \right)^{3/2} \quad (5)$$

$m_0$  - начальная масса метеорного тела,  $\beta$  - коэффициент ионизации,  $Z_r$  - зенитное расстояние радианта,  $\mu$  - масса атома метеорного вещества,  $H^*$  - высота однородной атмосферы,  $Q_H$  - энергия, необходимая для нагревания 1 г метеорного вещества до температуры испарения,  $Q$  - энергия, необходимая для нагревания и испарения 1 г метеорного вещества,  $A$  - коэффициент формы,  $\lambda$  - коэффициент теплопередачи. При расчетах (определение) масс и плотностей метеорных тел принято  $\mu = 3,82 \cdot 10^{-23}$  г,  $Q = 8 \cdot 10^{10}$  эрг/г,  $Q_H = 2 \cdot 10^{10}$  эрг/г,  $A = 1.21$  и  $\lambda = 1$ . Для вычисления массы радиометеора использована зависимость коэффициента ионизации от скорости, полученная на основании данных комбинированных оптических и радиолокационных наблюдений [4]:

$$\beta = 10^{-7.73} \cdot V^{3.88} \quad (6)$$

где  $V$  выражено в км/с. Формула (6) позволяет калибровать результаты радионаблюдений с данными оптических наблюдений.

Формулы (1 и 6) позволяют на основе измеренных значений высоты и длительности радиоэхо с учетом дробления и процессов деионизации вычислить массу метеоров. При расчетах высоты однородной атмосферы  $H^*$  в точке зеркального радиоотражения использованы следующие два полиномиальные ряда:

- 1)  $H^* = 0.0015 \cdot h^2 - 0.2978 \cdot h + 19.76$  при диапазоне высот  $60 < h < 89$  км.
- 2)  $H^* = 0.007 \cdot h^2 - 1.381 \cdot h + 69.12$  при диапазоне высот  $90 < h < 125$  км.

### Обсуждение и результаты

Результаты определения таких данных атмосферной траектории как: высоты зеркальных точек, зенитный угол радианта и вычисление значения линейной электронной плотности, звездной величины, массы и плотности радиометеоров в виде гистограммы представлены на рис. 1-5.

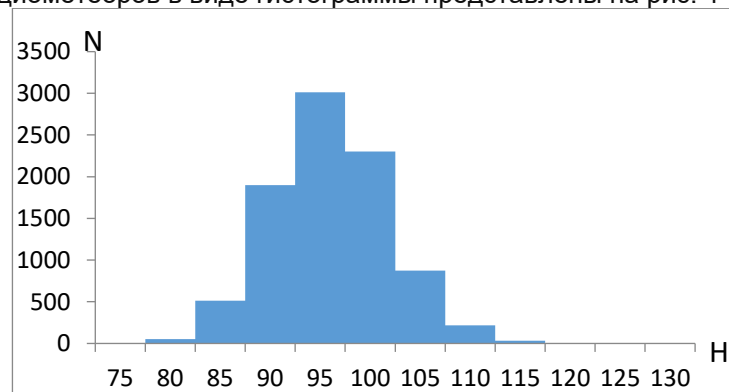


Рис. 1- Распределение 8916 радиометеоров по высоте зеркального радиоотражения.

В работе [5] нами на основе данных наблюдений ионизационных кривых метеоров, полученных в ГисАО, были исследованы месторасположение высоты зеркальной точки центрального пункта относительно высоты максимума ионизации. Результаты исследования показали, что высоты зеркальной точки в среднем расположены на 0.4 км ниже, чем высоты максимума ионизации. Этот факт позволяет для расчета массы и плотности метеороидов в качестве высоты максимума ионизации использовать высоту зеркальной точки центрального пункта.

Согласно рис.1. высоты зеркальной точки метеороидов, порождаемых метеоры ярче  $+5.5^m$ , сосредоточены в диапазоне 75-110 км. Максимум в гистограмме распределения находятся в интервале 95-100 км.

Распределение метеоров по зенитному углу радианта представлено на рис. 2. Согласно гистограмме форма распределения метеоров по зенитному углу радианта имеет несимметричный вид. Увеличение числа метеоров на первой половине гистограммы, то есть в интервале 0.10-0.80, следует примерно по экспоненциальному закону, а после максимума число метеоров резко сокращается. Максимум в распределении находятся в интервале 0.80–0.85, а максимальное количество метеоров по зенитному расстоянию радианта сосредоточено в диапазоне 0.60-0.95.

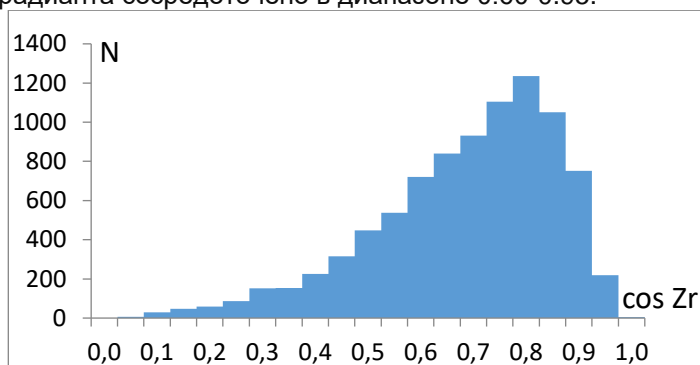


Рис.2 - Распределение 8916 радиометеоров по зенитному углу радианта.

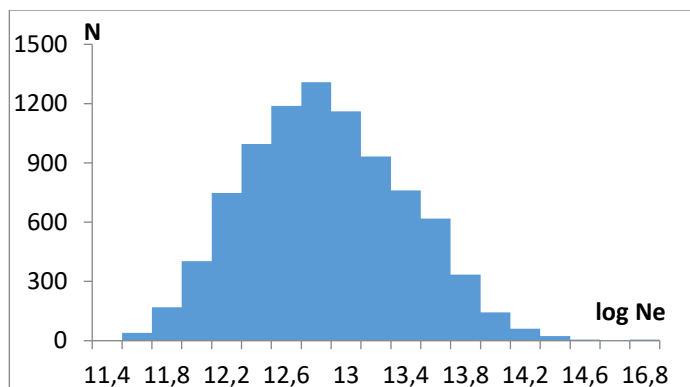


Рис.3 - Распределение 8916 радиометеоров по величинам линейной электронной плотности.

Распределение метеоров по величине линейной электронной плотности представлено на рис. 3. Очевидно, что вычисленные значения логарифмов линейной электронной плотности метеоров находятся в интервале  $12.0 \div 15.0$  эл./см. Максимальное число метеоров в гистограмме сосредоточено в интервале  $12.8 \div 13.0$  эл./см.

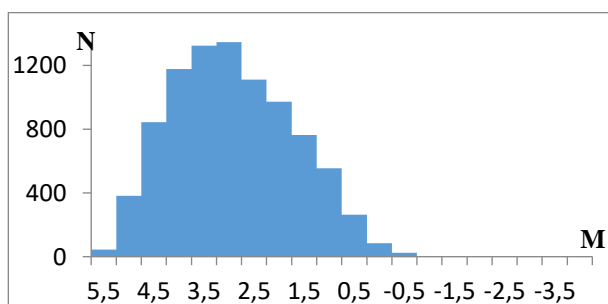


Рис.4 - Распределение 8916 радиометеоров по звездной величине

Наблюдаемое распределение 8916 радиометеоров по звездной величине представлено на рис 4. Вычисленные значения звездной величины согласно рисунку сосредоточены в диапазоне  $+5.5 \div -5.5$  с максимумом в районе  $+2.5^m \div +3^m$ . Этот диапазон дополняет малоизученный диапазон звездной величины фотографических метеоров.

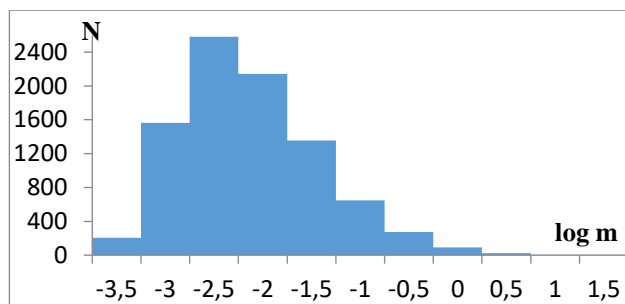


Рис. 5 - Распределение 8916 радиометеоров по массам.

На рис. 5 приведены результаты вычисления масс 8916 метеороидов. Вычисленные логарифмы массы метеороидов расположены в интервале  $-3,5 \div +2$ . Максимум в распределении по массам находится в диапазоне  $-2,5 \div -2$ .

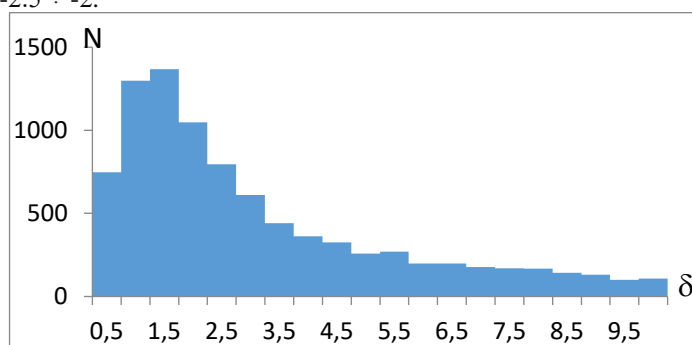


Рис.6. Распределение 8916 радиометеоров по плотностям.

Результаты вычисления плотностей метеороидов в виде распределения представлены на рис. 6. Граничные значения плотностей 8916 радиометеоров расположены в диапазоне  $0,5 \text{ г/см}^3 \div 10 \text{ г/см}^3$ . Значение плотностей больше чем  $7 \text{ г/см}^3$  для небольшого количества метеороидов связано с тем, что высота зеркальной точки у таких метеороидов, по-видимому, находится ближе к концу следа. У 70% метеороидов вычисленные значения плотностей находятся в диапазоне  $0,5 \text{ г/см}^3 \div 3,5 \text{ г/см}^3$ . Причем 23% метеороидов по плотностям относятся к кометному веществу, 27% углистые хондриты типа C1, 16% относятся к углистым хондритам типа CO, CV, CM, 9% метеороидов принадлежат хондритам типа H, L и LL, 12% метеороидов относятся к железокремнистым и остальные 6.1% относятся к железными метеороидами. Максимум в гистограмме распределения по плотностям находится в диапазоне  $1,5 - 2 \text{ г/см}^3$ .

#### Заключение:

Таким образом, на основе результатов базисных радиолокационных наблюдений метеоров с четырёх пунктов в Таджикистане (ГисАО) получены данные о физических свойствах 8916 метеороидов.

У 99% радиометеоров высоты зеркальной точки метеороидов, порождаемых метеоры ярче  $+5,5^m$ , сосредоточены в диапазоне 75-110км. Максимум в гистограмме распределения по высотам зеркальных точек находится в интервале 95-100 км.

Распределение метеоров по зенитному углу радианта имеет несимметричный вид. Увеличение числа метеоров на первой половине гистограммы, то есть в интервале 0.10-0.80, следует примерно по экспоненциальному закону, а после максимума число метеоров резко сокращается. Максимум в распределении находится в интервале 0.80–0.85, а максимальное количество метеоров по зенитному расстоянию радианта сосредоточено в диапазоне 0.60-0.95.

Вычисленные значения логарифмов линейной электронной плотности метеоров находятся в интервале  $12,0 \div 15,0 \text{ эл./см}$ . Максимальное число метеоров в гистограмме сосредоточено в интервале  $12,8 \div 13,0 \text{ эл./см}$ .

Вычисленные значения звездной величины сосредоточены в диапазоне  $+5,5^m \div -5,5^m$  с максимумом в интервале  $+2,5^m \div +3^m$ .

Вычисленные логарифмы массы метеороидов расположены в интервале  $-3,5 \div +2$ . Максимум в распределении по массам находится в диапазоне  $-2,5 \div -2$ .

Значения плотностей 8916 радиометеоров расположены в диапазоне  $0,5 \text{ г/см}^3 \div 10 \text{ г/см}^3$ . Значения плотностей больше чем  $7 \text{ г/см}^3$  для небольшого количества метеороидов связано с тем, что высота зеркальной точки у таких метеороидов, по-видимому, находится ближе к концу следа таких метеороидов.



### Литературы

1. M. Narziev, R.P. Chebotarev. Catalogue of radiants, velocities, orbits and atmospheric trajectories of radio meteors observed in Tajikistan / –Dushanbe: Donish. –2019. –1318 p.
2. Р.Ш. Бибарсов. Влияние процессов деионизации на длительность метеорного радиоэхо // Бюл. Ин-та астрофизики АН Тадж. ССР, 1970, № 55, 1970, с. 3-9.
3. В.Н. Лебединец, Пыль в верхней атмосфере и космическом пространстве. Метеоры. Л.: Гидрометеиздат, 1980, 246 с.
4. M. Narziev. Meteoroids mass by results of the combined Radio-Television observations. 44 rd, L&Pci. Conf. (2013), abstr. #1818.pdf.
5. Р.Ш. Бибарсов, М. Нарзиев, Р.П. Чеботарев. Определение масс и плотностей метеорных тел по радиолокационным наблюдениям с одного пункта // Астрон. вестник, 1990, т.24, № 4, с. 326-332.

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

<i>TJ</i>	<i>RU</i>	<i>EN</i>
Нарзиев Мирхусен	Нарзиев Мирхусен	Narziev Mirhusen
Номзади илмҳои физика ва математика	Кандидат физико-математических наук	Candidate of Physical and Mathematical Sciences
Институти астрофизикаи АМИТ	Институт астрофизики НАНТ	Institute of Astrophysics of NAST
<a href="mailto:mirhussevn_narzi@mail.ru">mirhussevn_narzi@mail.ru</a>		
<i>TJ</i>	<i>RU</i>	<i>EN</i>
Хучаназаров Ҳабибҷон Файзалиевич	Худжаназаров Хабибджон Файзалиевич	Abdurasulova Nargis Anvarovna
Ходими илмӣ, ассистент	научный сотрудник, ассистент	scientific worker, assistant
Институти астрофизикаи АМИТ, Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Институт астрофизики НАНТ, ТТУ имени академика М.С. Осими	Institute of Astrophysics of NAST, TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:habibjon_2012@mail.ru">habibjon_2012@mail.ru</a>		

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ СКАЛЯРНОГО НЕЛИНЕЙНОГО УРАВНЕНИЯ ШРЁДИНГЕРА

Содикова Х.М.

Методом численного моделирования проведён ряд экспериментов для наблюдения эволюции динамических систем солитоноподобных решений скалярного нелинейного уравнения Шрёдингера с убывающими граничными условиями и с учётом скорости вращения. Наблюдается формирование двухсолитонного решения бризерного типа для скалярного нелинейного уравнения Шрёдингера при учёте скорости вращения и с конденсатными граничными условиями.

**Ключевые слова:** скалярное нелинейное уравнение Шрёдингера, солитон, бризер, двухсолитонное решение, конденсатные граничные условия.

## МОДЕЛСОЗИИ ЭВОЛЮТСИЯИ СИСТЕМАХОИ ДИНАМИКИИ МУОДИЛАИ ГАЙРИХАТТИИ СКАЛЯРИИ ШРЁДИНГЕР

Содиқова Ҳ.М.

Бо усули моделсозии ададӣ барои мушоҳидаи эволютсияи системаҳои динамикии ҳалҳои солитонмонанди муодилаи скалярии Шрёдингер бо камшавии шартҳои сарҳадӣ ва бо назардошти суръати ғайринулии ҳаракат як қатор таҷрибаҳо гузаронида шуданд. Ташаккулебии ҳалҳои дусолитонаи намуди бризерӣ барои муодилаи ғайрихаттии скалярии Шрёдингер бо назардошти суръати ғайринулии ҳаракат бо шартҳои сарҳадии конденсатӣ мушоҳида карда шуд.

**Калимаҳои калидӣ:** муодилаи ғайрихаттии скалярии Шрёдингер, солитон, бризер, ҳалли дусолитона, шартҳои сарҳадии конденсатӣ.

## MODELING THE EVOLUTION OF DYNAMICAL SYSTEMS OF THE SCALAR NONLINEAR SCHRÖDINGER EQUATION

Sodikova H.M.

A number of experiments have been carried out by numerical simulation to observe the evolution of dynamic systems of soliton-like solutions of the scalar nonlinear Schrödinger equation with decreasing boundary conditions and taking into account the rotation speed. The formation of a two-soliton breather-type solution for the scalar nonlinear Schrödinger equation is observed when the rotation velocity is taken into account and with condensate boundary conditions.

**Key words:** scalar nonlinear Schrödinger equation, soliton, breather, two-soliton solution, condensate boundary conditions.

С недавних времён для решения ряда фундаментальных нелинейных уравнений математической физики использование метода численного моделирования стал более актуальным, который позволяет получать решения в случае отсутствия последовательного решения прямой и обратной задачи рассеяния. Наглядным примером использования численного метода являются исследования нелинейных волновых эволюционных процессов, что наблюдались в работах учёных Маханькова В.Г., Абдуллоева Х.О., Муминова Х.Х. и других авторов [1-5].

В данной работе численным методом исследуется эволюция динамических систем двухсолитонного решения скалярного нелинейного уравнения Шрёдингера (СНУШ). Нелинейное уравнение (1), которое образуется при моделировании взаимодействия волновых пакетов, где в роли потенциала (2) играет низкочастотная волна, является гладким и вещественным и имеет следующий вид

$$i \psi_t + \psi_{xx} + u(x, t)\psi = 0. \quad (1)$$

$$u(x, t) = -\lambda|\varphi|^2 \quad (2)$$

Используя низкочастотную волну (2) рассмотрим скалярное НУШ вида (3) с убывающими граничными условиями

$$i \psi_t + \psi_{xx} - \lambda|\varphi|^2\psi = 0. \quad (3)$$

Дубровиным Б.А., Маланюком Т.М., Кричевером И.М. и Маханьковым В.Г. [6] разработан алгебро-геометрический метод для построения широкого класса решений нелинейных уравнений математической физики. Он позволяет получать в явном виде известные и новые многосолитонные решения уравнений, в частности для скалярного НУШ (3) двухсолитонное решение уравнения следующего вида [7-9]

$$\psi = \left( 1 + \frac{B_3 \cos(\beta^-(x+v^-t)-h_3) + B_4 e^{\beta^+(x+v^+t)}}{B_1 \operatorname{ch}(\beta^+(x+v^+t)-h_1) + B_2 \operatorname{ch}(\beta^-(x+v^-t)+h_2)} \right) e^{ik_1(x+k_1t)} \quad (4)$$

где

$$B_1 = \left( \frac{C_{11}C_{22}|\kappa_{12}|^2}{|\kappa_{12}|^2\kappa_{11}\kappa_{22}} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad B_2 = \left( \frac{C_{11}C_{22}}{\kappa_{11}\kappa_{22}} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad B_3 = \left( \frac{C_{11}C_{22}}{(k_1 - \kappa_1)(k_1 - \kappa_2)} \right)^{\frac{1}{2}},$$

$$\begin{aligned}
 B_4 &= -\left(\frac{\bar{\kappa}_{21}}{\kappa_{12}\kappa_{22}(k_1 - \kappa_1)} + \frac{\bar{\kappa}_{12}}{\kappa_{21}\kappa_{11}(k_1 - \kappa_2)}\right)^{\frac{1}{2}} & e^{h_1} &= \left(\frac{|\kappa_{12}|^2}{C_{11}C_{22}\kappa_{11}\kappa_{22}|\bar{\kappa}_{12}|^2}\right)^{\frac{1}{2}} \\
 e^{h_2} &= \left(\frac{C_{11}\kappa_{11}}{C_{22}\kappa_{22}}\right)^{\frac{1}{2}} & i, j &= 1, 2. & e^{-h_3} &= \left(\frac{C_{22}(k_1 - \kappa_2)}{C_{11}(k_1 - \kappa_1)}\right)^{\frac{1}{2}} \\
 v^- &= 2\frac{\alpha_2\beta_2 - \alpha_1\beta_1}{\beta_1 - \beta_2}, & v^+ &= 2\frac{\alpha_2\beta_2 + \alpha_1\beta_1}{\beta_1 + \beta_2} & v^\pm &= \frac{2(\alpha_2\beta_2 \pm \alpha_1\beta_1)}{\beta_2 \pm \beta_1} \\
 \kappa_{ij} &= \kappa_i - \bar{\kappa}_j, & \bar{\kappa}_{ij} &= \bar{\kappa}_i - \kappa_j, & \beta^+ &= \beta_1 + \beta_2, \quad \beta^- = \beta_2 - \beta_1,
 \end{aligned}$$

Для исследования эволюции системы используем характеристики решения, т.е. интегралы уравнения (1), или точнее импульс

$$P = \frac{i}{2} \int_{-\infty}^{\infty} (\bar{\varphi}_x \varphi - \varphi_x \bar{\varphi}) dx, \quad (5)$$

интеграл числа частиц

$$Q = \int_{-\infty}^{\infty} (|\varphi|^2) dx \quad (6)$$

и энергии

$$E = \int_{-\infty}^{\infty} (|\varphi_x|^2 + (\lambda|\varphi|^2)^2) dx \quad (7)$$

С использованием явной трёхслойной разностной схемы “leap-frog” для численного моделирования разработан комплекс программ с условием устойчивости  $\tau \leq \frac{h^2}{4}$ , где  $\tau$  – шаг по времени,  $h$  – шаг по координате. В тестовых вычислениях интеграл движения, т.е. импульс, интеграл числа частиц и энергии в тестовых сохранялись с относительной точностью соответственно  $\Delta P/P \approx 10^{-3} - 10^{-4}$ ,  $\Delta Q/Q \approx 10^{-4} - 10^{-5}$ ,  $\Delta E/E \approx 10^{-3} - 10^{-4}$ . Для анализа эволюции двухсолитонного решения (4) скорость движения центра масс задавалась в диапазоне [0, 0.5] с шагом 0.01 и широким интервале изменения параметров  $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2, \lambda, \gamma_1$  и  $\gamma_2$ . Результаты наиболее корректных численных экспериментов при значениях параметров  $b = 1, \alpha_1 = 0.29, \alpha_2 = 1, \beta_1 = 0.096, \beta_2 = 0.1, \gamma_1 = 1.2, \gamma_2 = 1.2, \lambda = 1, k_1 = 0.05$  на интервале  $[-100, 100]$  до времен  $t=100$  при скорости движения  $v=0.11$  приведены на рис. 1–5.

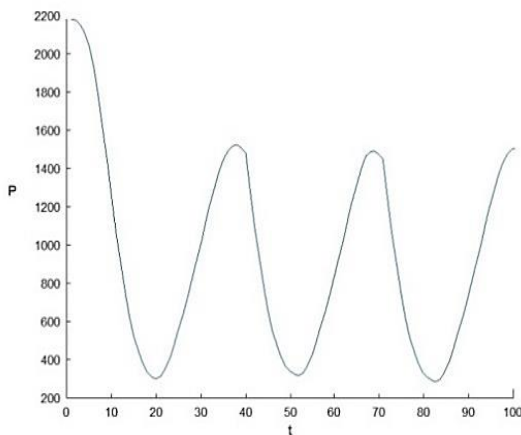


Рис. 1- График зависимости интеграла импульса солитона от времени

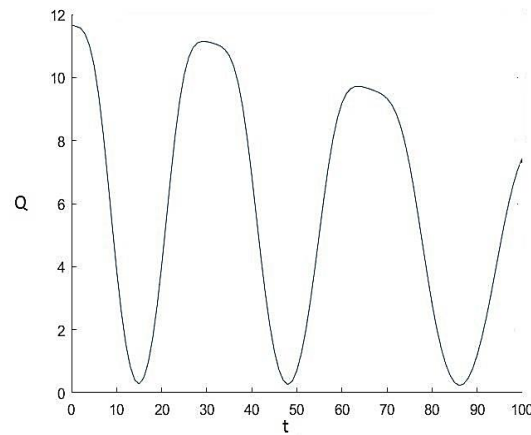


Рис. 2- График зависимости интеграла числа частиц солитона от времени

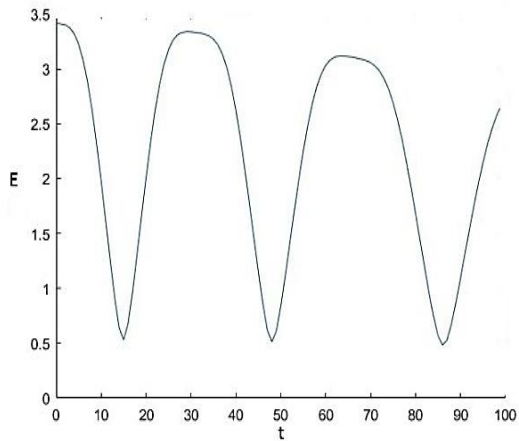


Рис.3 - График зависимости интеграла энергии солитона от времени

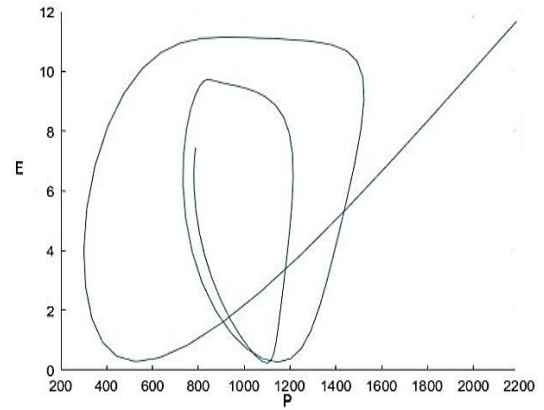


Рис.4 - Фазовый портрет системы (зависимость интеграла импульса от интеграла энергии солитона)

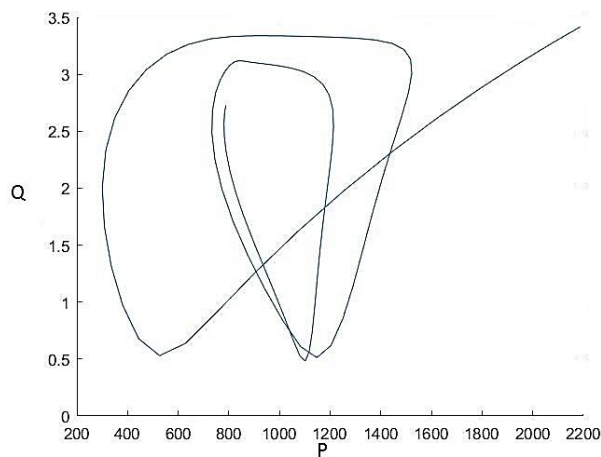


Рис.5- Фазовый портрет системы (зависимость интеграла числа частиц от интеграла импульса солитона)

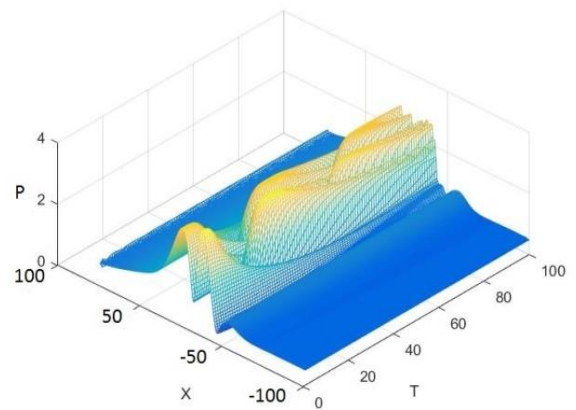
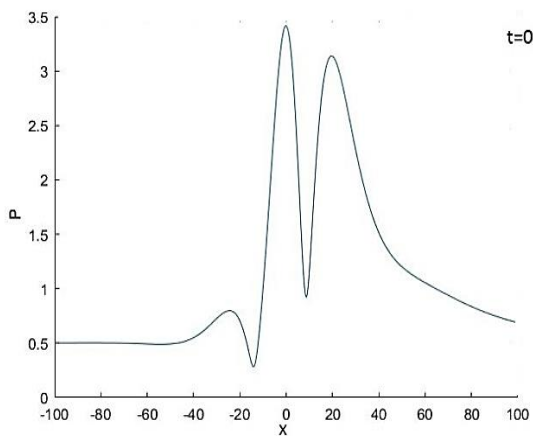


Рис.6 - График эволюции плотности импульса солитона.

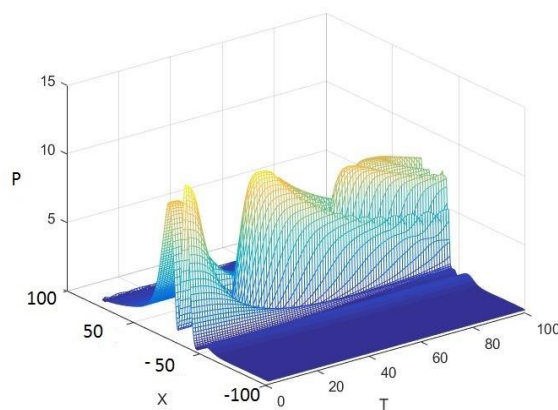
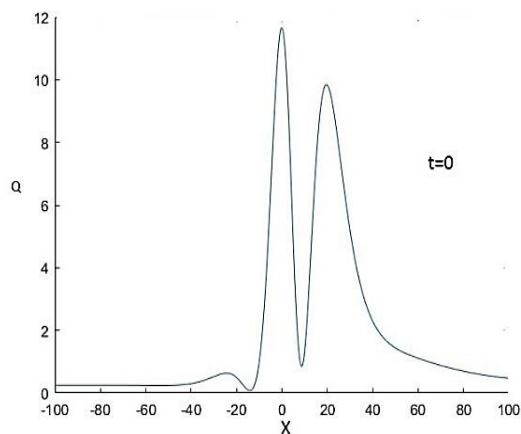


Рис.7- График эволюции плотности числа частиц солитона.

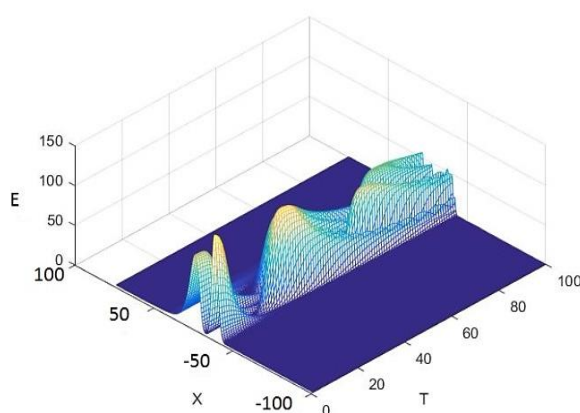
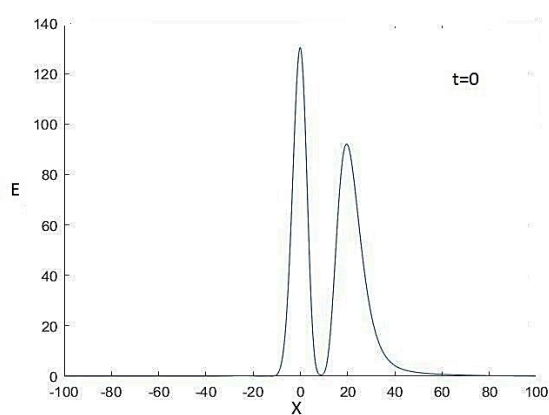


Рис.8-График эволюции плотности числа частиц солитона.

Таким образом, проведенный ряд численных экспериментов показывает, что двухсолитонное решение (4) скалярного нелинейного уравнения Шредингера с убывающими граничными условиями (3), построенное алгебро–геометрическим методом, меняется, но восстанавливает свою форму через период (рис.1–3), а фазовые портреты (см. рис.4,5) показывают, плавные локализованные начальные распределения с параметрами, близкими к точке, расположенной в фазовом пространстве. Также эволюция плотности моментов системы (3) при наличии ненулевой скорости солитона и при соответствующих параметрах стабилизируется и сохраняет период волны постоянной, что говорит о характере бризерного типа (рис. 6–8) [10–12].

### Литература

1. Makhankov V.G. On stationary solutions of Schrödinger equation with a self-consistent potential satisfying Boussinesq's equations // Phys. Lett. – 1974. – v. 50. – n. 1. – P. 42–44.
2. Косевич А.М., Иванов Б.А., Ковалев А.С. Нелинейные волны намагниченности. Динамические и топологические солитоны – Киев. – Наукова Думка. – 1983. – 189 С.
3. Новиков С.Н. Теория солитонов. Метод обратной задачи. Москва: Наука. –1980. – 320 С.
4. Абдуллоев Х.О., Рахимов Ф.К. Двухсолитонные решения СНУШ с конденсатными граничными условиями. – ЖТФ. – 1995. – Т.65. – С.191–196.
5. Рахимов Ф.К., Абдуллоев Х.О., Якубова Л. Солитонные решения уравнений, описывающих экситоны в молекулярных системах. Вопросы физ. хим. свойств веществ. – Душанбе. – 1998. – ЖЗ. – С.56–60.
6. Дубровин Б.А., Маланюк Т.М., Кричивер И.М., Маханьков В.Г. Точные решения нестационарного уравнения Шредингера с самосогласованным потенциалом. ЭЧАЯ. – 1988. – Т. 19. – №.3. – С.579.

7. Рахими Ф., Абдуллоев Х.О., Максудов А.Т., Курбониен М.С. Одно- и двухсолитонное решение скалярного нелинейного уравнения Шредингера с самосогласованными потенциалами // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. – 2017. – Т. 60. – № 3-4. – С. 138-144.

8. Абдуллоев Х.О., Максудов А.Т., Муминов Х.Х., Рахимов Ф.К., Маханьков В.Г. Двухсолитонные решения скалярного нелинейного уравнения Шредингера с конденсатными граничными условиями. ЖТФ. – 1995. – Т. 65. – С. 191–196.

9. Рахими Ф., Абдуллоев Х. О., Максудов А. Т., Курбониен М. С. Решение нелинейного уравнения Шредингера с учётом самосогласованных потенциалов / Доклады Академии наук Республики Таджикистан. – 2017. – Т. 60. – № 1–2. – С. 50–56.

10. Муминов, Х. Х., Мухамедова Ш. Ф., Асгари–Ларими М. Численное моделирование эволюции двухсолитонного решения скалярного нелинейного уравнения Шредингера с притягивающим потенциалом / Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение физико–математических, химических, геологических и технических наук. – 2017. – № 3(168). – С. 44–51.

11. Akhmediev N., Ankiewicz A. Dissipative Solitons / Berlin–Heidelberg: Springer–Verlag. – 2005.

12. Земляная Е.В., Барашенков И.В. Численный анализ движущихся солитонов в нелинейном уравнении Шредингера с параметрической накачкой и диссипацией – Математическое моделирование. – Том 17. Номер 1. – 2005. – С.65–78.

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

TJ	RU	EN
Содикова Хафиза Мухамадисхаковна	Содикова Хафиза Мухамадисхаковна	Sodikova Hafiza Mukhamadiskhakovna
Муаллими калони кафедраи технологияҳои иттилоотӣ коммуникатсионӣ ва барномасозӣ	старший преподаватель кафедры информационно – коммуникационных технологий и программирования	Senior Lecturer at the Department of Information and Communication Technologies and Programming
ТГУПБП	ТГУПБП	ТГУПБП
<a href="mailto:sodikova72@list.ru">sodikova72@list.ru</a> (+992)927030073		

УДК 581.192.6(575.3)

## ТАЪСИРИ МЕТАЛҲОИ ВАЗНИНУ ЗАРАРНОК (As, Ni, Pb) БА РАСТАНИИ МАЪМУЛТАРИНИ ДОРУВОРИИ ПУДИНА Сайфутдинова Р.З., Абдурасулова Н.А., Шарипов С.Р., Юнусова С.

Институти физикаю техникаи ба номи С.У. Умарови АМИТ

Дар мақола натиҷаҳои тадқиқоти миқдори металлҳои вазнину зарарнок дар хок (реша), поя ва барги растаниҳои доруворӣ (пудина) бо усули таҳлили рентгено-флуоресенсӣ (ТРФ) бо истифода аз намунаи дар шакли хока омодакардашуда, оварда шудаанд. Тибқи таҳлили қонуниятҳои тақсимшавии металлҳои вазнину зарарнок - Pb, Ni ва As дар хок, поя ва барги пудина, дар баробари механизми “диффузионӣ” (аз хок ҷаббида гирифтани) ва воридшавӣ ва паҳншавии металлҳо ба растани, ҷой доштани механизми “адсорбсионӣ” - и тариқи сатҳи баргу поя ба растани воридшавии металлҳо баррасӣ шудааст. Қаме аз меъёрҳои ҳадди аққали дар растаниҳо тавсияшуда зиёдтар будани миқдори Pb, Ni ва As дар таркиби намунаҳои санҷидашудаи пудина нишон дода шудааст.

**Калидвожаҳо:** *ғиёҳи доруворӣ, пудина, металлҳои вазнин, таҳлили рентгенофлуоресенсӣ.*

## ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ ТОКСИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ (As, Ni, Pb) НА НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННОЕ ЛЕКАРСТВЕННОЕ РАСТЕНИЕ МЯТА

Сайфутдинова Р.З., Абдурасулова Н.А., Шарипов С.Р., Юнусова С.

В статье приводятся результаты исследования концентрации тяжелых токсичных металлов в почве, стеблях и листьях лекарственных растений (мята) методом рентгенофлуоресцентного анализа порошкообразных образцов. На основе анализа закономерности распределения тяжелых токсичных металлов - Pb, Ni и As в почве, стеблях и листьях растений наряду с механизмом “диффузионного” переноса металлов из почвы в корни, стебли и листья растений обсуждается возможность существования “адсорбционного” механизма переноса тяжелых металлов через поверхности стеблей и листьев растений. Показано незначительное повышение концентрации Pb, Ni и As в исследованных образцах относительно установленного минимального уровня концентрации этих металлов в лекарственных растениях.

**Ключевые слова:** *лекарственные растения, мята, тяжелые металлы, рентгенофлуоресцентный анализ.*

## EFFECTS OF TOXIC METALS (As, Ni, Pb) ON THE MOST COMMON MEDICINAL PLANT MINT

Saifutdinova R.Z., Abdurasulova N.A., Sharipov S.R., Yunusova S.

The article presents the results of a study of the concentration of heavy toxic metals in the soil, stems and leaves of medicinal plants (mint) by X-ray fluorescence analysis of powdered samples. Based on the analysis of the distribution patterns of heavy toxic metals - Pb, Ni and As in soil, stems and leaves of plants along with the mechanism of “diffusion” transfer of metals from soil to roots, stems and leaves of plants, the possibility of the existence of an “adsorption” mechanism of heavy metals transfer through the surfaces of stems and leaves of plants is discussed. A slight increase in the concentration of Pb, Ni and As in the studied samples was shown relative to the established minimum concentration level of these metals in medicinal plants.

**Keywords:** *medicinal plants, mint, heavy metals, X-ray fluorescence analysis*

**Муқаддима.** Афзуншавии партови металлҳои вазнину зарарнок ба муҳити атроф дар натиҷаи ғайриҷамъияти истеҳсоли чомеаи муосир ба яке аз масъалаҳои муҳими экологӣ табдил ёфта, омӯзиш ва пешгирии оқибатҳои манфии он диққати мутахассисону олимони соҳаҳои гуногунро ба худ беш аз беш ҷалб намуда истодааст [1]. Азбаски аэрозолҳои (зарраҳои) металлҳои вазниндошта дар таркиби ҳаво мударӣ зиёд дар ҳолати муаллақ буда наметавонанд, ҷамъшавии бештари онҳо дар таркиби хок ва растаниҳои дар сатҳи Замин буда ба амал меояд [2]. Растаниҳои дар сатҳи замин нашъунамоқунанда Ҳамчун объекти биологӣ барои таъмини сабзишу инкишофи худ маводҳои ғизоии лозимаро аз таркиби хоку ҳавои минтақаи ҷойгиршудаашон ҷаббида мегиранд. Дар натиҷаи мубодилаи моддаҳои дар хоку ҳаво (бештар дар хок) буда, тавассути реша, тана ва баргҳо ба растани металлҳои вазнину зарарнок дар муҳити атроф буда низ, ворид мешаванд.

Ворид ва ҷамъшавии металлҳои вазнину зарарнок дар таркиби растаниҳо на танҳо боиси сустшавии инкишофи пастшавии маҳсулнокии онҳо, инчунин сабаби тамоман хушкшавию нобудшавии онҳо шуда метавонад [3]. Аз тарафи дигар растаниҳоро одамоне ҳамчун озӯқаворӣ, доруворӣ ва хӯрокаи чорво васеъ истифода мекунад ва металлҳои вазнину зарарнок дар таркиби растаниҳо буда ба организми одамоне гузашта ба саломатии онҳо таҳдид менамояд [1,4]. Аз меъёрҳои санҷидашуда зиёдтар ҷамъшавии металлҳои вазнини зарарнок аз қабилҳои сурб (Pb), рух (Zn), никел (Ni), Арсений (As, марги муш) боиси дар истеъмолқунандагон пайдошавии касалиҳои пуст (дерматит), захролудшавии меъда (отравление), саратон, таназули тафаккур, заъфи хотира, камхунӣ ва ғайраҳо шуда метавонад [5].

Мувофиқи меъёрҳои Созмони умумиҷаҳонии тандурустӣ (СУТ) миқдори ҳадди аққали барои организм беҳатари металлҳои вазнин дар таркиби растаниҳо барои сурб (Pb) 10 мг/кг дар вазни хушк [7], барои As 1мг/кг дар вазни хушк, барои кадмий (Cd) - 0,2 мг/кг дар вазни хушк муқаррар карда шудааст [10]. Бояд тазаққур дод, ки вобаста ба шароити маҳал ва стандартҳои давлатии амалқунанда миқдори

металҳои вазнину зарарноки дар таркиби растаниҳо буда, дар кишварҳои гуногун гуногун аз ҳамдигар фарқ мекунад [8,9]. Масалан, миқдори иҷозат додашудаи марги муш дар растаниҳо дар Чин 2 мг/кг дар вазни хушк, дар Таиланд 4 мг/кг дар вазни хушк қабул карда шудаанд.

Вобаста аз нақши металлҳо дар фаъолияти растаниҳо, онҳоро ба металлҳои муҳим ва ғайримуҳим ҷудо намудан мумкин аст. Масалан металлҳои муҳим ё микроэлементҳо ба монанди Cr, Co, Cu, Mn, Mo, Ni, Fe, Se, ва Zn барои таъмини фаъолияти мӯътадили равандҳои биологӣ ва биохимиявии организмҳои зинда заруранд. Ба гуруҳи металлҳои ғайримуҳим, металлҳои намуди As, Cd, Hg ва Pb-ро, ки дар организмҳои растаниҳо ягон вазифаи биологӣ надоранд дохил намудан мумкин аст.

Металлҳои вазнин бо усули биологӣ таҷзияшаванда нестанд, аз ин рӯ онҳо метавонанд дар организмҳои дер нигоҳ дошта шуда, дар концентратсияҳои паст ҳам зараровар бошанд [11].

Сурб (Pb) ҳамчун ифлоскунандаи партовҳои саноатӣ хеле маъмул аст, ки дар бисёр соҳаҳо, аз ҷумла ҳангоми истеҳсоли батарея ва аккумуляторҳо, хоҳаҳои ранг, маводи аксбардорӣ, саноати мошинсозӣ ва ғайра истифода мешавад [12]. Дар соҳаи кишоварзӣ, Pb ҳосилнокии зироатҳоро паст мекунад [1-11] ва метавонад истеҳсоли намудҳои реактиви оксигенро афзоиш диҳад, ки боиси фишори оксиген дар растаниҳо мегардад [2-5]. Сурб дар таркиби маҳсулоти гуногуни бозорӣ, дорухонаҳо, дӯконҳои гиёҳфурӯшӣ, бозорҳои анъанавӣ ва супермаркетҳо бо миқдори аз 0,03 то 1,11 мг/кг мушоҳида мешавад.

Кадмий (Cd) одатан ҳангоми фаъолияти саноатӣ, химиявӣ аз қабилҳои корҳои истихроҷи маъдан, металлургия, сӯзонидани партовҳо, истифодаи ғайриқонунии пеститсидҳо ва нуриҳо ба муҳити атроф партофта мешавад. Он барои организмҳои ҷӣ дар об ва ҷӣ дар хушкӣ фаъолият кунанда хеле захрнок аст [4-9]. Баланд шудани концентратсияи Cd дар растаниҳо метавонад боиси кам шудани раванди фотосинтез, коҳиши ҷаббиши об ва коҳиши ҷаббиши маводи ғизоӣ гардад. Растаниҳое, ки дар хоки дорои миқдори зиёди Cd парвариш карда мешаванд, бештар ба сустшавии афзоиш, хушкшавии реша ва баъдан ба хушкшавии пурра дучор мегарданд [1]. Дар муҳити атроф кадмий аз 0,18 то 0,28 мг/кг мушоҳида мешавад.

Дигар метали захрнок арсеник (As) маҳсули фаъолияти саноатӣ ё истифодаи нуриҳо мебошад. Он бештар дар муҳити зист, дар ҳолати оксидшавии се валента ва панҷвалента, ки ҳам дар пайвастиҳои органикӣ ва ҳам ғайриорганикӣ ҷойгиранд, дучор мешавад. Арсенат ( $AsO_4^{3-}$ ) ва арсенит ( $AsO_3^{3-}$ ) шаклҳои ҳалшавандатарини пайвастиҳои ғайриорганикӣ мебошанд, ки дар таркиби оби хом вомехӯранд [1-13]. Ҳаракатнокии баланд таъсири арсеникро ба муҳити зист бештар менамояд [1]. Миқдори шаклҳои гуногуни арсеник дар манзумаи хок, об ва растаниҳо аз суръати гардиши он, аз хусусиятҳои физикӣ, химиявӣ ва биохимиявии мазума вобаста буда, ба потенциали редокс, сохтори pH, мавҷудияти ионҳои идоранашаванда, фаъолияти биологӣ таркиби моддаҳои органикӣ система таъсир мерасонад.

Никел (Ni) унсурҳои муҳими фаъолият ва инкишофи растаниҳо буда, асосан барои фаълосозии ферментҳо ба монанди мочевина ва глиоксалаза истифода мешавад. Никел инчунин барои сабзиши тухмҳо, фотосинтез ва мубодилаи нитроген дар растаниҳо муҳим аст [14]. Аммо концентратсияҳои баландтари он (аз 10 то 1000 мг/кг дар вазни хушк, вобаста ба ҳассосияти растани) метавонад боиси захролудшавии растаниҳо ва хушкшавии он гардад [15].



Расми 1- Намуди зоҳирии гиёҳи пудинагӣ

Пудина дар якҷоягӣ бо дигар гиёҳҳо, растаниҳои хушбӯйест, ки дар доруворӣ, хӯрокворӣ, нӯшокиҳо, чойҳо, маҳсулоти ороишӣ ва ғайра истифода мешавад (расми 1). Якчанд намуди гиёҳи пудинагӣ тавсиф шудааст, аммо на ҳамаашон ҳосиятҳои табобатӣ доранд. Намудҳои пудина, ки ҳосиятҳои шифобахшӣ доранд, пудинаи обӣ (*Mentha aquatica*), пудинаи ширин (*Mentha viridis* ё *Mentha spicata*) ва гибриди ин ду намуд мебошанд. Ҳамаи навъҳои пудина дар чойҳои нисбатан салқин, ки қисман аз офтоб пӯшидаанд, хеле хуб месабзад. Нашъунамои растаниҳо босуръат мебошад. Решаи пудина то чуқуриҳои 40-130 см паҳн



мешавад. Пояш сурху бунафш ва сершоха буда, баргаш байзашакли дароз, ранги сабзи сабук, кунҷҳои сердор. Дар Аврупо гиёҳи пудинагӣ дар миёнаҳои асри XVIII барои табобати дилбеҳузурӣ, қайқунӣ ва бемориҳои меъдаю рӯда истифода мешуд. Илова ба хосиятҳои шифобахшӣ, пудина боз бо хосиятҳои зидди ҳашаротиаш бар зидди хомӯшакҳо, арағҳо ва гамбӯсақҳо маълум аст [3-7].

Мақсади асосии мақолаи мазкур тадқиқи таъсири металҳои вазнини зарарнок, ба хосиятҳои табобатии яке аз маъмултарин гиёҳҳои доруворӣ – пудина мебошад. Кушиш қарда мешавад, ки тавассути муайян кардани миқдори метали вазнину зарарноки муайян – сурб (Pb), маргимуш (As), кадмий (Cd), синк (Zn) дар таркиби хок, ҳаво, реша, тана ва барги пудина, қонуниятҳои гардиши ин ё он метали вазнин дар манзумаи хоку, ҳаво ва растанӣ муайян қарда шавад. Дар бораи механизми биофизикуии ҳаракат ва ҷойгиршавии металҳои вазнин дар растанӣ маълумот ба даст оварда шавад.



**Расми 2 - Намуди зоҳирии модели спектрометри мавҷи-дисперсионии рентгенӣ "SPECTROSCAN MAX-G"**

Усули таҳқиқот. Дар амалӣ намудани тадқиқоти мазкур аз имкониятҳои техникӣ ва усулҳои таҳқиқотии лабораторияи физикаи атмосфераи Институти Физикаю техникаи ба номи С.У. Умарови АМИТ истифода қарда шудааст. Аз ҷумла, дар ин лаборатория усули таҳлили рентгено-флуоресенсӣ (ТРФ), ки барои муайян кардани миқдори элементҳои химиявии дар таркиби намунаи дар шакли хока омодакардашуда маълумоти зарурӣ дода метавонад, ба роҳ монда шудааст. Мо барои муайян кардани миқдори металҳои вазнини дар таркиби растанӣ доруворӣ-пудина буда аз дастгоҳи самараноки таҷрибавӣ - спектрометри флуоресенсӣ-рентгенӣ мавҷи-дисперсионӣ «SPECTROSCAN MAX-G» (ҶДММ «СПЕКТРОН», Санкт-Петербург) [15] (расми 2), истифода қардем.

Натиҷаҳо ва таҳлили онҳо. Натиҷаҳои ҷенкунии миқдори металҳо ва павастагиҳои онҳо дар таркиби хок, поя ва решаи пудина дар ҷадвал оварда шудаанд. Аз таҳлил ва муқоисаи натиҷаҳои дар ҷадвал буда ба осонӣ дидан мумкин аст, ки метали вазнину зарарноки кадмий, ки дар борааш маълумот оварда будем, дар ҷадвал нест. Ин як ишора ба набудани манбаҳои истихроҷи кадмий дар наздикиҳои минтақаи сабзи растанӣ (қисмати шарқии ш. Душанбе) мебошад.

Миқдори дар як килограмм массаи хушки растанӣ будаи металҳои зарарнок - сурб ва арсенӣ аз миқдори ҳадди аққали муайянкардаи СУТ зиёдтар мебошад ва барои омода намудани доруворӣ тавсия намудани ҳамин басти пудинаҳо худдорӣ бояд қард.

Агар аз нуқтаи назари фарзияти асосан тавассути реша аз хок кашида гирифтани металҳои вазнини зарарнок андеша ронем, муқоисаи натиҷаҳои дар ҷадвал нисбати сурб ва никелу арсенӣ (марги муш) овардашуда боиси тавачҷуҳ мебошанд. Никел ба гуруҳи металҳои муҳим ва марги муш ба гуруҳи аз ҷиҳати биологӣ ғайримуҳим тааллуқ доранд, аммо тақсимои миқдориашон аз хок (реша) то барг монанд мебошанд. Сурб ва марги муш ҳарду ба металҳои ғайримуҳим мансубанд, аммо тақсимои миқдориашон дар растанӣ ба яқдигар муҳолиф аст. То дараҷае бо дуршавӣ аз маркази манба (хок) то барг кам шудани миқдори металҳои дар як килограмм растанӣ хушк бударо, то дараҷае бо таносуби қувваҳои физики (гравитатсионӣ, капиллярӣ,...) ва биоосмотикӣ шарҳ додан мумкин аст. Аммо яқбора бо

дуршавӣ аз манба хеле зиёд афзудани концентратсияи сурбро дар поя ва барги растанӣ аз ин нуқтаи назар шарҳ додан душвор аст.

Шояд қисмати зиёди металҳои вазнин масалан сурб, тавассути хоку реша нею тавассути ҳавою барг ба растанӣ ворид шуда бошанд? Шояд қисмати зиёди металҳо (сурб) ба растанӣ ворид нашуда, дар сатҳи баргу пояи он ба таври механикӣ часпида монда бошанд? Барои истисно ё тасдиқи ин фарзияҳо басти санҷидашавандаи растаниро ҳангоми ҷамъоварӣ ба ду қисмат ҷудо намуда, сатҳи баргу пояи як қисмати онро то қадри имкон аз зарраҳои механикӣ ба онҳо часпида, тоза кардан лозим аст. Агар дар ин қисмати баст миқдори металлҳои вазнин нисбати қисмати дигараш ба миқдори назаррас кам нашавад, пас механизми тавассути баргу поя ҷамъшавӣ ё воридшавии металҳои вазнину зарарнок ба растанӣ бо механизми тавассути хоку реша воридшавии онҳо рақобатпазир шуда метавонад. Дар ин маврид дар бораи саҳми механизмҳои диффузионӣ ва адсорбтсионии мигратсияи металҳои вазнин (умуман элементҳои дигар) дар растаниҳо (айни замон пудина) ҳулосабарорӣ намудан мумкин мебуд. Барои тасдиқи ин ё он фарзия таҷрибаро такрорӣ ва бо растаниҳои гуногун гузаронидан зарур мебошад. Алҳол, натиҷаҳои мавҷуда ба имконияти дар баробари тавассути реша бо усули "диффузионӣ" ба растанӣ воридшавии металҳо, ҷой доштани механизми дигари тавассути багу поя воридшавии металлҳо замина мегузорад.

Ҷадвал - Металҳои вазнин дар таркиби гиёҳҳои пудинагӣ

Унсур	Воҳид	Дар хок	Дар тана	Дар барг
Sr	мг/кг	107,4388	109,9280	104,56
Pb	мг/кг	2,6596	21,1505	13,7343
As	мг/кг	18,86433	3,7145	1,5370
Zn	мг/кг	93,5775	75,8117	97,3341
Cu	мг/кг	50,5672	49,7567	49,8997
Ni	мг/кг	34,4653	7,5479	6,7919
Co	мг/кг	-	-	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	4,6823	2,4690	2,0907
MnO	мг/кг	89,6446	87,2768	87,5817
Cr	мг/кг	65,6919	63,0874	66,8061
V	мг/кг	2,27995	25,2462	16,7507
TiO <sub>2</sub>	%	0,3921	0,3258	0,3259

**Ҳулоса.** Тадқиқи миқдори металҳои вазнину зарарнок (сурб, никел, арсений (маргимуш)) дар хок, поя ва барги растани доруворӣ-пудина нишон медиҳад, ки раванди ба растанӣ воридшавӣ ва паҳншавии металҳои вазнин ҷӣ тавассути хоку реша (механизми "диффузионӣ") ва ҷӣ тавассути баргу поя (механизми "адсорбтсионӣ") ба амал омада метавонад. Тибқи баргузори таҷрибаҳои боз ҳам саҳеҳтару мақсаднок саҳми ин ё он раванди воридшавии металҳои зарарнокро ба растаниҳои мушаххас, аз ҷумла растаниҳои дорувори муайян намуда, барои андешидани чораҳои зарури нисбати пешгирӣ намудани захролудшавии худӣ растанӣ бо металҳои вазнин ва бо ҳамин васила ҳимоя намудани саломатии одамон аз таъсири зарарнони металҳои вазнин, мусоидат намудан мумкин аст.

### Адабиёт

1. Cristina Dinu. Toxic Metals (As, Cd, Ni, Pb) Impact in the Most Common Medicinal Plant (Mentha piperita)/C. Dinu, S. Gheorghe, A. G. Tenea, et.al//Int J Environ Res Public Health. 2021, 18(8): 3904.
2. Ghiyasi S., Karbassi A., Moattar F., Modabberi S., Sadough M.B. Origin and concentrations of heavy metals in agricultural land around aluminum industrial complex. J. Food Agric. Environ. 2010;8:1237–1240.
3. Sarma H., Deka S., Deka H., Saikia R.R. Accumulation of heavy metals in selected medicinal plants. Rev. Environ. Contam. Toxicol. 2011, 214:63–86.
4. Matache M., Ropota M., Patroescu C. The determination of heavy metals from wastewater of treatment plant Brasov by spectrometric techniques in plasma. Rev. Chim. 2003;54:217–220.
5. Gheorghe S., Stoica C., Vasile G.G., Nita-Lazar M., Stanescu E., Lucaciu I.E. Water Quality. InTech; London, UK: 2017. Metals Toxic Effects in Aquatic Ecosystems: Modulators of Water Quality.
6. Stoica C., Vasile G.G., Banciu A., Niculescu D., Lucaciu I., Lazar M.N. Influence of anthropogenic pressures on groundwater quality from a rural area. Rev. Chim. 2017;68:1744–1748. doi: 10.37358/RC.17.8.5756.
7. Kim L., Vasile G.G., Stanescu B., Dinu C., Ene C. Distribution of trace metals in surface water and streambed sediments in the vicinity of an abandoned gold mine from Hunedoara County, Romania. Rev. Chim. 2016;67:1441–1446.

8. Stancheva I., Geneva M., Markovska Y., Tzvetkova N., Mitova I., Todorova M., Petrov P. A comparative study on plant morphology, gas exchange parameters, and antioxidant response of *Ocimum basilicum* L. and *Origanum vulgare* L. grown on industrially polluted soil. *Turk. J. Boil.* 2014;38:89–102. doi: 10.3906/biy-1304-94.

9. Qishlaqi A., Farid Moore F. Statistical analysis of accumulation and sources of heavy metals occurrence in agricultural soils of Khoshk River banks, Shiraz, Iran. *Am. Eurasian J. Agric. Environ. Sci.* 2007;2:565–573.

10. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press; New York, NY, USA: 2001.

11. Sahito S.R., Memon M.A., Kazi T.G., Kazi G.H. Evaluation of mineral contents in medicinal plant *Azadirachta indica* (neem) *J. Chem. Soc. Pak.* 2003;25:139–143.

12. Refaz A.D., Mohd S., Parvaiz H.Q. Overview of medicinal plants spread and their uses in Asia. *J. Phytopharmacol.* 2017;6:349–351.

13. Singh R., Gautam N., Mishra A., Gupta R. Heavy metals and living systems: An overview. *Indian J. Pharmacol.* 2011;43:246–253. doi: 10.4103/0253-7613.81505.

14. Jabeen S., Shah M., Khan S., Hayat M. Determination of major and trace elements in ten important folk therapeutic plants of Haripur basin, Pakistan. *J. Med. Plants Res.* 2010;4:559–566.

15. Кожевникова, М.Ф. Идентификация источников загрязнения: вычислительные методы / М. Ф. Кожевникова, В.В. Левенец, И.Л. Ролик // Вопросы атомной науки и техники. -2011,-Т.19. -№6. - С.149-156.

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

<i>TJ</i>	<i>RU</i>	<i>EN</i>
Сайфутдинова Робия Зайниддиновна	Сайфутдинова Робия Зайниддиновна	Saifutdinova Robiya Zainiddinovna
Муҳандиси пешбар	Ведущий инженер	Lead engineer
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
<a href="mailto:for.59@mail.ru">for.59@mail.ru</a>		
<i>TJ</i>	<i>RU</i>	<i>EN</i>
Абдурасулова Наргис Анваровна Номзади илмҳои физика ва математика	Абдурасулова Наргис Анваровна Кандидат физико-математических наук	Abdurasulova Nargis Anvarovna Candidate of Physical and Mathematical Sciences
Институти физикаю техникаи ба номи С.У.Умаров АМИТ	Физико-технический институт им. С. У. Умарова НАНТ	S.U. Umarov Physical-Technical Institute of the NAST
<a href="mailto:nargisjon@inbox.ru">nargisjon@inbox.ru</a>		
<i>TJ</i>	<i>RU</i>	<i>EN</i>
Шарипов Сафарали Раҷабалиевич Муҳандиси пешбар	Шарипов Сафарали Раҷабалиевич Ведущий инженер	Sharipov Safarali Rajabaliyevich Lead engineer
Институти физикаю техникаи ба номи С.У.Умаров АМИТ	Физико-технический институт им. С. У. Умарова НАНТ	S.U. Umarov Physical-Technical Institute of the NAST
<a href="mailto:safarali.r.sharipov@mail.ru">safarali.r.sharipov@mail.ru</a>		
<i>TJ</i>	<i>RU</i>	<i>EN</i>
Юнусова Салима	Юнусова Салима	Yunusova Salima
Ходими пешбарандаи илмӣ	Ведущий научный сотрудник	Leading scientific employee
Институти физикаю техникаи ба номи С.У.Умаров АМИТ	Физико-технический институт им. С. У. Умарова НАНТ	S.U. Umarov Physical-Technical Institute of the NAST
<a href="mailto:bisimoi@mailru">bisimoi@mailru</a>		

## ИНФОРМАТИКА, ТЕХНИКАИ ҲИСОББАРОР ВА ИДОРАКУНӢ - ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ - INFORMATICS, COMPUTER TECHNOLOGY AND MANAGEMENT

УДК 003.26:004.056.55

### ТАТБИҚИ БИГРАММАҶО ДАР БАДАЛСОЗИИ ОБЪЕКТ БО ИСТИФОДАИ КАЛИДИ ДУКАРАТА

Ғафуров М.Ҳ., Қосимов А.А.

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Барои ҳар як давлат ва пеш аз ҳама сохторҳои таъминкунандаи сирри давлатӣ ва ҳифзи техникии иттилоот бо назардошти зиёд гардидани муқотиба ва гардиши ҳуҷҷатҳо бо истифода аз маълумоти дорон сирри давлатӣ, рушди илму техника ва ташаббусҳои нав дар роҳи рушди давлатдорӣ, ки тарҳрезӣ ва амалигардонии онҳо тавассути речаи махфӣ амалӣ мегарданд, тақозо менамоянд, ки дар таъмини соҳаи сирри давлатӣ ва ҳифзи техникии иттилоот, чораҳои зарурӣ андешида шавад. Дар акси ҳол, ҷонибҳои манфиатдор, гурӯҳҳои муташаккили ҷиноятпеша, разведкаи хоричӣ, кулфшиканҳо (хаккерон) бо мақсади расидан ба ҳадафҳои худ ҷиҳати дастрасӣ пайдо кардан ба маълумоти махфӣ ва дастрасиаш маҳдуд тамоми роҳи воситаҳои истифода карда, имкониятҳои система ва маҷмӯаҳои сершӯғлаи худро пайваста тақмил дода, дар соҳаи сиёсати дохилӣ ва хоричӣ, сиёсати ҳарбӣ ва пешрафти он, дигаргунҳои мунтазами иқтисодӣ, истифодаи натиҷаҳои тадқиқоти илмӣ ва таҷрибаҳои техникӣ, иқтисодӣ ва технологӣ, дигар захираҳои давлатӣ ва соҳаҳои муҳими давлатӣ, зарари нобахшиданиро расонида метавонанд.

Дар мақолаи мазкур тарзи сохтани маҷмӯи биграмми яктарафаи (нимибиграмма) алифбои бадалсозӣ, сохтан ва истифодаи калиди дукарата ва бадалсозии объект дар мисоли матни забони тоҷикӣ (барои матни забони ихтиёрӣ тағбиқшаванда мебошад), ки он дорон устувории баланди объекти пушида мегардад, мавриди баррасӣ қарор гирифтааст.

**Калимаҳои калидӣ:** усл, объект, алифбо, бадалсозӣ, бадалкунӣ, аксбадалкунӣ, биграмма, маҷмӯъ, аломат, калид, вариант, устуворӣ.

### ПРИМЕНЕНИЕ БИГРАММ В ШИФРОВАНИИ ОБЪЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВОЙНОГО КЛЮЧА

Ғафуров М.Ҳ., Қосимов А.А.

Для каждого государства, и прежде всего, структурам, обеспечивающим государственную тайну и техническую защиту информации, с учетом возрастания переписки и документооборота с использованием сведений, содержащих государственную тайну, развития науки и техники, новых инициатив на пути развития государственности, которые разрабатываются и реализуются через систему секретности, требуют принятия необходимых мер в области государственной тайны и технической защиты информации. В противном случае заинтересованные лица, организованные преступные группы, иностранные разведки, взломщики (хакеры) для достижения своих целей, получения доступа к конфиденциальной и ограниченной информации используют все пути и средства, постоянно совершенствуя возможности своих систем и своих многофункциональных комплексов в сфере внешней, внутренней и военной политики, и пути их реализации, постоянные экономические изменения, используя результаты научных исследований и технических экспериментов, интеллектуальных, технологических и человеческих потенциалов, других государственных ресурсов и важных государственных секторов, могут нанести непримиримый ущерб.

В данной статье рассмотрены способы создания множества односторонней биграммы алфавита шифрования, создания и использования двойного ключа шифрования объекта на примере текста таджикского языка (применимо для произвольного языкового текста), обладающего высокой устойчивостью закрытого (зашифрованного) объекта.

**Ключевые слова:** метод, объект, алфавит, шифрование, зашифрование, расшифрование, биграмма, множества, символ, ключ, вариант, устойчивость.

### THE USE OF BIGRAMS IN THE ENCRYPTION OF AN OBJECT USING A DOUBLE KEY

Gafurov M.Kh., Kosimov A.A.

For each state, and above all, for structures providing state secrets and technical protection of information, taking into account the increase in correspondence and document flow using information containing state secrets, the development of science and technology, new initiatives on the path to the development of statehood, which are developed and implemented through a system of secrecy, require the adoption of the necessary measures in the field of state secrets and technical protection of information. Otherwise, interested persons, organized criminal groups, foreign intelligence services, crackers (hackers) use all ways and means to achieve their goals, gain access to confidential and restricted information, constantly improving the capabilities of their systems and their multifunctional complexes in the field of external, internal, and military policy, and the way they are implemented, constant economic changes, using the results of scientific research and technical experiments, intellectual, technological and human potentials, other state resources and important public sectors, can cause inexcusable damage. This article discusses ways to create a set of one-way digrams of the encryption alphabet, create and use a double object encryption key using the example of the Tajik language text (applicable for arbitrary language text), which has a high stability of a closed (encrypted) object.

**Key words:** method, object, alphabet, encryption, decryption, bigram, sets, symbol, key, variant, stability.

Дар кори [1] тарзи сохтани биграмма ва муайянсозии зуддии (такроршавии) он дар адабиёти тоҷик мавриди баррасӣ қарор гирифта, дар кори [2] тарзи сохтани триграмма ва истифодаи он дар муайянсозии муаллифи матни забони тоҷикӣ тадқиқ карда шудааст. Дар кори [3] се тарзи сохтани маҷмӯи алифбои бадалсозӣ, ки элементҳои он аз символҳои иборат мебошанд, тарзҳои сохтани калиди ихтиёрии бадалсозӣ ва усули бадалсозӣ бо истифода аз символҳои забон (униграмма), мавриди баррасӣ қарор дода шудааст. Дар кори [4] тарзи сохтан ва муайян кардани миқдори калиди ихтиёрии беназир (уникалӣ) дар бадалсозии объекти матнӣ тадқиқ карда шудааст.

Бигзор матни додашудаи кушодаро чун объект  $G$  ва биграммаҳои яктарафае, ки аз ҳамаи аломатҳои символҳои ва рақамҳои дар он буда сохта мешаванд, ҳамчун маҷмӯи  $M$  қабул кунем. Пас маҷмӯи мазкур, ки монанд ба алифбои хусусии васеъкардашудаи бадалсозӣ [3, 5] мебошад, намуди зеринро мегирад:

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

Қайд кардан зарур аст, ки ҳангоми сохтани биграммаҳои яктарафа (элементҳои маҷмӯи  $M$ ), имконияти аз аввали матн ё аз символи охири объекти додашудаи  $G$  истифода кардан имконпазир буда, дар ҳолати тоқ будани миқдори умумии аломатҳои символҳои ва рақамҳои дар он буда, дар охир як символе, ки дар объекти додашудаи кушода дохил нест, ихтиёрий дохил мекунем, ки он мавқеи ҳечро дар назар дорад.

Акнун бо тарзи дар кори [6] оварда шуда, бо истифода аз элементҳои маҷмӯи сохташудаи  $M$ , яке аз вариантҳои калиди ихтиёрии хусусии бадалсозии объекти кушодаи додашудаи  $G$  –ро месозем, ки он намуди зеринро мегирад:

$$K = \{y_i \rightarrow y_j; i \neq j; y_i \neq y_j; i, j = \overline{1, n}; y_k \in M, k = \overline{1, n}\} \quad (2)$$

Қайд кардан зарур аст, ки миқдори умумии вариантҳои калиди хусусии бадалсозии сохташаванда аз миқдори умумии элемент (биграмма)-ҳои маҷмӯи сохташудаи  $M$  вобаста буда, он ба  $P(K) = n!$  мебошад. Дар навбати худ миқдори умумии вариантҳои калиди хусусии бадалсозии ба ду намуд:  $P_1(K)$ -калиди ихтиёрии беназир (уникалӣ), ки дар формулаи (2) оварда шудааст ва  $P_2(K)$ -калиди ихтиёрии ғайрибеназир иборат буда, миқдорашон тибқи формулаҳои дар кори [4] овардашуда, чунин муайян карда мешаванд:

$$P(K) = P_1(K) + P_2(K) = m_1 + m_2 = n!, \quad (3)$$

ки дар он,

$$P_1(K) = n! - \left| \sum_{i=0}^n \frac{n!}{i!} * (-1)^{n-i} \right| \quad \text{ё} \quad P_1(K) = n! - \sum_{i=0}^n \frac{n!}{i!} * (-1)^i \quad (4)$$

$$P_2(K) = \left| \sum_{i=0}^n \frac{n!}{i!} * (-1)^{n-i} \right| \quad \text{ё} \quad P_2(K) = \sum_{i=0}^n \frac{n!}{i!} * (-1)^i \quad (5)$$

Акнун калиди ихтиёрии беназири бадалсозии сохташудаи (2)-ро истифода карда, объекти додашудаи  $G$  –ро бадалсозӣ мекунам, ки дар натиҷа объекти пӯшидаи бадалшудаи  $G_1$  ҳосил мегардад.

#### А. Тарзи сохтани калиди якум ва истифодаи он дар бадалсозии объект.

Тарзи сохтани маҷмӯи алифбои хусусии васеъкардашудаи бадалсозие, ки элементҳои биграммаҳои яктарафа мебошанд ва инчунин, тарзи сохтани яке аз варианти калиди ихтиёрии беназири (уникалӣ) бадалсозиро дар мисоли объекти кушодаи зерини  $G$  татбиқ мекунем.

Бигзор объекти кушодаи  $G$  дар намуди зерин дода шуда бошад (рубой аз Умари Хайём):

Эй дӯст, биё, то ғами фардо нахӯрем,  
В-ин якдама умрро ғанимат шуморем.  
Фардо, ки аз ин дайри куҳан даргузарем,  
Бо ҳафтҳазорсолагон сарбасарем.

Пас, барои сохтани биграммаҳои яктарафа, ки аз ҳарфҳои ва аломатҳои дигар иборат мебошанд, аломати холиро (пробел) бо  $*$ , аломати ҷои ҳечро бо  $!$ , аломати вергулро бо  $/$ , аломати нуқтаро бо  $\%$  ва аломати охири абзатсро бо  $?$  ишора мекунем.

Акнун, бо назардошти гуфтаи боло маҷмӯи хусусии алифбои васеъкардашудаи бадалсозии  $M$ -ро месозем, ки элементҳои аз биграммаҳои иборат буда, намуди зеринро дорад:

$$M(P) = \left\{ \begin{array}{l} \text{эй,* д, ўс, т/,* б, иё,/*, то,* ғ, ам, и *, фа, рд, о *, на,} \\ \text{хў, ре, м/, !?, в-, ин,* я, қд, а *, ум, рр, о *, ға, ни, ма,} \\ \text{т *, шу, мо, м %, о/,* к, аз,* и, н *, да, йр, ку, ҳа, рг,} \\ \text{уз, ар, ем, бо,* х, аф, тх, ор, со, ла, го, са, рб, ас, %!} \end{array} \right\} \quad (1.1)$$

Маҷмӯи сохташудаи (1.1)-ро истифода карда, яке аз вариантҳои калиди ихтиёрии беназири бадалсозии якумро бо тарзи дар кори [6] оварда шуда месозем, ки он намуди зеринро мегирад:

$$K1 = \left\{ \begin{array}{l} \text{эй} \rightarrow \text{го}, * \text{д} \rightarrow \text{ин}, \bar{y} \text{с} \rightarrow * \text{и}, \text{т}/ \rightarrow \text{уз}, * \text{б} \rightarrow \text{ор}, \text{иё} \rightarrow \text{pp}, / * \rightarrow \text{ам}, \\ \text{то} \rightarrow \text{ни}, * \text{ғ} \rightarrow \text{ас}, \text{ам} \rightarrow \text{ре}, \text{и} * \rightarrow \bar{y} \text{с}, \text{фа} \rightarrow \text{ха}, \text{рд} \rightarrow !?, \text{о} * \rightarrow * \text{х}, \\ \text{на} \rightarrow \text{эй}, \bar{x} \bar{y} \rightarrow \text{рд}, \text{ре} \rightarrow \text{ем}, \text{м}/ \rightarrow \text{о} *, !? \rightarrow \text{т}/, \text{в} \rightarrow \text{ум}, \text{ин} \rightarrow \text{да}, \\ * \text{я} \rightarrow * \text{д}, \text{кд} \rightarrow \text{са}, \text{а} * \rightarrow \text{аф}, \text{ум} \rightarrow / *, \text{pp} \rightarrow * \text{к}, \text{о}/ \rightarrow \text{то}, \text{ға} \rightarrow \text{на}, \\ \text{ни} \rightarrow \text{и} *, \text{ма} \rightarrow \text{со}, \text{т} * \rightarrow \text{иё}, \text{шу} \rightarrow \text{о}/, \text{мо} \rightarrow \text{рг}, \text{бо} \rightarrow \text{ға}, \\ \text{м} \% \rightarrow * \text{б}, \text{аз} \rightarrow \text{фа}, * \text{и} \rightarrow \bar{x} \bar{y}, \text{н} * \rightarrow \text{в} -, \text{да} \rightarrow * \text{ғ}, \text{йр} \rightarrow \text{м}/, \\ \text{ку} \rightarrow \text{ла}, \text{ха} \rightarrow \%!, \text{рг} \rightarrow \text{м} \%, \text{уз} \rightarrow \text{аз}, \text{ар} \rightarrow * \text{я}, \text{ем} \rightarrow \text{кд}, /? \rightarrow \text{тх}, \\ * \text{х} \rightarrow \text{ма}, \text{аф} \rightarrow \text{рб}, \text{тх} \rightarrow \text{бо}, \text{ор} \rightarrow \text{йр}, \text{со} \rightarrow \text{ар}, \text{ла} \rightarrow \text{ку}, \\ \text{го} \rightarrow \text{н} *, \text{са} \rightarrow \text{мо}, \text{рб} \rightarrow \text{т} *, \text{ас} \rightarrow \text{а} *, \%! \rightarrow \text{шу}, * \text{к} \rightarrow /? \end{array} \right. \quad (2.2)$$

Акнун варианты калиди ихтиёрии беназир бадалсозии якум (2.2)-ро истифода карда, объекти кушодаи додашудаи **G** –ро бадалсозӣ мекунем, ки он объекти бадалшудаи **G1** буда, чунин намудро мегирад:

Гоин\*иузорррамниасреӯсха!?\*ҳэйрдемо\*т/  
 Умда\*дсареаф/\*\*к\*ҳнаи\*соиёо/ргем\*бт/  
 Ҳа!?то/?ӯсфаҳӯв-ғм/ӯсла%!в-ғм%аз\*яқдт/  
 Ғамарббофайраркун\*в-мот\*а\*\*яқдшу

Аз объекти бадалшудаи **G1** дида мешавад, ки он матни бе маъно буда, аз пайдарпаии символҳои иборат мебошанд, ки онҳо аз элементҳои маҷмӯи (1.1), яъне символҳои дар объекти **G** буда, истифода шудаанд. Имконияти истифодаи биграммаҳои дигаре, ки дар забони матни объекти додашудаи **G** истифода нашуданд, имконпазир мебошад.

Ҳангоми сохтани калиди ихтиёрии якуми бадалсозӣ аз 59 элементи (биграммаҳо) маҷмӯи сохташудаи (1.1) истифода шудааст, пас тибқи формулаҳои (3)-(5) миқдори варианти умумии калидҳо ба  $P(K1) = n! = 59! \approx 0.14 \cdot 10^{80}$ , миқдори варианти калидҳои беназир (уникалӣ) ба  $P_1(K1) \approx 0.05 \cdot 10^{80}$  ва миқдори варианти калидҳои ғайрибеназир ба  $P_2(K1) \approx 0.09 \cdot 10^{80}$  мебошад. Яъне, барои объекти додашудаи **G**, ки миқдори элементҳои маҷмӯи алифбои хусусии васеъкардашудаи (1.1) ба 59 баробар мебошад, эҳтимолияти муайян кардани варианти ихтиёрии калиди бадалсозӣ умумӣ  $V(K1) \approx 0.14 \cdot 10^{80}$ , беназир  $V_1(K1) \approx 0.05 \cdot 10^{80}$  ва ғайрибеназир  $V_2(K1) \approx 0.09 \cdot 10^{80}$  мегардад.

Барои аксбадалкунии қонуниро (ичозат додашударо) ба иҷро расонидан, кифоя аст, ки варианти калиди сохташуда (2.2)-ро истифода карда, онро баръакс истифода кунанд.

### Б. Тарзи сохтани калиди дуҷум ва истифодаи он дар бадалсозии объект.

Барои сохтани калиди дуҷум, маҷмӯи хусусии алифбои васеъкардашудаи бадалсозии (1.1)-ро истифода карда, ҳар як биграммаи дар он бударо ба як симболи дилхоҳ иваз мекунанд. Дар ҳолати ниҳоят зиёд будани биграммаҳо барои сохтани калиди дуҷум аз символҳои коди ASCII ё Unicode истифода кардан имконпазир мебошад.

Бигузор маҷмӯи интихобшудаи символҳои ихтиёрий **M1**, ки миқдори аъзоҳояш ба миқдори элементҳои маҷмӯи (1.1) баробар аст, чунин бошад:

$$M1 = \left\{ \begin{array}{l} a, b, c, d, ?, e, f, g, h, j, k, l, \%, -, \backslash, o, p, q, r, s, \\ u, i, t, v, w, x, y, z, \$, \text{й}, \text{н}, \text{г}, \text{ш}, \text{з}, \text{ф}, \text{п}, \text{л}, \text{ж}, \text{э}, \text{я}, \\ \text{ч}, \text{м}, \text{т}, \text{б}, \text{ю}, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, *, @, (, ), ! \end{array} \right. \quad (1.2)$$

Маҷмӯи интихобшудаи символҳои ихтиёрий (1.2)-ро истифода карда, яке аз вариантҳои калиди дуҷуми **K2**-ро месозем, ки он намуди зеринро дорад:

$$K2 = \left\{ \begin{array}{l} \text{эй} \rightarrow \text{э}, * \text{д} \rightarrow \text{d}, \bar{y} \text{с} \rightarrow \text{x}, \text{т}/ \rightarrow \text{ю}, * \text{б} \rightarrow \text{п}, \text{иё} \rightarrow \text{t}, / * \rightarrow \text{k}, \text{то} \rightarrow \text{b}, \\ * \text{ғ} \rightarrow \text{g}, \text{ам} \rightarrow 1, \text{и} * \rightarrow \text{q}, \text{фа} \rightarrow \text{з}, \text{рд} \rightarrow \%, \text{о} * \rightarrow \text{л}, \text{на} \rightarrow \text{о}, \bar{x} \bar{y} \rightarrow \text{a}, \\ \text{ре} \rightarrow \text{e}, \text{м}/ \rightarrow \text{z}, !? \rightarrow \text{м}, \text{в} \rightarrow \text{с}, \text{ин} \rightarrow \text{б}, * \text{я} \rightarrow *, * \text{я} \rightarrow *, \text{кд} \rightarrow \text{),} \\ \text{а} * \rightarrow \text{ч}, \text{ум} \rightarrow \text{w}, \text{pp} \rightarrow \text{p}, \text{о}/ \rightarrow \text{h}, \text{ға} \rightarrow \text{s}, \text{ни} \rightarrow \text{u}, \text{т} * \rightarrow \text{r}, \text{бо} \rightarrow 8, \\ \text{ма} \rightarrow ?, \text{шу} \rightarrow \backslash, \text{мо} \rightarrow \text{j}, \text{м} \% \rightarrow \text{ф}, \text{аз} \rightarrow \text{f}, * \text{и} \rightarrow \text{l}, \text{н} * \rightarrow 9, \\ \text{да} \rightarrow \text{н}, \text{йр} \rightarrow \text{ш}, \text{ку} \rightarrow \text{г}, \text{ха} \rightarrow \text{б}, \text{рг} \rightarrow \text{i}, \text{уз} \rightarrow 3, \text{ар} \rightarrow \text{(}, \\ \text{ем} \rightarrow !, * \text{х} \rightarrow -, /? \rightarrow 4, \text{аф} \rightarrow \text{v}, \text{тх} \rightarrow 2, \text{ор} \rightarrow \text{y}, \text{го} \rightarrow \text{й}, \\ \text{са} \rightarrow \text{ж}, \text{рб} \rightarrow \text{я}, \text{ас} \rightarrow \text{т}, \text{со} \rightarrow \$, \text{ла} \rightarrow 7, \%! \rightarrow 5, * \text{к} \rightarrow @ \end{array} \right. \quad (2.3)$$

Акнун калиди сохташудаи дуҷум (2.3)-ро истифода карда, объекти бадалшудаи **G1** –ро бадалсозӣ мекунем, ки он объекти бадалшудаи дуҷуми **G2** буда, чунин намудро мегирад:

Й 6 | 3 у р 1 у т е х б м - э % ! л ю  
 W н д ж е в к @ - о қ \$ т h ! ! п ю  
 Б 4 б 4 х з а с г з х 7 5 с г ф ф \* ) ю  
 S ? я 8 з ш ( г 9 с j г ч \* ) \

Аз объекти ду карат бадалшудаи **G2** дида мешавад, ки он матн ба маъно буда, аз пайдарпаии символҳо иборат мебошад. Барои ба иҷро расонидани амали аксбадалкунӣ, яъне овардани объекти бадалшудаи **G2** ба объекти як маротиба бадалшудаи **G1**, калиди бадалсозии (2.3)-ро дастрас карда, ҳар як элементи дар калид бударо баракс истифода карда, бо осонӣ объекти пӯшидаи **G1**-ро ҳосил мекунем. Пас аз он, бо истифода аз калиди (2.2) ба объекти кушодаи аввалаи **G** бо назардошти ишораҳои дар аввал қайдгардида бармегардем.

### Хулоса

1. Дар сохтани калиди ихтиёрии дуҷуми бадалсозӣ, низ аз 59 элементи (символҳо) истифода шудааст, пас тибқи формулаҳои (3)-(5) миқдори вариантҳои умумии калидҳои якҷум ва дуҷум ба  $P(K1, K2) = (n!)^2 = (59!)^2 \approx 0.196 \cdot 10^{159}$ , миқдори варианти калидҳои беназири якҷум ва дуҷум ба  $P_1(K1, K2) \approx 0.25 \cdot 10^{158}$  ва миқдори варианти калидҳои ғайрибеназири якҷум ва дуҷум ба  $P_2(K1) \approx 0.81 \cdot 10^{158}$  мебошад. Яъне, барои объекти додашудаи **G**, эҳтимолияти муайян кардани варианти ихтиёрии калидҳои бадалсозии умумии якҷум ва дуҷум  $V(K1, K2) \approx 0.196 \cdot 10^{159}$ , калидҳои беназири якҷум ва дуҷум  $V_1(K1, K2) \approx 0.25 \cdot 10^{158}$  ва калидҳои ғайрибеназири якҷум ва дуҷум  $V_2(K1, K2) \approx 0.81 \cdot 10^{158}$  мегардад.

2. Усули мазкурро барои триграмм ва дилхоҳ **N**-граммаҳои истифода кардан имконпазир мебошад.

3. Ҳангоми сохтани калиди дуҷум аз ададҳои якрақама, дурақама ва **N**-рақамаҳои истифода карда, объекти бадалшудаи аз пайдарпаии рақамҳо иборат бударо ҳосил мекунам, ки устувори он низ хело баланд мегардад.

4. Дарозии объекти бадалшудаи якҷум **G1** ба дарозии объекти додашудаи кушодаи **G** баробар буда, дарозии объекти бадалшудаи дуҷум **G2** аз дарозии объекти додашудаи кушодаи **G** ду маротиба хурд мебошад.

### Адабиёт

1. Усманов З.Д., Косимов А.А. Частотность биграмм таджикской литературы. // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. 2016, т.59, № 1-2. - С. 28-32.

2. Усманов З.Д., Косимов А.А. О распознавании авторства таджикского текста. // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. 2016, т.59, № 3-4. - С. 114-119.

3. Гафуров М.Х. Бадалсозии объекти матнӣ бо истифодаи символҳои забон. //Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2020. -№4 (52). – С.31-35.

4. Гафуров М.Х., Косимов А.А., Абдукарим А. Об одном способе разработки уникальных вариантов алфавита шифрования. //Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2022. -№1 (57). – С.47-50.

5. Гафуров М.Х. Дар бораи як тарзи бадалсозии объект бо истифодаи калиди дукарата. //Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2023. -№1 (61). – С.38-41.

6. Гафуров М.Х. Об одном способе шифрования объекта с использованием элементов языка. //Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2023. -№2 (62). – С.22-29.

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

TJ	RU	EN
Гафуров Миршафи Ҳамитович	Гафуров Миршафи Ҳамитович	Gafurov Mirshafi Khamitovich
Номзади илмҳои техникӣ, дотсент	Кандидат технических наук, доцент	Candidate of technical sciences, associate professor
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik technical university named after academician M.S.Osimi
Тел: 918 63 11 97; E-mail: <a href="mailto:mirugaf56@gmail.com">mirugaf56@gmail.com</a>		
TJ	RU	EN
Қосимов Абдунаби Абдурауфович	Косимов Абдунаби Абдурауфович	Kosimov Abdunabi Abduraufovich
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 academician M.S.Osimi
Тел: 928 43 64 53; E-mail: <a href="mailto:abdunabi_kbtut@mail.ru">abdunabi_kbtut@mail.ru</a>		

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

### ПЛАТЕЖЕСПОСОБНЫЙ СПРОС НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ЭНЕРГИЮ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БИЗНЕСА

Ахророва А.Д., Камилова Н.М., Саидова Ш.Н.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Статья посвящена исследованию устойчивости энергетического бизнеса. Авторами выполнена количественная оценка влияния платежеспособного спроса на финансовую устойчивость энергетического бизнеса в Таджикистане, обоснованы рекомендации по повышению его роли в формировании государственного бюджета и обслуживании внешнего долга. В качестве инструмента исследования использовались методы экономико - математического моделирования.

**Ключевые слова:** электроэнергия, устойчивость, спрос, тариф, бизнес, приоритет, развитие, финансы, модель.

### ТАЛАБОТИ САМАРАНОК БА НЕРҶИ БАРҶ ВА ТАЪСИРИ ОН БА РУШДИ УСТУВОРИ ЭНЕРГЕТИКА

Ахророва А.Д., Камилова Н.М., Саидова Ш.Н.

Мақола ба омӯзиши устувории тиҷорати энергетикӣ бахшида шудааст. Муаллифон таъсири тақозои муассирро ба суботи молиявии тиҷорати энергетикӣ дар Тоҷикистон баҳои миқдорӣ анҷом дода, барои баланд бардоштани нақши он дар ташаққули буҷети давлатӣ ва хизматрасонии қарзи беруна тавсияҳои асоснок додаанд. Усулҳои моделсозии иқтисодӣ ва математикӣ ҳамчун воситаи тадқиқоти истифода шуданд.

**Калимаҳои калидӣ:** барҷ, устуворӣ, талабот, тариф, тиҷорат, афзалият, рушд, молия, модел.

### SOLVENT DEMAND FOR ELECTRIC ENERGY AND ITS INFLUENCE ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF ENERGY

Akhrorova A.D., Kamilova N.M., Saidova Sh.N.

The article is devoted to the study of the sustainability of the energy business. The authors made a quantitative assessment of the impact of effective demand on the financial stability of the energy business in Tajikistan, and substantiated recommendations for increasing its role in the formation of the state budget and servicing external debt. Economic and mathematical modeling methods were used as a research tool.

**Key words:** electricity, sustainability, demand, tariff, business, priority, development, finance, model.

**Актуальность проблемы.** Тарифы на электрическую энергию в меньшей мере подвержены рыночной конъюнктуре. Это обусловлено тем, что спрос на нее практически постоянен, неэластичен, а также тем, что электроэнергетика является естественной монополией. Учитывая социальную значимость доступа потребителей к электрической энергии, регулирование тарифов на электрическую энергию осуществляет государство. В условиях низкого платежеспособного спроса, концентрации значительного внешнего и внутреннего долгов в электроэнергетике, низкой эффективности энергетического менеджмента особую актуальность приобретает проблема исследования устойчивого развития энергетической компании Таджикистана, поиска механизмов его обеспечения. Практическая значимость выполненного исследования обусловлена обоснованием мер по улучшению финансового благополучия энергетической компании и повышению ее вклада в формирование государственного бюджета и обслуживание внешнего долга.

**Устойчивое развитие.** Новой моделью развития цивилизации является концепция «устойчивого развития», предусматривающая анализ и решение экологических, социальных и экономических проблем, препятствующих гармоничному развитию общества. В современных условиях растущей конкуренции, роста таких показателей успешной экономической деятельности как производительность и прибыль ограничить использование ресурсов, ровно как и прекратить экономический рост практически невозможно. Однако выраженные тенденции информатизации общества привели к формированию экономики нематериальных потоков финансов, информации, интеллектуальной собственности. В настоящее время развитие экономики зависит не только от доступности материальных природных ресурсов, но в большей степени от доступности информационных ресурсов и знаний. Трендами современности является снижение удельной энергоёмкости хозяйственной деятельности при росте общего объема потребления энергетических ресурсов.

Мировой Энергетический Совет для реализации проектов устойчивой энергетики разработал концепцию «энергетической трилеммы», которая стала ответом на современную тройную



энергетическую задачу, заключающуюся в поддержке безопасной, доступной и экологически чистой энергии и которая включает в себя [1-2]:

- энергетическую безопасность, предполагающую эффективную организацию использования национальных природных источников энергии на основе привлечения инвестиций в энергетический сектор, создания надежной энергетической инфраструктуры и способности поставщиков энергии удовлетворить текущий и будущий спрос с учетом современных климатических тенденций;

- энергетическое равенство, предусматривающее наличие и доступность энергии для потребителей независимо от их территориального размещения и исключающее энергетическую бедность;

- экологическую устойчивость — определяющую эффективность предложения и спроса энергии, а также развитие предложения энергии из возобновляемых источников и других малоуглеродистых источников.

Устойчивое развитие энергетического бизнеса является важнейшим условием социально-экономического развития страны. Энергетическая безопасность государства предполагает его защищенность от возможных негативных событий, способных нарушить надежное энергоснабжение страны. В Таджикистане энергетическая безопасность – это один из приоритетов государственной политики. Стратегические приоритеты энергетической политики в Таджикистане могут быть иллюстрированы рис. 1.

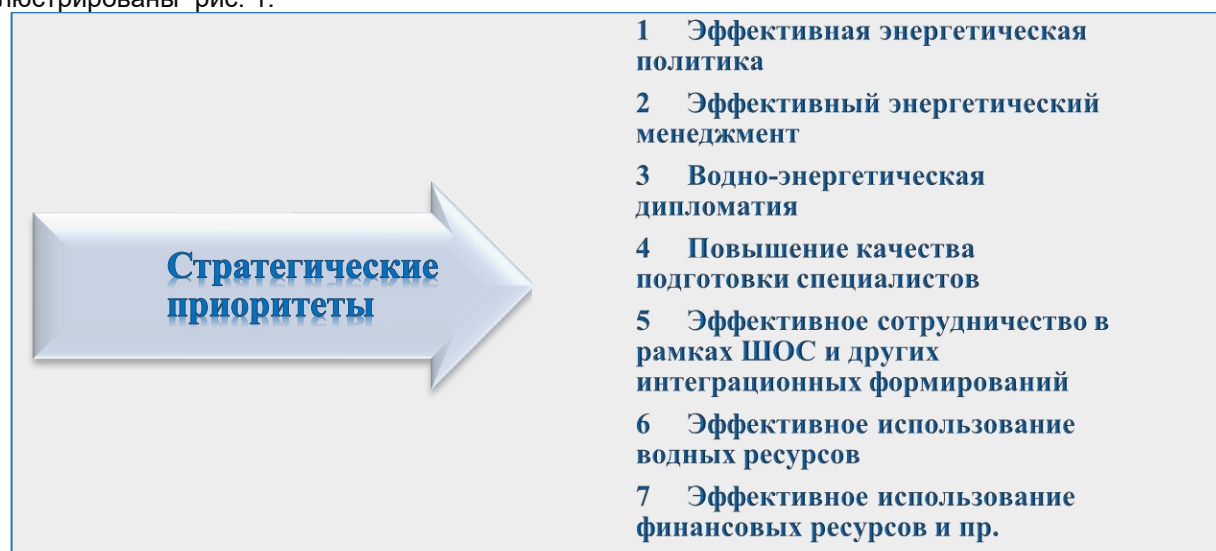


Рисунок 1 – Стратегические приоритеты в обеспечении устойчивого развития энергетического бизнеса в Таджикистане.

Таджикистан, как страна с открытой экономикой, подвержен влиянию внешних и внутренних вызовов, которые могут повлиять на достижение указанных стратегических целей устойчивого энергетического развития. Основным потребителем электроэнергии в стране, являются промышленные предприятия, которые потребляют 48,38% общего объема. Крупным потребителем является население, которое потребляет почти 29% электроэнергии, ирригационные системы занимают третью позицию, используя 19% от общего потребления.

Энергетический бизнес, включая освоение природных энергетических ресурсов должен руководствоваться принципами устойчивого развития. Включение и реализация принципов устойчивого развития в стратегию отечественной энергетики обеспечивают снижение затрат, формирование новых эффективных экономических отношений в сфере производства, передачи, распределения и использования энергии, улучшение кадрового модуля. Вместе с тем стратегия устойчивого развития является преимуществом энергокомпании, которая, осознавая влияние энергетического бизнеса на окружающую среду и уровень жизни населения, учитывает требования и потребности общества к количеству и качеству производимой энергии, а также предоставляет открытую информацию о своей деятельности, в том числе финансовой.

**Концепция активного потребителя.** Формирование интеллектуальных энергетических систем и их реструктуризация, особая социальная значимость доступа к электрической энергии создают условия для изменения традиционных подходов к управлению электроэнергетическими системами. Если ранее потребители выступали в роли пассивных участников процесса производства, передачи, распределения и использования электрической энергии, то в современных условиях создаются предпосылки для изменения их функций и роли в энергосистеме, происходит трансформация

потребителя из стороны, принимающей диктуемые энергосистемой условия взаимодействия, к роли «заказчика», т.е. «активного» потребителя.

В настоящее время методологическое обеспечение процесса «активизации» потребителя в условиях не только отечественной электроэнергетики, но и в других странах постсоветского пространства разработано недостаточно и требуется проведение специальных исследований в части формирования системы управления, включающей механизмы стимулирования потребителей электрической энергии к активному поведению на рынке, создания инструментов, которые позволят потребителям сформировать собственную стратегию своего поведения.

Естественно формирование системы условий и требований, необходимых для реализации концепции «активного» потребителя в энергосистеме, разработка модели и адекватных критериев принятия решений «активным» потребителем, механизмов реализации такой концепции представляют собой актуальную научную проблему, имеющую существенное значение для развития электроэнергетики страны и в целом экономики.

**Тарифная политика.** Одним из аспектов проблемы обеспечения устойчивого энергетического развития и энергетической безопасности являются адекватная тарифная политика на электрическую энергию. Тарифы на электроэнергию, обеспечивая финансовую стабильность энергетических предприятий, являются одним из важных инструментов государственного регулирования энергетического бизнеса в сфере производства, передачи и распределения электроэнергии, направленных на искоренение энергетической бедности, обеспечение доступа всех слоев населения к электроэнергии и удовлетворяющих потребности в ней других секторов национальной экономики.

Регулирование тарифов на электроэнергию обеспечивает возможность влияния не только на платежеспособный спрос отдельных потребителей, но и на социально-экономическую ситуацию в отдельных регионах и в стране в целом. Неадекватная тарифная политика на электроэнергию провоцирует угрозы как энергоснабжающей организации, так и потребителям. Для производителей электроэнергии угрозой является низкая цена, снижающая доходы, что является барьером для поддержания и развития национальной электроэнергетики. Неплатежеспособный спрос на электроэнергию при низкой культуре ее потребления спровоцировали несостоятельность электроэнергетики в формировании государственного бюджета и обслуживании внешнего и внутреннего долга, аккумулированного в электроэнергетике. Для потребителей электроэнергии угрозой является необоснованный рост тарифов, требующий дополнительных средств для приобретения необходимого количества электроэнергии и уменьшающий возможность доступа к ней. В отечественной практике имеет место перекрестное субсидирование, недостаточно используются тарифы в качестве инструмента регулирования графиков электрической нагрузки и, как следствие, повышения экономических и финансовых показателей всей системы энергоснабжения.

Динамика изменения использованных в анализе тарифов на электроэнергию всех групп потребителей и их прогноз с 2020 по 2025 гг. иллюстрируется диаграммой 1.

Диаграмма 1 – Динамика изменения тарифов для потребителей энергетической компании «Барки точик»



Источник: Составлено авторами на основе данных энергокомпании «Барки точик»

Обоснованная тарифная политика в электроэнергетике является действенным механизмом, обеспечивающим:

- регулирование рынка электроэнергии на основе активизации ее потребителей;

- управление спросом и предложением электрической мощности и энергии;
- повышение качества услуг энергокомпании;
- инвестиционную привлекательность энергетических проектов;
- снижение энергетической бедности;
- устойчивое развитие энергетического бизнеса;
- повышение конкурентоспособности отечественной продукции.

Тарифы на электроэнергию для населения в Таджикистане имеют социальную направленность, что предполагает частичное субсидирование тарифа для населения через повышение тарифа для других категорий потребителей. Данные таблицы 1 и диаграммы 2 характеризуют тарифы на электроэнергию и доходы населения.

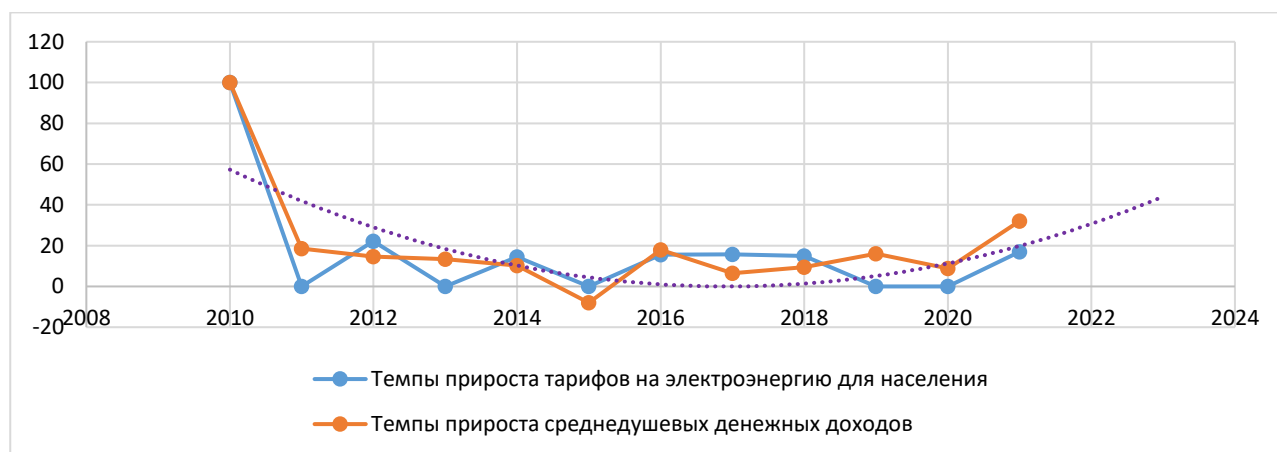
Таблица 1 – Тарифы на электроэнергию и доходы населения в Республике Таджикистан

Показатели	Ед. изм	Годы								2022/ 2015, в %
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Средневзвешенный потребленный тариф на электроэнергию	сомони/кВт.ч	0,09	0,1	0,16	0,18	0,21	0,23	0,26	0,29	22,2
Минимальная заработная плата	сомони	238,1	258,6	400	400	400	400	400	500	109,9
Средняя заработная плата одного работника	сомони	950,9	1012,1	1121,6	1173,2	1273,9	1335,6	1482,1	1689,4	77,7
Средний размер месячной пенсии	сомони	230	228	272	271	310	303	321	332,9	44,7

Источник: «ТАДЖИКИСТАН. Обзор государственных расходов. Стратегические вопросы для среднесрочной программы реформ (P172237) © Всемирный банк»

Стоимость электроэнергии в Таджикистане значительно ниже, чем в большинстве государств СНГ и странах Европы. Однако если сравнить существующие тарифы с уровнем благосостояния населения, то объяснение существующей ситуации меняется. Как видно из таблицы, несмотря на относительно низкие тарифы на электроэнергию для населения, темпы их роста опережают темпы роста среднедушевого дохода, средней заработной платы и месячной пенсии. Повышение тарифов на электроэнергию негативно влияет на платежеспособность и повышает дебиторскую задолженность потребителей.

Диаграмма 2 – Темпы прироста тарифов на электроэнергию для населения и его среднедушевых доходов.



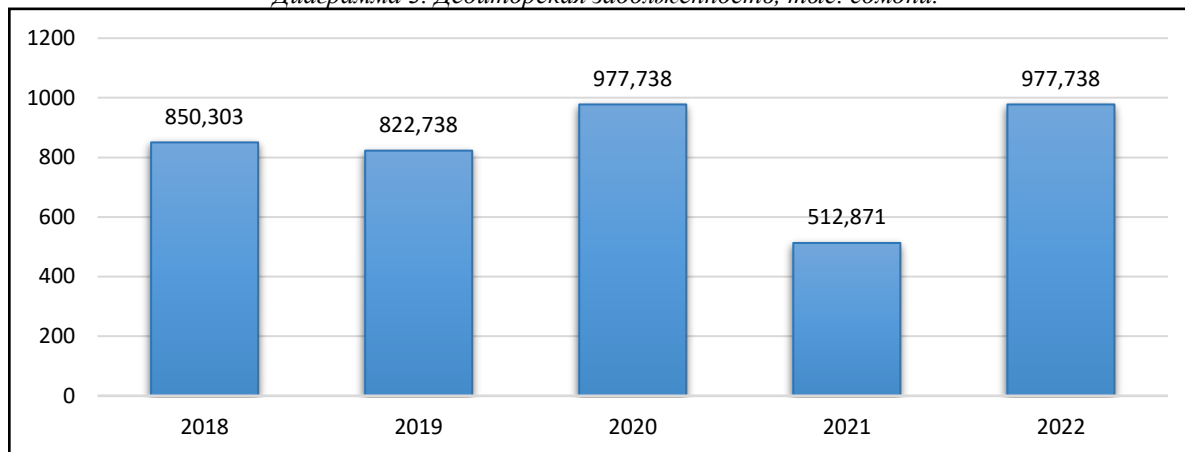
Источник: Составлено авторами на основе данных энергокомпании «Барки точик» [3] и Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан [9]

Выполненные анализ и прогноз наглядно показывают, что низкие тарифы для «ТАЛКО» отрицательно влияют на эффективность тарифной политики в целом, занижая средневзвешенные тарифы по всей энергосистеме. Неплатежеспособность алюминиевой компании, даже при низких

тарифах на электрическую энергию и значительных объемах ее потребления, приводит к снижению финансовой устойчивости энергокомпании.

Дебиторская задолженность выражается в несвоевременной оплате отпущенной энергии ее потребителями. Динамика изменения дебиторской задолженности энергетической компании «Барки Точик» приведена на диаграмме 3. Дебиторская задолженность энергетической компании при некотором снижении в 2011 г. имела устойчивую тенденцию роста в последние годы, как видно из диаграммы 3.

Диаграмма 3. Дебиторская задолженность, тыс. сомони.



Источник: Составлено авторами на основе данных энергокомпании «Барки точик» [3]

Как видно из таблицы 2, наибольшую задолженность, несмотря на самый низкий тариф, имеет ГУП «Таджикская алюминиевая компания». Платежеспособный спрос на электрическую энергию населения имеет выраженную тенденцию роста, достаточно высокий (73,8 - 83,3) %. Существенное влияние на финансовую устойчивость энергетической компании оказывает задолженность по оплате за потребленную электроэнергию насосных станций. В целом неплатежеспособный спрос за период 2022 года составил 1056,141 тыс. сомони, что составляет 35 % от стоимости чистых активов энергокомпании.

Таблица 2 – Наиболее крупные дебиторы ОАХК «Барки Точик», тыс. сом.

Потребители	2018 г.	2019 г.	2020	2021	2022
ГУП «Таджикская алюминиевая компания»	390,774	390,076	390,066	459,357	351,228
Государственный департамент земельных ресурсов и ирригации	133,019	205,14	287,955	-	-
ОАО «Рогунская ГЭС»	24,009	58,764	98,864	-	-
DaAfganistan Breshna Sherkat	43,072	27,692	30,631	-	-
Душанбинское предприятие тепловых сетей	16,994	27,155	39,895	38,906	39,164
ОАО «Точикхимпром»	23,842	26,565	30,080	-	-
ГУП «Душанбеводоканал»	10,083	18,616	5,136	-	-
АО "Узбекэнерго"	12,369	12,707	29,332	59,420	14,047
ГУП «Мачмуаигармхона»	11,038	11,125	11,124	-	-
ООО « Кохи Навруз»	2,062	3,026	4,328	-	-
ОАО «Памир энерджи»	1,924	2,48	3,610	1,884	1,584
НЭС Киргизстан	638	1,719	2,905	-	-
Шабакахои таксимоти барк ОАО	-	-	-	-	464,985
Афганистан (Пули-Хумри)	-	-	-	346,901	97,925
Афганистан Кундуз	-	-	-	47,817	87,208

Составлено авторами по данным энергетической компании «Барки точик» [3]

Платежеспособный спрос на электрическую энергию в целом по стране за рассматриваемый период уменьшился на 20%. Следует отметить, что дебиторская задолженность в определенной мере свидетельствует о недостаточной обоснованности тарифной политики.

В то же время энергетическая компания «Барки Точик», закупая электрическую энергию у электростанций с иностранным капиталом, имеет задолженность перед ними. Например, задолженность ОАХК «Барки точик» Сангтудинской ГЭС-1 с капиталом РФ иллюстрируется данными таблицы 3.

Таблица 3 – Динамика задолженности ОАХК «Барки точик» Сангтудинской ГЭС-1, в млн. сомони

Показатель	Годы								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Сумма покупки электроэнергии	222,8	293,3	393,5	431,1	620	170,7	514,07	645,5	737,4
Оплата за электроэнергию	210,5	227	245	290	358,6	52,3	226,15	299,5	461,4
Задолженность нарастающим итогом	439,5	505,8	654,3	794,5	1056	1170	1590	2091,6	2368

Составлено авторами по данным энергетической компании «Барки точик» [3]

Задолженность энергетической компании физическим и юридическим лицам оказывает существенное влияние на ее финансовую устойчивость.

**Внешний долг, сосредоточенный в электроэнергетике РТ.** На период времени января месяца 2020 года на энергетический сектор страны приходится 31 кредитное соглашение на сумму 2 100,8 \$. млн. Удельный вес энергетики в общем объеме внешнего долга страны составляет 44,1%.

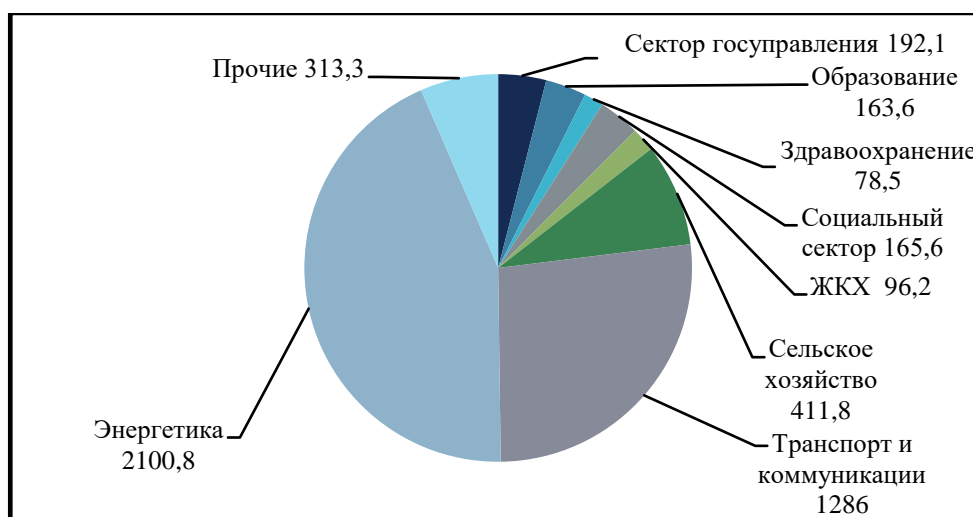


Рисунок 4 – Внешний долг по отраслям экономики Республики Таджикистан на 01.01.2020 г., \$. Млн.

К барьерам повышения роли электроэнергетики в формировании приходной части госбюджета и ее вклада в обслуживание внешнего долга можно отнести:

- неэффективный энергетический менеджмент;
- ограничения рынка сбыта в весенне-летний период;
- слабую диверсификацию структуры генерирующих мощностей энергосистемы;
- неплатежеспособный спрос;
- особенности водно-энергетической дипломатии.

Неустойчивое функционирование электроэнергетики Таджикистана зависит как от водообеспеченности ГЭС, так и от наличия рынков сбыта электрической энергии (мощности). Риск ухудшения водообеспеченности ГЭС и, как следствие их финансового благополучия, возрастает в условиях потепления климата. По имеющимся прогнозам к 2050 году объем водных ресурсов в Центральной Азии сократится на 12%. В условиях потепления климата повышается уязвимость ГЭС. Причиной этого является сокращение основных источников питания горных рек вследствие снижения количества осадков в виде снега и таяния сезонного снежного покрова, уменьшения потенциала ледников в долгосрочной перспективе. Эти процессы сопровождаются ростом потребления электроэнергии, заилением водохранилищ, увеличением потерь воды с испарением, ростом объемов водопотребления во всех секторах экономики. Таджикистан в Центральной Азии имеет наименьший потенциал адаптации к изменению климата.

Подверженность Таджикистана к воздействию изменения климата и чувствительность к нему увеличивают вероятность угроз его энергетической безопасности.

Расчеты показывают, что суммарные потери прибыли при действующих тарифах из-за холостых сбросов, потерь объема водохранилища Нурекской ГЭС составили \$478,9 млн., а недополученные налоговые поступления в государственный бюджет составили около \$72 млн.

#### **Внедрение цифровых технологий в электроэнергетическую систему страны.**

Концепции устойчивого развития и активного потребителя еще долго будут актуальными в развитии отечественной энергетики, как одной из составляющей национальной экономики. Так как энергетика - отрасль, занимающаяся производством, передачей и сбытом энергии, которая необходима для производства товаров и услуг, потребность в ней год за годом растет. В перспективе энергетика будет брендом номер один, имеющим большой спрос. Поэтому нужно предпринять меры, которые стабилизируют динамику роста производства энергоемких товаров и услуг. Одним из путей решения этой задачи является развитие использования цифровых технологий в энергетике в целях оптимизации энергетических балансов.

Реализация принципов цифровизации в электроэнергетике страны может способствовать развитию концепция "умной сети". Благодаря этой гибкой системе продуктивного взаимодействия в режиме реального времени, каждый элемент будет видеть другие элементы (подразделения) системы, понимать их возможности и предпочтения и использовать потенциал наилучшим образом, а также будет видеть неполадки и устранять их благодаря программному обеспечению. Поэтому своевременное информационное обеспечение и использование цифровых технологий (сенсорные датчики, спутниковые системы навигации, современные компьютеры и другие технические средства) - это единственный успех к гармоничному сочетанию производства и потребления энергетических ресурсов.

Процесс по внедрению новых умных технологий уже стал реализовываться в энергетической системе Таджикистана. В частности, впервые в республике принята к реализации с помощью международных доноров система биллингового мониторинга и учета электроэнергии и взаиморасчетов за ее использование населением и промышленными предприятиями. В результате ее реализации сокращается дебиторская задолженность, оптимизируется система выработки и распределения электрической энергии, производится ее контроль, мониторинг, что является хорошими предпосылками для внедрения дальнейших этапов цифровизации энергетической системы. Предполагается, что сбор оплаты за электроэнергию увеличится с 81% до 99%, а технические потери в системе электроснабжения снизятся с 19% до 12%.

**Финансовая устойчивость и факторы ее определяющие.** Финансовая устойчивость является составной частью общей устойчивости энергетической компании, функционирующей в условиях изменяющейся внутренней и внешней среды. Являясь комплексным показателем, она характеризует сбалансированность финансовых потоков и наличие средств, позволяющих поддерживать ее деятельность в течение определенного периода времени, а также гарантирующих постоянную платежеспособность, в том числе по обслуживанию внутренних и внешних заимствований, не снижая надежность энергоснабжения.

Риск снижения финансовой устойчивости энергетического холдинга Таджикистана обусловлен не только низким платежеспособным спросом на электроэнергию, низкой культурой энергопотребления, слабым энергетическим менеджментом, но и несовершенством структуры капитала. Значительная доля привлеченных средств влечет за собой несбалансированность положительного и отрицательного денежных потоков компании по объемам.

Разработка и реализация стратегии управления финансовой устойчивостью энергетического бизнеса относятся к сложным и трудоемким задачам, которые, к сожалению, на отечественных энергетических предприятиях, как правило, не решались на надлежащем уровне.

Важнейшими задачами менеджеров энергетического бизнеса является обеспечение его финансовой устойчивости и управление его рыночной стоимостью. Принятие своевременных и обоснованных управленческих решений позволяет нейтрализовать угрозы снижения финансовой устойчивости как энергетической компании в целом, так и отдельной электрической станции.

**Экономико-математическое моделирование влияния тарифной политики на финансовую устойчивость энергетического бизнеса.** *Объект исследования.* В качестве исследуемого объекта авторами выбрана энергетическая компания «Барки точик». В настоящее время функции выработки, передачи, распределения и реализации электрической энергии закреплены между тремя ее структурами. Результативным показателем в модели является величина чистых активов компании  $Y$ , которая является ключевым показателем деятельности любой коммерческой организации. Она характеризует превышение активов компании над ее обязательствами, как краткосрочными, так и долгосрочными, т.е. позволяет оценить уровень платежеспособности предприятия [4-6].

**Регрессия. Влияние платежеспособного спроса и тарифной политики на финансовую устойчивость энергетической компании «Барки точик».**

В таблице 4 представлен перечень показателей, являющихся независимыми переменными ( $X_i$ ) в модели. Оценка значимости каждого выбранного нами показателя и степени его влияния на финансовое благополучие энергетической компании производилась на основании построения эконометрической модели с использованием программы *MS Excel*.

Таблица 4 – Показатели эконометрического анализа.

Обозначение	Переменные	Единица измерения
Y	Стоимость чистых активов	тыс.сом.
X <sub>1</sub>	Платежеспособный спрос для всех групп потребителей	тыс.сом
X <sub>2</sub>	Платежеспособный спрос населения	тыс.сом
X <sub>3</sub>	Расчетная оплаченная сумма за электроэнергию всеми группами потребителей	тыс.сом
X <sub>4</sub>	Расчетная оплаченная сумма за электроэнергию населением	тыс.сом

В таблице 5 представлены рассчитанные и отчетные данные по выбранным для исследования показателям энергетической компании «Барки точик».

Таблица 5 – Входные параметры для построения экономико-математической модели

Период наблюдений	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>
2015	1843,3	1068315	482088,2	1306249	611884,3
2016	2047	11335697	494811,5	1380530	620755,5
2017	2183,7	1574757	663562	1909850	846440
2018	2378,9	1842578	807499	2268421	976211
2019	2511,8	2264029	956697	2769506	1215788
2020	2711,6	1360193	1077597	3118255	1347601
2021	2872,6	-764224	1232493	3634905	1580214

\*) рассчитано и составлено по данным энергетической компании «Барки точик» [3],[7].

В целях исключения корреляции независимых переменных была построена корреляционная матрица, представленная в таблице 6.

Таблица 6 – Корреляционная матрица

	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>
Y	1				
X <sub>1</sub>	-0,460382	1			
X <sub>2</sub>	0,987564	-0,57212	1		
X <sub>3</sub>	0,987955	0,565509	0,99947	1	
X <sub>4</sub>	0,982882	-0,574333	0,998376	0,999394	1

Оценить параметры экономико-математической модели стало возможным благодаря использованию надстройки «Пакет анализа» в режиме «Регрессия». Значение множественного коэффициента детерминации  $R^2$  показывает, что 99,9% общей вариации результативного признака объясняется вариацией признаков  $X_i$ , что является хорошим признаком того, что выбранные нами показатели влияют на величину чистых активов, т.е. на финансовое благополучие энергетической компании. После проверки значимости коэффициентов уравнение линейной множественной регрессии принимает вид:

$$Y = 1534,31 + 8,5 \cdot 10^{-6} X_1 - 0,00103 X_2 + 0,002152 X_3 - 0,0033 X_4 + \varepsilon \quad (1)$$

Это подтверждается расчетами, результаты которых приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Полученные коэффициенты значимости.

Переменные	Коэффициенты, $b_i$	P-значение
Y-пересечение	1534,31	0,000778
$X_1$	$8,51 \cdot 10^{-6}$	0,021846
$X_2$	-0,00103	0,157919
$X_3$	0,002152	0,014388
$X_4$	-0,0033	0,010837

Если вероятность  $P$  меньше уровня значимости  $\alpha=0,05$ , то принимается гипотеза о значимости соответствующего коэффициента регрессии. Из таблицы 7 видно, что наиболее значимым является коэффициент  $b_4$  соответствующий переменной  $X_4$  (расчетная сумма, оплаченная населением за потребленную электроэнергию). Дисперсионный анализ показал, что значимость  $F$  равна 0,000364, которая меньше  $\alpha=0,05$ . Следовательно, построенная нами регрессия в целом является значимой.

На основании выполненных расчетов можно сделать вывод, что на стоимость чистых активов, как показатель финансовой устойчивости, значительное влияние оказывает расчетная сумма, оплаченная населением за потребленную электроэнергию, так как эта группа потребителей в общем объеме электропотребления достаточно весома. Далее значимыми показателями являются переменные  $X_3$  и  $X_1$ , соответственно расчетная сумма, оплаченная всеми группами потребителей за потребленную электроэнергию и платежеспособный спрос всех групп потребителей. Переменные  $X_1$ - $X_4$  приняты при средних тарифах на электроэнергию и объемах ее продажи по данным энергетической компании «Барки точик» в период 2015-2021 г. Таким образом, результаты моделирования показывают, что на величину чистых активов энергетической компании влияют действующие в энергосистеме тарифы на электроэнергию и, соответственно, платежеспособный спрос.

В перспективе при увеличении тарифов на электрическую энергию для потребителей финансовое состояние энергокомпании может улучшиться, если будут использованы преимущества реструктуризации. В условиях реструктуризации отечественной электроэнергетики финансовое благополучие электрических станций должно существенно улучшиться за счет реализации концепции «активный» потребитель.

**Вывод.** Для повышения устойчивости энергетического бизнеса в Таджикистане необходимо:

*Сократить финансовые издержки и обеспечить прозрачность энергетического бизнеса.* Энергокомпания «Барки точик» и ее структурные подразделения продолжают испытывать недостаток оборотного капитала в ближайшем будущем, поскольку на покрытие огромного разрыва между его денежными доходами и обязательствами потребуются время. В течение этого времени, необходимо разработать и внедрить механизмы финансового оздоровления энергохолдинга. В настоящее время достигнута договоренность с Всемирным банком о выделении финансовых ресурсов для этих целей. Особую значимость приобретает контроль за эффективным использованием привлекаемых финансовых ресурсов.

Разработать обоснованные тарифы и максимально исключить перекрестное субсидирование. Необоснованные тарифы на электроэнергию являются одной из основных причин тяжелого финансового положения энергетической компании «Барки точик». Их необходимо скорректировать в сторону среднего уровня себестоимости, обеспечив при этом доступ к электроэнергии всех потребителей.

Обеспечить социальную защиту бедных слоев населения. Для обеспечения доступа к электрической энергии бедных слоев населения при повышении тарифов необходимо предусмотреть меры социальной защиты и наличие в местных бюджетах достаточных средств для их своевременного финансирования.

Улучшить сборы за отпущенную электроэнергию. Энергетической компании «Барки точик» необходимо улучшить сбор денежных средств за счет реализации эффективных методов управления сбытом электроэнергии на основе реализации концепции «активный» потребитель. Для клиентов, защищенных бюджетом и государством, необходимо продумать механизм, который обеспечивал бы полную и своевременную оплату счетов за электроэнергию. Целесообразно реализовать меры по сокращению дебиторской задолженности, стимулированию потребителей к оплате за использование электроэнергии на основе введения гибких тарифов.

Институциональным структурам обеспечить прозрачность всех видов энергетического бизнеса.

Диверсифицировать формы собственности в электроэнергетике, шире использовать государственно-частное партнерство.



Снизить уровень потерь электроэнергии за счет эффективного коммерческого и энергетического менеджмента.

Результаты выполненного исследования свидетельствуют о выраженной зависимости финансового благополучия энергетической компании от тарифной политики. Перекрестное субсидирование, имеющее место в системе тарифов на электроэнергию, не отвечает стратегическим целям развития страны.

### Литература:

1. Мировой Энергетический Совет [Электронный ресурс] / Мировой Энергетический Совет 2013. – Режим доступа: [http://www.worldenergy.org/wpcontent/uploads/2014/04/WEC\\_16\\_page\\_document\\_21\\_3\\_14\\_RU\\_FINAL.pdf](http://www.worldenergy.org/wpcontent/uploads/2014/04/WEC_16_page_document_21_3_14_RU_FINAL.pdf). – Дата доступа: 04.12.2014;
2. Энергетика и устойчивое развитие [Электронный ресурс] // Бюллетень МАГАТЭ 54-1-Март 2013; – Режим доступа: [http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull541/Russian/Bull54\\_1\\_Mar2013\\_ru.pdf](http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull541/Russian/Bull54_1_Mar2013_ru.pdf). – Дата доступа: 27.10.2014;
3. ОАХК «Барки точик» Электронный ресурс: [www.barqitajik.tj](http://www.barqitajik.tj);
4. Toshiyuki, Sueyoshi. Financial ratio analysis of the electric power industry. Asia-Pacific Journal of Operational Research Vol. 22, No. 03, pp. 349-376 (2005);
5. Воробьева О.С., Григорьев В.В. Финансовая устойчивость и ее влияние на стоимость компании. Научный журнал.-№(6)6. Новосибирск: Изд. АНС “СибАК”, 2017;
6. Оголихина С., Радковская Е. Использование модели множественной регрессии определения эффективности банковской деятельности. Скиф. Вопросы студенческой науки. Выпуск №э8. Екатеринбург, 2020г;
7. Ахророва А. Д., Бобоев Ф. Дж., Сайфудинова М., Саидова Ш. К вопросу оценки финансовой устойчивости энергетической компании. Вестник Таджикского технического университета: Душанбе, 2015. - № 4(40), 2017. – С. 122-133.-146 стр.;
8. Сангтудинская ГЭС-1 //Электронный ресурс: <https://sangtuda.com/>;
9. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан// Электронный ресурс: <https://www.stat.tj/ru>.

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

TJ	RU	EN
Ахророва А.Д.	Ахророва А.Д.	Akhrorova A.D.
Д.и.и., профессор, мудири маркази «Энергетика» Институти таджикотии «Политехник»	д.э.н., профессор, заведующая центром «Энергетика» НИИ «Политехник»	Doctor of Economics, Professor, Head of the Center "Energy" Research Institute "Polytechnic"
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик Осимӣ М.С.	Таджикский технический университет имени академика Осими М.С.	Tajik Technical University named after academician Osimi M.S.
<a href="mailto:aalphia@mail.ru">aalphia@mail.ru</a>		
TJ	RU	EN
Камилова Н.М.	Камилова Н.М.	Kamilova N.M.
Доктори фалсафа	Доктор философии	PhD
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик Осимӣ М.С.	Таджикский технический университет имени академика Осими М.С.	Tajik Technical University named after academician Osimi M.S.
<a href="mailto:nk_1777@bk.ru">nk_1777@bk.ru</a>		
TJ	RU	EN
Саидова Ш.Н.	Саидова Ш.Н.	Saidova Sh.N.
докторанти PhD	докторант PhD	PhD student
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик Осимӣ М.С.	Таджикский технический университет имени академика Осими М.С.	Tajik Technical University named after academician Osimi M.S.
<a href="mailto:saidova.sharlotta@gmail.com">saidova.sharlotta@gmail.com</a>		

## АНБОРҲОИ ДУТАРАФА ҲАМЧУН ТЕХНОЛОГИЯИ ОЯНДАДОР ДАР ЛОГИСТИКАИ ТАҚСИМОТӢ

Камолидинов Б. Т., Раҷабова Х. Ш.

Дар мақолаи мазкур тарзи нигоҳдории молҳо дар анбор ва хусусиятҳои дохили анбориву роҳҳои ба мизоч расонидани он дар соҳаи логистикаи тақсимотӣ матраҳ карда шудааст. Инчунин моҳияти технологияи анборҳои дутарафа ва моҳияти иқтисодии он оварда шудааст, ки истифодаи он ба ширкатҳои логистикӣ фоидаовар аст.

*Калимаҳои калидӣ:* Логистика, логистикаи тақсимотӣ, анборҳо, мол, интиқол, технология, нигоҳдорӣ.

## СКВОЗНОЕ СКЛАДИРОВАНИЕ КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В СФЕРЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Камолидинов Б. Т., Раджабова Х. Ш.

В данной статье представлено, как хранить товары на складе и особенности внутри склада, и способы доставки клиенту, упоминающиеся в распределительной логистике. Также технологическая суть двустороннего хранения и представлена его экономическая сущность, что выгодно логистическим компаниям.

*Ключевые слова:* логистика, распределительная логистика, склады, товары, транспорт, техника, хранение.

## BINARY WAREHOUSES AS A PROMISING TECHNOLOGY IN DISTRIBUTION LOGISTICS

Kamolidinov B. T., Radzhabova Kh. Sh.

In this article, how to store goods in a warehouse and features inside a warehouse and how to delivery to the customer is mentioned in distribution logistics. Also, the technological essence of bilateral storage is presented its economic essence, which is beneficial for logistics companies.

*Keywords:* Logistics, distribution logistics, warehouses, goods, transport, machinery, storage.

Дар зери мафҳуми анбор бинову иншоотҳои гуногуншакли бо дастгоҳҳои махсуси технологӣ чиҳозонидашудае фаҳмида мешаванд, ки барои анҷомдиҳии ҳамаи маҷмуи амалиётҳо барои қабул, нигоҳдорӣ, ҷойгиркунонӣ ва тақсими молҳои ба онҳо воридгардида таъин шудаанд фаҳмида мешаванд.

Мақсади асосии логистикаи тақсимотӣ таъмини расонидани молҳои зарурӣ ба ҷойҳои лозимӣ бо хароҷотҳои камтарин мебошад. Чараёни бевоситаи тақсимот бо роҳи амалигардонии намудҳои зерини корҳо анҷом дода мешавад: коркарди фармоишҳо, анборикунони маҳсулот ва нигоҳдории захираҳои молӣ-маводӣ, кашонидани молҳо то ҷоҳои истеъмолот.

Дар даҳсолаи охир дар соҳаи логистикаи тақсимоти чунин технологияи коркарди борҳо, ба монанди анборҳои дутарафа васеъ паҳн шудааст. Моҳияти технологияи анборҳои дутарафа дар соҳаи логистикаи тақсимотӣ аз он иборат аст, ки қабул ва фиристодани мол бевосита дар дохили анбор бе ҷойгиркунонии он дар ҷойҳои нигоҳдорӣ ба амал бароварда мешавад.

Бояд гуфт, ки ду намуди технологияи нигоҳдории анборҳои дутарафа, дар соҳаи логистикаи тақсимотӣ мавҷуд аст: кросс-док - технологияе, ки пурра набудани ҷойҳои нигоҳдориро таъмин мекунад ва кросс-док плюс - технологияе, ки дар он нигоҳдории кӯтоҳмуддати мол (ду то се рӯз)-ро таъмин карда метавонад.

Ин технологияҳо як қатор бартариҳои раднашаванда доранд:

1. Анборҳои дутарафа ба нуқтаҳои савдо расондани молу маҳсулотро метезонанд, зеро мол фавран баъди ба анбор қабул шудан ба истеъмолкунандагон фиристода мешавад.

2. Технологияи нави коркарди анбор фоидаи ширкатро беҳтар мекунад. Азбаски молҳо амалан аз макони нигоҳдорӣ худдорӣ мекунанд, ширкатҳои байнисоҳавӣ дар соҳаи логистикаи тақсимотӣ эҳтиёҷоти умумии худро ба фазои нигоҳдорӣ коҳиш медиҳанд, хароҷоти меҳнат ва хароҷоти умумии нигоҳдориро кам мекунанд.

3. Ин технология ба таъминкунандагон имкон медиҳад, ки талаботи фурушандагони чаканаҳоро қонеъ гардонад, ки барои онҳо вақти интиқол аҳамияти махсус дорад. Ин метавонад чорабиниҳои таблиғотӣ ва дигар таблиғоти саривақтиро дар бар гирад, ки таъминоти молро дар асоси "дар сари вақт" таъмин мекунад.

Сарфи назар аз ҳамаи бартариҳои системаи кросс-док, ки дар боло номбар шудаанд, татбиқи принципҳои он тартиби оддӣ нест. Ин қисман ба мураккабии дарки роҳбарияти ширкат дар бораи набудани мол дар анбор вобаста аст. Илова бар ин, тавассути анбор на танҳо ба параметрҳои анбор таъсир мерасонад, балки ба ташкили кор ва дигар шӯъбаҳои алоқаманди ширкат низ таъсир мерасонад.

Дар як қатор давраҳо ҷорӣ намудани технологияи анборҳои дутарафа барои нигоҳубини маҳсулот ба мақсад мувофиқ аст:

1. Интиҳоби маҳсулоти ба технология мувофиқ барои таъминкунандагони эҳтимолӣ. Албатта, на ҳама молҳоро дар технологияи мавриди назар истифода бурдан мумкин аст. Молҳои аз ҳама мувофиқ барои пайваستшавӣ инҳоянд:

- ашёи молии дорои ҳаҷми муътадил ва калони фуруш, ки талаботро пешгӯи кардан осон аст;

- маҳсулоти зуд вайроншаванда, ки ба интиқоли фаврӣ ниёз доранд;
- молҳои хушсифат, ки ҳангоми қабул тафтиши ҳамаҷонибаи сифатро талаб намекунад;
- маҳсулот барои чорабиниҳои таблиғотӣ ва таблиғи пешакӣ дар бозор;
- молҳои, ки бо ҳама тамғаҳоғазҳо ва тамғаҳоғазҳои зарурӣ таъминанд ва барои фуруш омодаанд;

- молҳои, ки доимо ва доими талабот доранд;
- фармоишҳои фармоишӣ аз дигар соҳаҳои ширкат;
- моли баргардонидашуда;
- борҳои, ки аз як анбори ширкат ба воҳидҳои дигари анбор интиқол дода шудаанд.

Барои ташкили таъминоти мол бо истифода аз технологияи анборҳои байниҳамдигарӣ, ширкат бояд ҳангоми интихоби таъминкунандагонӣ худ хеле эҳтиёткор бошад. Таъминкунандагоне, ки дорои анбор ва шабакаи нақлиёти худ мебошанд, дар ин ҷо бартарӣ хоҳанд дошт. Барои ташкили кросс-док, ба мақсад мувофиқ аст, ки он таъминкунандагонро интихоб кунанд, ки дар вақт ба миқдори зарурии моли зарурӣ расондани онро кафолат медиҳанд.

Беҳтарин таъминкунандагон онҳое мебошанд, ки метавонанд:

- молҳои худро барои коркарди самаранок дар агрегати навбатии занҷири таъминот омода кунанд;

- ҳар дафъа иҷро намудани тамоми талаботи фармоишгар оид ба тамғаҳоғазҳо, бастабандӣ ва сифати мол;

- ба ширкат маълумотро дар бораи интиқоли мол босамар, саривақт ва пурра таъмин намояд.

2. Банақшагирӣ ва рушди амалиёти анборӣ. Ҳангоми гузаштан ба технологияи анборҳои дутарафа пеш аз ҳама, муайян кардани имкониятҳои мавҷудаи ширкат низ муҳим аст. Табдилоти зарурӣ аз рӯи ҳаҷми интиқоли ба нақша гирифташуда аз анбор ва талаботи муштариён ба фармоишҳои иҷрошаванда муайян карда мешавад. Одатан, доираи васеи молҳо камтар бошад, ширкат бояд ба фаъолияти анбории худ ҳамон қадар камтар тағйирот ворид кунанд.

Ба ғайр аз ин, ба ҷорӣ намудани технологияи кросс-докинг намуди коркарди ҷараёни мол таъсир мерасонад. Ҳамин тариқ, ташкили интиқоли оддии агрегатҳои боркаши (паллетҳои) анҷомшуда аз минтақаи қабул ба минтақаи боркашонӣ назар ба ташкили системаи коркарди бор, ки конвейерӣ гирифтани фармоишҳои муштариёро талаб мекунад, хеле осонтар аст.

Ҷорӣ намудани технологияи анборҳои дутарафа барои ниғаҳдорӣ дар ташкили амалиёти анборҳо тағйироти зеринро талаб мекунад:

- Таҷҳизоти нигоҳдорӣ. Тавассути анборҳо интиқоли босуръати ҳаҷми зиёди молро дар дохили анбор таъмин мекунад. Аз ин ру, истифода бурдани конвейерҳои, ки дар фарши принсипҳои мошинҳо гузошта шудаанд, яқоя бо конвейерҳои борфарорӣ борбардорӣ худӣ анбор тартиби бо мол кашондани паллетаҳоро хеле тезонда, қобилияти боркунӣ борфарориро зиёд мекунад.

Системаҳои ҷудокунӣ конвейер инчунин метавонанд коркарди борро дар анбор суръат бахшанд ва ба таври ҳудудкор молҳоро аз минтақаҳои қабул ба пунктҳои қабул ва интиқол равона кунанд.

-Ташкили анбор. Барои пурзур намудани кори анбордорӣ дар доираи технологияи анбордорӣ байниҳамдигарӣ, мумкин аст, ки майдонҳои қабул, чидан ва фиристодани мол нав карда шаванд. Аз ҷумла, пунктҳои қабул ва фиристодани молро зиёд кардан лозим меояд. Ғайр аз ин, барои сари вақт кор карда баромадани мол дар анбор, сари вақт қабул ва фиристодани онҳо вақти кори анборро зиёд кардан ё ҳатто онро ба кори шабонарузӣ гузарондан лозим меояд. Дар сменаи шабона кор кардан ҳароҷоти ба анбор расондани мол ва ба истеъмолкунандагон расондани онро то аввали рузи кор осон ва кам мекунад.

— Кормандони анбор. Гарчанде ки системаи така ба дар ниёз ба кормандони анборро хоҳиш медиҳад, он тағйироти назаррасро дар сатҳи малакаи кормандон ва сохтори онҳо талаб мекунад. Баробари гузаштан ба ин технология, талабот ба мутахассисони баландихтисос, ки метавонанд талаботро зуд пешгӯӣ карда, ба молрасонҳои фармоиш диҳанд, иҷрои онҳо ва қабули молҳоро назорат кунанд, ба ҳаракати бевоситаи молҳо ва дар сари вақт иҷро намудани фармоишҳои истеъмолкунандагон мусоидат кунанд.

Ғайр аз ин, ба коргарони баландихтисоси анборҳо, ки таҷҳизоти боркунӣ борфарорӣ, конвейерҳои ба навҳо ҷудокунӣ идора мекунад, зиёд мешавад.

- Системаҳои иттилоотӣ. Анборҳои ба таври муассир ташкилшуда бидуни назорати ҳаракати гардиши мол дар вақти воқеӣ ғайриимкон аст. Бо истифода аз штрих-кодҳо ё бо истифода аз дастгоҳҳои радиобасомад хондани маълумот дар бораи маҳсулот ё боркашонӣ ба шумо имкон медиҳад, ки ҳаракати молҳоро зуд идора карда, ба ҳаракати онҳо ислоҳоти зарурӣ ворид кунед.

Бешубҳа, истифодаи системаи ягонаи иттилоотӣ байни анбори ширкат ва корхонаҳои молрасон, инчунин истеъмоликунандагон дурусти риояи чадвали ба анбор расонидани партияҳо ва минбаъд ба мизочон ё дигар анборҳо фиристоданро хеле беҳтар мекунад.

3. Муайян кардани хароҷоти имконпазир ва тақсими ғайриҷаҳид байни иштирокчиёни ин технология. Дараҷаи хароҷоти эҳтимоли асосан аз рӯи миқдори воҳидҳои молие, ки барои коркарди бор бо истифода аз технологияи анборҳои байниҳамдигарӣ интиқол дода мешаванд, инчунин ҳолати кунунии техникаи анбори ширкат муайян карда мешавад. Агар ширкат аллақай дорои комплекси муосири анбор дошта бошад ва нақша дорад, ки ба ҷорӣ кардани технологияи кросс-док ба миқдори маҳдуди ашёи молӣ шурӯъ кунад, пас хароҷоти ширкат дар чунин гузариш ғайриҷаҳид нисбатан хурди назарраси иқтисодӣ хоҳад буд. Агар истифодаи технология аз ҷониби таъминкунандагони ширкат масъулияти иловагиро дар бар гирад (ки ин қариб ҳамеша рӯй медиҳад), пас контрагентҳои ширкат метавонанд бо ин ё он роҳ барои иштирок дар ғайриҷаҳиди ширкат манфиатдор бошанд.

4. Татбиқ ва дастгирӣ. Амалияи нишон медиҳад, ки агар ин технологияҳо аз ҷониби ширкат бори аввал ҷорӣ карда шаванд, он бояд аз лоиҳаи маҳдуди озмоишӣ оғоз шаванд, ки шумораи маҳдуди ашёи ширкатро дар бар мегирад. Чун қоида, дар марҳилаҳои ибтидоии истифодаи технология ширкат наметавонад нигоҳдори молро комилан тарк карда, онҳоро дар анборҳо дар тӯли якҷанд рӯз ҷойгир кунад.

Амалиёти мунтазами ғайрирасмӣ инчунин метавонад дар баробари идома додани интиқоли мол ба мизочон истифода шаванд. Пас аз кор карда баромадани тамоми амалиёти анборҳо аз рӯи миқдори маҳдуди молҳо, ширкат метавонад тадриҷан номгуӣ молҳои бо ин роҳ коркардшударо васеъ намояд. Аммо дар сурати бомуваффақият кор кардани системаи нигоҳдори хона ба хона ҳам, назорати доимии оперативиро аз болои рафти иҷрои супоришҳо ва пеш бурдани гардиши мол дар дохили анборҳо таъмин кардан лозим аст. Тавассути анбор бояд аз сабаби тағирёбии талабот ва пешниҳод, қатъӣ таъминот, тағйирот дар системаҳои иттилоотӣ ва коммуникатсия ва амалҳои рақибони ширкат мунтазам инкишоф ва тақвир дода шаванд.

Хулоса анборҳои дутарафа ҳамчун технологияи ояндадор дар соҳаи логистикаи тақсимотӣ, ҳамчун технологияи самаранок ва бомуваффақият татбиқшавандаи нигоҳдори ниҳой ба ширкат имкон медиҳад, ки:

- ба таври назаррас кам кардани хароҷоти амалиётӣ;
- афзоиши муомилоти захираҳои моли;
- кам кардани эҳтиёҷ ба захираҳои молиявӣ дар шакли захираҳо;
- барои ноил шудан ба бартариҳои дарозмуддати рақобат дар бозори маҳсулотро дастрас гарданд.

### Адабиёт

1. Альбеков А.У. Коммерческая логистика / А.У. Альбеков. — Ростов на/ Д.: Феникс, 2014.—416 с.
2. Ловков С.В. Обратные товарные потоки / С.В Ловков.—М.: Инфра-М, 2016.—267с.
3. Логистика. Интеграция и оптимизация логистических бизнес-процессов в цепях поставок: учебник/В.В.Дыбская и др.; под ред. В.И. Сергеева.—М.: ЭКСМО, 2009.—940с.
4. ЛОГИСТИКА: Васоити таълимӣ / Ҳ.Х. Ҳабибуллоев, Ф.М. Ҳамроев — Душанбе 2015 — 150 с.
5. Николайчук В.Е. Логистика в сфере распределения/ В.Е. Николайчук. — СПб.: Питер, 2010.— 389 с.
6. Розина Т.М. Распределительная логистика [Электронный ресурс]
7. Федыко В.П. Коммерческая логистика / В.П.Федыко, В. А. Бондаренко — Ростов н/Д., 2016 — 300 с

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

TJ	RU	EN
Камолидинов Бахтиёр Тошпулотович	Камолидинов Бахтиёр Тошпулотович	Kamoliddinov Bakhtiyor Toshpulotovich,
н.и.и. и.в. дотсенти кафедраи И ва ЛН	к.э.н., и.о.доцента кафедры Э и ТЛ	PhD in Economics and Dotsent of E and TL
TJ	RU	EN
Рачабова Хубон Шорачабовна	Раджабова Хубон Шораджабовна	Radzhabova Khubon Shoradzhobovna
Муаллими калони Кафедраи И ва ЛН	Старший преподаватель кафедры Э и ТЛ	Senior Lecturer Kafedra E and TL

## ХУСУСИЯТҲОИ ТЕХНОЛОҒИ ВА ТАШКИЛИ ИСТЕҲСОЛОТИ СОХТМОНӢ ВА ТАЪСИРИ ОН БА ТАШКИЛИ БАҲИСОБГИРӢ

Икромова М.Х.

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Дар мақола хусусиятҳои технологию ташкили истеҳсолот ва таъсири он ба ташкили баҳисобгирӣ дар соҳаи сохтмон мавриди омӯзиш қарор дода шудааст. Сохтмон як соҳаи алоҳидаи мустақили иқтисодӣ буда, истифода додани объектҳои нав, инчунин азнавсозӣ ва таъмири иншооти мавҷуда самтҳои асосии фаъолияти корхонаҳои дар ин соҳа фаъолияткунанда мебошад. Дар мақола таҳлили муқоисавии низоми баҳисобгирии ширкати сохтмонӣ бо асосҳои методологии баҳисобгирии муҳосибии дар корхонаҳои дигар соҳаҳои иқтисодӣ амалкунанда гузаронида шуда, як қатор хусусиятҳои фарқкунандаи он ошкор карда шудааст. Хусусиятҳои, ки ба индустрияи сохтмонӣ хосанд, бо ҷунин аломатҳои фарқкунанда ба монанди ҳосияти маҳсулот, шароити ғайристандартии меҳнат, таҷҳизот ва раванди маҳсули технологӣ, хусусияти ғайриинтиқоли ва ғайриминтақавӣ доштани маҳсулоти (корҳо, хизматрасониҳои) соҳаи сохтмон, муҳлати тӯлоии даври истеҳсолӣ, тарҳҳои гуногун доштани объектҳои сохташаванда муайян гардида, баҳисобгирии идоракунии инфиродӣ ва равишҳои маҳсули қабули қарорҳои идоракунии менеҷерҳо талаб мекунад.

Дар мақола муайян гардидааст, ки хусусиятҳои зикршуда дар баҳисобгирии идоракунии ташкилотҳои сохтмонӣ таъсири худро мегузоранд. Бинобар ин низоми баҳисобгирии идоракунии ва назорат дар ташкилотҳои сохтмонӣ дар баробари қондаҳои умумии муқарраршуда, ки нисбати дигар корхонаҳо истифода мешаванд, дар вақти ба ҳисоб гирифтани қорҳои сохтмонӣ васлгарӣ хусусиятҳои алоҳидаро ба худ касб мекунад.

**Калидвожаҳо:** ширкати сохтмонӣ; ширкатҳои паймонкорӣ; марҳилаҳои сохтмон; баҳисобгирии идоракунии; қарорҳои идоракунии; хароҷот; арзишмуайянкунии; усули хоҷагӣ; усули паймонкорӣ.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗАЦИЮ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА

Икромова М.Х.

В статье изучены технологические и организационные особенности производства и их влияние на организацию бухгалтерского учета в строительной отрасли. Строительство является отдельной самостоятельной отраслью экономики, подготовка и сдача новых объектов, а также реконструкция и ремонт существующих объектов являются основными направлениями деятельности предприятий, работающих в этом секторе. В статье проведен сравнительный анализ системы бухгалтерского учета строительной компании с методологическими основами бухгалтерского учета, действующими на предприятиях других отраслей экономики, и выявлен ряд ее отличительных особенностей. Специфические для строительной отрасли особенности определяются такими отличительными признаками, как свойства продукции, нестандартные условия труда, специальное технологическое оборудование и процессы, непередаваемость и нерациональные особенности строительной продукции (работ, услуг), длительные сроки производства, различные конструкции строящихся объектов, что требуют постановки индивидуального управленческого учета и особого подхода руководителей к принятию решений.

В статье также определено, что указанные особенности оказывают влияние на управленческий учет строительных организаций. Поэтому организация управленческого учета и контроля в строительных организациях наряду с установленными общими правилами, которые применяются для других предприятий, приобретают особые характеристики при учете строительно-монтажных работ.

**Ключевые слова:** строительная компания; подрядные компании; этапы строительства; управленческий учет; управленческие решения; затраты; калькулирование; хозяйственный способ; подрядный способ.

## TECHNOLOGICAL AND ORGANIZATIONAL FEATURES OF THE CONSTRUCTION PRODUCTION AND THEIR IMPACT ON THE ORGANIZATION OF ACCOUNTING

Ikromova M.Kh.

The article studies the technological and organizational features of production and their impact on the organization of accounting in the construction industry. Construction is a separate independent branch of the economy, the preparation and commissioning of new facilities, as well as the reconstruction and repair of existing facilities are the main activities of enterprises operating in this sector. The article provides a comparative analysis of the accounting system of a construction company with the methodological foundations of accounting in force at enterprises in other sectors of the economy, and identifies a number of its distinctive features. Specific features for the construction industry are determined by such distinctive features as product properties, non-standard working conditions, special technological equipment and processes, non-transferability and non-regional features of construction products (works, services), long production periods, various designs of objects under construction, which require the setting of an individual managerial accounting and a special approach of managers to decision-making.

The article also determines that these features have an impact on the management accounting of construction organizations. Therefore, the organization of management accounting and control in construction organizations, along with the established general rules that apply to other enterprises, acquire special characteristics when accounting for construction and installation work.

**Key words:** construction company; contracting companies; construction stages; Management Accounting; management decisions; expenses; costing; economic way; contract method.

Бунёди иншоотҳои замонавии истеҳсолӣ ва ғайриистеҳсолӣ, иҷроиши қорҳои таъмирӣ, васлгарӣ, инчунин азнавсозии иншооти гуногун самтҳои асосии фаъолияти яке аз соҳаҳои мустақили

иқтисодиёт, ба монанди сохтмон мебошад, ки дар рушди устувор ва рӯзафзуни иқтисодиёти дилхоҳ кишвар саҳми босазо дорад.

Дар луғати муосири иқтисодӣ мафҳуми зерини соҳаи сохтмон дода шудааст: «Ин як соҳаи иқтисодиётест, ки ташкилотҳои он ба сохтмони биноҳо, иншоот ва объектҳои нава машғуланд» [9, С.26].

Дар луғати калони муҳосибии А.Азрилиан сохтмон ҳамчун соҳаи истеҳсолоти моддӣ маънидод карда мешавад, ки татбиқи он аз барпо намудани корхонаҳои нава, васеъ кардан, таҷдид ва аз ҷиҳати техникӣ аз нава мусаллаҳ гардондани корхонаҳои мавҷуда, дигар объектҳои истеҳсолӣ ва ғайриистеҳсолӣ иборат аст. Ғайр аз ин, таъмири асосии объектҳои сохтмониро ба маҳсулоти соҳаи сохтмон мансуб доништан мумкин аст [2, С.670].

Мувофиқан, сохтмон як соҳаи алоҳидаи мустақили иқтисодиёти кишвар буда, барои ба истифода додани объектҳои нава, инчунин азнавсозӣ ва таъмири иншооти мавҷуда, ки фаъолияти ҷорӣ ташкилотҳои ба ин соҳа машғулбуда мебошанд, хизмат мерасонад. Нақши ҳалкунандаи ин соҳа дар фароҳам овардани шароит барои рушди босубот ва рӯзафзуни иқтисоди кишвар беназир мебошад.

Ҳангоми таҳлили муқоисавии низоми баҳисобгирии ширкати сохтмонӣ бо асосҳои методологии баҳисобгирии муҳосибии дар корхонаҳои дигар соҳаҳои фаъолияти хоҷагӣ ва соҳибкорӣ амалкунанда як қатор хусусиятҳои фарқкунанда мушоҳида карда мешаванд. Ба гуфтаи Н. Адамов, тафовутҳо аз хусусиятҳои соҳавии комплекси сохтмонӣ бармеоянд [1, С.26].

Комплекси сохтмонӣ имрӯз ҳамчун маҷмуи субъёктҳои мустақилона идорашаванда фаҳмида мешавад. Мафҳуми "комплекси сохтмонӣ" дорои якчанд маъно мебошад. Аз ҷиҳати маъмурии иқтисодӣ он низоми кори моддӣ ташкилот мебошад, ки бо мақсадҳои истеҳсолӣ ва ғайриистеҳсолӣ бо захираҳои таъмини маблағгузори асосӣ, ба вучуд овардани объектҳои нава ва нава кардани фондҳои асосии мавҷударо амалӣ мегардонад.

Дар айни замон ду мафҳуми асосӣ васеъ истифода бурда мешавад: «комплекси инвестсионӣ» ва «комплекси сохтмонӣ». Комплекси инвестсионӣ вобаста ба моҳият ва таркиб аз нигоҳи принципи захирадори муайян карда мешавад. Комплекси сохтмонӣ ба ҳаёати комплекси инвестсионӣ дохил мешавад, зеро ба вучуд овардани як қисми фондҳои асосӣ бе миёнаравии индустрияи сохтмонӣ метавонад сурат гирад.

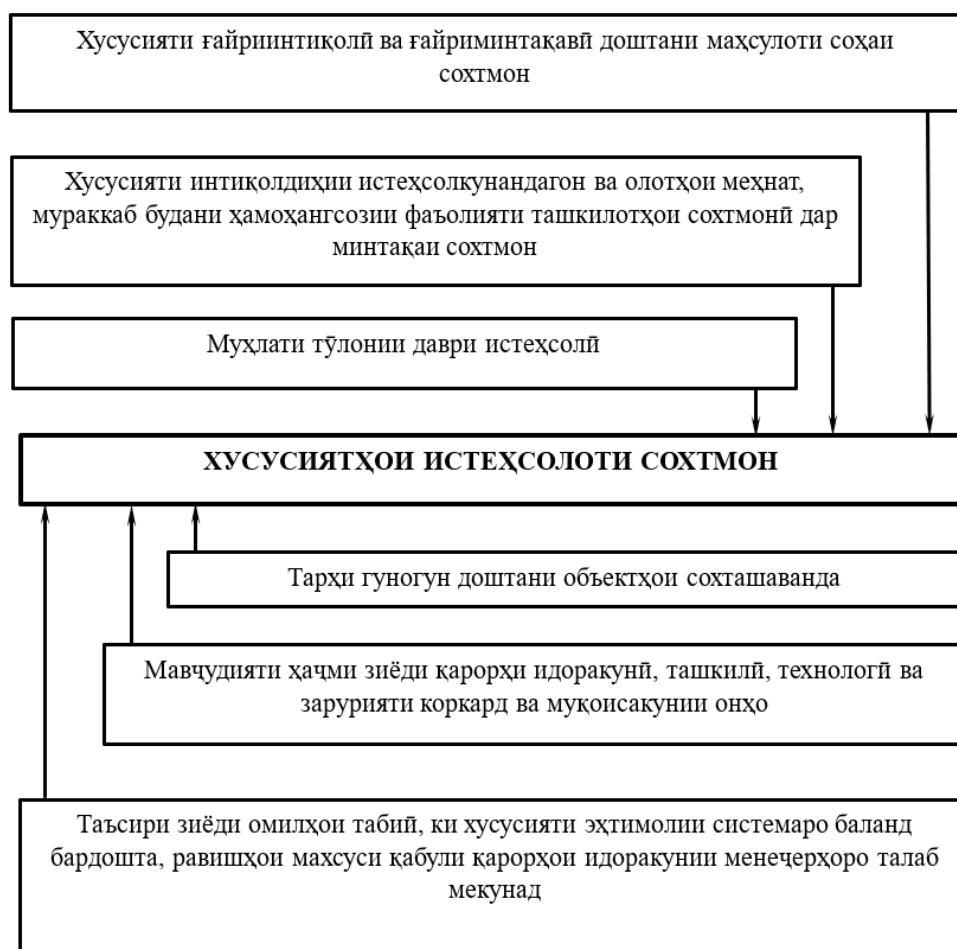
Ҳоло дар Ҷумҳурии Тоҷикистон тибқи феҳрасти Хадамоти иҷозатномадиҳии фаъолияти шаҳрсозии Кумитаи меъморӣ ва сохтмони назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон зиёда аз 2400 [10, С.2] ташкилотҳо, аз он ҷумла 2073 ташкилоти паймонкорӣ дорои иҷозатнома барои пешбурди корҳои сохтмонию васлгарӣ буда, фаъолият намуда истодаанд. Саҳми маҳсулоти истеҳсолмекардаи комплекси сохтмонӣ дар маҷмуи маҳсулоти дохилии мамалакат 10%-ро ташкил медиҳад ва шумораи қувваи корӣ ба ин соҳа ростоянда 101,9 ҳазор нафарро ташкил дода ба 4,04%-и [11] маҷмуи умумии қувваи корӣ дар соҳаҳои иқтисодӣ иҷтимоӣ ҷумҳурӣ коркунанда баробар аст.

Барои рушд ёфтани соҳаи мазкур чунин омилҳо ба мисли муътадил гаштани вазъи сиёсӣ иҷтимоӣ, мавҷудияти захираҳои ашёи хоми маҳалӣ дар ин соҳа истифодабурдашаванда, захираҳои кадрӣ, рушди бозори хизматрасониҳои сохтмонӣ ва ғ. таъсири ҳалкунанда мерасонанд.

Баланд бардоштани дараҷаи даромаднокии фаъолияти ташкилотҳои соҳаи сохтмонӣ яке аз омилҳои муҳими муайянкунандаи рақобатнокии иқтисодиёти мамлакат ва дараҷаи рушди соҳаҳои бо сохтмони истеҳсолоти моддӣ алоқамандбуда ҳисоб меёбад. Ин соҳаҳои комплекси сохтмониро бо масолеҳи зарурӣ (семент, сангу шағал, қум, намудҳои гуногуни ғишт, арматура, ҷубу тахта) воситаҳои нақлиёт, машинаҳои махсус ва механизмҳои иловагӣ, захираҳои сӯзишворӣ, қувваи барқ таъмин мекунад.

Ба гуфтаи Лукинов В.А., вазъи кунунии системаи иттилоотӣ ташкилотҳои сохтмонӣ талаб мекунад, ки хусусиятҳои ин соҳа ҳангоми ташаккули сиёсати ҳисобдорӣ, ташкили баҳисобгирии муҳосибӣ ва андоз ба назар гирифта шаванд [2, С.65].

Хусусиятҳои, ки танҳо ба индустрияи сохтмонӣ ҳамчун соҳаи истеҳсолоти моддӣ хосанд, бо чунин аломатҳои фарқкунанда ба монанди хосияти маҳсулот, шароити ғайристандартӣ меҳнат, таҷҳизот ва раванди махсуси технологӣ, баҳисобгирии идоракунии инфиродӣ шарҳ дода мешаванд. Махсусиятҳои баҳисобгирии идоракунии фаъолияти сохтмонии корхонаро хусусиятҳои истеҳсолоти сохтмонӣ муайян мекунад (расми 1).



Расми 1- Хусусиятҳои истеҳсолоти сохтмонӣ  
Манбаъ: муаллиф дар асоси омӯзиши адабиёт таҳия намудааст.

Иқтидорҳои истеҳсолие, ки дар рафти сохтмон заруранд, баъди анҷоми сохтмони як объект ба дигар объект интиқол дода мешаванд. Маҳсулоти истеҳсолшуда ба категорияи ғайриинтиқолӣ ва ҷойҳои корӣ, машину таҷҳизотҳои махсус ба категорияи сайёр дохил мешаванд. Ба вучуд овардани маҳсулот муҳлати тӯлониро талаб мекунад, вале ин бо он ҷуброн карда мешавад, ки объектҳои сохтшуда муддати дуру дароз мавриди истифода қарор мегиранд.

Барои ба роҳ мондани раванди сохтмон дар муддати кӯтоҳ бунёд кардани анборҳо барои нигоҳ доштани масолеҳ, биноҳо барои эҳтиёҷоти маъмурий, ташкили тамоми комплекси алоқа ва роҳҳо, тоза кардани майдонҳои сохтмонӣ лозим аст. Вобаста ба чунин хусусиятҳои фарқкунандаи соҳа корхонаи сохтмонӣ хароҷоти иловагиро амалӣ менамояд. Ғайр аз ин, муҳлати дуру дарози сохтмони объектҳо зарурияти аз нав тақсим кардани як қисми воситаҳои хоҷагиро аз объектҳои баитмомнарасида ба истеҳсолоти нотамоми дигар объектҳо ба миён мегузорад. Барои кӯтоҳ кардани муҳлати истеҳсоли объектҳо дар ин соҳа ва бехтар намудани сифати он таҷдиди комплекси тамоми раванди сохтмон, ҷорӣ кардани технология ва таҷҳизоти навтарин лозим аст. Дигар хусусияти соҳавии сохтмон иборат аз он аст, ки тамоми корҳо давра ба давра иҷро карда мешаванд, яъне танҳо баъди ба охир расидани давраи пештара шуруъ кардани даври нави истеҳсолӣ ва корҳои махсус мумкин аст.

Мураккабии муайян кардани шумораи коргарон, инчунин таркиби онҳо нисбат ба дараҷаи ихтисоси касбӣ дар он зоҳир мегардад, ки ҳаҷм ва мураккабии корҳои сохтмониву васлгарӣ доимо тағйир меёбанд.

Дар соҳаи сохтмон бар хилофи соҳаи саноат якҷанд иҷрокунандаи корҳо ҷалб карда шуда, унсурҳои алоҳидаи маҳсулоти сохтмонӣ ба вучуд оварда мешаванд ва дар алоҳидагӣ онҳо ба фармоишгар фурухта мешаванд.

Саноати сохтмонӣ бо бисёр дигар соҳаҳои хоҷагии халқ алоқаи бевосита дорад. Аввалан, бо афзоиши ҳаҷми объектҳои сохтшаванда таъминоти бештари технологӣ талаб карда мешавад, ки онро соҳаи саноат таъмин карда метавонад. Сониян, сохтмонро барои соҳаҳои гуногуни хоҷагии халқ мувофиқи шартномаҳои паймонкорӣ анҷом додан мумкин аст, ки чунин фаъолият онҳоро бо фармоишгарон алоқаманд мегардонад. Баъзе соҳаҳо худро ҳам ба сифати таъминкунандагон ва

хам истеъмолкунандагон нисбат ба ташкилотҳои сохтмонӣ муаррифӣ мекунад. Барои истеҳсоли маҳсулот ба ташкилотҳои сохтмонӣ лозим меояд, ки бо зиёда аз 71 соҳаи хоҷагии халқ оид ба таъминоти масолеҳ ҳамкорихоро ба роҳ монанд, ки ин дараҷаи баланди масолеҳфунҷоишии соҳаро тасдиқ мекунад.

Хусусияти дигари муҳиме, ки сохтмонро аз дигар соҳаҳои саноат фарқ мекунад, иҷрои кор дар шароити гуногуни ҳарорат мебошад, ки ин сабаби номувофиқии бузургии хароҷот барои як объекти сохтмонӣ дар минтақаҳои дорои иқлими гуногун мегардад. Наздик будани обҳои зеризаминӣ, ҳаҷми хароҷот бо таъминоти захираҳои моддӣ, релефи майдони сохтмон, навъи ҳок ва дараҷаи фаъолияти сейсмикии минтақа ба тамоми рафти сохтмон таъсири калон мерасонанд.

Бунёди объектҳои сохтмонӣ дар шароити мусоиди иқлим бо суръати баланд пеш меравад, ки ин боз як хусусияти фарқкунандаи ин соҳа мебошад. Ин боиси истифодабарии нишондиҳандаҳои иловагии ислоҳкунанда мегардад, ки онҳо имкон медиҳанд бузургии тамоюлҳо аз шароити меҳнат, ки бо коэффисиентҳои стандартӣ муқаррар шудаанд, ба назар гирифта шаванд.

Шумораи зиёди корҳо ва навъҳои иншоот, ки сохта мешаванд, хусусиятҳои хоси комплекси сохтмонино нишон медиҳанд.

Раванди сохтмон, ки бо бунёди иншоот барои баҳши саноат алоқаманд аст, бо дараҷаи баланди мураккабӣ, инчунин тамаркузи корҳо дар майдони барои сохтмон пешбинишуда ва давомноқӣ тавсиф карда мешавад. Таркиби тағйирпазири қувваи коргарӣ ба он корхонаҳое хос аст, ки дар онҳо рафти сохтмон зиёда аз як солро ташкил мекунад. Ғайр аз ин, аз нав тақсим кардани воситаҳои истеҳсолот ба фаъолияти онҳо қариб таъсир намерасонад.

Чунин хусусиятҳои фарқкунанда ба монанди дараҷаи пасти концентратсия дар минтақаҳои сохтмонӣ, бузургии миёнаи корҳои сохтмониву васлгарии гузаронидашаванда, гуногунрангии онҳо, омодабошӣ ва зудҷойивазкунии гурӯҳҳо ва бригадаҳои корӣ ва мутобиқ будани онҳо ба шароити сохтмон хоси раванди сохтмони иншооти нақлиётӣ ва қубургузорӣ, иншооте, ки ба таъмини кори хоҷагии қишлоқ ва хоҷагии об, инчунин бо интиқоли нерӯи барқ вобаста аст, мебошад.

Дар вақти сохтмони объектҳои таъиноти истиқоматӣ, шаҳрвандӣ ва эҳтиёҷоти иҷтимоӣ дошта аниқ риоя кардани иҷроиши марҳилавии сохтмони он лозим аст. Дар натиҷа бояд тамоми коммуникатсияҳои ба ҳамин раванд вобастабуда, яъне сохтмони хатҳои интиқоли барқ, таъмини гармӣ ва об, сохтмони муассасаҳои таълимӣ, фарҳангӣ ва варзишӣ, инчунин инкишофи шабакаи савдо ба вучуд оварда шаванд. Дуруст риоя накардани ҳамаи меъёрҳои муқарраршудаи сохтмони ин объектҳо боиси аз доираи меъёрҳои санитарӣ дағалона дур гаштани комплекси бунёдшаванда мегардад. Ин намуди корҳои сохтмонӣ аз нигоҳи самаранокӣ бо сабаби хароҷоти ғайриҷамъшаванда моддӣ, ки дар рафти сохтмон ба вучуд меоянд, харҷи вақти иловагӣ, инчунин доимо аз нав тақсим кардани таҷҳизоти махсус ва ҷойивазкунии коргарони ихтисосманд фаъолияти камдаромад ҳисоб меёбад.

Қариб барои ҳамаи соҳаҳои иқтисодӣ мамлакат сохтмон фондҳои асосиро бунёд менамояд. Иншоотҳое, ки барои мақсадҳои истеҳсоли таъин шудаанд, инчунин биноҳои ғайриистеҳсоли натиҷаи фаъолияти сохтмони асосӣ буда, бо риояи тамоми қоидаҳои махсус истифода бурда мешаванд. Дар натиҷаи ба кор андохтан ин объектҳо ба фондҳои асосӣ табдил меёбанд. Дар ташаккули онҳо баъзе соҳаҳои хоҷагии халқ низ иштирок мекунад. Фондҳои асосии истеҳсоли дар намуди табиӣ-моддӣ объектҳои сохтмоние мебошанд, ки бо таҷҳизот ва дастгоҳҳои махсус мучаҳҳаз шудаанд.

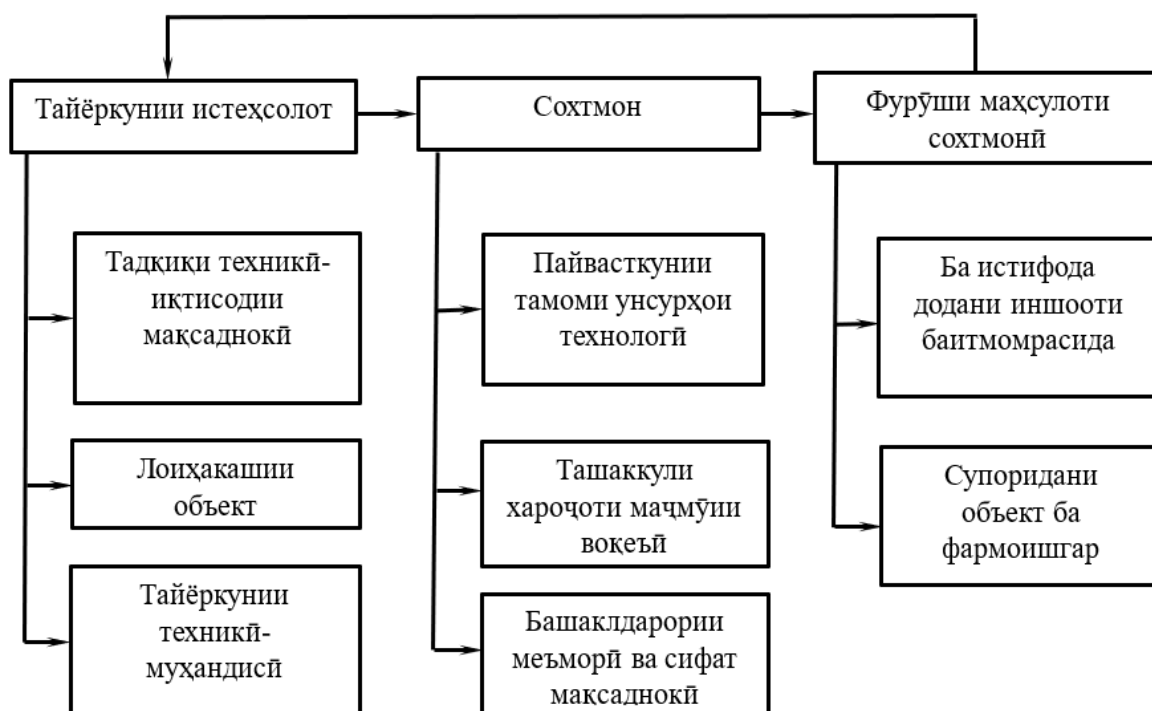
Корхонаҳое, ки корҳои сохтмониву васлгариро бо усули хоҷагӣ анҷом медиҳанд, ташкилотҳое, ки дорои фаъолияти махсусгардонидашудаи маҳдуданд, комплексҳои илмӣ-тадқиқотӣ ва ташкилотҳои лоиҳакашию ҷустуҷӯӣ дар як системаи ягона монанди комплекси сохтмонӣ муттаҳид карда мешаванд, Шахсони ҳуқуқие, ки дар ҳамагуна шакли моликият таъсис ёфтаанд, дар сурати доштани иҷозатнома барои пешбурди сохтмон, инчунин дар асоси шартномаи паймонкории сохтмонӣ ё фармоиши давлатӣ иҷро намудани корҳои сохтмониву васлгариро сомон медиҳанд, ба корхонаи соҳаи сохтмон дохил шуда метавонанд. Ташкилотҳои лоиҳакашию ҷустуҷӯӣ, ки расман ба қайд гирифта шудаанд, бо ҳамин соҳа мансуб дониста мешаванд. Фаъолияти фармоишгароне, ки маблағгузориҳои асосиро таҳти назорати худ доранд, ки дар асоси маблағҳои худӣ ва қарзии ташкилот, инчунин маблағҳои бучети давлатӣ ташаккул меёбанд, ба соҳаи сохтмони асосӣ дохил мешаванд.

Таҷрибаи корхонаҳои соҳаи сохтмон нишон медиҳад, ки зиёда аз нисфи маводҳои дар раванди сохтмон истифодашаванда ба маҳсулоти соҳаи саноат, фулузот ва чубу тахта қариб 20 фоиз, саноати машинсозӣ 9 фоизи ҳаҷми умумиро ташкил медиҳанд. Барои таъмини муттасилии раванди сохтмон қариб ҳамаи соҳаҳои саноат иштирок менамоянд. Ҳангоми аз анборҳо ва аз молтаъминкунандагон ба майдонҳои сохтмонӣ кашондани масолеҳ, таҷҳизот ва техникаи махсус ҳамаи категорияҳои нақлиёт истифода бурда мешавад. Таҷрибаи амалии ширкатҳои сохтмонӣ нишон медиҳад, ки ҳаҷми хароҷоти нақлиётӣ дар ҳаҷми умумии хароҷоти соҳаи сохтмон қариб 20 фоизро ташкил медиҳад.



Дар рафти сохтмон се марҳиларо ҷудо кардан мумкин аст (расми 2).

Тайёркунии даври минбаъдаи такрористеҳсол



Расми 2 - Марҳилаҳои рафти сохтмон

Манбаъ: муаллиф дар асоси омӯзиши адабиёт таҳия намудааст.

Тайёрӣ ба сохтмон дар якҷанд самт сурат мегирад. Барои ҳар як марҳила вазифаҳо ва функцияҳои асосии он равшан муайян карда шудааст. Дар марҳилаи аввал боэътимодона хусусиятҳои асосии иқтисодӣ ва коэффисиентҳои техникӣ баҳогузори карда мешаванд, ки онҳо имкон медиҳанд ба мақсад мувофиқ будани сохтмони объект муайян карда шавад. Дар марҳилаи навбати ҳуҷҷатҳои лоиҳавию сметаӣ тартиб дода мешаванд, ки он барои интиҳоби технологияи дар рафти сохтмон истифодашаванда ва тарзи бунёди объект, ҳисоб кардани арзиши умумии объекти сохташаванда зарур мебошад. Минбаъд, тамоми маҷмӯи корҳои омодагӣ оид ба тоза кардани майдони сохтмон ва даромадгоҳҳо барои таҷҳизоти махсус, омодакунии коммуникасияҳои гуногун гузаронида мешавад. Пас аз анҷоми ин корҳо ҳуди сохтмони объект сар мешавад. Марҳилаи охирини рафти сохтмон ба фармоишгар супоридани корҳои сохтмону васлгарии баанҷомрасонидашуда мебошад.

Дар байни марҳилаҳои тавсифшудаи рафти сохтмон ва се марҳилаи пай дар пай гирдгардиши сармоягузорию асосӣ фарзияҳои зерини баҳам вобаста иҷро мегардад:

раванди истеҳсолот намунаи самарабахши ташаккули фондҳои асосӣ мебошад;

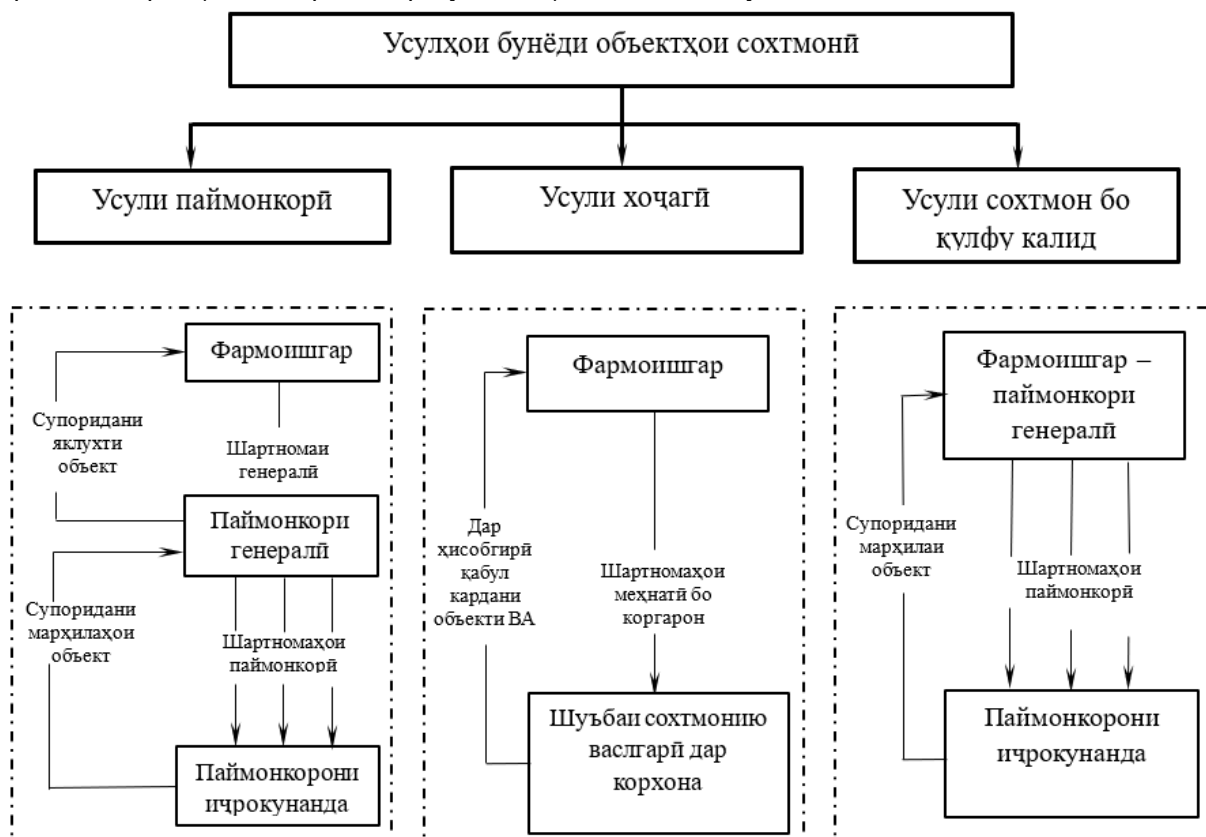
фурӯш ҳамчун василаи табдил додани маҳсулоти истеҳсолкардаи соҳаи сохтмонӣ ба фондҳои асосӣ ҳисоб меёбад;

табдили воситаҳои пулӣ ба фондҳои истеҳсолий – марҳилаи навбати даври фаъолияти сохтмонӣ мебошад. Дар робита ба ин, барои аз раванди сохтмон ба даст овардани самараи бештари иқтисодӣ таъмини вобастагии доимии ҳамаи унсурҳои иқтисодии дар даври такрористеҳсол ширкаткунанда зарур аст.

Хароҷоте, ки ташкилоти сохтмонӣ дар рафти истеҳсолот сарф менамояд, ба *якбора (якҷақта) ва ҷорӣ* тақсим мешавад. Ба намуди яқум он хароҷоте дохил мешаванд, ки ҳангоми ҷалб намудани воситаҳои асосӣ ва дигар воситаҳои дарозмуддати барои истеҳсолот зарурӣ ба корхона ворид шудаанд. Ба хароҷоти ҷорӣ он хароҷоте дохил мешавад, ки дар ҳар як даври сохтмон хусусияти мунтазам амалишавиро доранд, ба мисли хароҷоти музди меҳнат, хароҷоти ашёҳои зарурӣ, масолеҳи сохтмонӣ ва ғ.

Барои ҳисоб кардани арзиши корҳои сохтмонию иҷрошуда ҳамаи хароҷоти ҷорӣ ба сохтмони объект алоқаманд, аз ҷумлаи пардохти музди меҳнати коргарон, истифодабарии захираҳои масолеҳӣ, хароҷоти коммуналӣ, инчунин ҳисоб кардани маблағҳои фарсудашавӣ ба воситаҳои асосӣ ва ғ. ба ҳисоб гирифта мешавад.

Дар шароити имрӯза дар бунёди объектҳои сохтмонӣ тарзҳо (усулҳо)-и паҳншудаи иҷроиши корҳои сохтмонӣ – усули хоҷагӣ, усули паймонкорӣ ва усули сохтмон бо қулфу калид [4, С.44] ба шумор мераванд. Дар расми 3 механизми ҳамкории фармоишгар, паймонкори асосӣ, зерпаймонкорон (паймонкорони иҷрокунаанда) нишон дода шудааст.



Расми 3 -Усулҳои иҷро намудани кори сохтмон  
Манбаъ: муаллиф дар асоси омӯзиши адабиёт таҳия намудааст

Ташкилотҳои паймонкорӣ, ки дар бозори хизматрасониҳои сохтмонӣ устуворона фаъолият мекунанд, дар асоси шартномаи бо фармоишгар имзонамудаашон, бо усули паймонкорӣ объектҳоро месозанд. Онҳо дар ихтиёри худ воситаҳои нақлиётӣ ва таҷҳизоту техникаи махсус, базаи воситаҳои моддию техникаӣ, мутахассисони зарурӣ, инчунин қисмҳои алоҳидаи маҳсулоти нимтайёр ва конструкцияҳои азими истеҳсолии корхонаҳои калони саноатиро, ки дар раванди сохтмон истифода бурда мешавад, дар ихтиёр доранд. Ин тарзи пешбурди кори сохтмон аз ҷама муҳим ҳисоб меёбад.

Барои ба тарзи паймонкорӣ шуруъ намудани кори сохтмонӣ шартномаи тарафайни то ба охир расидани кор амалкунанда байни тарафҳои манфиатдор, яъне байни фармоишгар ва паймонкори генералӣ имзо карда мешавад. Қоидаҳои дар шартномаи сохтмони асосӣ муайяншуда, инчунин қоидаҳои маблағгузорию корҳои сохтмонию иҷрошуда бо ҳамроҳангсозии ҳамкории тарафҳои дар сохтмони объект иштироккунанда мутобик карда мешавад. Дар шартнома вазифаҳоеро, ки бояд паймонкори генералӣ иҷро намояд, инчунин амалиётҳои дар ҳар як марҳилаи сохтмон иҷрошаванда, базаи таъминоти моддию техникаӣ, стандартҳои иҷрои корҳои бинокорӣ қатъиян муайян карда мешавад.

Агар зимни бунёди объекти сохтмонӣ усули хоҷагӣ ба кор бурда шавад, пас дар ин маврид он танҳо аз тарафи фармоишгар бо ҷалб намудани воситаҳои худӣ ё сармоягузор мустақилона ба амал бароварда мешавад. Ин усул ҳангоми анҷом додани корҳои таъмирӣ, зиёд кардани масоҳат ва ё дар ҳудуди ташкилоти аллакай амалкунанда сохтани биноҳои иловагии истеҳсоли истифода мешавад. Барои ин шумораи на он қадар зиёди коргарони дорои ихтисосҳои гуногун талаб карда мешавад.

Дар вақти ба роҳ мондани корҳои сохтмонӣ бо усули хоҷагӣ минтақаҳое, ки дар ин раванд ба кор бурда мешаванд, бо таҷҳизоти махсуси дорои на он қадар дараҷаи баланди маҳсулноқӣ, қувваҳои қорӣ бо дараҷаи миёнаи ихтисос, нобаробар иҷро шудани кор, номурааттаб ва зуд-зуд иваз гаштани коргарон, паст будани ҳосилнокии меҳнат фарқ мекунанд. Бо вучуди ин, усули хоҷагӣ дорои як қатор афзалиятҳо мебошад, аз он ҷумла: сарфа кардани муҳлате ки барои ҷустуҷӯи паймонкорони гуногун ва бастании созишномаҳо бо онҳо нигаронида мешавад; баланд бардоштани

шавқу рағбати ҳайати коргарон ва кормандони роҳбарикунандаи ташкилоти амалкунанда дар баланд бардоштани суръат ва сифати корҳои сохтмону васлгарӣ.

Дар ин марҳилаи тараққиёти индустрияи сохтмонӣ усули «сохтмон бо қулфу калид» хеле васеъ паҳн шудааст, ки дар он уҳдадорҳои асосии фармоишгар ба паймонкори генералӣ, ки барои иҷрои нақшаи тартибдошуда ва муҳлати сохтмон, аз рӯи арзиши дар смета муқарраршуда иҷро кардани корҳо ҷавобгар аст, меғузарад. Ин ба сарфаи захираҳои моддии мавҷуда, бо сабаби он ки қисми истифоданашудаи захираҳои молдӣю модӣ дар ихтиёри паймонкори генералӣ мемонад, мусоидат мекунад. Натиҷаи асосӣ чунин мешавад, ки муносибат байни ташкилотҳои паймонкорӣ беҳтар гардида, суръати қабули қарорҳои идорақунӣ тезонида шуда, арзиши аслии корҳои сохтмонӣ арзон ва дар муҳлати кӯтоҳ анҷом дода мешаванд.

Ҳамаи хусусиятҳои дар боло зикршудаи соҳаи сохтмон, шаклҳои гуногуни ташкилию ҳуқуқии корхонаҳои сохтмонӣ, намудҳои сохтмони асосӣ, усулҳои амалигардонии корҳои сохтмонӣю васлгарӣ, истифодабарии техникаю таҷҳизоти махсус, кадрҳои ихтисосманди гуногун дар баҳисобгирии даромад ва хароҷоти ташкилотҳои сохтмонӣ таъсири худро меғузоранд. Бинобар ин низоми баҳисобгирии идорақунӣ ва назорат дар ташкилотҳои сохтмонӣ дар баробари қоидаҳои умумии муқарраршуда, ки нисбати дигар корхонаҳо истифода мешаванд, дар вақти ба ҳисоб гирифтани корҳои сохтмону васлгарӣ хусусиятҳои алоҳидаро ба худ касб мекунад.

#### Адабиёт

1. Адамов Н.А. Бухгалтерский учет в строительстве. – 2-е изд. – СПб.: Питер, – 2004. – 340 с.
2. Большой экономический словарь: 25000 терминов / Под ред. А.Н. Азрилияна. - 7-е изд., доп. – 1472 с.
3. Бухгалтерский учет и аудит в строительстве / Под ред. Лукинова В.А., М.: Юрайт, 1998 – 364 с.
4. Вандина О.Г. Теория и методология функционирования учетно-аналитической системы бизнес-процессов в строительных организациях. Дисс. на соискание уч. ст. д.э.н. по спец. 08.00.12 - Бухгалтерский учет, статистика. Орел-2012. – 290 стр.
5. Низомов, С. Организация учета и управления затратами в строительных организациях / С. Низомов. – Душанбе : Ирфон, 2006. – 158 с.
6. Низомов, С. Ф. Влияние отраслевой специфики строительных предприятий на организацию управленческого учета / С. Ф. Низомов // Аудит и финансовый анализ. – 2010. – № 1. – С. 307-313.
7. Низомов, С. Ф. Производственный учет в строительстве : вопросы теории и практики / С. Ф. Низомов ; С. Ф. Низомов. – Душанбе : Ирфон, 2003. – 181 с.
8. Низомов, С. Ф. Развитие организационно-методических аспектов функционального калькулирования затрат / С. Ф. Низомов, С. И. Содиков, А. А. Мирзоалиев // Ученые записки Худжандского государственного университета им. академика Б. Гафурова. Серия: Естественные и экономические науки. – 2018. – № 2(45). – С. 164-176.
9. Райзберг, А., Лозовский, Л.Ш., Стародубцева, Е.Б. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва: ИНФРА-М, 2023. – 512 с.
10. Стратегияи рушди соҳаи сохтмони Чумхурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2030. Қарори Ҳукумати Чумхурии Тоҷикистон аз 27 апрели соли 2022, №203, – С.2.
11. Тоҷикистон: 30 -соли истиқлолияти давлатӣ. маҷмуаи оморӣ, 2021.

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

TJ	RU	EN
Икромова Малохат Холовна	Икромова Малохат Холовна	Ikromova Malohat Holovna
Унвонҷӯи кафедраи “Иқтисодиёт ва идорақунӣ дар сохтмон”	Соискатель кафедры “Экономика и управление в строительстве”	PhD student of the Department of Economy and management in construction
ДТТ ба номи академик М.С. Осими	ТТУ имени акад. М.С. Осими	TTU named after acad. M.S. Osimi
<a href="mailto:malo-8989@mail.ru">malo-8989@mail.ru</a>		

УДК: 330.567.26: 31 (575.3)

## ТАҶРИБАИ ҶАҶОНИИ ВОРИДОТИВАЗКУНИИ МАҲСУЛОТИ ҒИЗОӢ ВА ТАЪСИРИ ОН БА САТҶУ СИФАТИ НЕКӢАҲВОЛӢ ДАР ШАРОИТИ ҶАҶОНИШАВӢ

Тағоев Б.Д., Сафаров Н.У.

Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Дар мақола таҷрибаи ҷаҳони таъмини воридотивазкунии озуқаворӣ дар сатҳи некӯаҳволии аҳоли дар шароити тақонҳои глобалӣ дар марҳалаи мазкур баррасӣ мешавад. Дар ҷаҳони муосир амнияти озуқаворӣ, ки асоси моддии амнияти иқтисодӣ мебошад, бо рушди қувваҳои истеҳсолкунанда ва муносибатҳои иқтисодии кишвар тавсиф ёфта, барои таъмини рушди устувори иқтисодӣ ва баланд бардоштани сатҳи зиндагии аҳоли мусоидат менамояд. Дар ҳамаи мамлакатҳо устувориҳои ҷамъиятию сиёсӣ будан ва таъмин намудани онҳо яке аз ҷузъҳои асосии амнияти иқтисодӣ озуқаворӣ мебошад. Қобилияти пурраи кишвар бо озуқа аз захираҳои табиӣ, молиявӣ ва иқтисодӣ, ки барои истеҳсоли озуқаворӣ, инфрасохтори пешрафта, системаҳои тақсимот, пешрафти технологӣ ва сиёсати кишварзӣ ва озуқаворӣ заруранд, вобаста аст. Кишварҳое, ки аз камбизоатӣ, нарасидани замин барои кишт, иқтисодии заифи истеҳсоли ё идораи заиф азият мекашанд, шонси худкифӣ дар таъмини ғизоро надоранд ва дар баробари вазъи кунунии ноустувори ҷаҳон ва тағирёбии иқлим осебпазиртаранд. Нишон дода шудааст, ки воридоти маводи ғизоӣ бо мавҷудияти истеъмоли харрӯзаӣ шахсӣ ва иқтисодии озуқа алоқамандии мусбӣ дорад, аммо бо устувори системаи озуқа алоқамандии манфӣ дорад. Дар охири мақола барои татбиқи минбаъдаи барномаҳои давлатии танзими амнияти озуқаворӣ кишвар ва баланд бардоштани сатҳи зиндагии мардум дар Ҷумҳурии Тоҷикистон як қатор пешниҳодҳо гардидааст.

**Калимаҳои калидӣ:** амнияти озуқаворӣ, сатҳи некӯаҳволӣ, сифати зиндагии аҳоли, рушди кишвар, захираҳои инсонӣ, даромади аҳоли, сабади истеъмоли.

## МИРОВАЯ ПРАКТИКА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ НА УРОВЕНЬ БЛАГОСОСТОЯНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ ПОТРЯСЕНИЙ

Тагоев Б.Д., Сафаров Н.У.

В статье рассматривается мировая практика обеспечения продовольственного импортозамещения на уровень благосостояния населения в условиях глобальных потрясений в данном этапе. В современном мире продовольственная безопасность, являющаяся материальной основой экономической безопасности, характеризуется развитием производительных сил и экономических отношений страны, считается обеспечением необходимых условий для устойчивого экономического развития, повышения уровня благосостояния. Одной из основных составляющих экономической безопасности является продовольствие. Способность страны полностью обеспечивать себя продовольствием зависит от природных, финансовых и экономических ресурсов, необходимых для производства продуктов питания, развитой инфраструктуры, систем распределения, технического прогресса и аграрно-продовольственной политики. Страны, которые страдают от бедности, нехватки земли для возделывания, слабого производственного потенциала или плохого управления, не имеют шансов на самообеспечение продовольствием и более уязвимы к нынешней нестабильной ситуации в мире и изменению климата. Доказано, что импорт продовольствия положительно связан с наличием ежедневного личного и экономического потребления продуктов питания, но отрицательно связан со стабильностью продовольственной системы. В конце статьи автор вносит некоторые предложения по дальнейшей реализации государственных программ по регулированию в сфере продовольственной безопасности страны и повышению уровня жизни населения в Республике Таджикистан.

**Ключевые слова:** продовольственная безопасность, уровень благосостояния, качество жизни населения, развитие страны, человеческие ресурсы, доходы населения, потребительская корзина.

## WORLD PRACTICE OF PROVIDING FOOD IMPORT SUBSTITUTION TO THE LEVEL OF WELFARE OF THE POPULATION IN CONDITIONS OF GLOBAL SHOCKS

Tagoev B.D., Safarov N.U.

The article discusses the world practice of ensuring food import substitution on the level of well-being of the population in the context of global shocks at this stage. In the modern world, food security, which is the material basis of economic security, is characterized by the development of the country's productive forces and economic relations, and is considered to provide the necessary conditions for sustainable economic development and an increase in the level of well-being. -being and ensure social and political stability in all countries. One of the main components of economic security is food. A country's ability to be fully self-sufficient in food depends on the natural, financial and economic resources needed for food production, advanced infrastructure, distribution systems, technological, advances and agricultural and food policies. Countries that suffer from poverty, lack of land for cultivation, weak productive capacity or poor governance have no chance of self-sufficiency in food supply and are more vulnerable to the current unstable world situation and climate change. Food imports, have been shown to be positively associated with the availability of daily personal and economic food consumption, but negatively associated with the stability of the food system. At the end of the article, the author makes some suggestions for the further implementation of state programs to regulate the country's food security and improve the living standards of the population in the Republic of Tajikistan.

**Key words:** food security, welfare level, quality of life of the population, development of the country, human resources, income of the population, consumer basket.

Дар ҷаҳони муосир амнияти озуқаворӣ, ки асоси моддии амнияти иқтисодӣ мебошад бо рушди қувваҳои истеҳсолкунанда ва муносибатҳои иқтисодии кишвар тавсифи шуда, барои таъмини шароити зарурии рушди устувори иқтисодӣ, баланд бардоштани сатҳи некӯаҳволӣ ва таъмини суботи ҷамъиятию сиёсӣ дар тамоми мамлакатҳо ба ҳисоб меравад. Яке аз ҷузъҳои асосии амнияти иқтисодӣ озуқаворӣ мебошад. Қобилияти худтаъминкунии пурраи озуқаворӣ кишвар аз захираҳои табиӣ, молиявӣ ва иқтисодӣ, ки барои истеҳсоли озуқаворӣ заруранд, инфрасохтори пешрафта, системаҳои тақсимот, пешрафти технологӣ ва сиёсати аграрӣ озуқаворӣ вобаста аст. Кишварҳое, ки аз ҳисоби вазъи камбизоатӣ, заминҳои нокифоя барои кишт ё иқтисодии истеҳсолии суғанддоранд ё аз идоракунии заиф ранҷ мекашанд, шонси худкифояи маводи ғизоиро надоранд бештар аз вазъи ноороми ҷаҳони имрӯза ва таъғирёбии иқлим танқиси мекашанд. Имрӯз ҳатто кишварҳое, ки тамоми захираҳои истеҳсоли кишоварзиро доранд, барои тичорат сабабҳои сиёсӣ ва иқтисодӣ доранд [10, с.107-108].

Проблемаи воридотивазкунӣ мӯддати хеле дароз мубрам буд. Аҳамияти он на танҳо барои Тоҷикистон, балки барои бисёре аз кишварҳои хориҷӣ низ қобили зикр аст. Хамин тавр, сиёсати протекционизми ШМА, Япония ва Германия пеш гирифта, барои пурратар таъмин намудани талаботи дохилӣ бо роҳи тараққӣ додани истеҳсолоти дохилӣ кушиш мекарданд. Сиёсати воридотивазкуниро «як шакли озод шудан аз тобеияти мустамликавӣ ё бартараф намудани пешомади тараққиёт дар шароити ҳукмронии давлатҳои хориҷӣ дар бозори ҷаҳонӣ ба ҳисоб меравад.

Имрӯз ба феҳристи кишварҳое, ки миқдори зиёди маҳсулоти озуқавориро ворид мекунанд, чунин кишварҳои аз ҷиҳати иқтисодӣ пешрафта, аз қабилӣ ИМА, Олмон, Ҷопон, Британияи Кабир, инчунин Чину Русия шомиланд. Таҷрибаи нишон медиҳад ворид кардани миқдори зиёди маводи ғизоӣ маънои онро надорад, ки кишвар аз ғизо таъмин аст. Имрӯз таъминоти ҷаҳонӣ озуқаворӣ дар даҳсолаҳои охир дигаргуниҳои ҷиддӣ ба амал овард. Чунки дар давоми 70 соли охир аҳолии ҷаҳон бештар аз ду баробар афзуд, амалияи истеҳсоли озуқаворӣ аз хоҷагии анъанавӣ ба истеҳсолоти интенсивӣ, яъне бо технологияи имрӯза таъминшуда ва бо саноат алоқаманд гузаштааст. Афзоиши сарват ва урбанизатсия одатҳои истеъмолии шахсии ғизоро таъғир додааст. Таъғирёбии иқлим рақобатро барои захираҳои табиӣ афзоиш дода истодааст. Дар байни 40 кишвари воридкунандаи маводи ғизоӣ аксари онҳо дар қатори бузургтарин содиркунандагони маводи ғизоӣ қарор доранд. Камшавии назарраси вобастагӣ аз воридоти озуқаворӣ, ки бисёре аз муҳаққиқон қайд кардаанд, худтаъминкуниро дар молҳои алоҳида дар доираи гурӯҳҳои озуқа ба инобат намегирад. Яъне нишондиҳандаҳои расмӣ дараҷаи вобастагӣ аз воридот аксар вақт бо нишондиҳандаҳои воқеӣ мувофиқат намекунад. Бо вучуди ин, аз сабаби аҳамияти стратегӣ доштани бахши озуқаворӣ, аксарияти кишварҳо барои худтаъминкунии бештари ғизо талошҳои зиёд мекунанд. Чунки асоси бештар гардидани вазъи иҷтимоӣ, паст кардани сатҳи таварум дар мамлакат ва баланд бардоштани сатҳи некӯаҳволӣ аз амнияти озуқаворӣ вобастагии калон дорад. Стратегияҳое, ки барои ноил шудан ба худтаъминкунии озуқаворӣ истифода мешаванд, пеш аз ҳама инҳоро дар бар мегиранд:

- Зиёд намудани истеҳсоли маҳсулоти озуқаворӣи ватанӣ;
- Бештар намудани тақсими маҳсулоти озуқаворӣи ватанӣ;
- Кам кардани талафоти озуқаворӣ дар истеҳсолот;
- Васеъ намудани усулу воситаҳои истеҳсолот дар раванди кордакди маҳсулотҳои озуқаворӣ;
- Васеъ намудани шумораи маҳсулотҳои озуқаворӣ дар дохили кишвар истеҳсолшаванда;
- Такмил додани технологияи истеҳсоли маҳсулотҳои хурукворӣ.

Ҳадафи сиёсати имрузаи Ҷумҳурии Тоҷикистон оид ба воридотивазкунӣ бештар дар бахши кишоварзӣ қоҳиш додани вобастагии воридот дар ин самтро дар бар мегирад. Чунки ду стратегияи муҳиме, ки аз ҷониби Ҳукумати мамлакат қабул гардидааст, яъне расидан ба истиқлолияти амнияти озуқаворӣ ва саноатикунони босуръати мамлакат бевосита дар ин бахши муҳими иқтисодӣ иҷтимоӣ равона гардидааст. Дар мақолаи мо зикр гардидааст, ки ба далели пайвастагии фаромиллии бозорҳо, ҷаҳонишавӣ метавонад ноустувории истеҳсолоти мамлакатро мувозинат кунад, аммо ин метавонад кишварро вобастагии бештар аз воридоти маводи ғизоӣ гардонад ва амнияти озуқавориро бадтар гардонад. Яъне воридоти маводи ғизоӣ бо мавҷудияти рузмара будани истеъмоли шахсӣ ва иқтисодӣ ба озуқаворӣ алоқамандии мусбат дорад, аммо бо устувори системаи озуқаворӣ алоқамандии манфӣ дорад. Яке аз самтҳои асосии беҳбуди содироти маҳсулоти кишоварзӣ афзоиши содироти маҳсулоти ғизоӣ дорои арзиши иловашуда мебошад. Потенсиали афзоиши истеҳсоли озуқа ва таъмини амнияти озуқаворӣ дар натиҷаи он ҳам аз омилҳои табиӣ ва ҳам иқтисодӣ вобаста аст.

Масалан, бӯҳронҳои истеҳсолии пайдоиши гуногун дар кишварҳои содиркунандаи асосии маводи ғизоӣ хатари норасоии ғизоро дар кишварҳое ки аз воридоти он вобастанд ба ба вучуд меорад. Далели ин гуфтаҳо вазъи ноороми ҷаҳони имрӯза, алаҳусус таҳримҳои нисбати давлати

Руссия вобаста ба гузаронидани амалиёти чангӣ дар хоки Украина қорӣ гардидааст. Чунки ба ҳамагон маълум аст, ки ин ду давлат яке аз давлатҳои асосии содиркунандаи гандум, маҳсулотҳои донагӣ ва нуриҳои минералӣ, ки асоси баланд бардории ҳосилнокии замин ба ҳисоб меравад наметавонад давлатҳои воридотивазкунандаи маҳсулотҳои ғизоиро бе ташвиш монад [1, с.76-77].

Асосгузори Сулҳу ваҳдати миллӣ-Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон дар ҳама нишастҳову баромадҳои худ ба Ҳукумати мамлакат атрофи масъалаи амнияти озуқаворӣ ва то ду сол захира қардани ҳар як оила бо маҳсулоти озуқавориро таъкид месозанд. Ҳамин тавр, муайян намудан ва тадқиқи имкониятҳои гузариши иқтисодии миллӣ ба сӯи коҳиш додани воридоти намудҳои алоҳидаи молҳо ва иваз намудани онҳо бо молҳои ватанӣ барои илм ва амалияи иқтисодии муосири Тоҷикистон ниҳоят муҳим ба ҳисоб меравад. Амалияи имрӯза нишон медиҳад, ки то ҳол ба ягон мамлакат муяссар нагардидааст, ки иқтисодии солимиро ба таври ҷудошавӣ аз низоми иқтисодии ҷаҳонӣ ташаккул диҳад. Иштироки мамлакат дар тақсими байналхалқии меҳнат бисёр афзалиятҳоро дар назар дорад, ки рушди иқтисодиёро ҳавасманд мегардонад. Шомилшавии мамлакат ба алоқаҳои хоҷагидорӣ ҷаҳонӣ имкон медиҳад, ки дар яҷанд соҳаҳои калидии иқтисодӣ махсусгардонида шаванд, зеро дар онҳо имконияти воридоти маҳсулот пайдо мешавад, ки худ онҳо ин гуна молҳоро қобилияти истеҳсолкунӣ надоранд ва ё бо хароҷоти нисбатан баланд истеҳсол менамоянд, инчунин молҳоро содирот менамоянд, ки барои истеҳсоли он шароити беҳтар доранд. Бо дарназардошти ҳамаи ин хусусиятҳои объективона, Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ - Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон дар Паёми худ ба Маҷлиси Олии Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 26 декабри соли 2018, саноатикунони босуръати кишварро ҳадафи стратегияи миллии навбатӣ эълон намуданд, ки бевосита бо зарурати ҳавасмандгардонии воридотивазкунанда дар дурнамои наздик алоқамандӣ дорад. Сиёсати дурусти воридотивазкунӣ ва истеҳсоли маҳсулотҳои ба содиротнигаронидашудаи Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз он шаҳодат медиҳад, ки истеҳсоли молу маҳсулоти ватанӣ дар мамлакат дар сатҳи дилхоҳ рушд менамояд. Махсусан дар баҳши истеҳсоли маҳсулотҳои муҳимтарини соҳаи саноат, аз ҷумла саноати хуруқворӣ нишондиҳандаҳои кишвар хело мусбӣю вусъатёбандаанд [4, с.29-30].

Ҷадвали 1 - Истеҳсоли молҳои муҳимтарини саноати қорқард дар Ҷумҳурии Тоҷикистон (солҳои 2017-2021)

Номгӯи мол	Солҳо					2021/2017	
	2017	2018	2019	2020	2021	кг +,-	%
Гушт (ҳаз. тонна)	47,2	59,0	65,1	69,5	67,6	+20,4	143,2
Гушти мурғ (ҳаз. тонна)	0,2	2,1	6,5	10,3	12,2	+12	6100% ё 60 =
Маҳсулоти ҳасибӯ (тонна)	4942	4629	5039	7057	5952	+1010	120%
Маҳсулоти ширӣ (ҳаз. тонна)	14,4	14,6	15,2	15,4	16,4	+2	+113%
Равғани растанӣ (ҳаз. тонна)	12,7	16,3	21,6	23,9	23,6	+10,9	+185%
Меваи хушк (тонна)	1948	2929	3707	5303	6664	+4716	342%
Маҳсулоти қаннодӣ (ҳаз. тонна)	12,8	13,9	15,3	17,4	31,3	+18,5	244%
Нишокиҳои беспирт (ҳаз. дал)	7087	11198	12683	12358	17188	+11101	242%
Сигарет ва папирос млн. дона	574	766	292	331	303	-271	52,7%

Сарчашма: Дар асоси нишондиҳандаҳои Агентии омили солонаи Ҷумҳурии Тоҷикистон 2022. с. 265.

Ҳамин тариқ нишондодҳои таҳлилии имкониятҳои истеҳсолии соҳаҳои иқтисодии миллӣ нишон дод, ки дар шароити Ҷумҳурии Тоҷикистон мақсади таъмини рушди иқтисодии воридотивазкунанда бояд як қатор чораҳои сиёсӣ-иқтисодӣ амалӣ карда шаванд. Бо баробари афзоиши сарчашмаҳои давлатии инвестиционӣ, бояд афзоиши сарчашмаҳои ғайридавлатӣ ва хориҷии маблағгузорӣ ҳавасманд карда шаванд. Ҳамчунин барои амалигардонии стратегияи воридотивазкунӣ гузариш ба ташкили истеҳсоли маҳсулот бо арзиши иловашудаи баланд, бо назардошти таъмини рақобатпазирии молҳои ватанӣ аввал дар рақобати нархӣ ва минбаъд дар рақобати ғайринархӣ зарур аст.

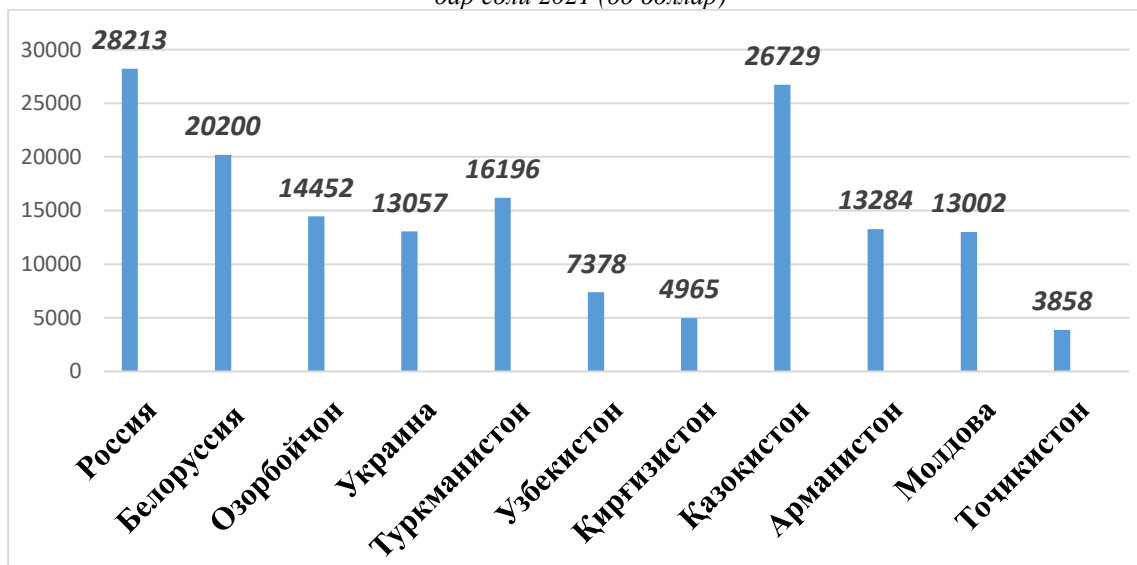
Гузариш пас аз соли 2026 аз стратегияи рушди саноат дар асоси сармоягузорӣ ба рушд дар асоси дониш ва инноватсия, ки дар СМР-2030 пешбинӣ шудааст, диверсификатсияи рушди

иқтисодиро тавассути интенсификацияси истеҳсолоти кишоварзӣ, боло бурдани занҷирҳои арзиш дар саноат дар назар дорад. Яке аз ҳадафҳои стратегӣ дар Тоҷикистон ин таъмини шуғли пурмаҳсул дар кишвар мебошад, ки дар натиҷаи афзоиши шуғли расмӣ, ҳосилнокии меҳнат ва сатҳи муносиби музди меҳнат сатҳи зиндагии мардум баланд бардошта мешавад. Дар давраи то соли 2030 бояд ҳар сол на камтар аз 100 ҳазор ҷойҳои нави корӣ дар мамлакат таъсис дода шавад. Дар баробари ин, суръати баланди афзоиши аҳолии қобили меҳнати деҳот нисбат ба шаҳрҳои афзоиши босуръати таъсиси ҷойҳои корӣ, асосан дар деҳотро тақозо мекунад, ки аксари мардум бевосита дар заминҳои кишти он машғул буда талаботи рузафзуни худро таъмин месозанд, зеро тақрибан 73 фоизи аҳоли дар деҳот зиндагӣ мекунад. Имрӯз барои паст кардани сатҳи камбизоатӣ ва баланд бардоштани некуаҳолии аҳоли дар минтақаҳо - дар маҷмӯъ дар ҷумҳурии давлат бояд ба кӯмаки суроғавии иҷтимоӣ гузарад, ки дигар кишварҳо кайҳо ба ин амал гузаштаанд. Дигаргунӣ дар иқтисодиёт ва дигаргунӣҳои иҷтимоӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар баробари тафовути амиқи байниминтақавии сатҳи зиндагӣ ва шуғли аҳоли, инчунин тақсимоли минтақаҳо аз рӯи дараҷаи тараққиёти иҷтимоӣ иқтисодӣ ба амал омаданд [5, с. 86-87].

Тибқи нишондиҳандаҳои омории, сатҳи камбизоатӣ дар байни аҳолии деҳот назар ба шаҳр баландтар аст. Сатҳи камбизоатӣ дар шаҳрҳои 15,4 бошад, дар деҳот 26,1 фоизро ташкил медиҳад. Сатҳи камбизоатии шадид дар шаҳр 6,6 фоиз ва дар деҳот 11,3 фоизро ташкил медиҳад. Ба фикри мо, сабаби ин тафовут дар он аст, ки солҳои охир дар Ҷумҳурии Тоҷикистон асосан шаҳру ноҳияҳо нисбатан рушд кардаанд. Дар шаҳрҳои корхонаҳо сохта, ҷойҳои корӣ таъсис дода мешаванд, ки ба ин васила даромади аҳолии шаҳрҳои зиёд мегардад [5, с. 56-57].

Яке аз нишондиҳандаҳои сатҳи нархҳо дар бозор ин индекси нархҳои истеъмолӣ мебошад, ки дар моҳи июни соли 2021 98,9 фоиз, аз ҷумла ба маҳсулоти хӯрокворӣ 97,2 фоиз, маҳсулоти ғайрирозуқа 101,1 фоиз ва хизматрасонии пулакӣ ба аҳоли 101,6 фоизро ташкил дод. Аз аввали соли 2021 индекси нархҳои истеъмолӣ 104,3 фоиз, аз ҷумла ба маҳсулоти хӯрокворӣ 107,5 фоиз, маҳсулоти ғайрирозуқа 100,6 фоиз ва хизматрасонии пулакӣ ба аҳоли 100,6 фоизро ташкил дод. [9, с. 85-86].

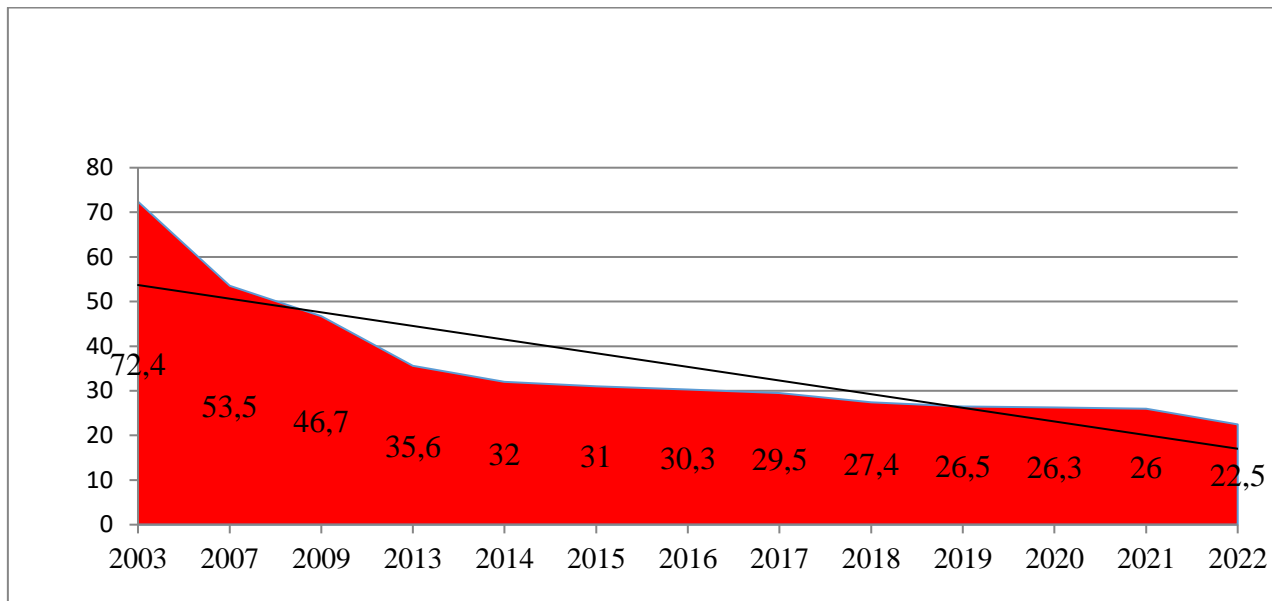
Диаграммаи 1 – Динамикаи ММД ба ҳар сари аҳоли дар паритети қобилияти харидорӣ дар кишварҳои ИДМ дар соли 2021 (бо доллар)



Сарчашма: аз ҷониби муаллиф дар асоси маълумотҳои Бонки Ҷаҳонӣ дар соли 2022 тартиб дода шудааст.

Зарурати таҳияи равишҳо ва дурнамои нави дарки адолат ва механизмҳои мувофиқи татбиқи он дар замони ҷаҳонишавӣ барои тақмили концепсия ва дарки он ба адолати иҷтимоӣ мусоидат мекунад. Падидаи адолати иҷтимоӣ низ ба талаботи замон ва таҳлил мувофиқ аст. Дар кишварҳои ИДМ, аз ҷумла Тоҷикистон, як қатор талаботи рузафзуни таъмини вазъияти муътадил, равандҳои ҷамъиятӣ доимо ба тадқиқ эҳтиёҷ доранд, механизмҳои адолати иҷтимоӣ аҳамияти махсус пайдо кардаанд, натиҷаи ин гуна тадқиқот метавонад барои танзими муносибатҳои нави ҷамъиятӣ заминаи муҳими иҷтимоӣ дошта бошад. Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон шумораи мардуми камбизоат сол то сол коҳиш меёбад, дар солҳои 2009 ва 2022 аз 46,7% то 22,5% коҳиш ёфтааст ва ин яке аз динамикаи хуб дар кишвар аст. Ин ба татбиқи самараноки стратегия ва барномаҳои давлатии рушди иҷтимоӣ иқтисодӣ вобаста аст. Яке аз барномаҳои муҳими стратегӣ дар мамлакат зарурати таъмин ва густариши шуғли пурмаҳсул дар кишвар аст, ки бо афзоиши шуғли расмӣ ва ҳосилнокии меҳнат, маоши мувофиқ ва шароити бехатарии корӣ зич алоқаманд аст. Имрӯз ҳадафи Ҳукумати мамлакат

бо қабули Стратегияи миллии рушд барои давраи то соли 2030 сатҳи камбизоати то 15 фоиз паст кардан аст.



Расми 1 - Суръати тағйир ёфтани сатҳи камбизоатӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2003-2022 (бо фоиз)

Сарчашма: дар асоси маълумотҳои Агенсии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон – Душанбе – 2023 – С. 111-112.

Тараққиёти сифатан нави наслҳои оянда ба қарорҳои қабулкардаи наслҳои ҳозира вобаста аст. Аз ин рӯ, ин қарорҳо бояд дурнамои дарозмуддатро дар бар гиранд. Татбиқи назарияи рушди устувор омили рушди иқтисодию иҷтимоӣ барои наслҳои имрӯза ва оянда мебошад. Назарияи рушди устувор воситаи бехатари таъмини ояндаи нек мебошад. Ин як қисми тараққиёти иқтисодию иҷтимоӣ мебошад. Рушди устувор яке аз масъалаҳои муҳими баҳсҳои сиёсӣ ва иқтисодӣ мебошад.

Тадқиқоти гузаронидашуда имкон дод, ки мо ба хулосаҳои зерин даст ёбем:

- Дар зарфи 15 соли наздик ҳиссаи саноат дар ММД бояд зиёд шуда, Тоҷикистон ба мамлақати индустриалӣ ва аграрӣ табдил ёбад. Илова бар ин, Ҳукуматро зарур аст, ки барои баланд бардоштани самаранокии тамоми бахшҳои иқтисодиёти миллий, бахусус энергетика, саноат ва кишоварз навсозӣ ва ислоҳоти ҷиддӣ гузаронида шавад;

- Дар асоси қабули стратегияи саноатикунони босуръати мамлакат афзоиши шумораи ҷойҳои нави корӣ ва баландбардории дараҷаи шуғли аҳолии қобили меҳнати мамлакат;

- Азбаски сатҳи камбизоатӣ дар деҳот дар муқоиса бо шаҳрҳои кишвар баланд боқӣ мемонад, паст кардани сатҳи камбизоати умумӣ дар кишвар фавран таҳияи барномаҳои стратегияи рушди деҳотро тақозо мекунад ва ин тавассути рушди инфрасохтор дар деҳот; паст кардани сатҳи камбизоатӣ ва баланд бардоштани сатҳи зиндагии мардуми деҳот амалӣ хоҳад гашт;

- Зиёд кардани маблағгузорӣ барои барномаҳои ёрии иҷтимоӣ ба мардуми камбизоати мамлакат.

### Адабиёт

1. Алиҷонов Ҷ. А. Танзими давлатии рушди иқтисодии воридотивазкунӣ. // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. № 1. Душанбе, 2020. С. 76-82.

2. Адам Смит «Тадқиқот оид ба табиат ва сабабҳои боигарии халқҳо» // Нашри Уилям Стрэнд, Шотландия, Шоҳигарии Британияи Кабир, соли 1776 – с. 627.

3. Барномаи давлатии мусоидат ба содирот ва воридотивазкунии Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2016-2020. Бо қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз "26" ноябри соли 2016, № 503 тасдиқ шудааст.

4. Ватолкина, Н.Ш., Горбунова, Н.В. Импортозамещение: зарубежный опыт, инструменты и эффекты / Н.Ш. Ватолкина, Н.В. Горбунова // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2015. – № 6 (233). – С. 29-39.

5. Давлатов, К. К. Бедность в современном мире: Теория и практика / К. К. Давлатов, Н. У. Сафаров. – Душанбе: Типография Таджикского национального университета, 2019. – 151 с. – ISBN 978-4-16-004577-1. – EDN STARZQ.



6. Нишондиҳандаҳои асосии тадқиқоти буҷети хонаводаҳо. Агентии Омори назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, Душанбе соли 2022, с. 44.

7. Омори солонаи Ҷумҳурии Тоҷикистон (нашри расмӣ). Агентии омори назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон. 2022.

8. Сафаров Н.У. Социально-экономические проблемы бедности и повышение уровня жизни населения в Республике Таджикистан: специальность 08.00.01 "Экономическая теория": автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора экономических наук / Сафаров Навруз. – Душанбе, 2019. – 54 с. – EDN DJVRWF.

9. Стратегияи миллии рушди ҶТ барои давраи то соли 2030 [манбаи электронӣ].URL: [https://vkd.tj/index.php/tj/masoili-mubram/18246\\_strategiyai-millii-rushdi-um-urii-to-ikiston-baroi-davrai-to-soli-2030](https://vkd.tj/index.php/tj/masoili-mubram/18246_strategiyai-millii-rushdi-um-urii-to-ikiston-baroi-davrai-to-soli-2030). (санаи истифодабарӣ 22.04.2023).

10. Тагоев, Б. Д. Продовольственная безопасность как составляющая уровня благосостояния региона / Б. Д. Тагоев, Н. У. Сафаров // Экономика Таджикистана. – 2022. – № 1. – С. 106-114. – EDN KSFQOT.

11. Исследование ООН «Положение дел в области продовольственной безопасности и питания в мире 2023» [электронный источник].URL: <https://www.fao.org/publications/sofi/2023/ru/> (дата обращения 30.04.2023).

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

TJ	RU	EN
Тагоев Баҳром Дустмаҳмадович	Тагоев Баҳром Дустмаҳмадович	Tagoev Bakhrom Dustmakhmadovich
Номзади илмҳои иқтисодӣ, дотсенти мудири кафедраи Иқтисоди милли ва бехатарии иқтисодӣ	Кандидат эҷомиқескии наҷк, доҷент, заведующий кафедрой национальной экономики и экономической безопасности	candidate of economic sciences, senior lecturer of the department of national economy and economic
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон	Таджикский национальный университет	Tajik national university
907651441 Почтаи электронӣ: <a href="mailto:behruz84@mail.ru">behruz84@mail.ru</a>		
TJ	RU	EN
Сафаров Навруз Умаралиевич	Сафаров Навруз Умаралиевич	Safarov Navruz Umaralievich
Номзади илмҳои иқтисодӣ, дотсенти кафедраи Иқтисоди милли ва бехатарии иқтисодӣ	Кандидат эҷомиқескии наҷк, доҷент кафедраи национальной экономики и экономической безопасности	candidate of economic sciences, senior lecturer of the department of national economy and economic
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон	Таджикский национальный университет	Tajik national university
988-72-21-23. Почтаи электронӣ: <a href="mailto:cheh-16@mail.ru">cheh-16@mail.ru</a>		

## 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 IMRAD<sup>1</sup> на таджикском, английском или русском языке:

<b>ВВЕДЕНИЕ (Introduction)</b>	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.
<b>МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ (MATERIALS AND METHODS)</b>	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.
<b>РЕЗУЛЬТАТЫ (RESULTS)</b>	Какой ответ был найден. Верно ли была протестирована гипотеза? Представляют фактические результаты исследования (текст, таблицы, графики, диаграммы, уравнения, фотографии, рисунки).
<b>ОБСУЖДЕНИЕ (DISCUSSION)</b>	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.
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ (CONCLUSION)</b>	Содержит краткие итоги разделов статьи без повторения формулировок, приведенных в них.
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК (REFERENCES)</b>	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. п.3).

<sup>1</sup> 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.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**  
(AUTHORS' INFORMATION)

оформляется в конце статьи в следующем виде:

	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name			
Дарача ва унвони илмӣ, Степень и должность, Title <sup>2</sup>			
Ташкилот, Организация, Organization			
e-mail			
ORCID <sup>3</sup> Id			
Телефон			

**КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ (CONFLICT OF INTEREST)** Конфликт интересов — это любые отношения или сферы интересов, которые могли бы прямо или косвенно повлиять на вашу работу или сделать её предвзятой.

Пример:

1. Конфликт интересов: Автор Х.Х.Х. Владеет акциями Компании Y, которая упомянута в статье. Автор Y.Y.Y. – член комитета XXXX.
2. Если конфликта интересов нет, авторы должны заявить: Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи

**ЗАЯВЛЕННЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ (AUTHOR CONTRIBUTIONS).**

Публикуется для определения вклада каждого автора в исследование. Описание, как именно каждый автор участвовал в работе (предпочтительно), или сообщение о вкладах авторов в процентах или долях (менее желательно).

Пример данного раздела:

1. Авторы A1, A2 и A3 придумали и разработали эксперимент, авторы A4 и A5 провели теоретические исследование. Авторы A1 и A6 участвовали в обработке данных. Авторы A1, A2 и A5 участвовали в написании текста статьи. Все авторы участвовали в обсуждении результатов.
2. Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации

**ДОПОЛНИТЕЛЬНО (по желанию автора)**

**БЛАГОДАРНОСТИ (опционально) - ACKNOWLEDGEMENT (optional)**

Если авторы в конце статьи выражают благодарность или указывают источник финансовой поддержки при выполнении научной работы, то необходимо эту информацию продублировать на английском языке.

**ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ (FUNDING)**

Информация о грантах и любой другой финансовой поддержке исследований. Просим не использовать в этом разделе сокращенные названия институтов и спонсирующих организаций.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ (ADDITIONAL INFORMATION)**

В этом разделе могут быть помещены: Нестандартные ссылки. Например, материалы, которые по каким-то причинам не могут быть опубликованы, но могут быть предоставлены авторами по запросу. Дополнительные ссылки на профили авторов (например, ORCID). Названия торговых марок на иностранных языках, которые необходимы для понимания статьи или ссылки на них.

<sup>2</sup> Title can be chosen from: master student, Phd candidate, assistant professor, senior lecture, associate professor, full professor

<sup>3</sup> ORCID или Open Researcher and Contributor ID (Открытый идентификатор исследователя и участника) — незапатентованный буквенно-цифровой код, который однозначно идентифицирует научных авторов. [www.orcid.org](http://www.orcid.org).

Особые сообщения об источнике оригинала статьи (если статья публикуется в переводе).  
Информация о связанных со статьей, но не опубликованных ранее докладов на конференциях и семинарах.

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.	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

Наименование	Требования	Примечания
	Кривые на рисунках нумеруются арабскими цифрами и комментируются в подписях к рисункам.	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 <sup>4</sup>	<b>УДК 62.214.4; 621.791.05</b>	в верхнем левом углу полужирными буквами
Заголовок	<b>НАЗВАНИЕ СТАТЬИ</b> (должен быть информативным и, по возможности, кратким) (на языке оригинала статьи)	В центре полужирными буквами
Авторы	<b>Инициалы и фамилии авторов</b> (на языке оригинала статьи)	В центре полужирными буквами
Организация	<b>Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими</b>	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 <sup>5</sup> , организации <sup>6</sup> , заголовки и реферат <sup>7</sup> и ключевые слова <sup>8</sup> на двух других языках	

<sup>4</sup> 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/>

<sup>5</sup> 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.

<sup>6</sup> Название организации в английском переводе должно соответствовать официальному, указанному на сайте организации. Непереводимые на английский язык наименования организаций даются в транслитерированном варианте.

<sup>7</sup> 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.

<sup>8</sup> 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.

Раздел	Содержание (пример)	Расположение
Статья согласно структуры	Согласно требованиям пункта 4 требования и условия предоставления статей в журнал "Политехнический вестник"	Выровнять по ширине

К статье прилагается (см. <https://web.ttu.tj/tj/pages/73>):

1. Сопроводительное письмо.
2. Авторское заявление .
3. Лицензионный договор.
4. Экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати
5. Рецензия.

Муҳаррири матни русӣ:	М.М. Якубова
Муҳаррири матни тоҷикӣ:	Муаллифон
Ороиши компютерӣ ва тарроҳӣ:	М.Каюмов
Редактор русского текста:	М.М. Якубова
Редактор таджикского текста:	Авторская редакция
Компьютерный дизайн и верстка:	М.Каюмов

Нишонӣ: ш. Душанбе, хиёбони акад. Рачабовҳо, 10<sup>А</sup>  
Адрес: г. Душанбе, проспект акад. Раджабовых, 10<sup>А</sup>

Ба чоп 12.10.2023 имзо шуд. Ба матбаа 16.10.2023 супорида шуд.  
Чопи офсетӣ. Коғози 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<sup>А</sup>