

ISSN 2520-2235

# ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКӢ

Баҳши Интеллект, Инноватсия, Инвеститсия

2(66) 2024

---



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

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

# ПАЁМИ

# ПОЛИТЕХНИКӢ

**БАХШИ ИНТЕЛЛЕКТ, ИННОВАТСИЯ,  
ИНВЕСТИЦИЯ**

ISSN  
2520-2235

**2(66)**  
**2024**

**МАҶАЛЛАИ ИЛМӢ – ТЕХНИКӢ**

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

Published since January 2008

*Маҷалла ба рӯйхати наирияхои тақризи КОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, КОА-и назди Вазорати таҳсилоти олии, илм ва инноватсияҳои Ҷумҳурии Узбекистон ва равияи физикаи он ба рӯйхати наирияхои тақризи КОА-и Федератсияи Россия ворид карда шудааст.*

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

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

Маҷалла дар Вазорати фарҳанги Ҷумҳурии Тоҷикистон ба қайд гирифта шудааст  
№ 231/МЧ-97 аз 27 январи соли 2022

**Индекси обуна 77762**

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

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

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

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК  
СЕРИЯ: ИНТЕЛЛЕКТ, ИННОВАЦИИ, ИНВЕСТИЦИИ

POLYTECHNIC BULLETEN  
SERIES: INTELLIGENCE, INNOVATION,  
INVESTMENTS



### ҲАЙАТИ ТАҲРИРИЯ

**САРМУҲАРРИР**

**Қ.Қ. ДАВЛАТЗОДА**

Доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор

**Р.Т. АБДУЛЛОЗОДА**

Номзади илмҳои техникаӣ, дотсент, муовини сармуҳаррир

**Ш.А. Бозоров**

Номзади илмҳои техникаӣ, дотсент, муовини сармуҳаррир

### 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

**У. МАДВАЛИЕВ**

доктори илмҳои физикаю математика

**Т.Х. САЛИХОВ**

доктори илмҳои физикаю математика

**АНГЕЛ СМРИКАРОВ**

Доктори илм, профессор (Булғория)

**Н. И. ЮНУСОВ**

номзади илмҳои техникаӣ, дотсент

**С.А. НАБИЕВ**

номзади илмҳои техникаӣ, дотсент

**У. Х. ҶАЛОЛОВ**

номзади илмҳои техникаӣ, дотсент

**А.А. ҚОСИМОВ**

номзади илмҳои техникаӣ, дотсент

**А.Д. АҲРОРОВА**

Доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор

**М.К. ФАЙЗУЛЛОЕВ**

Доктори илмҳои иқтисодӣ, дотсент

**Ҳ.А. ОДИНАЕВ**

Доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор

**Ф.М. ҲАМРОЕВ**

Доктори илмҳои иқтисодӣ, дотсент

### 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

### ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

**М.И. ИЛОЛОВ**

академик НАНТ, доктор физико-математических наук, профессор

**М. ГАДОЗОДА**

кандидат физико-математических наук, доцент

**М.М. САДРИДДИНОВ**

кандидат физико-математических наук, доцент

**С.З. КУРБОНШОЕВ**

доктор физико-математических наук, профессор

**А.А. АБДУРАСУЛОВ**

кандидат физико-математических наук, профессор

**У. МАДВАЛИЕВ**

доктор физико-математических наук.

**Т.Х. САЛИХОВ**

доктор технических наук, профессор

**АНГЕЛ СМРИКАРОВ**

доктор наук, профессор (Болгария)

**Н. И. ЮНУСОВ**

кандидат технических наук, доцент

**С.А. НАБИЕВ**

кандидат технических наук, доцент

**У. Х. ДЖАЛОЛОВ**

кандидат технических наук, доцент

**А.А. ҚОСИМОВ**

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>5</b>
<u>ЧУДОКУНИИ СПЕКТРАЛИИ МАТРИТСА БА ВОСИТАИ ПРОЕКТОРҶОИ ХАТТӢ</u> У.Р. Рустамбекова, Ш.А. Саидов .....	5
<b>ФИЗИКА - PHYSICS</b> .....	<b>11</b>
<u>ВЛИЯНИЕ ВНУТРЕННЕГО ОСТАТОЧНОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ GaInPAs/InP</u> Р.С*. Яздонкулов, Т.М. Алидодов, Ш.Ш. Шоёкубов, К. Ботуров, А.Д .....	11
<u>ВАРИАЦИЯ КРИВЫХ БЛЕСК ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НЕКОТОРЫХ АКТИВНЫХ КОМЕТ СЕМЕЙСТВА ЮПИТЕРА</u> Д.К <sup>1</sup> . Аюбов, Х.Ф <sup>2</sup> . Худжаназаров .....	17
<u>АҲАМИЯТ ВА ИСТИФОДАИ СТАТИКА ДАР САНОАТИ ИСТЕҶСОЛӢ</u> Х.Ф. Орифова, Ф.Б. Шарипов .....	24
<u>СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ И РАСЧЕТ ПОЛНОЙ ЭНЕРГИИ <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math> и <math>\delta</math>-фаз CsSnI<sub>3</sub></u> <sup>1</sup> Шарипов Ф.С., <sup>2</sup> Гиёсов С. С., <sup>3</sup> Бозоров Ш.А., <sup>3</sup> Мирзохасанов М. ....	30
<b>ИНФОРМАТИКА, ТЕХНИКАИ ҲИСОББАРОР ВА ИДОРАКУНӢ - ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ - INFORMATICS, COMPUTER TECHNOLOGY AND MANAGEMENT</b> .....	<b>34</b>
<u>МОДЕЛСОЗИИ МУВОЗИНАТИ ОБИ ҲАВЗАИ ДАРӶҶОИ БАЙНИСАРҲАДӢ БО ИСТИФОДА АЗ НАЗАРИЯИ ГРАФҶО</u> А.С. Мусинов .....	34
<u>СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОЙ ПЛАТФОРМЫ PROTEUS</u> Р.М. Бандишоева, М.А. Бадалова, А. Абдукарим .....	39
<u>МОДЕЛИ МАТЕМАТИКИИ ИФЛОСШАВИИ ҲАВОИ АТМОСФЕРА АЗ ТӢФОНЧАНГҶО (ДАР МИСОЛИ ШАҲРҶОИ ДУШАНБЕ, ТУРСУНЗОДА, БОХТАР ВА ЁВОН)</u> Н.М. Қурбонова, С.Х. Мирзоев .....	43
<u>ТАЪМИНОТИ БАРНОМАВӢ ВА ЧУДОКУНИИ НИШОНАҶОИ ОВОЗИИ НУТҚ</u> А.А. Дадобоев .....	52
<u>ОИД БА НИЗОМИ ШИНОХТИ ХУДКОРИ КАЛИМАҶОИ КАЛИДӢ ДАР РАФТИ НУТҚИ ГУФТУГӢ</u> А.Т. <sup>1</sup> Мақсудов, Х.А. <sup>2</sup> Худойбердиев, М.Т. <sup>2</sup> Солиева.....	57
<u>ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ГЕНЕРАТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА НА ОСНОВЫ МЕТОДА ИНТЕГРАЛЬНОЙ МОДУЛЯЦИИ</u> У.Х. Джалолов, Ш.Д. Давлатбекова, У.А.Турсунбадалов .....	61
<u>УГРОЗЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ОТ НИХ</u> А.Ш. Назаров .....	68
<u>АМСИЛАСОЗИИ ВОБАСТАГИИ ҲАҶМИ УМУМИИ СӢРОХИҶОИ ЧАББАНДАҶОИ ТАБИИИ КОНИ ДАШТИБЕДИ ЧУМҶУРИИ ТОҶИКИСТОН АЗ ФАӢОЛСОЗИИ КИСЛОТАГИИ ОНҶО</u> А.Б. Соҳибов.....	73
<u>МУШКИЛОТҶОИ РАҚАМИКУНОНӢ ДАР СОҶАИ НАҚЛИӢТИ АВТОМОБИЛӢ ВА ХИЗМАТРАСОНИИ ЛОГИСТИКӢ</u> Ш.С. Саидов .....	77

<b>ИҚТИСОД ВА ИДОРАКУНИИ ХОҶАГИИ ХАЛҚ - ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ - ECONOMICS AND MANAGEMENT OF THE NATIONAL ECONOMY .....</b>	<b>80</b>
<b><u>РУШДИ НАҚЛИЁТИ ҲАВОЙ ДАР ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН</u></b> Х.Ш. Раҷабова .....	80
<b><u>ИСТИФОДАИ УСУЛҲОИ ОМОРӢ ДАР ТАҲЛИЛИ ФАӢОЛИЯТИ НАҚЛИЁТИ АВТОМОБИЛИИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН</u></b> И.А. Амонуллоев, Х.Д. Мирзобеков .....	84
<b><u>БАНАҚШАГИРИИ СТРАТЕГИИ ФАӢОЛИЯТИ КОРХОНАҲОИ НАҚЛИЁТӢ ДАР НИЗОМИ МАРКЕТИНГ</u></b> Х.Д. Мирзобеков, И.А. Амонуллоев .....	90
<b><u>К ВОПРОСУ О СТИМУЛИРОВАНИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ И ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</u></b> Н.Р. Мукимова .....	96
<b><u>ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</u></b> К.Р. Раҷабов, Н.Р. Мукимова .....	103
<b><u>РЕМЕСЛЕННИЧЕСТВО, КАК НЕФОРМАЛЬНЫЙ СЕКТОР В СФЕРЕ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</u></b> А.Х. Хамидов, <sup>1</sup> Ф.Я. Астамбекзода <sup>2</sup> .....	111
<b><u>МУШКИЛОТИ БАЛАНД БАРДОШТАНИ САМАРАНОКИИ ИСТИФОДАИ ЗАХИРАҲОИ ОБ ДАР ХОҶАГИИ ҚИШЛОҚИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН</u></b> Э.Н. Шералиев, Н.А. Абдумухторзода .....	117

УДК 517.9

### ЌУДОКУНИИ СПЕКТРАЛИИ МАТРИТСА БА ВОСИТАИ ПРОЕКТОРҲОИ ХАТТӢ

У.Р. Рустамбекова, Ш.А. Саидов

ДТТ номи академик М.С.Осимӣ, ш. Душанбе, Тоҷикистон

Дар мақола маълумоти мушаххас дар бораи фазо ва зерфазоҳои хаттӣ [1], ҳосиятҳои маъмули проекторҳои хаттӣ ва сохтани тарзҳои гуногуни проекторҳои хаттӣ ба воситаи ҷудокунии спектралӣ матритса ва бисёрӯзваи интерполятсионии Лагранж оварда шудаанд, ки бо мисолҳои мушаххас шарҳ ёфтаанд.

Системаи муодилаҳои дифференсиалии ғайрихаттӣ ва муодилаҳои фарқӣ дар соҳаҳои гуногуни илми табиатшиносӣ васеъ истифода бурда мешаванд. Танҳо барои теъдоди наҷандон зиёди муодилаҳои ғайрихаттӣ, ки ин ё он зухуроти физикиро тасвир мекунад, ҳалҳои аниқ ёфта шудаанд.

**Калимаҳои калидӣ:** фазои банахӣ, фазом яченака, фазои хаттӣ, зерфазои хаттӣ, оператори хаттӣ, оператори айниятӣ, қиматҳои хос, векторҳои хос, матритсаи диагоналӣ, матритсаи айниятӣ, ядро, проектор, проектори хаттӣ, базис, функцияи аналитикӣ, бисёрӯзваи интерполятсионии Лагранж.

### СПЕКТРАЛЬНОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ МАТРИЦЫ С ПОМОЩЬЮ ЛИНЕЙНЫХ ПРОЕКТОРОВ

У.Р. Рустамбекова, Ш.А. Саидов

В статье приведены краткий обзор о линейные пространство и подпространство [1], построены разных способов линейные проекторы с помощью спектрального расщепления матрицы и интерполяционный многочлен Лагранжа, а также конкретные примеры иллюстрирующий данный метод.

Система нелинейных дифференциальных уравнений и разностных уравнений широко используется в различных областях естественных наук. Только для небольшого числа нелинейных уравнений, описывающих те или иные физические явления, найдены точные решения.

**Ключевые слова:** банаховое пространство, одномерное пространство, линейное пространство, линейное подпространство, линейный оператор, тождественный оператор, собственные числа, собственные векторы, диагональная матрица, тождественная матрица, ядро, проектор, линейные проекторы, базис, аналитическая функция, интерполяционный многочлен Лагранжа.

### SPECTRAL SEPARATION OF THE MATRIX USING LINEAR PROJECTORS

U.R. Rustambekova, Sh.A. Saidov

The article provides a brief overview of linear space and subspace [1], linear projectors are constructed in different ways using spectral matrix splitting and the Lagrange interpolation polynomial, as well as specific examples illustrating this method.

The system of nonlinear differential equations and difference equations is widely used in various fields of natural sciences. Exact solutions have been found only for a small number of nonlinear equations describing certain physical phenomena.

**Keywords:** Banach space, one-dimensional space, linear space, linear subspace, linear operator, identity operator, eigenvalues, eigenvectors, diagonal matrix, identity matrix, kernel, projector, linear projectors, basis, analytic function, Lagrange interpolation polynomial.

Дар назарияи муодилаҳои дифференсиалӣ, ки дар корҳои Валеов К.Г., Қурбоншоев С.З. ва дигарон оварда шудаанд, нақши асосиро мебозанд. Проекторҳои хаттӣ барои сохтани бисёршаклаҳои интегралӣ, ки маҷмӯи ҳалҳоро ба як воҳиди том муттаҳид мекунад, дар ҳалли масъалаҳои устувории ҳалҳо, ҳангоми таҷзияи ҳалҳо ва паст намудани тартиби онҳо кӯмак мекунад.

**Мақсади таҳқиқот.** Сохтани проекторҳои хаттӣ ва тадбиқи онҳо дар масъалаҳои устувории ҳаракат ва масъалаҳои синтези идоракунии оптималӣ.

**Масоили таҳқиқот.** Мувофиқи мақсадҳои гузошташуда, масъ-алаҳои зерин гузошта мешаванд:

- сохтани тарзҳои гуногуни проекторҳои хаттӣ;
- ҷудо кардани спектри матритса ба воситаи проекторҳои хаттӣ;
- тадбиқи проекторҳои хаттӣ дар мисолҳои мушаххас.

**Усулҳои асосии таҳқиқот.** Дар мақола маълумоти мухтасар дар бораи фазои банахӣ, ва зерфазоҳои хаттӣ оварда шуда, ҳосиятҳои аналитикии онҳоро омӯхта ва бо мисолҳои мушаххас асоснок карда шудаанд. Объекти таҳқиқот сохтани тарзҳои гуногуни проекторҳои хаттӣ дар фазои банахӣ мебошад.

Назарияи проекторҳои хаттӣ дар назарияи бисёршаклаҳои интегралӣ басо муҳим мебозанд. Тарзҳои гуногун сохтани проекторҳои хаттиро дида мебароем.

1. Таърифи проекторҳои хаттӣ.

Бигзор фазои  $m$  - ченакаи вектори  $L$  ( $m \geq 2$ ) дар ягон базис дода шудааст. Фазои  $L$  - ро ба воситаи якчанд зерфазоҳои хаттӣ  $L_p$  ( $p = 1, 2, \dots, q$ ) ҷудо мекунем. Қайд мекунем, ки барои дилхоҳ ду векторҳои  $X \in L_p$  ва  $Y \in L_p$  - и зерфазои  $L_p$  шартӣ

$$\alpha X + \beta Y \in L_k \quad (\alpha = const, \beta = const)$$

иҷро мегардад.

Миқдори векторҳои хаттии новобастаи  $\mathbf{X}_{p1}, \mathbf{X}_{p2}, \dots, \mathbf{X}_{pm} \in L_p$  - ро ченаки зерфазои  $L_p$  номида, ба таври зерин ишорат мекунанд:

$$\dim L_p = m_p.$$

Худи зерфазои  $L_p$  - ро аз комбинатсияи хаттии векторҳои  $\mathbf{X}_{p1}, \mathbf{X}_{p2}, \dots, \mathbf{X}_{pm}$  ё аз ифодаи параметрии

$$\mathbf{X}_p = \alpha_{p1} \mathbf{X}_{p1} + \alpha_{p2} \mathbf{X}_{p2} + \dots + \alpha_{ps} \mathbf{X}_{ps} \quad (1)$$

ҳосил кардан мумкин аст, ки дар ин ҷо  $\alpha_{ps}$  ( $s=1, 2, \dots, m_p$ ) - параметри ихтиёрӣ мебошад. Дар ин ҳолат  $L_p$  - ро пардаи хаттии векторҳои  $\mathbf{X}_{p1}, \mathbf{X}_{p2}, \dots, \mathbf{X}_{pm}$  меноманд.

**Таърифи 1.** Барои ҳаргуна зерфазои  $L_p$ , матритсаи  $T_p$  ( $p=1, 2, \dots, q$ ) - и ченакаш  $m \times m_p$  - ро мувофиқ гузоштан мумкин аст, ки сутунҳояшро проексияҳои векторҳои  $X_{p1}, X_{p2}, \dots, X_{ps_m}$  дар ягон базиси вобасташуда ташкил намуда, ранги матритсаи  $T_p = (X_{p1}, X_{p2}, \dots, X_{ps_m})$  ба ченаки зерфазои  $L_p$  ( $p=1, 2, \dots, q$ ) баробар аст.

**Теорема 1** [1]. Фазои  $L$  - ро ба воситаи суммаи мустақим ба зерфазоҳои  $L_p$  ( $p=1, 2, \dots, q$ ) ҷудо кардан мумкин аст, агар шартҳои зерин иҷро гарданд:

1.  $L = L_1 + L_2 + \dots + L_q$ , агар дилхоҳ векторҳои  $\mathbf{X}_p \in L_p$  - ро ба таври ягона дар намуди сумма ифода кардан мумкин бошад, яъне

$$\mathbf{X} = X_1 + X_2 + \dots + X_q, \mathbf{X}_p \in L_p; \quad (2)$$

2. барои он ки шартҳои

$$\dim L = \dim L_1 + \dim L_2 + \dots + \dim L_q$$

ва

$$m = m_1 + m_2 + \dots + m_q$$

иҷро гардад, зарур ва кифоя аст, ки ҳамаи векторҳои матритсаи  $T_p$  хаттии новобаста бошанд.

Аз матритсаи  $T_p = (X_{p1}, X_{p2}, \dots, X_{ps_m})$  матритсаи  $T_{m \times m}$  - ро тартиб медиҳем, ки сутунҳояшро  $X_{ps}$  ( $p=1, 2, \dots, q; s=1, 2, \dots, m_p$ ) - и матритсаи  $T_p = (X_{p1}, X_{p2}, \dots, X_{ps_m})$  ташкил медиҳанд. Дар ҳолати иҷро гардидани шартҳои теоремаи 1 ва матритсаи ғайрмахсуси  $T$ , фазои  $L$  - ба воситаи суммаи мустақим ба зерфазоҳои  $L_p$  ( $p=1, 2, \dots, q$ ) ҷудо карда мешавад.

**Таърифи 2.** Бигзор вектори  $\mathbf{X} \in L$  буда, онро дар намуди суммаи  $\mathbf{X}_p \in L_p$  (2) ифода мекунем. Мувофиқ гузоштани вектори  $\mathbf{X}$  ба вектори  $\mathbf{X}_p$  - ро амали проектиронӣ ( $P_p$ ) номида, ба таври зерин ишорат мекунанд:

$$\mathbf{X}_p = P_p \mathbf{X} \quad (p=1, 2, \dots, q).$$

Дар базиси векторҳои  $\mathbf{X}$  ва  $\mathbf{X}_p$  ба оператори хаттии  $P_p$  матритсаи  $P_p$  мувофиқ меояд, ки рангаш ба  $m_p$  баробар аст. Қайд кардан бо маврид аст, ки дар базисҳои гуногун проекторро матритсаҳои гуногун мувофиқ меоянд. Масалан, агар ба оператори  $P_p$  дар ягон базиси вобаста матритсаи  $P_p$  мувофиқ ояд, онро проектор меноманд. Фарз мекунем, ки ҳамаи зерфазоҳои  $L_p$  ( $p=1, 2, \dots, m$ ) якченака мебошад, яъне

$$\mathbf{X} \in L_p, \text{ агар } \mathbf{X} = \alpha_p \mathbf{X}_p.$$

Он гоҳ векторҳои  $\mathbf{X}_p$  ( $p = 1, 2, \dots, m$ ) зерфазоҳои хаттии якченакаи  $L_p$  ( $p = 1, 2, \dots, m$ ) - ро ифода мекунанд. Дар асоси формулаи (2) барои векторҳои  $\mathbf{X}$  ҳосил мекунем:

$$\mathbf{X} = \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \dots + \alpha_m X_m. \quad (3)$$

Матритсаи квадратии ғайрихоси  $T$  - ро дохил мекунем, ки сутунҳояшро проексияҳои вектори  $\mathbf{X}_p$  ( $p = 1, 2, \dots, m$ ) дар ягон базис ташкил медиҳанд. Матритсаи баръакси  $T^{-1}$  - ро меёбем, ки сутунҳояшро проексияҳои вектори  $Y_p$  ( $p = 1, 2, \dots, m$ ) ташкил медиҳанд. Дар асоси таърифи матритсаи баръакс ҳосил мекунем:

$$X_1 X_1 = X_2 X_2 = \dots = X_p X_p = 1; Y_1 X_1 = Y_2 X_2 = \dots = Y_p X_s = 0 \quad (p \neq s; s, p = 1, 2, \dots, m). \quad (4)$$

Ҳарду тарафи баробарии (3) – ро аз тарафи чап бо  $Y_p$  ( $p = 1, 2, \dots, m$ ) зарб мекунем:

$$X = X_1 Y_1 X + X_2 Y_2 X + \dots + X_m Y_m X, \quad (4)$$

ки дар ин ҷо  $Y_p X = \alpha_p$  ( $p = 1, 2, \dots, m$ ).

Ҳамин тавр, проекторҳои  $P_p$  - ро сутунҳои матритсаи  $T$  ва сатрҳои матритсаи  $T^{-1}$  ташкил медиҳанд, яъне

$$P_p = Y_1 X_2 = Y_2 X_3 = Y_p X_p; \quad (p \neq s; s, p = 1, 2, \dots, m). \quad (5)$$

Дар асоси баробарии (4) хосиятҳои асосии проекторҳои хаттии  $P_p$  - ро меёбем [4]:

$$\begin{cases} P_1 P_1 = P_2 P_2 = \dots = P_p P_p = 0; & (p = s; s, p = 1, 2, \dots, m); \\ P_1 P_2 = P_1, P_2 P_3 = P_2, \dots, P_p P_s = 0; & (p \neq s; s, p = 1, 2, \dots, m); \\ P_1 + P_2 + \dots + P_m = E & (p = 1, 2, \dots, m), \end{cases} \quad (6)$$

ки дар ин ҷо  $E$  - оператори айнияти мебошад.

Дар асоси баробарии (5) барои проекторҳои хаттӣ ҳосил мекунем [1]:

$$P_p P_p = (X_p Y_p)(X_p Y_p) = X_p (Y_p X_p) Y_p = X_p Y_p = P_p \quad (p = 1, 2, \dots, m);$$

$$P_p P_s = (X_p Y_p)(X_s Y_s) = X_p (Y_p X_s) Y_s = X_p O Y_s = 0 \quad (p \neq s; k, s = 1, 2, \dots, m);$$

$$X = (X_1 Y_1 + X_2 Y_2 + \dots + X_m Y_m) X = (P_1 + P_2 + \dots + P_m) X,$$

ки аз формулаи (6) ҳосил мешавад.

Ҳамин тавр, теоремаи зерин ҷой дорад.

**Теоремаи 2** [2]. Агар барои фазои  $L$  шартҳои теоремаи 1 иҷро гардад, он гоҳ проекторҳои  $P_p$  - ро сутунҳои матритсаи квадратии  $T$  ва сатрҳои матритсаи  $T^{-1}$  ба таври ягона ҳосил кардан мумкин аст.

**Мисоли 1.** Бигзор дар фазои сеченакаи  $L$  се зерфазоҳои якченакаи  $L_1, L_2$  ва  $L_3$  бо векторҳои зерин дода шудааст:

$$\mathbf{X} \mathbf{X}_1 = \begin{pmatrix} 5 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{X} \mathbf{X}_2 = \begin{pmatrix} 6 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{X} \mathbf{X}_3 = \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix}.$$

Матритсаи  $T$  ва баръакси  $T^{-1}$  - ро тартиб медиҳем:

$$T = \begin{pmatrix} 5 & 6 & 3 \\ -1 & 0 & 1 \\ 1 & 2 & -1 \end{pmatrix}; \quad T^{-1} = -\frac{1}{16} \begin{pmatrix} -2 & 2 & 6 \\ 0 & -8 & -8 \\ -2 & -4 & 6 \end{pmatrix}.$$

Векторҳои сатрии  $Y_1, Y_2, Y_3$  - ро меёбем, ки матритсаи баръакси  $T^{-1}$  – ро ташкил медиҳанд:



$$Y_1 = \left(\frac{1}{8} \quad -\frac{1}{8} \quad -\frac{3}{8}\right); Y_2 = \left(0 \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{2}\right); Y_3 = \left(\frac{1}{8} \quad \frac{1}{4} \quad -\frac{3}{8}\right).$$

Дар асоси формулаи (5) проекторҳои хаттии  $P_1, P_2$  ва  $P_3$  - ро тартиб медиҳем:

$$P_1 = \begin{pmatrix} \frac{5}{8} & -\frac{5}{8} & -\frac{15}{8} \\ -\frac{1}{8} & \frac{1}{8} & -\frac{3}{8} \\ \frac{1}{8} & -\frac{1}{8} & -\frac{3}{8} \end{pmatrix}; P_2 = \begin{pmatrix} 0 & -3 & -3 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}; P_3 = \begin{pmatrix} \frac{3}{8} & \frac{29}{8} & \frac{39}{8} \\ \frac{1}{8} & \frac{7}{8} & \frac{3}{8} \\ -\frac{1}{8} & \frac{1}{8} & \frac{3}{8} \end{pmatrix}.$$

Барои ин проекторҳои хаттӣ баробарии (6) иҷро мегардад:

$$P_1 + P_2 + P_3 = \begin{pmatrix} \frac{5}{8} & -\frac{5}{8} & -\frac{15}{8} \\ -\frac{1}{8} & \frac{1}{8} & -\frac{3}{8} \\ \frac{1}{8} & -\frac{1}{8} & -\frac{3}{8} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & -3 & -3 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \frac{3}{8} & \frac{29}{8} & \frac{39}{8} \\ \frac{1}{8} & \frac{7}{8} & \frac{3}{8} \\ -\frac{1}{8} & \frac{1}{8} & \frac{3}{8} \end{pmatrix} = E.$$

**Қайди 1.** Операторҳои сифрӣ (нулӣ) ва айниятиро низ проектор меноманд.

Операторҳои иловагии  $P_1$  ва  $P_2$  ё  $P_1 + P_2 = E$  - ро дохил мекунем, ки онҳоро низ проектор меноманд. Дар асоси формулаи (6) меёбем:

$$P_2 P_2 = (E - P_1)(E - P_1) = E - 2P_1 + P_1 P_1 = E - P_1 = P_2;$$

$$P_2 P_1 = P_1 P_2 = P_1(E - P_1) = P_1 - P_1 P_1 = P_1 - P_1 = 0.$$

2. Сохтани проекторҳои хаттӣ бо воситаи ҷудокунии спектралӣ матритса.

Бигзор матритсаи  $A_{m \times m}$  дорои  $m$  векторҳои хоси  $X_1, X_2, \dots, X_m$  ва қиматҳои гуногуни  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m$  мебошад. Матритсаи  $T$  - ро тартиб медиҳем, ки сутунҳояшро проексияҳои вектори  $X_p$  ( $p = 1, 2, \dots, m$ ) ташкил медиҳанд. Дар асоси формулаи (3) барои проекторҳои  $P_p$  ( $p = 1, 2, \dots, m$ ) меёбем:

$$A = \alpha_1 P_1 + \alpha_2 P_2 + \dots + \alpha_m P_m. \quad (7)$$

Қатори ёрирасони

$$f(z) = a_0 + a_1 z + a_2 z^2 + \dots + a_n z^n + \dots$$

- ро дохил мекунем, ки дар доираи  $|z| < R$  наздикшаванда ва ҳамаи қиматҳои хоси  $\alpha_p$  ( $p = 1, 2, \dots, m$ ) -ро дарбар мегардад.

Дар асоси хосияти (6) ва формулаи (7) барои проекторҳои  $P_k$  функсияи аналитикии зеринро меёбем:

$$f(A) = f(\alpha_1)P_1 + f(\alpha_2)P_2 + \dots + f(\alpha_m)P_m, \quad (8)$$

ки дар ин ҷо  $f(A)$  - матритсаи ченаки  $m \times m$  буда, қиматҳои хоси  $f(\alpha_1), f(\alpha_2), \dots, f(\alpha_m)$  - ро дарбар мегардад. Формулаи (8) – ро ҷудокунии спектралӣ функсия аз матритса меноманд.

**Қайди 2.** Формулаи (8) ҳамон вақт устувор аст, агар миқдори векторҳои хос ба тартиби матритса баробар бошанд.

Мисоли 2. Ҷудокунии спектралӣ функсия аз матритсаи  $T$  - ро ёбед, агар

$$T = \begin{pmatrix} 5 & 6 & 3 \\ -1 & 0 & 1 \\ 1 & 2 & -1 \end{pmatrix}$$

Қиматҳои хоси  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  матритсаи  $T$  – ро аз муодилаи характеристикӣ меёбем:

$$\text{Det}(E\alpha - T) \equiv \begin{vmatrix} 5 - \alpha & 6 & 3 \\ -1 & -\alpha & 1 \\ 1 & 2 & -1 - \alpha \end{vmatrix} = 0 \Rightarrow \alpha^3 - 4\alpha^2 - 4 + 16 = 0;$$

$$\alpha_1 = -2; \alpha_2 = 2; \alpha_3 = 4.$$

Қиматҳои хоси хоси  $\alpha_1, \alpha_2$  ва  $\alpha_3$  – ро истифода намуда, векторҳои хосро меёбем:

$$X X_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ -2 \end{pmatrix}, X X_2 = \begin{pmatrix} 2 \\ -1 \\ 0 \end{pmatrix}, X X_3 = \begin{pmatrix} 9 \\ -2 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Матритсаи  $T$  ва баръакси  $T^{-1}$ -ро тартиб медиҳем:

$$T = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 9 \\ 1 & -1 & -2 \\ -2 & 0 & 1 \end{pmatrix}; T^{-1} = -\frac{1}{12} \begin{pmatrix} -1 & -2 & 5 \\ 3 & 18 & 9 \\ -2 & 4 & -2 \end{pmatrix}.$$

Акнун, проекторҳои хаттии  $P_1, P_2$  ва  $P_3$  -ро тартиб медиҳем:

$$P_1 = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 5 \\ 0 & -4 & -18 \end{pmatrix}; P_2 = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 5 \\ 0 & -4 & 0 \end{pmatrix}; P_3 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & -7 \\ 0 & 4 & 19 \end{pmatrix}.$$

Барои ин проекторҳои хаттӣ баробарии (6) иҷро мегардад:

$$P_1 + P_2 + P_3 = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 5 \\ 0 & -4 & -18 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 5 \\ 0 & -4 & 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & -7 \\ 0 & 4 & 19 \end{pmatrix} = E.$$

Дар интиҳо барои функсия аз матритса ҳосил мекунем:

$$f(T) = f(-2) \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 5 \\ 0 & -4 & -18 \end{pmatrix} + f(2) \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 5 \\ 0 & -4 & 0 \end{pmatrix} + f(4) \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & -7 \\ 0 & 4 & 19 \end{pmatrix},$$

ки онро ҷудокунии спектралӣ функсия аз матритсаи  $T$  меноманд. Дар ҳолати хусусӣ барои функсияи  $f(z) = z^n$  ҳосил мекунем:

$$T^n = (-2)^n \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 5 \\ 0 & -4 & -18 \end{pmatrix} + 2^n \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 5 \\ 0 & -4 & 0 \end{pmatrix} + 4^n \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & -7 \\ 0 & 4 & 19 \end{pmatrix}.$$

3. Сохтани проекторҳои хаттӣ бо ёрии бисёрузваи интерполиатсионии Лагранж

Бисёрузваи интерполиатсионии тартиби  $m - 1$ -и Лагранж  $g(z)$ , ки дар нуқтаи  $z = \alpha_k$  қиматҳои  $z = f(\alpha_k)$  -ро қабул мекунад, дида мебароем. Дар асоси формулаи (7) тағйирёбандаи  $\zeta$  -ро бо матритсаи  $T$  иваз намуда, барои проекторҳои хаттии  $P_p (p = 1, 2, \dots, m)$  [2 – 3] ҳосил мекунем:

$$P_p = \prod_{s=1, s \neq p}^m \frac{T - \alpha_s E}{\alpha_p - \alpha_s} \quad (p = 1, 2, \dots, m). \quad (9)$$

Қайди 3. Бигзор  $\varphi(z)$  решаҳои бисёрузваи матритсаи  $T$  бошад:

$$\varphi(z) = (z - \alpha_1)(z - \alpha_2) \dots (z - \alpha_m).$$

Мувофиқи теоремаи Гамильтон-Кели [1] меёбем:

$$\varphi(T) = (T - \alpha_1 E)(T - \alpha_2 E) \dots (T - \alpha_m E) = 0.$$

Аз формулаи (8) натиҷа мебарояд:

$$(T - \alpha_p E)P_p = 0; P_k(T - \alpha_p E) = 0.$$

Ҳамин тавр, ҳамаи сутунҳои матритсаи  $P_p$  мутаносиб ба векторҳои хоси тарафи ростии  $X X_p$  ва ҳамаи элементҳои сатри матритсаи  $P_p$  мутаносиб ба векторҳои хоси матритсаи  $T$  мебошанд.

**Мисоли 3.** Дар асоси формулаи (9) барои мисоли 2 проекторҳои хаттии  $P_p (p = 1, 2, 3)$  - ро меёбем:

$$P_1 = \frac{(T - \alpha_2 E)(T - \alpha_3 E)}{(\alpha_1 - \alpha_2)(\alpha_1 - \alpha_3)} = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 5 \\ 0 & -4 & -18 \end{pmatrix};$$

$$P_2 = \frac{(T - \alpha_1 E)(T - \alpha_3 E)}{(\alpha_2 - \alpha_1)(\alpha_2 - \alpha_3)} = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 5 \\ 0 & -4 & 0 \end{pmatrix};$$

$$; P_3 = \frac{(T - \alpha_1 E)(T - \alpha_2 E)}{(\alpha_3 - \alpha_1)(\alpha_3 - \alpha_2)} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & -7 \\ 0 & 4 & 19 \end{pmatrix}.$$

### Адабиёт

1. Валеев К.Г., Жаутыков О.А. Бесконечные системы дифференциальных уравнений. – Алма-Ата: Наука, 1974, - 416 с.

2. Садриддинов М.М., Рустамбекова У.Р. Построение проекторов с помощью присоединённой матрицы. //Вестник Таджикского национального университета. Серия: Серия Естественных наук. 1/1(192), 2016. –Душанбе, СИНО, 2018. –С.83-88, ISSN 2413-452X .

3. Садриддинов М.М., Қурбоншоев С.З. Ба намуди каноникӣ овардани проекторҳои хаттӣ. Конференсияи байналмиллалии илмӣ-амалӣ дар мавзӯи “Бистолои омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи лиму маориф (солҳои (2020-2040)”. - Душанбе: 20-21-2023с., С.329-336. УДК 004.384:330.342.23.

4. Триногин В.А. Функциональный анализ. – М.: Наука, 1980. -495с.

5. Халмош П. Конечномерные векторные пространства. Finite-dimensional vector spaces. - М.: Физматгиз, 1963. -264с.

*Муқарриз: Шарипов Ҷ. – д.и.ф.-м., дотсенти қабедраи математикаи олии Донишгоҳи давлатии молия ва иқтисоди Тоҷикистон*

### МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФ - СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ - AUTHOR’S BACKGROUND

TJ	RU	EN
Рустамбекова Умеда Рустамбековна	Рустамбекова Умеда Рустамбековна	Rustambekova Umeda Rustambekovna
н.и.ф.-м, муаллими калон	к.ф.-м.н, старший преподаватель	Candidate of Physics and Mathematics sciences, senior lecturer
Донишгоҳи техникии ба номи академик М.С.Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:Umeda_1982@yandex.ru">Umeda_1982@yandex.ru</a>		
TJ	RU	EN
Саидов Шоди Ахтамович	Саидов Шоди Ахтамович	Saidov Shodi Ahtamovich
муаллими калон	старший преподаватель	senior lecturer
Донишгоҳи техникии ба номи академик М.С.Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi

УДК 621.315.592

**ВЛИЯНИЕ ВНУТРЕННЕГО ОСТАТОЧНОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ GaInPAs/InP**

**Р.С\*. Яздонкулов, Т.М. Алидодов, Ш.Ш. Шоёкубов, К. Ботуров, А.Д. Бахдавлатов**

Таджикский Технический университет имени академика М.С. Осими  
Физико-технический институт им. С.У. Умарова НАН Таджикистана

Данная статья посвящена исследованию влияния внутренних остаточных напряжений гетероструктур на основе GaInPAs/InP на их механическую прочность. Проведены расчеты механических параметров, таких как текучесть, относительное удлинение, механическая прочность, значение модуля Юнга и степень жесткости гетероструктур. Установлено, что величина деформации более  $15 \cdot 10^9$  дин/см<sup>2</sup> приводит к разрушению кристаллической структуры образцов. В исследованных образцах величина деформации не превышала этот предел и составляла  $15 \cdot 10^8$  дин/см<sup>2</sup>.

*Ключевые слова:* внутреннее напряжений, деформация, относительное удлинение, механическая прочность.

**ТАЪСИРИ ШИДДАТИ БОҚИМОНДАИ ДОХИЛИ БА МУСТАҲАКАМИИ МЕХАНИКИИ ГЕТЕРОСТРУКТУРАҶО ДАР АСОСИ GaInPAs/InP**

**Р.С. Яздонкулов, Т.М. Алидодов, Ш.Ш. Шоёкубов, Қ. Ботуров, А.Д. Бахдавлатов**

Мақолаи мазкур ба таҳқиқи таъсири шиддати дохилии боқимондаи гетеросохторҳои дар асоси GaInPAs/InP сохта шуда, ба мустаҳкамии механикии онҳо бахшида шудааст. Ҳисобкуниҳои параметрҳои механикӣ, ба монанди ёзиш, дарозшавии нисбӣ, мустаҳкамии механикӣ, қимати модули Юнг ва дараҷаи қатшавии гетеросохторҳо нишон доданд, ки деформатсияи қиматашон аз  $15 \cdot 10^9$  дин/см<sup>2</sup> боиси вайрон шудани сохтори кристаллии намунаҳо мегарданд. Дар намунаҳои омӯхташуда қиммати деформатсия аз ин меъёр зиёд набуда,  $15 \cdot 10^8$  дин/см<sup>2</sup>-ро ташкил медеданд.

*Калидвожаҳо:* фишори дохили, деформатсия, дарозшавии нисбӣ, қувваи механикӣ.

**INFLUENCE OF INTERNAL RESIDUAL STRESS ON THE MECHANICAL STRENGTH OF HETEROSTRUCTURES BASED ON GaInPAs/InP**

**R.S. Yazdonqulov, T.M. Alidodov, Sh.Sh. Shoyokubov, K. Boturov, A.D. Bakhdavlatov**

This article is devoted to studying the influence of internal residual stresses of heterostructures based on GaInPAs/InP on their mechanical strength. Mechanical parameters such as fluidity, relative elongation, mechanical strength, Young's modulus and the degree of rigidity of heterostructures were calculated. It has been established that a deformation value of more than  $15 \cdot 10^9$  dynes/cm<sup>2</sup> leads to destruction of the crystalline structure of the samples. In the studied samples, the deformation value did not exceed this limit and amounted to  $15 \cdot 10^8$  dynes/cm<sup>2</sup>.

*Keywords:* internal stress, deformation, relative elongation, mechanical strength.

**Введение.** При производстве лазерных диодов на основе двойных гетероструктур GaInPAs/InP используются подложки фосфида индия, качество и прочность этих пластин следует проверять по многим причинам. Такие как, распространение трещин, образующихся при растяжении, расслаивании кристаллической структуры – это далеко не полный список проблем, которые связаны с качеством используемых пластин.

Как правило, испытание материалов на прочность применяется для выяснения причин и прогнозирования отказов. Для прогнозирования режима отказа важно понимать истинные условия нагрузки и реальные режимы отказа (то, что, в конечном счете, оказывает влияние на продукт при использовании).

**Постановка задач.** Как было указано в работе[1-2], в результате несовпадения параметров кристаллической решетки подложки и эпитаксиальных слоев, при выращивании лазерных диодов возникает внутреннее напряжение, вследствие которого эпитаксиальные соли деформируются. В результате кристаллическая структура сгибается, то есть внутреннее остаточное напряжение приводит к пластической деформации гетероструктур. Радиус кривизны сгиба зависит от толщины эпитаксиальных слоев.

На рисунке 1 приведена типичная структура и изгибающий момент лазерного диода на основе двойных гетероструктур GaInPAs/InP. Как видно из рисунков, изгибающий момент создает растягивающую нагрузку на верхнюю часть и сжимающую нагрузку, на нижнюю часть испытываемого образца, при эксплуатации хрупких материалов, если возникает проблема распространения трещин, то наиболее вероятным может быть отказ вследствие применения растягивающей нагрузки. Кроме того, в сильно напряженных гетероструктурах увеличивается асимметрия кристалла, что приводит к возникновению обратного пьезоэффекта, механизм который до сих пор не изучен. Однако, можно предполагать, что обратный пьезоэффект усилит колебание кристаллической решетки и в совокупности с внутренним напряжением может привести со временем к возникновению трещин или вообще к разрыву растягивающего слоя. Это в свою очередь влияет на надежность приборов, и сокращение количества наработок часов.



В связи с этим при подборе толщины эпитаксиальных слоёв следует учесть важный параметр – предел прочности кристалла гетероструктур.

В данной работе исследуется влияние остаточного напряжения в гетероструктурах GaInPAs/InP на механическую прочность, производятся теоретические расчеты на растяжение и сжатие, упругости и прочности.

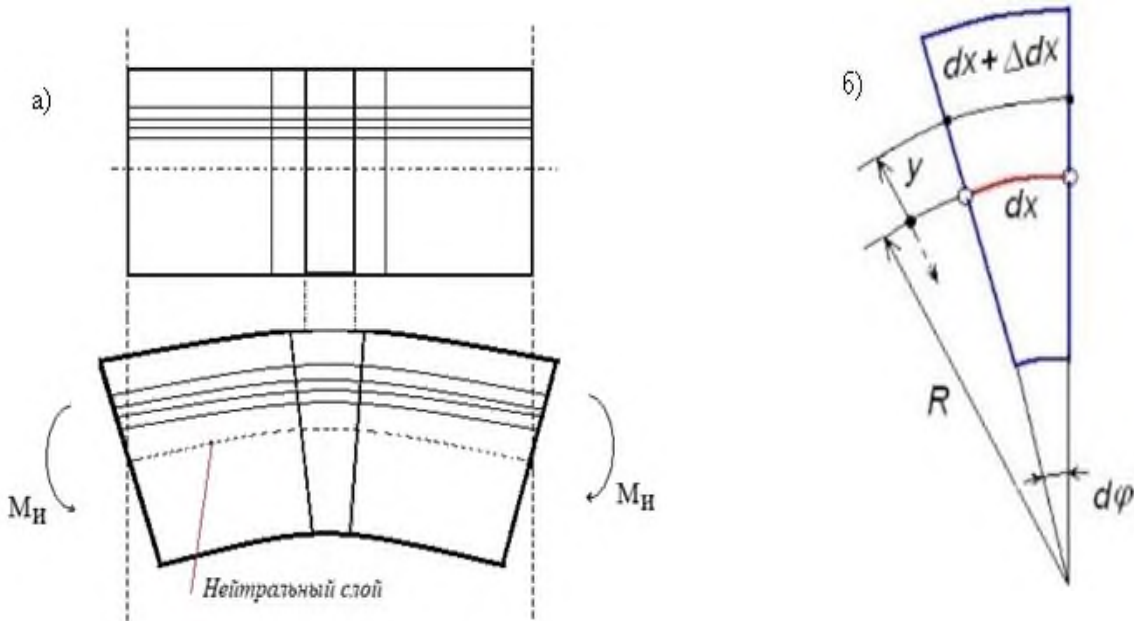


Рисунок 1 – Изгибающий момент многослойного кристалла: а) физическая модель и б) геометрическая модель отдельного деформированного участка.

**Расчеты и обсуждения результатов.** Для расчета механических параметров удлинения при растяжении построим геометрическую модель, как показано в работе [3]. Площадь кристалла разделим равномерно на отдельные участки. В качестве примера для расчета берем отдельный участок как показано на рисунке 1б.

Длина искривлённых отрезков согласно рисунку 1б:

$$dx = R \cdot d\varphi,$$

$$dx + \Delta dx = (R + y) \cdot d\varphi,$$

$$\frac{dx + \Delta dx}{dx} = \frac{(R + y) \cdot d\varphi}{R \cdot d\varphi}$$

$$1 + \frac{\Delta dx}{dx} = 1 + \frac{y}{R}$$

$$\varepsilon_y = \frac{\Delta dx}{dx} = \frac{y}{R}$$

$$\Delta dx = \frac{dx \cdot y}{R}, \tag{1}$$

Здесь  $R$  – радиус кривизны,  $\Delta dx$  – удлинение,  $y$  – толщина эпитаксиальных слоев, отчитывается от нейтрального слоя в обе стороны.

Относительным удлинением после разрыва  $\delta$  называют отношение в процентах прироста расчетной длины образца после разрыва к его начальной длине. Относительное удлинение при упругопластической деформации определяется:

$$\varepsilon = \frac{\Delta dx}{dx} \cdot 100\%, \tag{2}$$

Исходные данные для расчета приведены из работы [1] (таблица 1). Результаты расчета  $\Delta dx$  и  $\varepsilon_y$  для всех слоев представлены в таблицах 1 и 2. Слои условно разделены так, как доминирующее влияние на структуру оказывает подложка, которая гораздо толще, чем все остальные эпитаксиальные слои. Поэтому, нейтральный слой проходит почти через 95% толщины подложки. Толщина всех эпитаксиальных слоёв отчитывается с учетом части толщины подложки плюс толщина самого рассчитываемого слоя.

Таблица 1 – Результаты относительных удлинений эпитаксиальных слоев нескольких партий лазерных диодов, с параметрами:  $L = 400\text{мкм}$ , толщина активного слоя  $d \geq 0,1\text{мкм}$ .

Толщина подложки InP, $\text{мкм}$	Радиус кривизны, $R, \text{м}$	Внутреннее напряжение, $\varepsilon, 10^{-3} \text{дин/см}^2$	№, слоев	Толщина $y, \text{мкм}$	Удлинение, $\Delta dx, 10^{-4} \text{мкм}$	Относительное удлинение, $\varepsilon_y, \%, 10^{-3}$
120	73,1	-1,8	1	51,75	2,831	0,070775
			2	81,75	4,473	0,111825
			3	81,8	4,476	0,111900
			4	82,8	4,53	0,113250
100	-13	1,5	1	41,95	-12,9	0,3225
			2	56,9	-17,5	0,4375
			3	57	-17,53	0,4382
			4	58	-17,84	0,4460
80	42,01	-0,6	1	51,75	3,06	0,076500
			2	81,75	4,497	0,112425
			3	81,8	4,502	0,112550
			4	82,8	4,549	0,113725
80	23,75	-1,7	1	32,24	5,429	0,135725
			2	47,24	7,956	0,198900
			3	47,27	7,961	0,199025
			4	47,32	7,969	0,199225

Примечание: InP(подложка), nInP(эммитер),  $Ga_{1-x}In_xP_yAs_{1-y}$ (активный слой), pInP(эммитер)

Таблица 2 – Результаты относительных удлинений эпитаксиальных слоев нескольких партий лазерных диодов, с параметрами:  $L = 400\text{мкм}$ , толщина активного слоя  $d = 0,05\text{мкм}$ .

Толщина подложки InP, $\text{мкм}$	Радиус кривизны, $R, \text{м}$	Внутреннее напряжение, $\varepsilon, 10^{-3} \text{дин/см}^2$	№, слоев	Толщина $y, \text{мкм}$	Удлинение, $\Delta dx, 10^{-4} \text{мкм}$	Относительное удлинение, $\varepsilon_y, \%, 10^{-3}$
80	21,9	-0,9	1	32,475	5,93	0,14825
			2	47,475	8,670	0,21675
			3	47,478	8,671	0,21677
			4	47,480	8,672	0,21680
80	13,4	-2,1	1	32,482	9,7	0,242500
			2	47,482	14,173	0,354325
			3	47,5	14,174	0,354350
			4	47,515	14,183	0,354575

В таблицах значениям  $\varepsilon$  знак плюс соответствует растяжению, знак минус – сжатию слоев в направлении перпендикулярной плоскости активного слоя. Радиус кривизны положителен, если  $R$  отсчитывается снизу, т.е. когда структура обращена вогнутостью вниз, к подложке.

Так как гетероструктуры GaInPAs/InP выращиваются на подложках фосфида индия (InP), то размеры решёток гетероэпитаксиальных слоёв GaInPAs с InP имеют практически близкие значения.

Равновесное расстояние между атомами в решетках InP можно вычислить по плотности вещества используя формулу [4]:

$$r_0 = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{в-ва}}}{\rho \cdot 2N}}, \quad (3)$$

Здесь  $\rho = 4,81\text{г/см}^3$  - плотность вещества,  $M = 145,79\text{г/моль}$  – молярная масса фосфида индия,  $N = 2 \cdot 6 \cdot 10^{23}$  - число Авогадро.

$$r_0 = 0,2934\text{нм}$$

Предполагается, что атомы, находящиеся в узлах кристаллической решетки, представляют собой положительно заряженные точечные ядра, окруженные отрицательно заряженным облаком электронов, плотность которых считается постоянной. Радиус электронного облака полагаем равным радиусу иона.

По экспериментальным данным максимальная относительная деформация перед разрушением для твердых кристаллов не превышает 10-20%. Тогда максимальная относительная деформация для InP

$$\frac{\Delta r}{r_0} = e_{max} \approx 17\% \approx \frac{1}{6}.$$

Равновесное расстояние между соседними атомами InP в кристалле  $r_0 = 2,9 \cdot 10^{-10}$  м. Расстояние между атомами индий фосфор в момент достижения максимальной деформации равно:

$$r = r_0 + \Delta r = r_0(1 + \varepsilon_{max})$$

Заряд каждого иона по модулю равен элементарному заряду электрона  $e$ . Тогда, согласно закону Кулона сила взаимодействия двух атомов на расстоянии  $r$  равна:

$$F_{max} = k \frac{e^2}{r_0^2(1+\varepsilon_{max})^2} = 1,25 \cdot 10^{-9} \text{Н}. \quad (4)$$

При растяжении образца предел прочности определяется максимальным значением результирующей силы межатомного притяжения, приходящейся на элемент сечения единичной площади, перпендикулярный направлению растяжения. Если на поверхности площадью  $S$  имеется  $N$  связей (т. е. атомов), то полная сила, действующая между всеми атомами в сечении, перед разрушением образца равна  $F = NF_{max}$ . Отсюда максимальное напряжение

$$\sigma_{пч} = \frac{F}{S} = \frac{F_{max} \cdot N}{S}, \quad (5)$$

где  $F_{max}$  определяется формулой (4). Оценим эту величину. Диаметр атома приблизительно равен расстоянию между атомами в равновесии, т.е.  $r_0$ . Тогда число атомов ( $a$  значит, и связей) в сечении единичной площади приблизительно равно:

$$\frac{N}{S} \approx \frac{1}{r_0^2} \approx 0,12 \cdot 10^{19} \text{м}^{-2}.$$

Следовательно, теоретическое значение предела прочности кристалла InP согласно (5) равно:

$$\sigma_{пч} = \frac{F_{max} \cdot N}{S} = 1,25 \cdot 10^{-9} \text{Н} \cdot 0,12 \cdot 10^{19} \text{Па} = 0,15 \cdot 10^{10} \text{Па}$$

Переводя значение предела прочности в дин/см<sup>2</sup>, получаем:  $\sigma_{пч} = 15 \cdot 10^9$  дин/см<sup>2</sup>. Конечно, нельзя считать, что эта оценка получена чисто теоретически, исходя из определенных представлений о строении вещества. В данном случае значение  $\varepsilon_{max}$  заимствован из эксперимента перед разрушением.

Чтобы оценить модуль Юнга, нужно сделать еще одно довольно грубое допущение. Будем считать, что закон Гука выполняется при любых деформациях, вплоть до разрыва. Тогда  $\sigma_{пч} = E\varepsilon_{max}$ , где  $E$  модуль Юнга. Отсюда

$$E = \frac{\sigma_{пч}}{\varepsilon_{max}} = \frac{0,15 \cdot 10^{10} \text{Па}}{1/6} = 0,09 \cdot 10^{10} \text{Па}$$

Результат расчета неплохо согласуется с экспериментальным значением модуля Юнга для InP,  $E = 0,09 \cdot 10^{10}$  Па, или  $0,09 \cdot 10^{12}$  дин/м<sup>2</sup>.

На рисунке 1 представлены зависимости значения деформации эпитаксиальных слоев  $\varepsilon_{\perp}$  от напряжений  $\sigma_{xx}$  возникающий в активном слое гетероструктур для исследованных образцов партии 11-12,[2], таб.1. Из хода графика следует, что эта зависимость является линейной и прямая линия проходит через  $\Delta=0$ , что соответствует полному совпадению параметров решетки и отсутствию внутреннего напряжения. В интервале изменения  $\varepsilon_{\perp} = 2,5 \div -2,5 \cdot 10^{-2}$  дин/см<sup>2</sup> прямая сохраняет линейность, что свидетельствует о упругом характере деформации активного слоя гетероструктур.

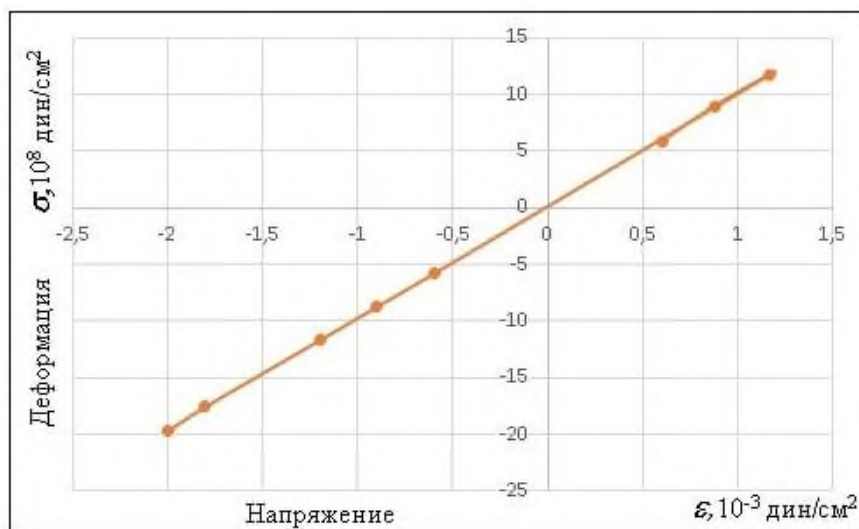


Рисунок 1 – Зависимость значений деформации эпитаксиальных слоев  $\epsilon_{\perp}$  от напряжений  $\sigma_{xx}$  возникающих в активном слое

На рисунке 2 приставлен график зависимости значения деформации эпитаксиальных слоев  $\epsilon_{\perp}$  от радиуса кривизны R, для исследованных образцов партии 11-12, [1], таб.1.

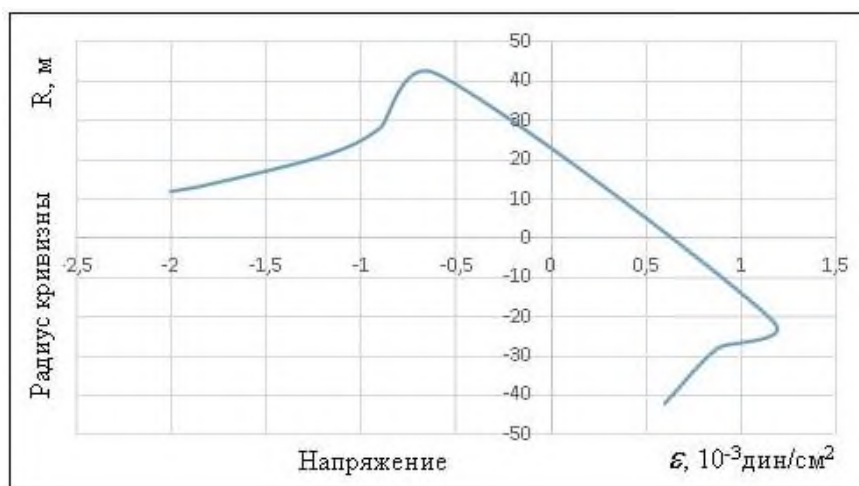


Рисунок 2 – Зависимость значений деформации эпитаксиальных слоев  $\epsilon_{\perp}$  от радиуса кривизны R

Как видно из рисунка 2 эта зависимость в пределах радиуса кривизны от 1,3 до -0,3 м изменяется линейно, что свидетельствует также о упругом характере деформации эпитаксиальных слоев. На указанном пределе радиуса кривизны упругая деформация переходит в эластическую деформации, что и является причиной необратимого характера деформации приводящих к изгибу гетероструктур.

**Заключение.** В результате расчета получены теоретические значения предела прочности кристалла фосфида индий. Выяснено, что значение деформация за пределами  $15 \cdot 10^9 \text{ дин/см}^2$  приводит к разрушению кристаллической структуры образцов. В исследованных образцах значение деформации не превешала этот предел и составляла  $15 \cdot \frac{10^8 \text{ дин}}{\text{см}^2}$ . Радиус кривизны зависит от толщины эпитаксиальных слоёв. Для тонких слоёв значение радиуса кривизны меньше, чем для толстых слоёв, в следствие этого тонкие слои больших степеней изгибаются. Возникающие внутренние напряжения в гетероструктурах приводит к ассиметрии кристаллической структуры, что способствует повышению обратного пьезоэффекта.

### Литература

1. Алидодов Т.М. Методика определения и расчёта внутреннего напряжения в активном слое гетероструктур GaInAsP/InP/ Т.М. Алидодов, Х.Х. Муминов// Известия АН РТ. -2018. -№3(172). -с. 36-41.



2. Алидодв Т.М. Расчёт внутренних напряжений в многослойных гетероструктурах на основе GaInAsP/InP/Т.М. Алидодов, Х.Ш. Абдулов, Х.Х. Муминов// Известия АН РТ. -2018. - №1(170). -с. 49-56.

3. Биргер И. А. и др. Расчет на прочность деталей машин: Справочник/ И. А. Биргер, Б. Ф. Шорр, Г. Б. Иосилевич -4-е изд., перераб. и доп.//- М.: Машиностроение, 1993. — 640 с.

4. Мякишев Г.Я. Физика. Электродинамика. Учебник для углубленного изучения физики/ Г.Я. Мякишев, А.З. Сияков, Б.А. Слободсков// 10-е изд., стереотип. - М.: 2010. - 480 с.

*Рецензент: Нематов Д.Д. – к.т.н., зав. Лаборатории квантовой электроники ФЭПЭ имени С.У. Умарова НАНТ*

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

<b>TJ</b>	<b>RU</b>	<b>EN</b>
Алидодов Тутишо Миралишоевич	Алидодов Тутишо Миралишоевич	Alidodov Tutishho Meralishoevich
н.и.ф-м., ходими пешбари илмӣ	к.ф-м.н, ведущий научный сотрудник	Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Leading Researcher
Институти Физикаю техникаи ба номи С.У. Умарови АМИТ	Физико-технический институт им. С.У. Умарова НАНТ	Physics-Technical’s Institute. S.U. Umarov of the National Academy of Sciences of Tajikistan
E-mail: <a href="mailto:t.alidodov@gmail.com">t.alidodov@gmail.com</a>		
<b>TJ</b>	<b>RU</b>	<b>EN</b>
Яздонкулов Раҳматҷон Соҳибҷононович	Яздонкулов Раҳматҷон Соҳибҷононович	Yazdonkulov Rahmatjon Sohibjonovich
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет им. М.С. Осими	Tajik Technical University named after. M.S. Oshimi
<b>TJ</b>	<b>RU</b>	<b>EN</b>
Шоёқубов Шоаюб Шосиддиқович	Шоёқубов Шоаюб Шосиддиқович	Shoyokubov Shoayub Shosiddikovich
н.и.ф-м., ходими пешбари илмӣ	к.ф-м.н, ведущий научный сотрудник	Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Leading Researcher
Институти Физикаю техникаи ба номи С.У. Умарови АМИТ	Физико-технический институт им. С.У. Умарова НАНТ	Physics-Technical’s Institute. S.U. Umarov of the National Academy of Sciences of Tajikistan
<a href="mailto:Shoayub@shorukh.com">Shoayub@shorukh.com</a>		
<b>TJ</b>	<b>RU</b>	<b>EN</b>
Ботуров Кодир	Ботуров Кодир	Boturov Kodir
н.и.ф-м., роҳбари МОТМБЭ	к.ф-м.н, руководитель ЦИИВИЭ	Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Head of the CSRRES
Институти Физикаю техникаи ба номи С.У. Умарови АМИТ	Физико-технический институт им. С.У. Умарова НАНТ	Physics-Technical’s Institute. S.U. Umarov of the National Academy of Sciences of Tajikistan
<a href="mailto:boturov.kodir@mail.ru">boturov.kodir@mail.ru</a>		
<b>TJ</b>	<b>RU</b>	<b>EN</b>
Баҳдавлатов Асратбек Давлатбекович	Баҳдавлатов Асратбек Давлатбекович	Bakhdavlatov Asratbek Davlatbekovich
н.и.т, мудири лабораторияи спектроскопияи молекулавӣ	к.т.н, зав. Лаборатории молекулярной спектроскопии	Candidate of Technical Sciences, Head. Molecular Spectroscopy Laboratories
Институти Физикаю техникаи ба номи С.У. Умарови АМИТ	Физико-технический институт им. С.У. Умарова НАНТ	Physics-Technical’s Institute. S.U. Umarov of the National Academy of Sciences of Tajikistan
<a href="mailto:asratbek1953@mail.ru">asratbek1953@mail.ru</a>		

## ВАРИАЦИЯ КРИВЫХ БЛЕСКА ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НЕКОТОРЫХ АКТИВНЫХ КОМЕТ СЕМЕЙСТВА ЮПИТЕРА

Д.К<sup>1</sup>. Аюбов, Х.Ф<sup>2</sup>. Худжаназаров

<sup>1</sup>Институт астрофизики НАН Таджикистана,

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

В статье рассматривается вариация блеска некоторых активных ядер короткопериодических комет семейства Юпитера. По исследованию короткопериодических комет и дезинтеграция кометного ядра, у всех выбранных нами комет уменьшается темп яркости. Установлено, что при каждом возвращении к Солнцу значение фотометрических параметров сильно изменяется, в частности уменьшение абсолютной звёздной величины. Кривые блеска фотометрических параметров показали некоторые вариации у конкретных комет. Установлено, что активные процессы происходящие в кометах сильно меняют яркость кометы за весь период наблюдения. Даже у некоторых элементах орбит во время существования комет (данные наблюдений) выявлено вариация параметров орбит. Установлено, что на вариацию блеска ядер выбранных нами комет сильно влияют активные процессы происходящие в самом ядре и на околокометном космическом пространстве.

**Ключевые слова:** индивидуальные кометы, кометы семейства Юпитера, фотометрические параметры, кривая блеска, активность ядра, аномальный хвост, разрушение ядра.

## ХАТИ КАЧИ ДУРАХШОНИИ ПАРАМЕТРҲОИ ФОТОМЕТРИИ БАЪЗЕ КОМЕТАҲОИ ФАЪОЛИ ОИЛАИ МУШТАРӢ

Д.Қ. Аюбов, Ҳ.Ф. Хучаназаров

Дар мақола лапиши дурахшонии баъзе кометаҳои фаъоли кӯтоҳдаври оилаи Муштарӣ омӯхта шудааст. Дар асоси омӯзиши кометаҳои кӯтоҳдавр ва дезинтеграцияи ҳастаи кометаҳо, дар кометаҳои интиҳобшуда дурахшонӣ кам мешавад. Муқаррар карда шудааст, ки дар ҳар як бозгашти комета ба назди Офтоб қиммати параметрҳои фотометрии тағйир меёбанд, алаҳусус, қиммати қадри мутлақи ситорагӣ кам мешавад. Хати қачи драхшонии параметрҳои фотометрии баъзе лапишхоро дар кометаҳо нишон доданд. Муқаррар карда шуд, ки равандҳои фаъоли дар кометаҳо гузаранда ба тағйирёбии дурахшонии онҳо саҳт таъсир мерасонад. Ҳатто дар баъзе параметрҳои элементҳои мадор дар давраи мавҷудияти комета (натичаи мушоҳидаҳо) лапиш ошкор карда шуд. Муқаррар карда шуд, ба тағйирёбии хати қачи дурахшонии кометаҳои таҳқиқшуда равандҳои фаъоли дар комета гузаранда ва фазои қайҳонии он саҳт таъсир мерасонанд.

**Калимаҳои калидӣ:** кометаҳои интиҳобшуда, кометаҳои оилаи Муштарӣ, параметрҳои фотометрии, хати қачи дурахшонӣ, фаъолнокии ҳаста, думи аномалӣ, заволёбии ҳаста.

## VARIATION OF LIGHT CURVES OF PHOTOMETRIC PARAMETERS OF SOME ACTIVE JUPITER FAMILY COMETS

D.K. Ayubov, H.F. Khujanazarov

The article examines the variation in the brightness of some active nuclei of short-period comets of the Jupiter family. According to the study of short-period comets and the disintegration of the cometary nucleus, all the comets we selected will have a decrease in brightness rate. It has been established that with each return to the Sun, the value of photometric parameters changes greatly, in particular, a decrease in absolute stellar magnitude. Light brightness of photometric parameters showed some variations among specific comets. It has been established that active processes occurring in comets greatly change the brightness of the comet during the entire period of observation. Even for some orbital elements, variations in orbital parameters have been revealed over the course of the existence of comets (observational data). It has been established that the variation in the brightness of the nuclei of the comets we have chosen is strongly influenced by active processes occurring in the nucleus itself and in the surrounding space.

**Keywords:** individual comets, Jupiter family comets, photometric parameters, light curve, nuclear activity, anomalous tail, nuclear destruction.

**Введение.** В кометной астрономии существует ряд задач, которые нуждаются в постоянном обновлении полученных данных. К ним можно отнести значение фотометрических параметров короткопериодических комет. Исследование фотометрических параметров комет, в частности короткопериодических и их кривых блеска позволяют изучать эволюцию кометы на протяжении всего орбитального периода. К семейству Юпитера относятся те кометы, орбитальный период которых вокруг Солнца лежат в пределах от 3,3 до ~ 20 лет. Особенно выявление ее связи с активными процессами, происходящими в Солнце. Короткопериодические кометы дают ключевую возможность изучать особенности физических процессов в каждом появлении и физических условий в межпланетном пространстве. Детальное исследование ряда событий, связанных с кометами, в частности с короткопериодическими, было выполнено в ряде работ авторов [1-9]. Авторы [1-8] получили ряд зависимостей, установили ряд событий, связанных с кометами и их активностью. Часть активности связана с активностью Солнца, и по мнению Сафарова [10], активность ядер этих комет связана со столкновением их ядер с метеороидными роями.

В настоящей работе исследуются фотометрические параметры и их кривые блеска 13 короткопериодических комет семейства Юпитера, имеющие особые нестационарные активности ядер. Их не стационарность заключается в внезапной вспышке блеске ядра, с продолжением формирования аномального хвоста комет, выброс газопылевых струй и разрушение самого ядра [11-12]. В последние годы некоторыми учеными [10-14] были выявлены некоторые закономерности активных процессов, происходящих в их ядрах. Методика определения фотометрического параметра досконально описана в [7].

В статье проводится сравнение вариации фотометрических параметров некоторых комет семейства Юпитера имеющие нестационарные активности ядра с ранее полученными результатами. В связи с накоплением наблюдательных данных и выявления некоторых процессов активности, вновь стала возможно дополнить существующий материал по исследованию комет 6P/d'Arrest, 9P/Tempel 1, 10P/Tempel 2, 17P/Holmes, 19P/Borrelly, 21P/Giakobini-Zinner, 26P/Grigg-Skjellerup, 41P/Tuttle-Giakobini-Kresak, 45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova, 46P/Wirtanen, 67P/Churyumov-Gerasimenko, 73P/Schwassmann-Wachmann 3 и 81P/Wild 2. Для определения фотометрических параметров использовали известные методики приведенные в [16]. С учетом метода наименьших квадратов вычислены значения абсолютной звёздной величины и фотометрических параметров вышеприведённых комет в период 1990-2022 годы. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Установлено, что эволюция ядер комет зависит от конкретных физических параметров кометы и влияния Солнца. Ранее, Добровольским и Ибадиновым [15] экспериментальным путем было установлено, что вековое падение абсолютного блеска комет сильно связано с расстоянием перигелия орбит и эксцентриситета. В случае замены данных параметров орбиты на энергию инсоляции Солнца, за один орбитальный период, можно выявить точное время уменьшения яркости комет, а также зарастания тугоплавкой коркой поверхности ядра [6,14].

Ранее, Свореном [5] установлено, что у большинства короткопериодических комет среднее вековое падение за орбитальный период равно  $0.05^m$  звёздной величины. Астрономы Киевского университета [3] на основе работы Секанины [4] в 1964 изучили кривые блеска кометы и статистически выявили существенное влияние. Они [3] установили, что на вековые вариации блеска короткопериодических комет существенно влияет 90-летний цикл Солнечной активности. По руководству Чурюмова [15] была исследована кривая блеска кометы 9P/Tempel 1 в четырех появлениях и обнаружили ряд пиков вспышки блеска, аналогичные вспышки блеска в кривых выявлено у кометы 10P/Tempel 2. По мнению Чурюмова с коллегами вековое падение блеска кометы 9P/Tempel 1 составляет  $0.04^m$  звездной величины за один орбитальной период кометы вокруг Солнца.

Таблица 1 – Результаты вычисления фотометрических параметров избранных короткопериодических комет семейства Юпитера за период 1990-2022 гг.

<i>T, MB</i>	<i>m<sub>o</sub></i>	<i>n</i>	<i>T, MB</i>	<i>m<sub>o</sub></i>	<i>n</i>
<b>6P/d'Arrest</b>			<b>41P/Tuttle-Giakobini-Kresak</b>		
1995, July 27.31	10.4	6.4	1990, Feb. 8,19	12.9	6.8
2002, Feb. 3.59	8.3	4.0	1995, July 28,79	10.3	8.2
2006, Aug. 14.95	13.0	9.0	2001, Jan. 6,96	14.0	4.5
2015, Mart 2.42	9.4	5.9	2006, June 11,79	8.8	10
2021, Sept. 17. 76	10.3	4.0	2011, Nov. 11,83	9.2	7.8
<b>9P/Tempel 1</b>			2017, Apr. 12.85	12.2	9.8
1994, July 3.30	8.65	10.4	<b>45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova</b>		
2000, Jan. 17.0	9.80	11.0	1990, Sept. 12.0	12.1	7.3
2005, July 5.32	9.41	8.7	1995, Dec. 25.0	10.7	4.6
2011, Jan. 12.1	12.2	3.8	2001, Mart 29.0	11.1	1.6
2016, July 31.0	7.8	6.5	2006, June 29.9	11.1	6.4
2022, Mart 4.97	9.2	7.3	2011, Sept. 28.0	12.5	8.3
<b>10P/Tempel 2</b>			2016, Dec. 31.0	12.7	7.5
1994, Mart 16.8	10.8	7.0	2022, Apr. 26.95	10.8	5.8
1999, Sep. 8.42	9.40	11.9	<b>46P/ Wirtanen</b>		
2005, Feb. 15.03	7.60	2.4	1997, Mart 14.14	10.7	4.6
2010, July 4.9	12.9	12.5	2002, Aug. 26.74	11.1	1.6
2015, Nov. 14.25	10.7	10.3	2008, Feb. 2.49	11.1	6.4
2021, Mart 7.24	8.2	5.3	2013, July 9.49	12.5	8.3
<b>17P/Holmes</b>			2018, Dec. 12.12	12.7	7.5
1993, Apr. 10.74	4.2	7.0	<b>67P/Churyumov-Gerasimenko</b>		
2000, May 11.82	10.4	8.9	1996, Jan. 17.66	9.0	6.0
2007, May 4.49	12.4	2.5	2002, Aug. 18.30	9.2	7.0
2014, Mart 27.51	8.50	10.1	2009, Feb. 28.36	10.9	4.0
2021, Feb. 19.87	9.8	8.2	2015, Aug. 13.08	10.6	5.3
<b>19P/Borrelly</b>			2021, Nov. 2.06	9.4	6.2
1994, Nov. 1.49	6.0	11.0	<b>73P/Schwassmann-Wachmann 3</b>		
2001, Sept. 14.7	10.5	4.5	1990, May 19.30	9.0	4.7
2008, Aug. 2.0	13.1	12.2	1995, Sept. 22.89	13.2	7.1

Окончание Таблицы 1					
$T, MB$	$m_o$	$n$	$T, MB$	$m_o$	$n$
2015, May 28.90	6.7	5.8	2001, Jan. 27.77	7.8	5.2
2022, Feb. 1.80	9.3	7.2	2006, June 7.924	12.3	9.1
<b>21P/ Giakobini-Zinner</b>			2011, Oct. 16.89	6.4	4.0
1992, Apr. 13.2	14.0	7.7	2017, Mart 16.84	11.7	7.5
1998, Nov. 21.31	7.2	2.8	2022, Aug. 25,80	8.9	6,8
2005, July. 2.76	9.5	9.3	<b>81P/Wild 2</b>		
2012, Feb. 11.73	12.1	4.0	1990, Dec. 16.91	8.8	7.0
2018, Sept. 10.27	9.3	6.5	1997, May 6.64	7.2	4.0
<b>26P/Grigg-Skjellerup</b>			2003, Sept. 25.94	10.4	9.1
1992, July 22.13	10.4	5.3	2010, Feb. 22.70	6.70	3.7
1997, Aug. 30.30	14.3	9.0	2016, July 20.30	12.0	6.4
2002, Nov. 29.71	9.6	6.0	2022, Dec. 15.63	11.1	7.8
2008, Mart 23.69	13.9	7.8			
2013, July 6.01	10.0	4.3			
2018, Oct. 1.82	13.8	10.0			

В таблице 1 приведён момент прохождения комет через точку перигелия орбиты ( $T$ ), абсолютная звёздная величина ( $m_o$ ) и фотометрический показатель ( $n$ ).

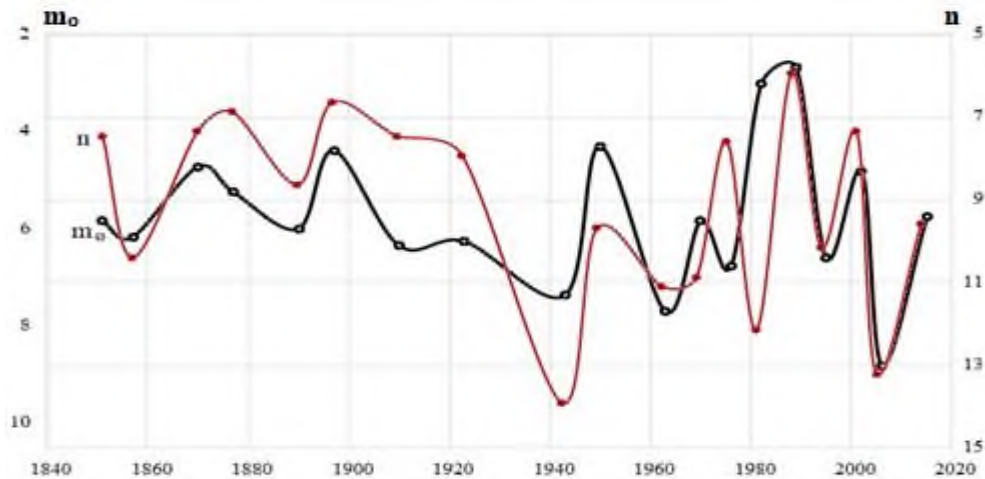


Рисунок 1 – Вариация блеска  $m_o$  – абсолютной звёздной величины и  $n$  – фотометрические параметры кометы 6P/d'Arrest в зависимости от времени.

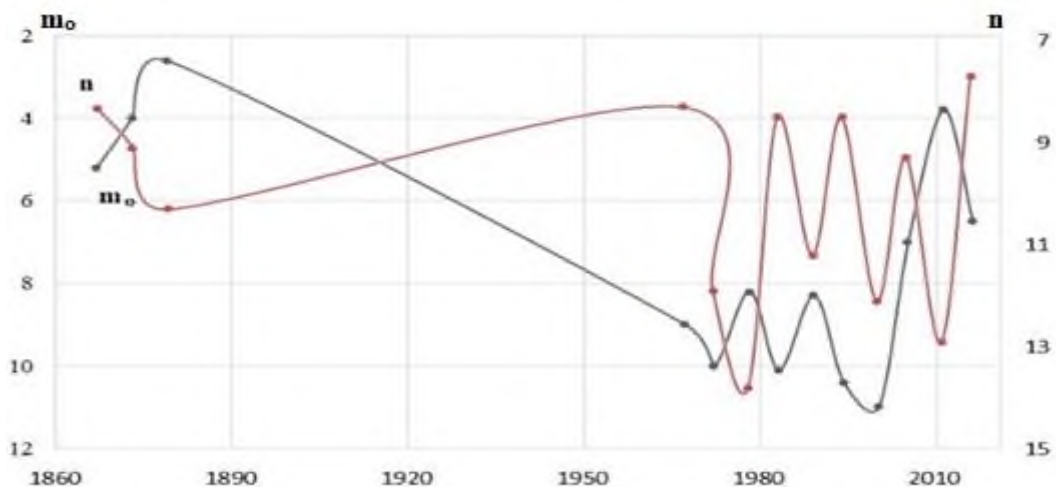


Рисунок 2 – Вариация блеска  $m_o$  – абсолютной звёздной величины и  $n$  – фотометрические параметры кометы 9P/Tempel 1 в зависимости от времени.



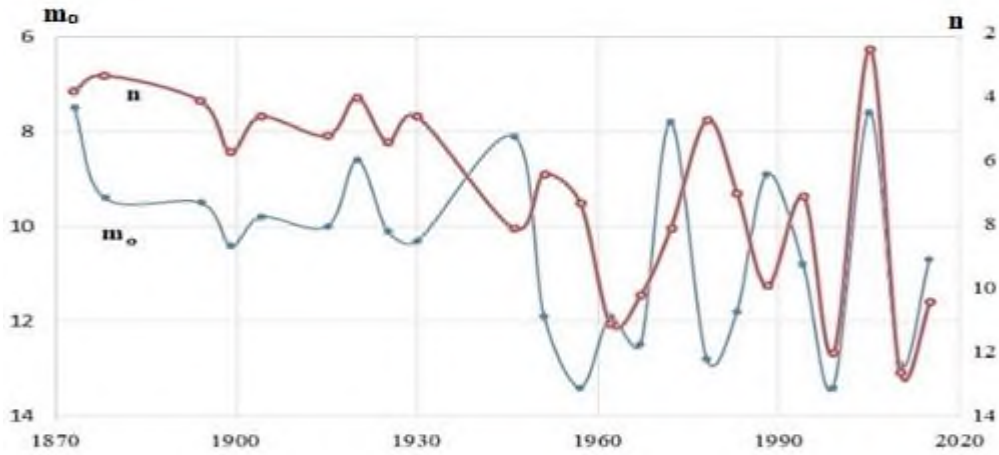


Рисунок 3 – Вариация блеска  $m_0$  – абсолютной звёздной величины и  $n$  – фотометрические параметры комет 10P/Tempel 2 в зависимости от времени.

В качестве фотометрических параметров абсолютная звёздная величина  $m_0$  или часто  $H_{10}$ , где расстояние ядра кометы принимается равным 1 а.е. от Солнца и Земли, также фотометрический показатель  $n$ , который мы называем фотометрическим параметром. Физический смысл этого показателя очень сложный и исследователи физики комет истолковали этот факт, по-разному. Значения фотометрического показателя по исследованию С.К. Всехсвятского  $n = 4$ , по Л.М. Шульману  $n = 4, 6, 8, 10$ , а по исследованию Секанины  $n = 3$ . С.К. Всехсвятским уже установлено, что интегральный блеск кометы зависит от гео - и гелиоцентрического расстояний комет [16]. Поэтому, фотометрический показатель зависит от интегрального блеска и связан с законом

$$m_1 = m_0 + 5 \lg \Delta + 2.5 n \lg r_k.$$

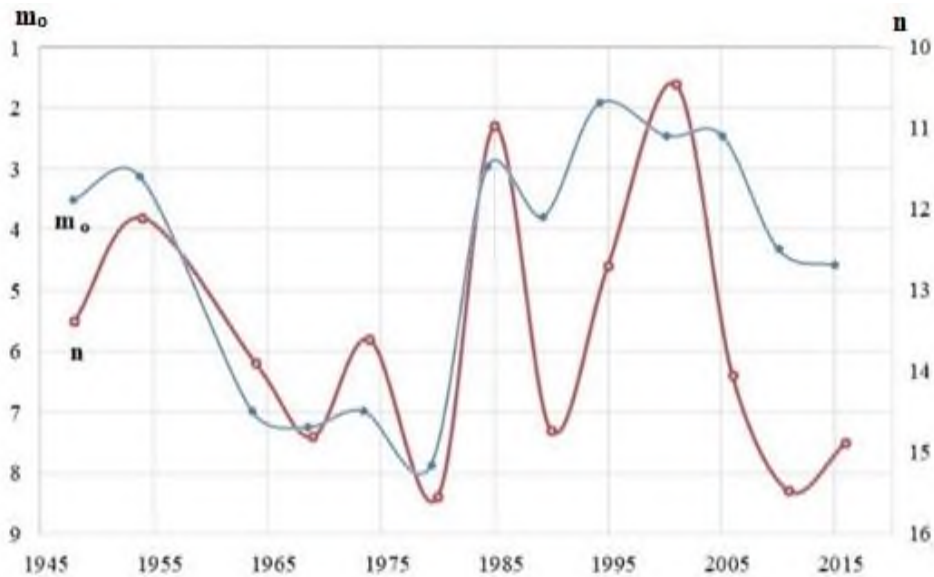


Рисунок 4 – Вариация блеска  $m_0$  – абсолютной звёздной величины и  $n$  – фотометрические параметры комет 45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova в зависимости от времени.

Для выявления фотометрического показателя были воспроизведены гистограммы. Где приведено распределение фотометрического показателя от числа комет. С.К. Всехсвятский приводит данные 188 комет, Л.М. Шульман тоже использует эти 188 комет, но тут автор проводит статистический анализ, для достоверности ранее полученных результатов Всехсвятским.

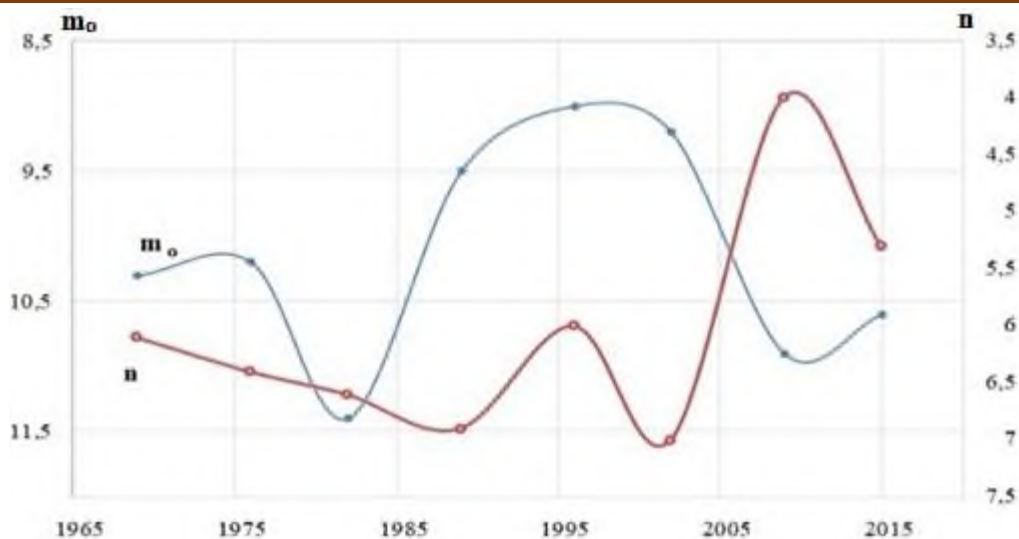


Рисунок 5 – Вариация блеска  $m_o$  – абсолютной звёздной величины и  $n$  – фотометрические параметры комет 67P/Churyumov-Gerasimenko в зависимости от времени.

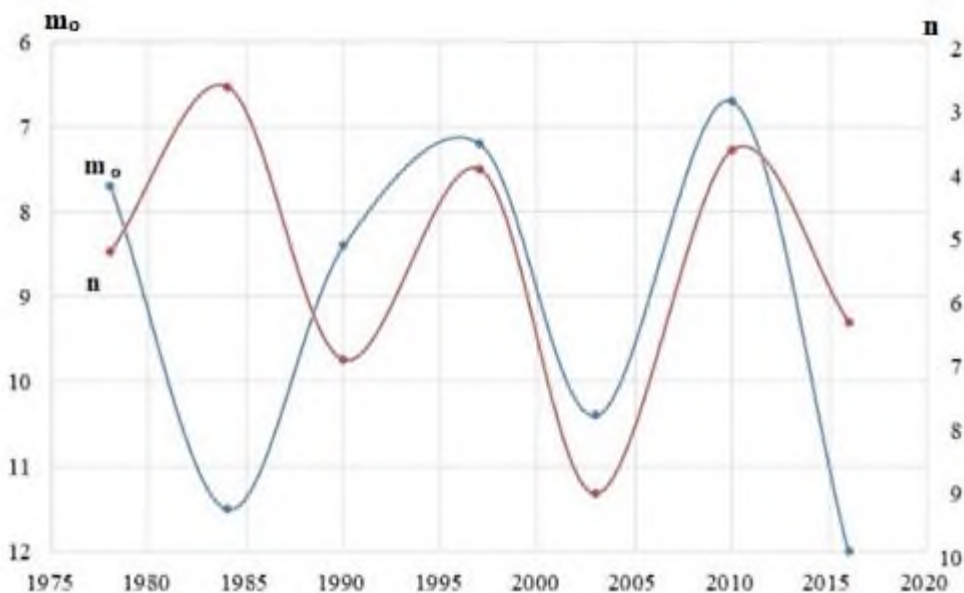


Рисунок 6 – Вариация блеска  $m_o$  – абсолютной звёздной величины и  $n$  – фотометрические параметры комет 81P/Wild 2 в зависимости от времени.

**Выводы и обсуждение результатов.** Среди короткопериодических комет, с коротким периодом обращения вокруг Солнца первое место занимает комета 2P/Encke. С момента открытия до настоящего времени комета 2P/Encke наблюдалась 63 раза. Комета 7P/Pons-Winnecke с момента открытия наблюдалась в 24 появлениях. Исследование фотометрических параметров кометы 2P/Encke проводимых С.К. Всехсвятским [16], З. Секаниной [4], О.В. Добровольским [1], Х.И. Ибадиновым [6], Д. Свореном [5], К.И. Чурюмовым и В.С. Филоленко [3] установили, что за период времени 1786 – 1984 годы абсолютная звездная величина кометы 2P/Encke изменялась на  $0.02^m$  звездных величин. Если, выявить для одного орбитального периода, тогда это значение равно  $0.07^m$ . Аналогичные результаты были получены О.В. Добровольским и Х.И. Ибадиновым [15]. Если, детально изучить другие кометы, например, комета 7P/Pons-Winnecke, известно, что комета с 1819 по 1983 год непрерывно наблюдалась. Значения абсолютной звездной величины за год у кометы изменялись  $0.04^m$  звездных величин, а за один орбитальный период  $0.24^m$ . Недавнее исследование проводимое Сафаровым и Аюбовым [7, 8] выявило, что в среднем уменьшение абсолютной звездной величины за один орбитальный период равняется  $0.05^m$  звездных величин. Такое значение было получено еще в 60 годах прошлого столетия Секаниной [4] и Свореным [5].

Поскольку размер ядра у короткопериодических комет сравнительно мал, влияние гравитационных эффектов на них очень сильно. На короткопериодические кометы существенно влияют планеты гиганты, в частности Юпитер и Сатурн. Афелийное расстояние орбит большинства короткопериодических комет находятся на орбитах Юпитера и Сатурна. Поэтому, элементы их орбит в каждом появлении меняется. Например, у кометы 2P/Энке значение расстояния перигелия орбиты колеблется 0.01357 а.е. Аналогична, меняется и наклонение орбиты, в среднем 2°. По результатам полученных Сафаровым [10] установлено, в пяти появлениях 2P/Энке встречались с 18 метеорными потоками. Такие столкновения приводят существенную активность ядра. По мнению Ибадинова [6] именно в 1924 году у кометы разрушилось ядро.

У кометы 7P/Pons-Winnecke произошли некоторые изменения в элементах орбит. До настоящего времени комета дважды приближалась к Земле и 5 раз проходила вблизи планеты Юпитер. В 1869 года у кометы произошло разрушение ядра, в 1921 и 1933 гг. наблюдался аномальный хвост [12, 13]. В 1869 при столкновении и разрушении ядра, скорость выброса пылевых частиц аномального хвоста кометы 7P/Pons-Winnecke на расстояние  $r = 1.11$  а.е. от Солнца составил  $V = 1.22$  км/с [12, 13]. В 1933 году в результате столкновения ядра кометы с двумя метеорными потоками на расстоянии  $r = 1.41$  а.е. от Солнца [10], скорость выброса составила  $V = 0.79$  км/с [13].

По кривым блеска фотометрических параметров вышеприведённых видно, что темп падения орбитальной яркости нестабилен. Хотя, у всех комет (за исключение кометы 19P) наблюдается уменьшение яркости, т.е. падение абсолютной звездной величины. Аюбовым [9] была, также, изучена вариация блеска за один орбитальный период для кометы 4P/Фая. Им было получено, что на активность комет, также, сильно влияют некоторые параметры активности Солнца и планетарные индексы. На построенных графиках звездных величин, выявлен нестабильный блеск во время наблюдения. Такие результаты указывают на внешние взаимодействия ядер комет.

В результате столкновения метеорных потоков с ядрами этих комет и бомбардировки корпускулярных потоков у ядер вышеприведённых наблюдали неоднократное разрушение, выброс газопылевой струи, аномальный хвост, пылевые галосы. Такие виды активности были выявлены и исследованы в [3, 6, 10, 11, 12, 13, 17, 18].

Подводя итоги, можно сделать вывод, что несмотря на постоянную бомбардировку солнечных корпускулярных потоков [8] и столкновение ядер с метеорными потоками [10] у комет 6P/d'Arrest, 9P/Tempel 1, 10P/Tempel 2, 17P/Holmes, 19P/Borrelly, 21P/Giakobini-Zinner, 26P/Grigg-Skjellerup, 41P/Tuttle-Giakobini-Kresak, 45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova, 46P/Wirtanen, 67P/Churyumov-Gerasimenko, 73P/Schwassmann-Wachmann 3 и 81P/Wild 2 постепенно зарастёт тугоплавкая корка. Эта корка в основном покрывает ту часть ядра кометы, которая более освещена солнечным светом. Из-за неправильной формы ядра кометы, всегда найдется место, которое наиболее рыхлое и в результате незначительных влияний с внешней стороны (типа бомбардировки корпускулярных или метеорных потоков) начинается сильный выброс газопылевых струй, которые в дальнейшем приводят к образованию пылевых галосов, аномальных хвостов и разрушению ядра.

*Рецензент: Хамроев У.Х. – к.ф.-м.н., старший научный сотрудник Института астрофизики НАНТД.*

## Литература

1. Добровольский О.В. Кометы / О.В. Добровольский. – М.: Наука, – 1966, – 260 с.
2. Чурюмов К.И. Вековая вариация блеска периодических комет как следствие дезинтеграции их пылеледяных ядер и влияние Солнечной активности / К.И. Чурюмов, В.С. Филоненко, Л.С. Чубко // Динамика и физика тел солнечной системы, – 2008, – Т. 24, – №6, – С. 463-468.
3. Чурюмов К.И. Эволюция кривой блеска кометы 9P/Темпеля 1 с 1867 по 2005 гг. / К.И. Чурюмов, В.С. Филоненко, Л.С. Чубко // Кинематика и физика небесных тел, – 2008, – Т. 24, – № 6. – С. 469-474.
4. Sekanina Z. Secular variations in the absolute brightness of short-periodic comets / Z. Sekanina // Bulletin Astron. Inst. Czech., – 1964, – Vol. 15, – P. 1-7.
5. Svoren J. Secular variations in the absolute brightness of short-period comets / J. Svoren // Contrib. Astron. Observ. Skalnaté Pleso, – 1979, – No 8, – P. 105-140.
6. Ибадинов, Х.И. Дезинтеграция кометных ядер / Х.И. Ибадинов // Автореферат докторской диссертации. – Москва, – ИКИ РАН, – 1998, – 40 с.
7. Сафаров А.Г. Эволюция фотометрических параметров короткопериодических комет 2P/Энке и 7P/Понса-Виннеке и Солнечная активность / А.Г. Сафаров, Д.К. Аюбов // Вестник Таджикского национального университета, серия естественных наук, – 2020, – №2, – С. 149-157.

8. Safarov A.G. Determination of the correlation coefficient of selected short-periodic comets of the Jupiter family and solar activity A.G. Safarov, D.K. Ayubov // *Advances in Astronomy and Space Physics*. – 2022. – V 12. – P. 3-7.

9. Аюбов Д.К. Вариация блеска фотометрических параметров кометы 4P/Фая и Солнечная активность / Д.К. Аюбов // *Вестник педагогического университета, серия естественных наук*. – 2022. – №4(16). – С. 190-196.

10.Safarov A.Gh. Collisions of comet nuclei with meteoroid swarms and their consequences // *Bulletin of the Tajik National University, Series of Natural Sciences*. – 2024. – No.1. – P.59-68.

11.Ibadinov K.I. Active processes in cometary nucleus and new meteoroid swarms / K.I. Ibadinov, A.M. Buriev, A.G. Safarov, A.A. Rahmonov // *Advances in Space Research*, – 2015, – Vol. 56, – P. 187-189.

12.Safarov A.G. Condition for the formation of anomalous tail of comet / A.G. Safarov, Kh.I. Ibadinov // *Open Astronomy*, – 2019, – No 28, – P. 131-144.

13.Сафаров А.Г. Условия образования аномального хвоста комет / А.Г. Сафаров // *Экологический вестник научных центров ЧЭС*, – 2017, – № 4, – Вып. 2, – С. 124-134.

14.Рахмонов А.А. Эволюция ядер комет на основе результатов лабораторного моделирования и космических исследований / А.А. Рахмонов, Х.И. Ибадинов, А.Г. Сафаров // *Вестник Таджикского национального университета, серия естественных наук*. – 2017, – № 1/3, – С. 149-154.

15.Добровольский О.В. Вековое падение блеска и строение ядер периодических комет / О.В. Добровольский, Х.И. Ибадинов, С.И. Герасименко // *ДАН ТаджССР*, – 1984, – Т. 27, – №4, – С. 198-200.

16.Всехсвятский С.К. Физические характеристики комет / С.К. Всехсвятский. – М.: Наука. – 1958. – 575 с.

17.Fulle M. A new approach to the Finson-Probst method of interpreting cometary dust tails / Fulle M. // *Astronomy and Astrophysics*. - 1987.-V 171.-P.327-335.

18.Farnham T.L. Physical and compositional studies of Comet 81P/Wild 2 at multiple apparitions / Farnham T.L. Schleicher D.G. // *Icarus*. – 2005.-V 173. -P. 533-558.

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

TJ	RU	EN
Аюбов Дониш Қосимович ходими илмӣ	Аюбов Дониш Косимович научный сотрудник	Ayubov Donish Kosimovich Researcher
Институти астрофизикаи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон	Институт астрофизики Национальной академии наук Таджикистан	Institute of Astrophysics of the National Academy of Sciences of Tajikistan
<a href="mailto:donishmand@mail.ru">donishmand@mail.ru</a>		
TJ	RU	EN
Хучаназаров Ҳабибҷон Файзалиевич	Худжаназаров Хабибджон Файзалиевич	Khujanazarov Habibjon Faizalievich
ходими илмӣ	научный сотрудник	Researcher
Институти астрофизикаи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	Институт астрофизики Национальной академии наук Таджикистана, ТТУ имени академика М.С. Осими	Institute of Astrophysics of the National Academy of Sciences of Tajikistan, TTU named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:habibjon_2012@mail.ru">habibjon_2012@mail.ru</a>		



УДК 531.2

## АҲАМИЯТ ВА ИСТИФОДАИ СТАТИКА ДАР САНОАТИ ИСТЕҲСОЛӢ

**Х.Ф. Орифова, Ф.Б. Шарипов**

ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ, ш. Душанбе Чумхурии Тоҷикистон

Дар ин мақола аҳамияти статика дар соҳаи саноат, аз ҷумла: сохтмон, мошинсозӣ, истеҳсоли мошинҳои нав, истеҳсоли ҳавопаймо, кайҳоншиносӣ ва ғайра баррасӣ карда мешавад. Ду усули муайян кардани реаксия ба таври муфассал нишон дода шудааст - бо истифода аз принципи ҷойивазкунии имконпазир ва бо истифода аз муодилаи мувозинати қувваҳои худсарона дар як фазо. Афзалиятҳо ва камбудии ин усулҳо таҳлил карда шудаанд.

*Калимаҳои калиди:* мувозинатӣ, статика, ҷойивазкунии имконпазир, қувва, реаксия, кори элементарӣ.

## ЗНАЧЕНИЕ И АКТУАЛЬНОСТЬ СТАТИКИ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Х.Ф. Орифова, Ф.Б. Шарипов**

В данной статье рассмотрены значение и актуальность статике в различных областях промышленности, в том числе: строительстве, машиностроении, создании новых транспортных средств, самолетостроении, космонавтики и т.д. Подробно с примерами показаны два метода определения реакций опор – с применением принципа возможных перемещений и использованием уравнений равновесия произвольных сил на плоскости. Проанализированы преимущества и достоинства этих методов.

*Ключевые слова:* равновесия, статика, возможные перемещения, силы, реакций, элементарные работы.

## THE SIGNIFICANCE AND RELEVANCE OF STATICS IN VARIOUS AREAS OF INDUSTRIAL PRODUCTION

**Kh.F. Orifova, F.B. Sharipov**

This article discusses the importance and relevance of statics in various fields of industry, including: construction, mechanical engineering, the creation of new vehicles, aircraft construction, astronautics, etc. Two methods for determining reactions of supports are shown in detail with examples - using the principle of possible displacements and using equilibrium equations of arbitrary forces on a plane. The advantages and disadvantages of these methods are analyzed.

*Keywords:* equilibrium, statics, possible movements, forces, reactions, elementary work.

**Муқаддима.** Қисми статикаи механикаи назариявӣ дар ҳалли масъалаҳои муҳандисӣ аҳамияти калон дорад, чунки дар он мувозинати ҷисмҳо бо таъсири ҳаргуна системаҳои қувваҳо, моментҳои даврзананда омӯхта мешаванд. Барои муҳандисе, ки пул ё ин ки лоиҳаи биноро бунёд мекунад, воситаи нави нақлиётро ихтироъ мекунад, ҷи тавр қувваҳо ба конструкцияҳо таъсир мекунад, присиҳои мувозинати онҳоро доништан хеле зарур аст, то ин ки онҳо устувор ва ба талаботҳои бехатарии ҷавобгӯ бошанд.

### Мисолҳои истифодаи статика:

- дар сохтмон: сохтмони лоиҳаҳои пулҳо, биноҳо ва ғ.
- дар соҳаи мошинсозӣ: ихтироъ ва бунёд кардани дастгоҳҳо ва таҷҳизотҳои замонавӣ, ихтирои воситаҳои нақлиётӣ.
- саноати кайҳонӣ: бунёд кардани лоиҳаҳои тайёраҳо, таҷҳизотҳои кайҳонӣ.

Ба ғайр аз ин хулосаҳои статика барои қабули қарорҳои муҳим дар зинаҳои ба нақшагирӣ ва сохтани лоиҳаҳо дар соҳаҳои гуногуни техника мусоидат мекунад. Чунки таъсири системаи қувваҳо ба конструкцияҳо пешбини намуда ва бо ин ба муҳандисон дар бунёд кардани конструкцияҳои бехатар мусоидат мекунад. Интиҳоби масолаҳо барои сохтани конструкцияҳо ва устувории онҳо низ аз принципҳои мувозинати статика вобаста мебошад. Аҳамияти статика дар электротехника низ хеле калон аст. Муҳандисон – электрикҳо бо майдонҳои электростатикӣ сару кордоранд. Назарияи мувозинатӣ барои омӯختани тақсими зарядҳои электрикӣ асос мебошад, ин барои бунёд кардани лоиҳа ва истифодаи компонентҳои электронӣ муҳим мебошад. Муҳандисони лоиҳакаш принципҳои статикаро дар моделсозии компютери конструкцияҳо истифода мебаранд, барои омӯختани устувории онҳо бо таъсири системаи қувваҳо, аз он ҷумла вазни конструкция, қувваи шамол, қувваи сейсмикӣ ва ғ.

Дар мақолаи пешниҳод шуда ду тарзи муайян кардани қувваҳои реаксияи тақиягоҳҳо нишон дода шудааст:

Бо ёрии принципи ҷойивазкунии имконпазир

Бо тартиб донани муодилаҳои мувозинати статикӣ, ва муқоисаи бартариҳои онҳо таҳлил карда шудааст.

### Мувофиқи принципи ҷойивазкунии имконпазир

Барои он, ки системаи механикаи ба вобастагӣҳои идеалӣ дар мувозинат бошад, шарт ва зарур аст, ки суммаи қорҳои элементарии қувваҳои фаъоли ба система таъсиркунанда дар ҷойивазкунии имконпазирӣ система баробари сифр бошад.

$$\sum \delta A_k^p = 0 \quad (1)$$

намуди аналитикии баробарии (1) чунин аст;

$$\sum (F_{kx}^p \delta x_k + F_{ky}^p \delta y_k + F_{kz}^p \delta z_k) = 0 \quad (2)$$

дар инчо  $\delta x_k, \delta y_k, \delta z_k$  – проексияҳои ҷойивазкунии имконпазири  $\delta S_k$  ба тирҳои координатӣ мебошанд.

Вобастагӣ, ки ба системаи механикӣ таъсир мекунанд идеалӣ мебошанд, агар суммаи қорҳои элементарии ин вобастагӣ дар ҷойивазкунии имконпазири система баробари нол бошад.

$$\sum \delta A_k^r = 0 \quad (3)$$

Дар ҳалли масалаҳо бо истифодаи принципи ҷойивазкунии имконпазир лозим аст, ки 1) дар нақша нишон додани ҳамаи қувваҳои фаъолӣ ба система таъсиркунанда; 2) ҷойивазкунии имконпазири  $\delta S_k$  ва даврзании элементарии  $\delta \varphi_k$ , ки бо таъсири қувваҳои фаол ба вучуд меоянд дар нақша ифода кардан; 3) қорҳои элементарии қувваҳои фаъолро дар ҷойивазкунии имконпазир ҳисоб кардан бо формулаҳои зерин:

$$\delta A_k^q = F_k^q \delta S_k \text{ ё ин, ки } \delta A_k^q = m_0(F_k^q) \cdot \delta \varphi_k \quad (4)$$

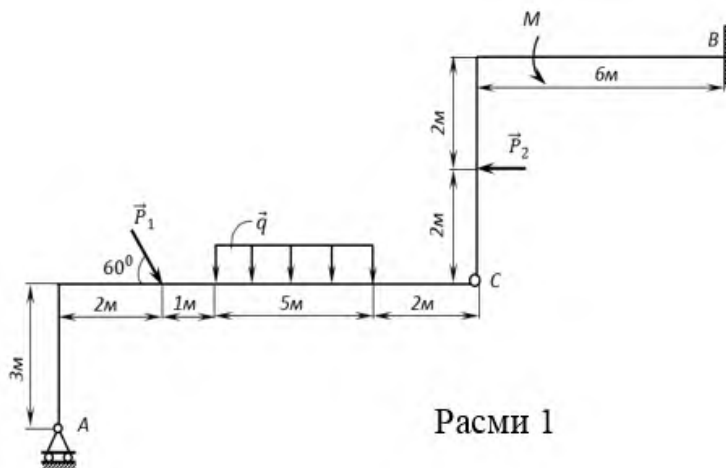
ва муодилаи (1)-ро тартиб додан; 4) вобастагӣҳои байни бузургӣҳои  $\delta S_k$  ва  $\delta \varphi_k$ -ро муайян кардан.

Баъди ифодаи ҳамаи ҷойивазкунии  $\delta S_k$  ва  $\delta \varphi_k$  бо як бузургӣ ва истифодаи муодилаи (1) реаксияи номаълумро муайян кардан мумкин аст.

Дар системаи механикӣ, ки якчанд дараҷаи озод дорад, ҳар як ҷойивазкунии имконпазирро алоҳида дида баромадан лозим аст. Вобастагӣҳои байни ифодаҳои  $\delta S_k$  ва  $\delta \varphi_k$ -ро бо усулҳои геометрӣ ва кинематикӣ муайян кардан лозим аст, бо назардошти  $\delta S_k = V_k dt$  ва  $\delta \varphi_k = \omega_k dt$ .

### Муайян кардани реаксияи таъягоҳҳои конструксияи мураккабро бо истифодаи принципи ҷойивазкунии имконпазир дида мебароем.

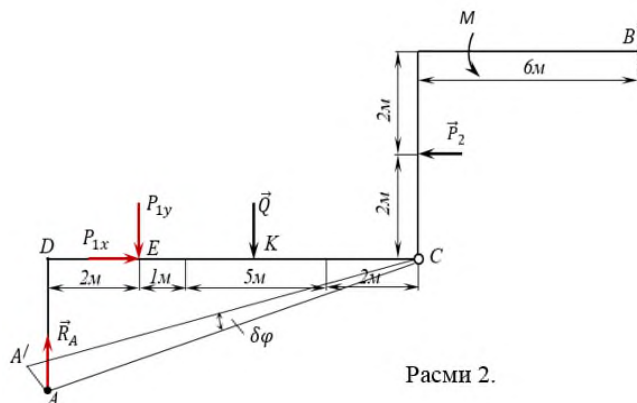
Дода шудааст: Конструксияи мураккаб, ки ба он қувваҳои  $P_1 = 4 \text{ кН}, P_2 = 10 \text{ кН}, M = 6 \text{ кН} \cdot \text{м}$ , қувваи мунтазамтақсимшуда бо интензивнокии  $q = 2 \text{ кН/м}$  таъсир мекунанд. Реаксияи таъягоҳҳо муайян карда шаванд. (расми 1)



Расми 1

Расми 1 – Конструксияи мураккаб зери қувваҳои мунтазамтақсимшуда.

Барои муайян кардани қувваи реаксияи таъягоҳи ҳаракатнок  $\vec{R}_A$  фарз мекунем, ки қисми чапи конструксия дар атрофи мавсили (шарнир) C давр мезанад, қисми рост ором аст. (расми 2)



Расми 2.

Расми 2 – Даврзании қисми чапи конструксия дар атрофи мавсили C.

дар ин ҷо  $Q = q \cdot l = 2 \text{ кН/м} \cdot 5\text{м} = 10\text{кН}$ . Қувваи  $P_1$ -ро ба ду ташкилдиҳандаи бо ҳам перпедикюляр ҷудо мекунем:

$$P_{1y} = P_1 \cdot \sin 60^\circ = 4 \cdot 0,87 = 3,46 \text{ кН},$$

$$P_{1x} = P_1 \cdot \cos 60^\circ = 4 \cdot 0,5 = 2 \text{ кН}.$$

Мувофиқи присипи ҷойивазкунии имконпазир бо назардошти, ки кори қувваи  $\vec{R}_A$  дар ҳолати даврзании ҷисм баробар аст, ба ҳосили зарби моменти қувва нисбат ба маркази даврзани ва ба кунҷи даврзанӣ.

$$R_A \cdot CD \cdot d\varphi - P_{1y} \cdot CE \cdot d\varphi - Q \cdot CK \cdot d\varphi = 0.$$

Аз инҷо  $R_A = 7,27 \approx 7,3 \text{ кН}$ .

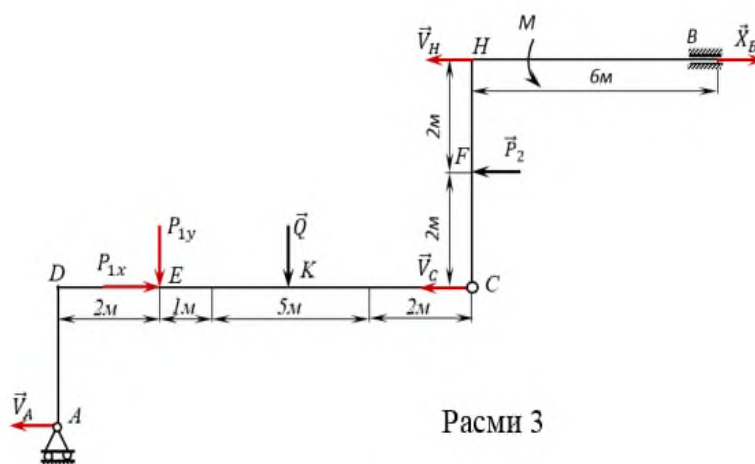
Барои муайян кардани  $\vec{X}_B$ , дар нуқтаи  $B$  дарзбанди сахтро бо дарзбанди лағжанда иваз карда дар нақша реаксияи  $\vec{X}_B$ -ро нишон медиҳем. (расми 3)

Муодилаҳои тавоноӣҳои имконпазиро истифода бурда ҳосил мекунем:

$$\sum F_i V_i = 0 \quad (5)$$

$$-X_B V_B + P_2 V_F - P_{1x} V_E = 0,$$

$V_B = V_F = V_E$ , чунки маркази лаҳзавии суръатҳо дар беохири меҳобад.



Расми 3

Расми 3 – Маркази лаҳзавии суръатҳо.

Аз инҷо  $X_B = P_2 - P_{1x} = 8 \text{ кН}$ .

Барои муайян кардани моменти даврзананда  $M_B$  дарзбандро дар нуқтаи  $B$  бо мавсил иваз мекунем. Ҷойивазкунии имконпазир аз он иборат аст, ки қисми рости конструксия дар атрофи нуқтаи  $B$ , қисми чап дар атрофи нуқтаи  $C$  давр мезанад.

Муодилаҳои тавоноӣҳои имконпазирро тартиб медиҳем:

$$M\omega_1 - M_B \cdot \omega_1 - P_2 \cdot HF\omega_1 + ODK\omega_2 + P_{2y} \cdot DE\omega_2 + P_{1x} \cdot DC_1\omega_2 = 0.$$

Вобастагиҳои  $\omega_1$  ва  $\omega_2$  – ро аз баробарии зерин муайян мекунем: (расми 4)

$\omega_1 \cdot BC = \omega_2 \cdot C_1C$ , дар инҷо  $C_1$  маркази лаҳзавии суръатҳои  $A$  ва  $C$  мебошад.

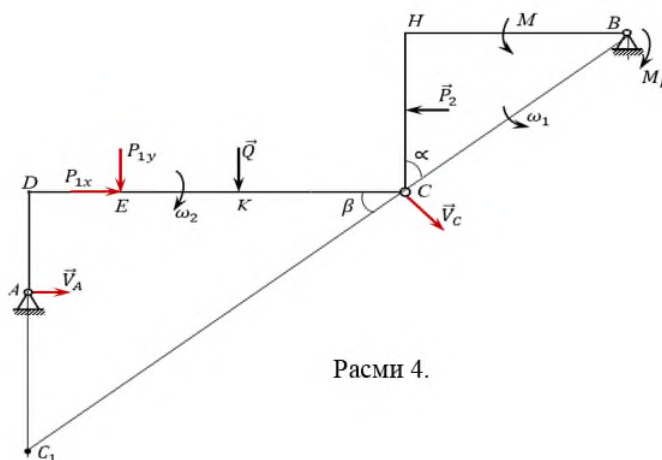
$$BC = \sqrt{16 + 36} = \sqrt{52} = 2\sqrt{13}, C_1C = \sqrt{DC_1^2 + CD^2} = \sqrt{\frac{1300}{9}} = \frac{10\sqrt{13}}{3}$$

Аз инҷо  $\omega_1 \cdot 2\sqrt{13} = \omega_2 \cdot \frac{10\sqrt{13}}{3}$ ,  $\omega_1 = \frac{10}{6}\omega_2 = \frac{5}{3}\omega_2$ .

Қиматҳои муайяншударо ба баробарии (3) гузошта ҳосил мекунем.

$$M \cdot \frac{5}{3} \omega_2 - M_B \cdot \frac{5}{3} \omega_2 - P_2 \cdot 2 \cdot \frac{5}{3} \omega_2 + 5,5Q \omega_2 + P_{1y} \cdot 2 \omega_2 + P_{1x} \cdot \frac{20}{3} \omega_2 = 0,$$

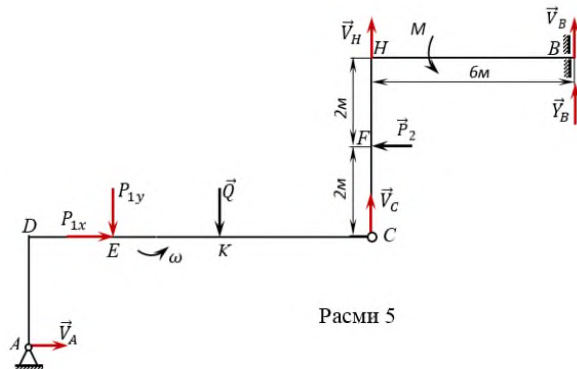
Аз ин муодила  $M_B$  – ро ҳисоб мекунем,  $M_B = 31,14 \approx 31,2$  кН·м.



Расми 4.

Расми 4 – Дарзбанди нуқтаи В.

Дарзбандро дар нуқтаи В бо дарзбанди лағжанда бо реаксия  $\vec{Y}_B$  иваз мекунем. (расми 5)



Расми 5

Расми 5 – Дарзбанди лағжанда дар нуқтаи В.

Муодилаҳои имконпазирро тартиб медиҳем. Дар инҷо маркази лаҳзавии суръатҳои А ва С дар нуқтаи D мебошад.

$$V_C = \omega \cdot CD$$

$$Y_B \cdot V_B - Q \cdot DK \cdot \omega - P_{1y} \cdot DE \cdot \omega = 0,$$

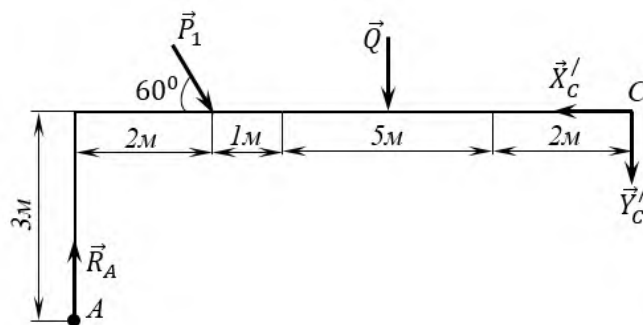
$$V_C = V_B = \omega \cdot CD$$

$$Y_B \cdot \omega \cdot CD - Q \cdot 5,5 \cdot \omega - 3,46 \cdot 2 \omega = 0.$$

Аз инҷо  $Y_B = 6,2$  кН.

Ин масъаларо бо усулҳои статика низ ҳал кардан мумкин аст. Конструкцияро аз мавсили дохили С ба ду қисм ҷудо карда, шарти мувозинатии қувваҳои дар як ҳамворӣ ихтиёрӣ ҳобидаро барои ҳар як қисм алоҳида тартиб дода қувваҳои номаълум – реаксияи вобастагироро муайян кардан мумкин аст.

Қисми AC - и конструкцияро аз мафсели С ҳаёли ҷудо карда, таъсири қисми чапи партофташударо бо қувваҳои  $\vec{X}'_C, \vec{Y}'_C$  иваз намуда муодилаи мувозинатии қувваҳоро тартиб медиҳем:

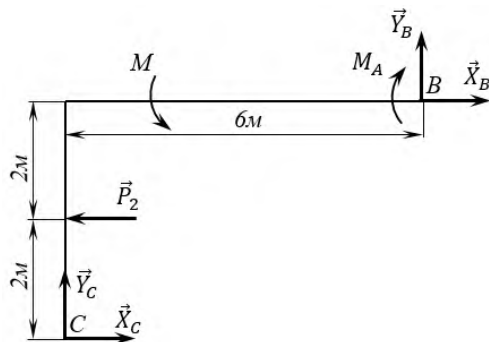


Расми 6 – Шарти мувозинати қувваҳо дар як ҳамворӣ.

Муодилаҳои мувозинати ро барои қисми AC тартиб медиҳем:

- 1)  $\sum F_{kx} = 0 \quad -X_C + P_1 \cos 60^\circ = 0,$
- 2)  $\sum F_{ky} = 0 \quad R_A - P_1 \sin 60^\circ - Q - Y'_C = 0,$
- 3)  $\sum M_{kc} = 0 \quad -R_A \cdot 10 + P_1 \sin 60^\circ \cdot 8 + Q \cdot 4,5 = 0.$

Мувозинати қисми BC-и конструкцияро дида мебароем:



Расми 7 – Мувозинати қисми BC-и конструкция

Муодилаҳои мувозинати ро барои қисми BC тартиб медиҳем:

- 4)  $\sum F_{kx} = 0 \quad X_C + X_B - P_2 = 0,$
- 5)  $\sum F_{ky} = 0 \quad Y_C + Y_B = 0,$
- 6)  $\sum M_{kB} = 0 \quad -M_B + M - P_2 \cdot 2 - Y_C \cdot 6 + X_C \cdot 4 = 0.$

Аз муодилаҳои мувозинати номалуҳо-реаксияи вобастагӣ ҳоро ҳисоб мекунем:

Аз муодилаи (3)  $R_A = \frac{P_1 \sin 60^\circ \cdot 8 + Q \cdot 4,5}{10} = 7,27 \approx 7,3 \text{ кН}.$

Аз муодилаи (2)  $Y'_C = R_A - P_1 \sin 60^\circ - Q = -6,16 \approx -6,2 \text{ кН}.$

Аз муодилаи (1)  $X_C = P_1 \cos 60^\circ = 2 \text{ кН}.$

Аз муодилаи (4)  $X_B = -X_C + P_2 = 8 \text{ кН}.$

Аз муодилаи (5)  $Y_B = -Y'_C = 6,2 \text{ кН}.$

Аз муодилаи (6)  $M_B = M - P_2 \cdot 2 - Y'_C \cdot 6 + X_C \cdot 4 = 31,2 \text{ кН} \cdot \text{м}.$

Натиҷаҳои ҳосилшуда бо ҳарду тарз яхела мебошанд.



Базе муаллифони адабиётҳои талимӣ оид ба фанни механикаи назариявӣ дар бораи самаранокии ёфтани реаксияҳо бо истифодаи принципи ҷойивазкунии имконпазир хулосаҳои худро баён карданд. Бо ин тарз реаксияи такагоҳ новобаста аз якдигар муайян карда мешаванд, лекин муайян кардани реаксияҳо дар таҳлили мувозинати системаи ҷисмҳо бо принсипи Лагранж маҳдудият дорад. Чунки барои ҷисмҳои мутлақ саҳт бо вобастагҳои идеалӣ, дар бисёр ҳолатҳо иваз кардани вобастагӣ бо реаксияҳои онҳо тартиб додани муодилаи мувозинати имконият медиҳад. Дар мақола муайян кардани реаксияҳои такагоҳҳо бо тартиб додани муодилаҳои мувозинати статика оварда шудааст. Аз ҳалли масъалаҳо бо ду тарз маълум аст, ки бо тарзи истифодаи муодилаҳои мувозинати статика, ҳалли масъалаҳо хеле осон мебошад.

Омӯхтани ду тарз аҳамияти калон дорад, чунки принципи ҷойивазкунии имконпазир ва тарзҳои статикаи геометрӣ дар статика як масъаларо бо ду тарз ҳал мекунанд. Истифодаи принципи Лагранж яқоя бо принципи Доламбер барои омӯхтан ва истифодаи муодилаи умумии динамика ва муодилаҳои Лагранж тартиби 2-ӯм мусоидат мекунанд. Истифодаи ин муодилаҳо барои таҳлили устувории статикӣ ва динамикии конструксияҳои мураккаб асос мебошад. Аз ин таҳлилҳо чунин хулоса баровардан мумкин аст.

### Хулоса

- 1) Дар ҳалли масъалаҳо оиди мувозинати системаи ҷисмҳо истифодаи принципи ҷойивазкунии имконпазир маҳдудият дорад.
- 2) Истифодаи принципи ҷойивазкунии имконпазир барои муайян кардани реаксияҳои такагоҳҳои конструксияҳои мураккаб, новобаста аз қувваҳои дохилӣ бартарият дорад.
- 3) Ду тарз ҳам хусусияти махсуси худро доранд. Доништан ва истифодаи ду тарз барои таҳлили мувозинати ва устувории конструксияҳои мураккаб аҳамияти хеле калон дорад.

*Муқаррир: Ёброғимов Х.М. – д.и.т., профессори Донишгоҳи теологияи Тоҷикистон.*

### Адабиёт

1. Тўйчиев Н., Содиқов Х. Роҳнамои ҳалли масъалаҳо аз механикаи назариявӣ. –Д. «Шарқи озод», 2009.
2. Н. Тўйчиев, Х. Содиқов, Х. Орифова. «Маҷмуаи масъалаҳои мунтахаб аз механикаи назариявӣ». Душанбе, 2007.
3. Яблонский А.А., Никифорова В.М. Курс теоретической механики. Статика. Кинематика. Динамика. 8-изд. стер.-СПб.: Лань, 2001.
4. М.И. Бать, Г.Ю. Джанелидзе, А.С. Кельзон. «Теоретическая механика в примерах и задачах». Том 1,2,3. Москва «Наука», 1972 и последующие издания.
5. И.В. Мещерский. «Сборник задач по теоретической механике». М. «Наука», 1981 и последующие издания.

### МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ - AUTHORS BACKGROUND

TJ	RU	EN
Орифова Хурсаной Файзиевна н.и.и., дотсент	Орифова Хурсаной Файзиевна к.э.н., доцент	Orifova. Khursanoi Fayzиеvna Candidate of economy science, dosent
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.
<a href="mailto:orifova@mail.ru">orifova@mail.ru</a>		
TJ	RU	EN
Шарипов Фарход Баротович н.и.т., и.в. дотсент	Шарипов Фарход Баротович к.т.н., и.о. доцента	Sharipov Farhod Barotovich Candidate of Technical Sciences, dosent
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.
<a href="mailto:abdullo.1982@mail.ru">abdullo.1982@mail.ru</a>		

УДК 624

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ И РАСЧЕТ ПОЛНОЙ ЭНЕРГИИ $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ и $\delta$ -фаз $\text{CsSnI}_3$

<sup>1</sup>Ф.С. Шарипов, <sup>2</sup>С.С. Гиёсов, <sup>3</sup>Ш.А. Бозоров, <sup>3</sup>М. Мирзохасанов

<sup>1</sup>Физико-технический институт имени С.У. Умарова НАНТ

<sup>2</sup>Таджикский государственный институт культуры и искусств имени Мирзо Турсунзаде

<sup>3</sup>Таджикский технический университет имени акад. М.С. Осими

В работе методами теории функционала плотности исследована структурная устойчивость кубической ( $\alpha$ ), тетрагональной ( $\beta$ ) и орторомбической ( $\gamma$ ) фаз перовскита  $\text{CsSnI}_3$  и их фазовые переходы, а полученные результаты сопоставлены с характеристиками неперовскитной ромбической ( $\delta$ ) модификации соединений  $\text{CsSnI}_3$ . Были получены оптимизированные структуры фаз  $\text{CsSnI}_3$  и оценены их геометрические свойства с помощью функционала SCAN. Фононные и термодинамические характеристики, а также температуры фазовых переходов  $\text{CsSnI}_3$  оценены с помощью инструмента Phonopy на основе оптимизированных структур SCAN. Обнаружено, что тетрагональная фаза становится стабильной при 450 К и переходит в кубическую фазу при понижении температуры. При температуре ниже 320 К происходит черно-желтое превращение  $\text{CsSnI}_3$ , при котором черный перовскит переходит в желтую неперовскитную конформацию.

**Ключевые слова:** термодинамические свойства, безсвинцовые перовскиты, нестабильность, фазовые переходы, возобновляемая энергетика, устойчивое развитие, фотоэлектрические приложения.

## ТАҲЛИЛИ МУҚОИСАВИИ УСТУВОРИИ СОҲТОРИИ ВА ҲИСОБ КАРДАНИ ЭНЕРГИЯИ ПУРРАИ $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ ва $\delta$ -фазаҳои $\text{CsSnI}_3$

Дар ин қор устувори сохтори фазаҳои кубӣ ( $\alpha$ ), тетрагоналӣ ( $\beta$ ) ва орторомбӣ ( $\gamma$ )-и перовскити  $\text{CsSnI}_3$  ва гузариши фазагии онҳо бо усулҳои назарияи функционалии зичӣ омӯхта шуда, натиҷаҳои бадастомада бо хусусиятҳои модификасияи орторомбии ( $\delta$ ) ғайриперовскитӣ дар асоси пайвастиҳои  $\text{CsSnI}_3$  дида шудааст.

Сохторҳои оптимизацияшуда марҳилаҳои  $\text{CsSnI}_3$  ба даст оварда шуданд ва ҳосиятҳои геометрии онҳо бо истифода аз функцияи SCAN баҳо дода шуданд. Хусусиятҳои фононикӣ ва термодинамикӣ, инчунин ҳарорати гузариши фазагии  $\text{CsSnI}_3$  бо истифода аз асбоби Phonopy дар асоси сохторҳои осудашудаи SCAN ҳисоб карда шуданд. Муайян карда шуд, ки фазаи тетрагоналӣ дар 450 К устувор мешавад ва баробари паст шудани ҳарорат ба фазаи кубӣ табдил меёбад. Дар ҳарорати аз 320 К пасттар табдилёбии сиёҳу зарди  $\text{CsSnI}_3$  ба амал меояд, ки дар он перовскити сиёҳ ба конформатсияи ғайриперовскити зард табдил меёбад.

**Калимаҳои калидӣ:** ҳосиятҳои термодинамикӣ, перовскитҳои бе сурб, ноустуворӣ, гузариши фазаҳо, энергияи барқароршаванда, рушди устувор, барномаҳои фотоэлектрикӣ.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF STRUCTURAL STABILITY AND CALCULATION OF TOTAL ENERGY OF $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ AND $\delta$ -PHASES OF $\text{CsSnI}_3$

In this work, the structural stability of the cubic ( $\alpha$ ), tetragonal ( $\beta$ ) and orthorhombic ( $\gamma$ ) phases of perovskite  $\text{CsSnI}_3$  and their phase transitions were studied using density functional theory methods, and the results obtained were compared with the characteristics of the non-perovskite orthorhombic ( $\delta$ ) modification of  $\text{CsSnI}_3$  compounds. Relaxed structures of  $\text{CsSnI}_3$  phases were obtained and their geometric properties were assessed using the SCAN functional. Phononic and thermodynamic characteristics, as well as phase transition temperatures of  $\text{CsSnI}_3$ , were estimated using the Phonopy tool based on relaxed SCAN structures. It was found that the tetragonal phase becomes stable at 450 K and transforms into the cubic phase as the temperature decreases. At temperatures below 320 K, a black-yellow transformation of  $\text{CsSnI}_3$  occurs, in which the black perovskite transforms into a yellow non-perovskite conformation.

**Keywords:** thermodynamic properties, lead-free perovskites, instability, phase transitions, renewable energy, sustainable development, photovoltaic applications.

**Введение.** Металлогалогенидные перовскиты вызвали значительный интерес со стороны исследователей и промышленности благодаря их многочисленным применениям в солнечных элементах, катализаторах, светодиодах (СИД), лазерах, детекторах рентгеновского излучения, фотодетекторах и полевых транзисторах [1]. Солнечные элементы на основе перовскита (PCE) показали повышенную эффективность в последние годы: самый высокий коэффициент PCE для солнечных элементов из слоистого свинцового перовскита ( $\text{MAPbI}_3$ ) составляет 25,2% [2]. Однако эти вещества проявляют высокую токсичность и нестабильность в ответ на температуру, влажность, УФ-излучение и другие факторы окружающей среды. Бессвинцовые альтернативы, новые органико-неорганические соединения галогенидов металлов могут заменить свинцовосодержащие перовскиты, и ученые-материаловеды усердно работают над разработкой и улучшением свойств этих материалов.  $\text{CsSnI}_3$  кажется наиболее подходящим кандидатом на роль этих химикатов, но низкая стабильность препятствует дальнейшему прогрессу в этой области [3]. Черные модификации  $\text{CsSnI}_3$  с малой запрещенной зоной хорошо подходят для солнечных систем. Чтобы улучшить свойства  $\text{CsSnI}_3$ , можно использовать внешние воздействия, такие как температура, давление и легирование, для контроля и оптимизации ширины запрещенной зоны и улучшения стабильности. Свойства перовскитов все чаще изучаются благодаря их стабильным характеристикам и многочисленным технологическим применениям. Однако, многие аспекты их термодинамических свойств еще полностью не изучены.

Теория функционала плотности (ТФП) стала важным инструментом для теоретического изучения твердых материалов, поскольку она предлагает очень точную переформулировку квантово-механических расчетов и объясняет поведение электронов во всех атомно-молекулярных средах. В этой работе исследуются температурные фазовые переходы и структурная стабильность бесвинцового перовскита на основе CsSnI<sub>3</sub> посредством моделирования ТФП.

**Расчетные данные.** Структурные свойства  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - и  $\delta$ -фаз CsSnI<sub>3</sub> исследованы на основе теории функционала плотности (DFT). Расчеты проводились в пакете плоских волн VASP. Кристаллические структуры  $\alpha$ -CsSnI<sub>3</sub> (кубическая),  $\beta$ -CsSnI<sub>3</sub> (тетрагональная),  $\gamma$ -CsSnI<sub>3</sub> (ромбическая) и  $\delta$ -CsSnI<sub>3</sub> (неперовскитная орторомбическая) были полностью оптимизированы с учетом оптимизации параметров решетки и положений атомов. Все четыре модификации CsSnI<sub>3</sub> были оптимизированы с помощью функционала SCAN [4]. По результатам теста на сходимость было установлено значение отсечки кинетической энергии, равное точно 450 эВ. Сетки Монхроста-Пака размером 8x8x8, 6x6x6, 5x5x4 и 5x10x3 устанавливались для кубической, тетрагональной, ромбической (перовскитовой) и ромбической (неперовскитной) фаз соответственно. Однако 800 эВ было установлено как значение энергии отсечки для расчетов термодинамических свойств. Код Phonopy использовался для расчета термодинамических характеристик и дисперсии фононов при более низких значениях k-точки, поскольку эти расчеты требуют вычислительных затрат, особенно для более крупных систем с низкой симметрией.

**Результаты и обсуждения.** Оптимизированные геометрические характеристики и константы кристаллической решетки  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - и  $\delta$ -модификаций CsSnI<sub>3</sub> приведены в табл. 1 и сопоставлены с результатами экспериментальных измерений.

Таблица 1 – Оптимизированные постоянные решетки  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - и  $\delta$ -фаз CsSnI<sub>3</sub>. Сравнительные результаты расчетов с экспериментальными данными

		$\alpha$ (Pm3m)	$\beta$ (P4/mbm)	$\gamma$ (Pnam)	$\delta$ (Pnma)
		a=b=c (Å)	a=b, c (Å)	a, b, c (Å)	a, b, c (Å)
<b>Константы решетки</b>	Работа	6.200	8.680, 6.239	8.847, 8.533, 12.372	10.543, 4.750, 17.882
	Эксп.[5]	6.206	8.712, 6.191	8.688, 8.643, 12.378	10.349, 4.763, 17.684
<b>Длина связи Sn-I</b>	Sn-I1, Å	3.089	3.133	3.122	3.224
	Sn-I2, Å		3.123	3.153	3.219
	Sn-I3, Å				2.971
<b>Валентный угол</b>	Sn-I1-Sn	180°	-	172.3°	-
	Sn-I2-Sn		167.99°	158.1°	-

Значения полных энергий  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - и  $\delta$ -фаз CsSnI<sub>3</sub> сопоставлены в таблице 2, что свидетельствует о том, что  $\delta$ -модификация этого соединения является наиболее стабильной конформацией CsSnI<sub>3</sub>. С другой стороны,  $\gamma$ -CsSnI<sub>3</sub> является наиболее стабильным иодидом со структурой перовскита. Наши расчеты основного состояния точно воспроизводят фазовую стабильность CsSnI<sub>3</sub> при температуре окружающей среды.

Таблица 2 – Расчетные данные полной энергии (E) фаз CsSnI<sub>3</sub>

Система	Энергия/атом
$\alpha$ -CsSnI <sub>3</sub>	-2.8198
$\beta$ -CsSnI <sub>3</sub>	-2.8171
$\gamma$ -CsSnI <sub>3</sub>	-2.8201

Система	Энергия/атом
$\delta$ -CsSnI <sub>3</sub>	-2.8306
$\alpha$ -CsSnI <sub>3</sub>	-2.8198

Неперовскитная фаза CsSnI<sub>3</sub> имеет самую низкую энергетическую структуру, согласно результатам, представленным в таблице 2. То есть при 0 К наиболее стабильной фазой является неперовскитная фаза ( $\delta$ -CsSnI<sub>3</sub>), за которой следует  $\gamma$ -CsSnI<sub>3</sub>. В дополнение к результатам, представленным в таблице 2, мы получили температурно-зависимые кривые свободной энергии Гельмгольца и относительной энтропии, а также фоновых мод, по которым можно оценить корректность подхода к оценке устойчивости поля на основе энергии.

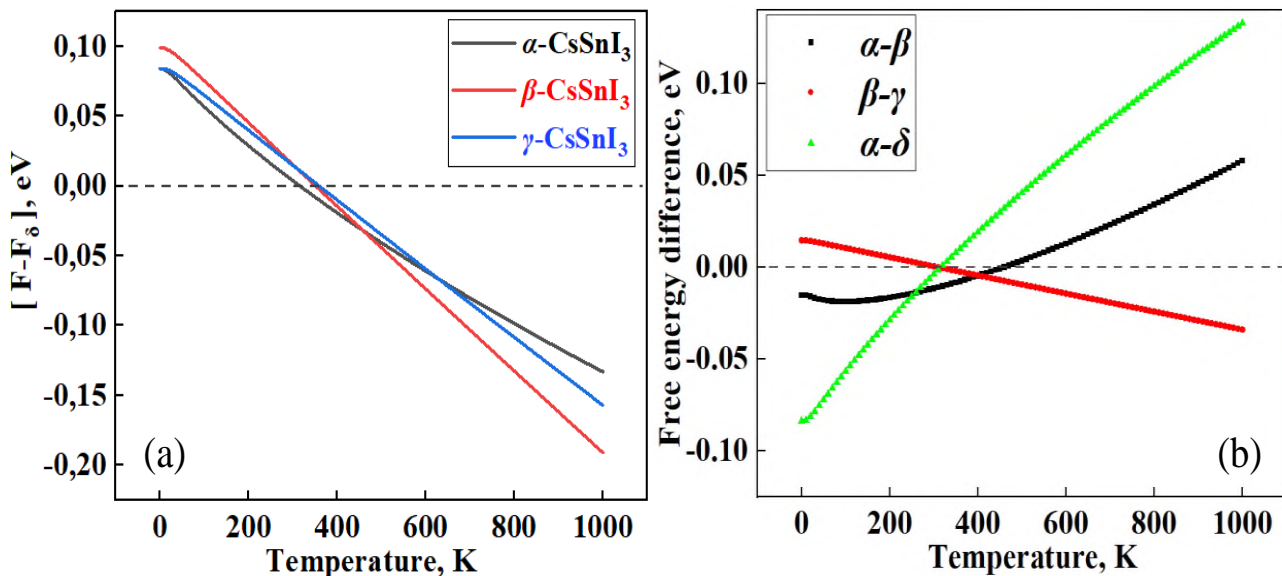


Рисунок 1 – Разность свободной энергии (Гельмгольца)  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -фазы относительно  $\delta$ -модификации CsSnI<sub>3</sub> в зависимости от абсолютной температуры.

На рис. 1 (а) представлены графики температурной зависимости свободной энергии Гельмгольца ( $F$ ) для  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -фаз относительно  $\delta$ -фазы CsSnI<sub>3</sub>. Согласно результатам рисунка 1 (а), при 0 К  $\beta$ -фаза имеет наибольшую энергию среди перовскитных фаз, а значение энергии для  $\gamma$ -фазы является наименьшим. В этом случае между этими фазами закрепляется кубическая фаза. Однако, как следует из графика, именно тетрагональная фаза становится наиболее стабильной при высоких температурах. Фаза ромбического перовскита остается энергетически близкой к  $\alpha$ -фазе вплоть до высоких температур. Результаты расчетов показывают, что в диапазоне 320–360 К существует энергетическое соперничество между  $\beta$ - и  $\gamma$ -фазами CsSnI<sub>3</sub> и его неперовскитной фазой. Согласно результатам, представленным на рис. 1, б, для кристаллов CsSnI<sub>3</sub> характерны три случая фазовых переходов в определенных интервалах температур. Критические температурные точки фазовых переходов  $\alpha \leftrightarrow \beta$ ,  $\beta \leftrightarrow \gamma$  и  $\alpha \leftrightarrow \delta$  указывают на то, что области устойчивости этих фаз существенно отличаются друг от друга. При температуре выше 450 К тетрагональная фаза становится устойчивой, а ниже этой температуры переходит в кубическую фазу. Фазовый переход между тетрагональной и ромбической модификациями происходит в диапазоне 300–320 К. При 320 К происходит превращение между структурой перовскита CsSnI<sub>3</sub> и его неперовскитным аналогом, известное как черно-желтое превращение. Полученные результаты аналогичны экспериментальным измерениям Кодзи Ямады и др. [6] за исключением температуры фазовых переходов между  $\alpha$ - и  $\delta$ -фазами перовскита. Расчеты также показали наличие температурных фазовых переходов между двумя ромбическими фазами CsSnI<sub>3</sub> при 360 К, хотя о прямых переходах типов  $\alpha \leftrightarrow \gamma$  и  $\gamma \leftrightarrow \delta$  в литературе пока не сообщалось, за исключением переходов  $\gamma \rightarrow \delta$ . под воздействием влаги [7].

**Заключение.** С помощью ТФП-расчетов рассмотрены вопросы структурной устойчивости связей CsSnI<sub>3</sub>. Получены оптимизированные структуры для четырех фаз CsSnI<sub>3</sub> и оценена их структурная устойчивость с точки зрения сравнения полной энергии, энтропии и энтальпии их образования. Свободная денция энергии, энтропии, энтальпии, теплоты образования и теплоемкости

обоснованы с точки зрения рассмотрения характера изменения полной энергии четырех фаз CsSnI<sub>3</sub> согласно расчетам VASP. Показано и представлены стабильные фазы CsSnI<sub>3</sub> при 0 К. Настоящее исследование поможет глубже понять особенности термодинамических свойств CsSnI<sub>3</sub> и перечислить недостатки их свойств, чтобы в перспективе использовать меры и подбирать стабилизирующие элементы, без грубого негативного воздействия на их оптоэлектронные свойства, в том числе запрещенную зону принятия и возможность хорошего фотопоглощения.

Рецензент: Абдурасулов Я.А. – к.ф.-м.н., профессор ТПУ имени академика М.С. Осими.

### Литература

- [1] Xiao Z., Kerner R. A., Zhao L. (2017). Efficient perovskite light-emitting diodes featuring nanometresized crystallites. *Nat. Photonics* 11, 108–115.
- [2] Yang W. S., Park B. W., Jung E. H., Jeon N. J., Kim Y. C., Lee D. U., Seok S. (2023). Iodide management in formamidinium-lead-halide-based perovskite layers for efficient solar cells. *Science* 356, 1376–1379.
- [3] Roknuzzaman M. (2017). Towards lead-free perovskite photovoltaics and optoelectronics by ab-initio simulations. *Sci. Rep.* 7, 14025. 10.1038/s41598-017-13172-y.
- [4] Sun, J., Ruzsinszky, A., & Perdew, J. P. (2015). Strongly constrained and appropriately normed semilocal density functional. *Physical review letters*, 115(3), 036402.
- [5] Chung, I, et al. (2012) "CsSnI<sub>3</sub>: semiconductor or metal? High electrical conductivity and strong near-infrared photoluminescence from a single material. High hole mobility and phase-transitions." *Journal of the american chemical society* 134, 8579-8587.
- [6] Yamada, K., Shinya, F., Hiromi, H. (1992). "Structural phase transitions of the polymorphs of CsSnI<sub>3</sub> by means of rietveld analysis of the X-ray diffraction." *Chemistry Letters* 20, 801-804.
- [7] Wang, Y., Liu, J., Wang, J., Fan, Z. (2022). Phase Stability and Transformations in CsSnI<sub>3</sub>: Is Anharmonicity Negligible." *The Journal of Physical Chemistry C* 126, 19470-19479.

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

TJ	RU	EN
Шарипов Фуркатҷон Самадович магистри курси 2	Шарипов Фуркатдҷон Самадович магистр 2 курса	Sharipov Furqatjon Samadovich second year magister
Институти физика ва техникаи ба номи С.У. Умарови АМИТ	Физико-техниский институт имени С.У. Умарова НАНТ	Physicotechnical Institute named after S.U. Umarov NAST
TJ	RU	EN
Гиёсов Сайфиддин Сафаралиевич ассистенти кафедра	Гиёсов Сайфиддин Сафаралиевич ассистент кафедры	Giyosov Saifiddin Safaralievich department assistant
Донишкадаи давлатии фарҳанг ва санъати Тоҷикистон ба номи Мирзо Турсунзода	Таджикский государственный институт культуры и искусств имени Мирзо Турсунзаде	Tajik State Institute of culture and Arts named after Mirzo Tursunzade
TJ	RU	EN
Бозоров Шамсуддин Аломуддинович н.и.т., и.в. дотсент	Бозоров Шамсуддин Аломуддинович к.т.н., и.о. доцента	Bozorov Shamsuddin Alomuddinovich Candidat of engineering 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.
<a href="mailto:bozorov_shamsiddin@mail.ru">bozorov_shamsiddin@mail.ru</a>		
TJ	RU	EN
Мирзохасанов Мирзохасан Лаълҷубаевич ассистенти кафедра	Мирзохасанов Мирзохасан Лаълдҷубаевич ассистент кафедры	Mirzohasanov Mirzohasan Laljubaeovich department assistant
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ.	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими.	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi.



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

УДК 556.18(082)

## МОДЕЛСОЗИИ МУВОЗИНАТИ ОБИ ҲАВЗАИ ДАРЁҶОИ БАЙНИСАРҲАДӢ БО ИСТИФОДА АЗ НАЗАРИЯИ ГРАФҶО

**А.С. Мусинов**

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Мақсади тадқиқот муносибати систематикӣ ба моделсозии мувозинати комплекси хочагии об дар ҳавзаи дарёҳои байнисарҳадӣ мебошад, ки дар он объектҳои асосии идоракунии захираҳои оби обанборҳо ба назар гирифта шудааст. Модели математикӣ мувозинати силсила обанборҳо дар асоси меъёри тақсимот ва эҳтиёҷоти обёрӣ дар ҳавзаҳои дарёҳои байнисарҳадӣ бо истифода аз назарияи графҳо тартиб дода шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** моделсозии математикӣ, система, мувозинат, қулла, қамон, маҷрои об, шохоб, ҳаҷми оби обанбор.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОДНОГО БАЛАНСА ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕОРИИ ГРАФОВ

**А.С. Мусинов**

Цель исследования заключается в системном подходе к моделированию баланса водохозяйственного комплекса в бассейне трансграничной реки, где учитываются основные объекты управления водными ресурсами водохранилищ. Разработана математическая модель баланса каскада водохранилищ на основе критерия распределения ирригационных потребностей в бассейнах трансграничных рек с использованием теории графов.

**Ключевые слова:** математическое моделирование, система, баланс, вершина, дуга, водный поток, приток, объем воды в водохранилище.

## MODELING OF WATER BALANCE OF TRANSBOUNDARY RIVERS BASIN USING GRAPH THEORY

**A.S. Musinov**

The purpose of the research is a systematic approach to the modeling of the balance of the water management complex in the transboundary river basin, where the main objects of water resources management of reservoirs are taken into account. The mathematical model of the balance of the cascade of reservoirs based on the criteria of distribution and water supply needs in the cross-border river basins was developed using the graph theory.

**Keywords:** mathematical modeling, system, equilibrium, peak, arc, water flow, tributary, reservoir water volume.

**Муқаддима.** Масъалаи мувозинати оби ҳавзаҳои дарё аз сабаби норасои об дар бисёр минтақаҳои ҷаҳон аҳамияти хоса дорад. Вазъияти тағйирёбии имрӯзаи иқлим (хушксолӣ ва обхезӣ), ки дар оянда шадидтар шуда, мушкилоти нави истифодаро ҳам дар дохили кишвар ва ҳам дар миқёси байналмилалӣ ба миён меорад ва боз ҳам тезутунд мегардонад. Дар ин вазъият бояд масъалаҳоеро тадқиқ ва таҳлил намуд, ки оқилона бо истифода аз технологияҳои муосири иттилоотӣ ва имкони ҷорӣ намудани равандҳои гуфтушунид дар асоси моделҳои математикӣ таҳияшуда роҳҳои ҳалли созишро пешниҳод намояд.

Сарфи назар аз мавҷуд набудани таъриф ё қоидаи маъмули идоракунии системаи мураккаби динамикии ҳавзаҳои дарё, усулҳои хоси он ба таври муфассал аз тарафи як қатор олимони хориҷию ватанӣ Giordano M.A., Sibani J, Оуэн Г., Ерешко Ф.И., Горелов М.А., Наврузов С.Т., Одинаева Ҳ.А., Ахророва А.Д., Петров Г.Н., Исайнов Ҳ. Р. ва дигарон тавсиф карда шудаанд.

Усулҳои таҷрибавии муқарраршуда имкон медиҳанд, ки ҳавзаи дарёро ҳамчун системаи мураккаб муайян кунем. Пеш аз ҳама, хосияти асосии ҳавза ин рафтори ғайрихаттии система дар маҷмӯъ ва унсурҳои алоҳидаи он мебошад. Дар натиҷаи маҷмӯи мураккаби таъсири аксуламалҳои мусбат ва манфӣ дар дохили унсурҳои система таъсири мутақобилаи онҳоро омӯختан зарур аст. Равандҳои гидрологӣ дар доираи васеи тадқиқот миқёсҳои фазои вақтиро нишон медиҳанд. Масалан, равандҳои микромиқёсӣ, ташаккули қабатҳои яхногузар ҳангоми воридашавии об ба обанборҳо бо таъсири ғайрихаттӣ дар равандҳои гидрологию миқёси давраҳои иқлимӣ ва ҳамчунин истифодаи моделҳои математикӣ идоракунии захираҳои оби дарёҳои байнисарҳадӣ мебошанд [2].

**Объект ва усулҳои тадқиқот.** Мувозинати ҳавзаи системаи камнашаванда будани маҷрои оби дарёро аз таъсири беруна бо элементҳои он муайян мекунанд. Моделҳои хаттии ҳавзаҳои дарё, масалан, усули гидрографии воҳидӣ дар рушди гидрологияи нақши бузургдоранд ва барои ҳалли масъалаҳои муҳандисӣ бомуваффақият истифода мешаванд. Инчунин, қисман аз ҳисоби хосиятҳо,

унсурҳои системаи гидрологӣ қобилияти таҳаввулотӣ мутақобилан ва худташқилкуниро доранд. Онҳо рафтори худро ба шароите, ки унсурҳои дигар ба вучуд овардаанд, мутобиқ мекунад ва ин ба системаи мувозинатӣ имкон медиҳад, ки сохтори худро ба тағйирот дар системаи гидрологӣ аз таъсири берун мутобиқ созад [3].

Сохтори ҳавзаӣ дарё, аз ҷумла системаи хоҷагии об аз миқдори ниҳии элементҳо (шоҳобҳо, обанборҳо, истеъмолкунандагон ва ғ.) иборат аст, ки дар назарияи графҳо ба осонӣ тавсиф мешавад.

Назарияи графҳо як бахши математикаи дискретӣ буда хосиятҳои графҳоро меомӯзад. Ба маънои умумӣ, графро метавон ҳамчун маҷмӯи қуллаҳои бо камон пайваштуда баррасӣ кард. Бисёр сохторҳои, ки ба математика ва информатика тавачҷӯи амалӣ доранд, метавонанд бо графҳо нишон дода шаванд.

Ҳавзаӣ дарёро аз рӯи назарияи графҳо бо унсурҳои қулла ва камон ифода кардан мумкин аст. Системаи ҳавзаӣ дарё дорои шумораи ниҳии элементҳои ба таври тасодуфӣ пайваштуда мебошад.

Мақсад ва вазифаи системаи ҳавзаӣ дарё аз он иборат аст, ки мувозинати об дар ҳар як қисми ҳавзаӣ дарё ва давраи вақти  $t$  дар асоси маълумоти зарурӣ дар бораи захираҳои оби он муайян карда шавад.

**Моделҳои унсурҳои система.** Бигзор ҳавзаӣ дарёро ҳамчун минтақаи ҳамвор ифода кунем. Пас дар қад-қади камонҳои он ҳаҷми оби ҳаракаткунанда ва дар қад-қади қуллаҳо ҷамъшавӣ об ва тақсими он дар як фосилаи даври вақт ба амал меояд [4]. Давраи додашуда ҳамчун фосилаи вақт ҳисобида мешавад:

$t$  - мавсими як моҳ,  $t \in [0, T]$ ,  $T$  - шумораи давраҳои ҳисобдорӣ мебошад.

Барои тавсифи мукаммали системаи ҳавзаӣ дарё унсурҳои зеринро баррасӣ мекунем:

- манбаи об;
- қитъаи дарё;
- иқтисоди танзимкунанда;
- ҳамбастагӣ ва шоҳоб;
- истифодабаранда ва истеъмолкунандаи об.

Моделҳои манбаъ ё чараёни об камони граф аст, ки қуллаи интихобшудаи  $i$ -ро бо қуллаи мобайни  $j$  мепайвандад (Расми 1, а). Онро бо вектори  $x_{ij} = \{x_{ij}^t\}$  ишора мекунем, ки дар инҷо  $x_{ij}^t$  - суръати чараёни манбаъ,  $i$  дар давраи  $j$ -ум аст. Қуллаҳои, ки ба онҳо камонҳои  $(i, j)$  дохил мешаванд, мувофиқи нақшаи система интихоб карда мешаванд.

Моделҳои қитъаи байни ду қуллаи ҳамсоя ва истифодабарони обро дида мебароем. Моделҳои мазкур бо камони граф ва вектори чараён мувофиқи модели  $x_{jk} = \{x_{jk}^t\}$  ( $t = 1, 2, \dots, T$ ), ки дар камони  $(j, k)$  чорӣ аст, мувофиқат мекунад. Дар ин ҷо  $x_{jk}^t$  - миқдори обе мебошад, ки аз қитъаи қуллаи  $j$  ба қуллаи  $k$  дар мудати даври  $t$  мегузарад (Расми 1, б).

Моделҳои иқтисоди танзимкунандаи қуллаи граф (Расми 1, в) бо хосиятҳои махсуси ҷамъшавии чараёни об мебошад. Барои фарқ кардани онҳо аз қуллаҳои боқимонда, қуллаҳои тақсимот ба воситаи графикаи геометрии «давра» ва қуллаҳои ҷамъшавандаро ҳамчун «секунҷа» тасвир кард. Агар дар давраҳои  $T$  баррасишаванда параметрҳои обанбор тағйир наёбанд (иқтисоди минималӣ ва максималӣ ҳаҷми обпартоӣ), он гоҳ ба ҳар як қуллаи  $k$  ду параметри скалярии  $w_k^-$  ва  $w_k^+$  мувофиқ меояд. Маҷмӯи чараёни об  $w_k^t$ , ки дар охири давраи  $t$  дар қуллаи  $k$  ҷойгир шудааст, бояд ба шартҳои  $w_k^- \leq w_k^t \leq w_k^+$  ҷавобгӯ бошад. Масалан, агар қуллаи  $k$  модели обанбор бошад, пас  $w_k^-$  - пуркуни минималии сатҳи ҳаҷми обанбор (сатҳи ҳаҷми оби истифоданашаванда),  $w_k^+$  - пуркуни максималии сатҳи ҳаҷми обанбор (сатҳи нигоҳдории муқаррарӣ) ва  $w_k^t$  - пуркунии воқеӣ мебошад  $w_k = \{w_k^t\}$ .

Моделҳои якҷояшавӣ ё ҳамбастагии нуқтаҳои шоҳоб ва тақсимшавии об ба шоҳобҳо дар қуллаи тақсими граф тасвир ёфтааст (Расми 1, г). Хусусияти асосии ин қулла сарфаи чараёни об мебошад. Суммаи чараёни об аз қад-қади камонҳои, ки ба қулла ворид мешаванд, ба суммаи чараёнҳои қад-қади камонҳои баромадӣ баробар аст. Бигзор маҷмӯи  $M_k^+$  - ададҳои камонҳои ба қулла дохилшаванда ва ададҳои камонҳои аз қуллаи  $k$  - ум бароянда, бошанд. Онгоҳ,

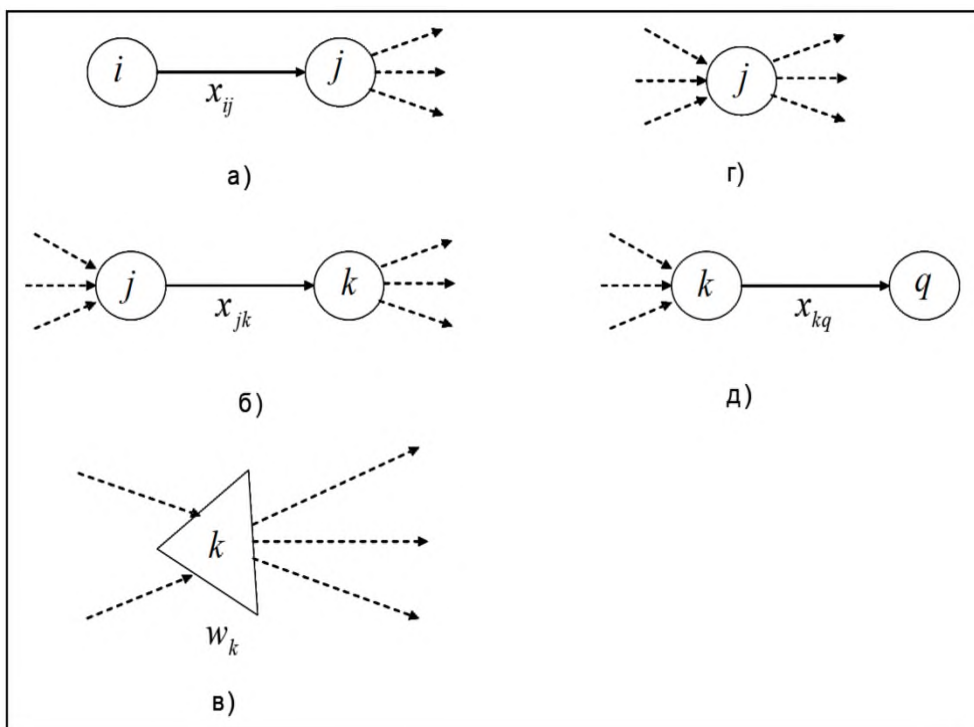
$$\sum_{(j,k) \in M_k^+} x_{jk}^t = \sum_{(k,l) \in M_k^-} x_{kl}^t \quad (1)$$

Аз он сабаб, ки дар давраҳои мавсимӣ нишондиҳандаҳои ҳавзаӣ дарё тағйирёбанда мебошанд дар ҳолати умумӣ модели (1) барои қуллаҳои ҷамъшуда қонеъкунанда намебошад. Аммо, қуллаи тақсимкунанда як ҳолати махсуси қуллаи ҷамъшаванда аст, ки он  $w_k^- = w_k^+ = 0$  бошад.

Модели истеъмолкунандаи об камони граф аст, ки аз қуллаи муайяни  $k$  (тақсим ё нигоҳдории об) бармеояд ва ба қуллаи интиҳобшудаи граф  $q$  - резиш дохил мешавад (расми 1, д).

$x_{kq} = \{x_{kq}^t\}$ , ( $t = 1, 2, \dots, T$ )- чараёни оби дар камони  $(k, q)$  ҷоришаванда бошад. Дар инҷо  $x_{kq}^t$  - миқдори обе, ки аз майдони байни қуллаҳои  $k$  ва  $q$  мегузарад ва барои давраи дууми  $t$  (дархости истеъмолкунанда дар давраи  $t$ -ум) оварда шудааст. Маҳдудиятҳоро нисбати эҳтиёҷоти оби истеъмолкунандаи  $k$ -юм ҳамчун  $u_k^- \leq x_{kq}^t \leq u_k^+$  тасвир кард, ки дар он параметрҳо метавонанд тафсири пурмазмун дошта бошанд:

$u_k^-$  ва  $u_k^+$  - мутаносибан талаботи минималӣ ва максималии оби истеъмолкунандаи  $k$ -юм дар давраи  $t$  мебошанд.

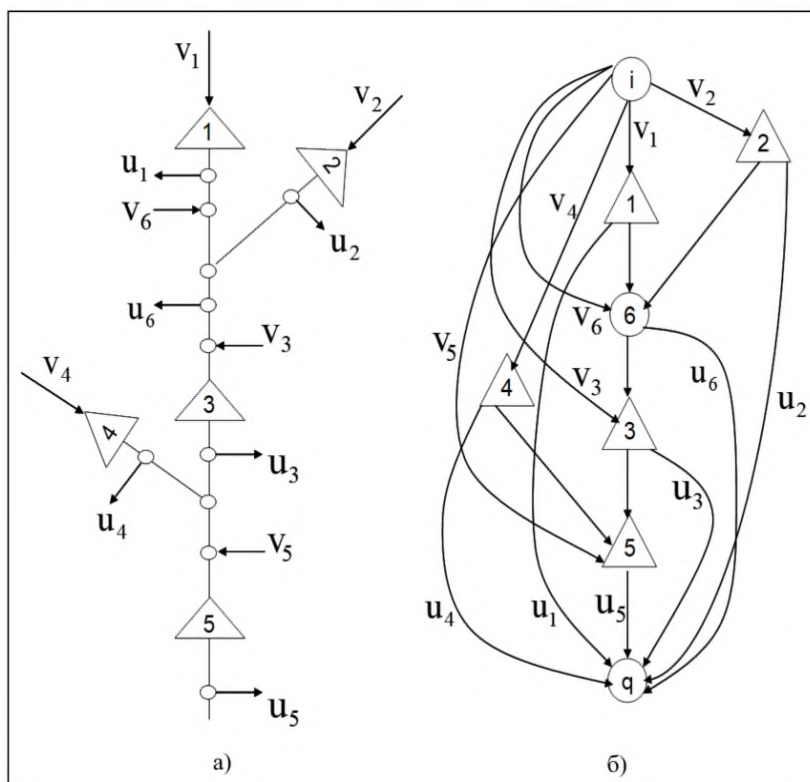


Расми 1 - Моделҳои манбаи об (а), қитъаи дарё ва истифодабарандаи об (б), иқтидори танзимкунанда (в), нуқтаи ҳамроҳшавӣ ва шохобҳо (г) ва истеъмолкунандаи об (д)

**Натиҷаҳои тадқиқот.** Ба расмият даровардани ҳавзаӣ дарё дар шакли граф. Барои тавсифи ҷойгиршавии ҷуғрофӣ объектҳои тадқиқшаванда миқдори кофии нуқтаҳоро дар минтақаҳои дарё муайян мекунем, ки онҳо метавонанд мавзёҳои иншоотҳои обӣ, ҷойҳои обгиранда ё партови обӣ ё дар ниҳоят, мавзёҳои бошанд, ки дар он мавзёҳои объектҳои тадқиқшаванда зарур аст ва тавозуни обро назорат мекунад [4]. Ин мавзё ё нуқтаҳоро  $n = 1, 2, 3, \dots, N$  рақамгузорӣ мекунем.

Маҷмӯи нуқтаҳоро бо  $\bar{N}$  ва қитъаҳои дарё, ки онҳоро мепайвандад, ҳамчун граф дар шакли дарахти якҷониба тасвир карда мешавад. Самти шохаҳои он аз рӯи самти чараён муайян карда мешавад (Расми 2). Фарз мекунем, ки ҳар як обанбор дар граф қуллаҳои ташкил медиҳад.

Графи модели  $G$  аз қуллаҳо ва камонҳо иборат аст, ки модели элементҳо аз ду қулла, яъне сарчашма -  $i$  ва резииш -  $q$  ташкил ёфтааст, ки мувофиқи нақшаи системаи ҳавзаи дарё пайвастанд. Ба сифати мисол дар расми 2 (а ва б) нақшаҳои системаи ҳавзаи дарёҳо нишон дода шудаанд. Сирдарё ба графи чараёни модели  $G$  мувофиқ мебошад. Нишондиҳандаҳои  $V_i$  - воридшавии оби табиӣ,  $U_i$  - истеъмолкунандагони об мебошанд. Аз воридшавии оби табиӣ ба обанбор (маҷрои номунтазам) бармеояд, ки маҷрои танзимшаванда низ вуҷуд дорад, ки онро обанбори дар боло ҷойгиршуда танзим мекунад (маҷрои танзимшаванда).



Расми 2 – Модели графи системаи ҳавзаи дарё (а) ва чараёни системаи обанборҳо (б)

Ҷойгиршавии нисбии қуллаҳо ва қитъаҳои ҳамшафати мавзеи дарёро дар намуди матритса нишон додан имконпазир аст [5]. Ҳар як қуллаи  $k$  ҳамеша метавонад бо маҷмӯи қуллаҳои дар боло ҷойгиршудаи  $\bar{N}_k^+$  ва маҷмӯи қуллаҳои дар зери он будаи  $\bar{N}_k^-$  (дар ҳарду ҳолат, аз ҷумла худ қуллаи  $k$  -ум) алоқаманд бошад.

Ҳар як камони  $(j, k) \in R$  дар графи  $x_{jk} = \{x_{jk}^t\}$  ( $t = 1, 2, \dots, T$ ) бо он алоқаманд аст, ки дар он  $x_{jk}^t$  - миқдори обе, ки аз минтақаи байни қуллаҳои  $j$  ва  $k$  дар даври  $t$ -уми вақт мегузарад. Ба ҳар як қуллаи ҷамъшавандаи  $k \in N$  ду параметри скалярӣ  $w_k^-$  ва  $w_k^+$ , инчунин миқдори чараёни  $w_k^t$ , ки дар охири даври  $t$  дар қуллаи  $k$  ҷойгир шудааст, мувофиқ қарда мешавад ( $t = 1, 2, \dots, T$ ).

**Муайян кардани мувозинати об дар граф.** Системаи идоракунии об аз шумораи маҳдуди шохобҳо, обанборҳо, қитъаҳои байнисарҳадӣ, нуқтаҳои ҳамроҳшавӣ ва истеъмолкунандагони об вобаста аст.

Бигзор графи ниҳии  $G = (P, R)$  бошад [6], ки дар он маҷмӯи қуллаҳои  $P$  ва маҷмӯи камонҳои  $R$  ва ду қуллаи ( $s$  ва  $q$ ) муайян қарда шаванд, ки мутаносибан сарчашма ва маҷрои об номида мешаванд. Маҷмӯи қуллаҳои боқимондаи граф ба ду зергурӯҳи  $N$  ва  $M$  мутаносибан қуллаҳои «нигоҳдорӣ» ва «тақсимкунии об» тақсим мешаванд.

Тавозуни об дар графи додашудаи  $G$  маҷмӯи векторҳои  $x_{jk} = \{x_{jk}^t\} \quad (j, k) \in R \quad (t = 1, 2, \dots, T)$  ва  $w_k = \{w_k^t\} \quad (k \in N, t = 1, 2, \dots, 3)$ , муодилаҳои хаттӣ ва нобаробариҳои қонеъкунанда мебошад:

$$\sum_{(j,k) \in R} x_{jk}^t - \sum_{(k,l) \in R} x_{kl}^t = \begin{cases} 0, & k \in M \\ w_k^t - w_k^{t-1}, & k \in N \end{cases} \quad (t = 1, 2, \dots, T), \quad (2)$$

$$w_k^- \leq w_k \leq w_k^+ \quad (3)$$

Моделҳои (1) ҳолати хусусии (2) буда, бо ёрии системаҳои муодилаҳои (1), (2) ва нобаробари (3) системаи ҳавзаии дарёро дар шакли графи равонашуда (расми 2 а ва б) пурра тасвир мекунад.

**Хулоса.** Бо истифода аз модели графи системаи ҳавзаии дарё ва ҷараёни системаи обанборҳои истифодабарандагон метавонанд ҳолатҳои гуногуни истифодаи об, тақсими байни истеъмолкунандагони об ва истифодабарандагони обро таъмин намуда, инчунин тавозуни обро дар қитъаҳои интихобшудаи дарёи байнисарҳадӣ муайян кунанд.

Натиҷаҳои модел имкон медиҳанд, ки самаранокии қабули қарорҳо дар ҳавзаҳои дарёҳои байнисарҳадӣ ва таҳлили сценарияҳои гуногуни истифодаи захираҳои об дар минтақа зиёд карда шавад. Ҳамин тавр, ҷараёни системаи обанборҳо бо назарияи граф тасвир намудани объектҳои оби ҳавзаии дарё на камтар аз се марҳиларо дар бар мегиранд: муайян намудани модели элементҳои система (*мувофиқати як ба яки элементҳои система бо унсурҳои асосии назарияи графҳо*); эквивалентии ҳавзаии дарё (*намояндагии системаи ҳавзаии дарё дар шакли қул्लाҳо ва камонҳо*) ва муайян намудани модели мувозинати оби системаи ҳавзаии дарё.

Муқаррир: Ҳасанов Ҷ.Р. – н.и.т., мудири кафедраи ЭваШШП, ДЭПШ.

### Адабиёт

1. Берж К. Теория графов. М., Изд-во иностр. ит., -1962. -234 с.
2. Мусинов А.С. Идоракунии захираҳои оби дарёҳои байни сарҳадӣ / А.С. Мусинов // Пайёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. -2020. -№3. - С. 34-39.
3. Мусинов А.С. Ҳисоб ва қоидаҳои идоракунии қатори обанборҳои дарёҳои байнисарҳадӣ / А.С. Мусинов, С.А. Асроров // Пайёми Донишгоҳи технологияи Тоҷикистон. -2022. - № 2(49). - С.140-147.
4. Мусинов А.С. Истифодаи оқилонаи захираҳои обию энергетикӣ / А.С. Мусинов, Ш. Давлатбеква, М. А. Тоирова // Маводи конференсияи илмӣ-амалии байналмилалӣ «Нақши технологияҳои иттилоотӣ коммуникатсионӣ дар рушди инноватсионӣ ҚТ», 17-18 ноябри соли 2017. Донишгоҳи технологияи Тоҷикистон. - 2017. - С. 132-137.
5. Мусинов А.С. Тақсими захираҳои оби дар ҳавзаии дарёҳои байнисарҳадӣ бо истифодабарии моделсозии компютерӣ / А.С. Мусинов // Паёми политехникӣ. Бахши интеллект, инноватсия, инвеститсия. - 2023. -№1(61). - С.55-60
6. Наврузов С.Т. Математические модели управления водными ресурсами трансграничных рек (на примере Центральной Азии). - Душанбе, 2010. Дониш, - 243с.
7. Хранович И.Л. Управление водными ресурсами. Поточковые модели. – М.: Научный мир, -2001. -295 с.

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

TJ	RU	EN
Мусинов Абдуали Сайвалиевич	Мусинов Абдуали Сайвалиевич	Musinov Abduali Saivaliyevich
н.и.и, дотсент	к.э.н, доцент	Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Донишгоҳи техники Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ.	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими.	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi.
musinovabduali@gmail.com		



УДК 621.38

## СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОЙ ПЛАТФОРМЫ PROTEUS

Р.М. Бандишоева, М.А. Бадалова, Абдукарими А.

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими, г. Душанбе, Таджикистан

В данной статье представлены общие сведения о программном продукте Proteus, акцентируя на процессе создания электрической принципиальной схемы с использованием редактора ISIS. Рассмотрены ключевые этапы, включая размещение компонентов на схеме и их последующее соединение. Программы моделирования играют важную роль в области электроники, предоставляя возможность разработать виртуальную модель любого электронного устройства и провести анализ для достижения желаемых результатов. Успешная реализация виртуального моделирования в лабораторных условиях позволяет создать экспериментальный образец электронного устройства, результаты которого сравниваются с результатами, полученными виртуальным моделированием, с использованием реальных измерительных приборов.

**Ключевые слова:** электрическая и принципиальная схема, печатная плата, PCB, 3D-вид, редактор.

## СОХТАНИ СХЕМАИ ЭЛЕКТРИКӢ ВА ПРИНЦИПАЛӢ ДАР МУҲИТИ PROTEUS

Р.М. Бандишоева, М.А. Бадалова, Абдукарими А.

Дар мақола маълумоти умумӣ дар бораи бастан барномавии Proteus оварда шудааст. Дикқати асосӣ ба раванди сохтани схемаи электрикӣ-принципалӣ бо истифода аз муҳаррири ISIS дода шудааст. Инчунин қадамҳои муҳим ба монанди ҷойгиркунии ҷузъҳо дар схема ва пайвасти минбаъдаи онҳо баррасӣ карда мешаванд. Дар соҳаи электроника, барномаҳои симулятсия нақши муҳим мебозанд. Пеш аз таҳияи ҳар як дастгоҳи электронӣ мо бо истифода аз барномаҳои махсус модели виртуалӣ онро таҳия мекунем ва барои ба даст овардани натиҷаҳои дилхоҳ таҳлил мекунем. Пас аз татбиқи бомуваффақияти моделсозии виртуалӣ дар шароити озмоишӣ, намунаи таҷрибавии дастгоҳи электронӣ таҳия карда мешавад. Натиҷаҳо бо истифода аз асбобҳои ченкунии воқеӣ ба даст оварда мешаванд ва бо натиҷаҳои, ки дар симулятсияи виртуалӣ ба даст оварда шудаанд, муқоиса карда мешаванд.

**Калидвожаҳо:** схемаи электрикӣ-принципалӣ, тахтаи микросхемаи ҷопӣ, PCB, намууди 3D, муҳаррир.

## CREATE SCHEMATIC AND ELECTRICAL DIAGRAM IN THE PROTEUS

R.M. Bandishoeva, M.A. Badalova, Abdugarimi A.

This article provides general information about the Proteus software package. The main emphasis is on the process of creating an electrical circuit diagram using the ISIS editor. Important steps such as placing components on the diagram and their subsequent connection are considered. In the field of electronics, simulation programs play an important role. Before developing any electronic device, we create a virtual model of it using special programs and carry out analysis to obtain the desired results. After successful implementation of virtual simulation in laboratory conditions, an experimental sample of an electronic device is created. The results are obtained using real measuring instruments and compared with the results obtained by virtual simulation.

**Keywords:** electrical and circuit diagram, printed circuit board, PCB, 3D view, editor.

**Введение.** В наши дни разработку электронных устройств невозможно представить без использования специализированных компьютерных программ. Они стали неотъемлемой частью этого процесса и заметно упростили его выполнение, обеспечивая более эффективные и точные результаты. Программы, применяемые для разработки электронных устройств, охватывают широкий спектр функциональности и доступных возможностей. В зависимости от требований и особенностей конкретного устройства, используются разнообразные виды программных инструментов. Процесс разработки начинается с создания принципиальной схемы устройства, которая становится основой для последующего анализа и разработки.

Анализ устройства с помощью виртуальных инструментов является важным этапом проекта. Это позволяет оценить эффективность, точность и соответствие техническим характеристикам. В зависимости от типа устройства могут использоваться различные виртуальные инструменты для анализа. Например, симуляция работы схемы, моделирование электромагнитных полей, оценка электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и другие. Они позволяют детально изучить и исправить возможные проблемы или ошибки на стадии разработки. Таким образом, компьютерные программы являются неотъемлемой частью процесса разработки электронных устройств.

Применение виртуальных инструментов позволяет разрабатывать более эффективные и надежные устройства, отвечающие современным стандартам и требованиям. В пакет Proteus входят редакторы ISIS и ARES [1]. ISIS используется для проектирования принципиальных электрических схем, ARES в свою очередь для 2х и 3х мерного проектирования печатных плат и генерации проектно-конструкторской документации для производства (рисунок 1) [2].

Теперь рассмотрим этапы разработки простой схемы управления двигателя постоянного тока с использованием программы Proteus [3]. Вначале необходимо создать электронную схему устройства и, проанализировав ее с помощью измерительных приборов, достичь желаемого результата. Рекомендуется использовать как можно больше существующих и многоцелевых компонентов при

создании электронной схемы [4-6]. Такой подход связан с тем, что использование устаревших или произведенных комплектующих не позволяет достичь ожидаемого результата. Наиболее распространенные компоненты, которые чаще используются на электронной схеме, представлены на рисунке 2.

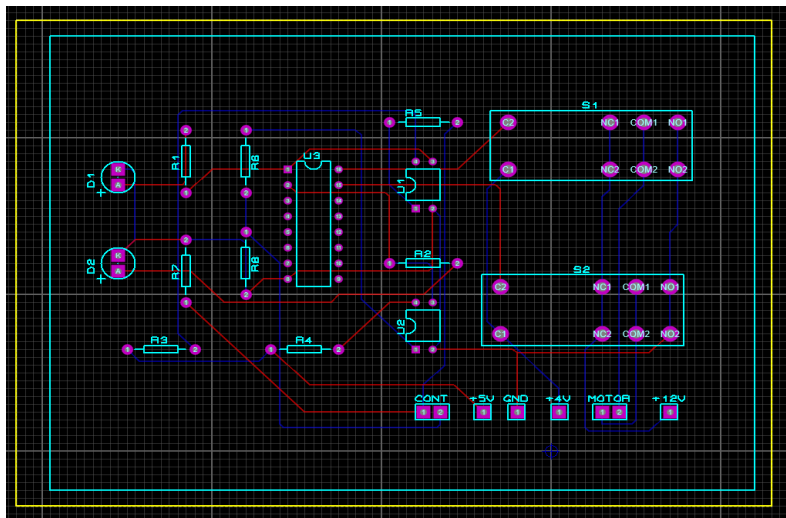


Рисунок 1 - Разводка печатной платы

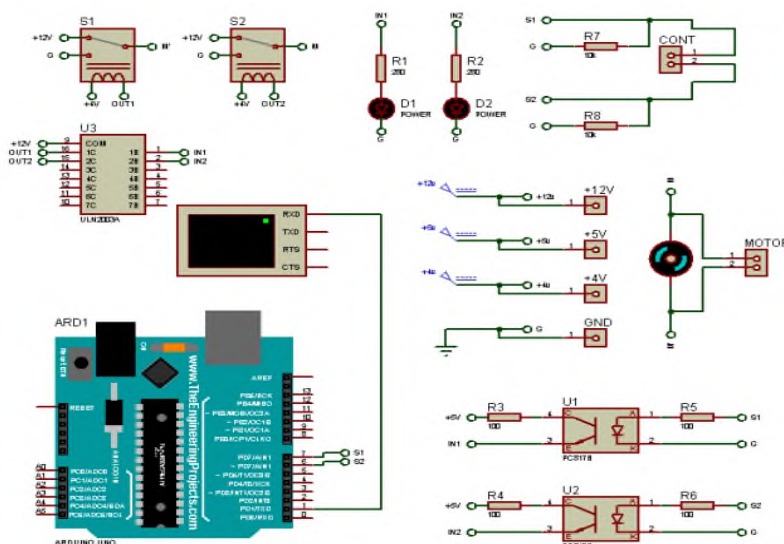


Рисунок 2 - Электрическая принципиальная схема

Проектирование печатных плат начинается с разработки принципиальных схем в редакторе ISIS. На рабочем поле принципиальной схемы размещаются необходимые элементы, настраиваются их свойства, прорисовываются соединения и прописываются пояснительные надписи.

Система предоставляет возможность начать проектирование с чистого листа либо с помощью "Мастер нового проекта". Мастер, проводит опрос относительно проектируемой схемы и предлагает предварительное решение с набором компонентов и соединений. Система располагает обширной библиотекой компонентов, и системой поиска. Поиск можно производить как наглядно по условным знакам, так и по названиям компонентов.

Система предоставляет возможность вывода результатов проектирования на печать. Вывести на печать можно весь проект целиком, по листам, либо только выделенную часть (рисунок 3).

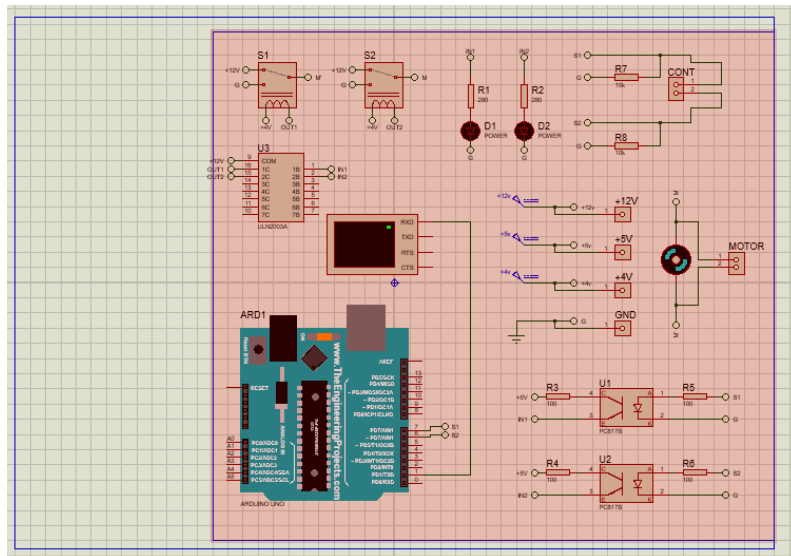


Рисунок 3 - Предназначенная область чертежа для печати

При переходе в режим печати, открывается окно "Print Design" (рисунок 4), который предоставляет возможность выбора режимов печати и предпечатной подготовки. Также из этого окна, результат можно сохранить в графическом файле (рисунок 5).

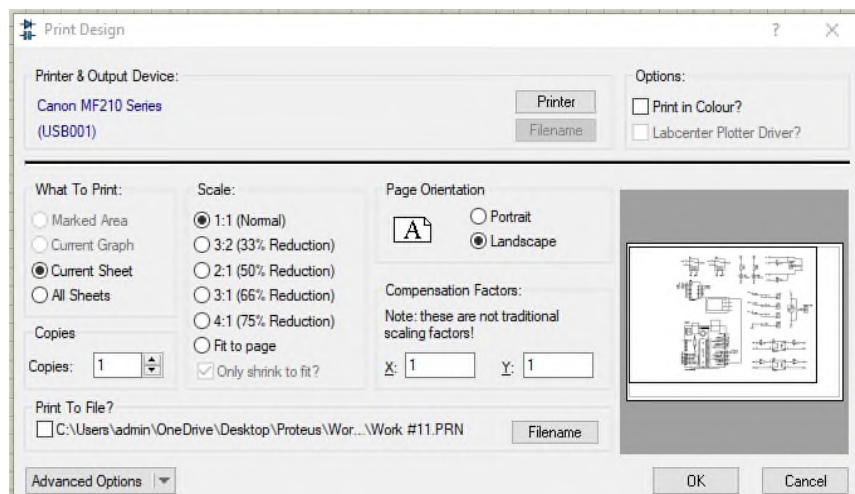


Рисунок 4 - Окно Print Design

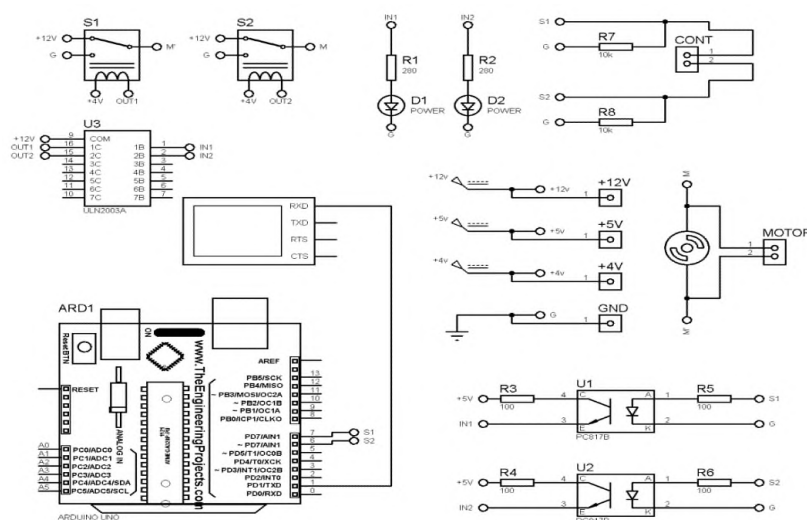


Рисунок 5 - Результат печати чертежа в файл

**Заключение.** Proteus — современное программное обеспечение для компьютерного моделирования с многочисленными электронными компонентами и контрольно-измерительными приборами. Широкие возможности программного обеспечения в процессе моделирования, позволяют пользователю проверить соответствие разрабатываемого устройства требованиям технического задания, используя виртуальные компоненты с характеристиками, соответствующими их физическими прототипам. Основные возможности ПО включают, проектирование принципиальных схем, моделирование аналоговых и цифровых процессов, дизайн печатных плат, а также дополнение компонентных библиотек. Данное ПО может быть полезным, как для радиолюбителей и начинающих инженеров для изучения основ радиоэлектроники, так и для профессионалов и инженеров с многолетним опытом, разрабатывающих сложные технологические электронные схемы.

*Рецензент: Хасанов Дж.Р. – к.т.н., заведующий кафедрой ЭиШЭП, ПЭУЭП.*

### Литература

1. ISIS Help. Labcenter Electronics, 2014.: <https://www.labcenter.com>
2. Максимов Алексей. Система виртуального моделирования схем PROTEUS VSM. Москва - 2006. – 26 с.
3. Абдукарим А., Холов Ш.Ё. Разработка системы и внедрение электроразрядных устройств для электротранспортных средств. Политехнический вестник. Серия Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2023. -№2 (62). - С. 17-21. УДК 621.311.61.
4. Proteus Arduino. Установка дополнительных библиотек ARDUINO ESP8266 NodeMCU.: <http://arduino-kid.ru/blog/proteus-arduino-ustanovka-dopolnitelnykh-bibliotek-arduino-esp8266-nodemcu>.
5. Илюхин А.В. Логические автоматы. Булева алгебра как математическая система: учеб. пособие / А.В. Илюхин; МАДИ ГТУ. – М., 2001. – 63 с.
6. Thomann M.; Popescu F. Estimating the effect of domestic load and renewable supply variability on battery capacity requirements for decentralized microgrids. Procedia Computer Science, 2014, vol. 32, pp. 715–722.

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

TJ	RU	EN
Бандишоева Рисолат Мирзошоевна	Бандишоева Рисолат Мирзошоевна	Bandishoeva Risolat Mirzoshoevna
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент	candidate of engineering sciences, Assistant 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.
<a href="mailto:risolatbm@gmail.com">risolatbm@gmail.com</a>		
TJ	RU	EN
Бадалова Мамлакат Абдухайровна	Бадалова Мамлакат Абдухайровна	Badalova Mamlakat Abdukhayrovna
н.и.т., и.в. дотсент	к.т.н., и.о. доцента	candidate of engineering 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.
<a href="mailto:bmamlakat@mail.ru">bmamlakat@mail.ru</a>		
TJ	RU	EN
Абдукарими Абдуҳалимзода	Абдукарими Абдуҳалимзода	Abdukarimi Abduhalimzoda
Ассистент	Ассистент	Assistant
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ.	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими.	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi.
<a href="mailto:inkriment@gmail.com">inkriment@gmail.com</a>		

УДК 519.6:504.6(072)

## МОДЕЛИ МАТЕМАТИКИ И ФЛОСШАВИИ ҲАВОИ АТМОСФЕРА АЗ ТЎФОНЧАНГҶО (ДАР МИСОЛИ ШАҲРҶОИ ДУШАНБЕ, ТУРСУНЗОДА, БОХТАР ВА ЁВОН)

**Н.М. Қурбонова, С.Х. Мирзоев**

Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Мақола ба масъалаи таҳия ва тадқиқи модели математикӣ оид ба тӯфончангҷо ва паёмади онҳо дар шаҳрҳои Душанбе, Турсунзода, Бохтар ва Ёвон бахшида шудааст. Масъалаи омӯзиши мониторинг, пешгӯи ва баҳоидиҳии ифлосшавии ҳаво дар ҳама мамлакатҳо яке аз масъалаҳои мубрам ба ҳисоб меравад.

Атмосфераи замин системаи хеле мураккаб буда, дар як маврид ба он як қатор равандҳои физикӣ ва кимиёвӣ ворид мешаванд, ки омӯхтани он хеле мушкил мегардад. Таҳлилҳо нишон медиҳанд, ки агар дар замони Шуравӣ соли 10 маротиба тӯфончангҷо такрор мешуданд, ҳоло бошад на кам аз 35 маротиба дар як сол ба қайд гирифта мешаванд. Ин бошад боиси вайрон гардидани нормаҳои муқараргардидаи санитарӣ дар Ҷумҳури Тоҷикистон мегардад. Дар мақола маълумоти мушахасс доир ба чор манбаи асосие, ки ба ҷумҳурии мо тӯфончангҷо омада мерасанд ва сабаби ифлосшавии ҳаво мегардад, маълумоти зарурӣ пешниҳод шудааст.

Модели концептуалӣ чор омил асосиро дар бар мегирад: ҳарорати ҳаво, суръати шамол, самти шамол ва вазни чанги дар масоҳати муайяншуда ҷамъовари шуда. Дар асоси омилҳои овардашуда бо истифода аз муодилаи дифференсиалӣ модели математикӣ сохта шудааст. Модели математикӣ сохтанишуда бо методҳои тақрибии Эйлер дар забони барномасозии C++ барнома сохта шудааст, ки он имкон медиҳад дар қулоқтарин вақт миқдори умумии чангҳои афтидаро дар минтақаи Душанбе, Турсунзода, Бохтар ва Ёвон ҳисоб менамояд. Натиҷаи барномаи сохтанишуда дар намуди ҷадвали оварда шудааст. Натиҷаҳои ба даст омада дар шакли графикӣ низ тасвир карда шудааст. Маълумот ва натиҷаҳои гирифташуда имкон медиҳанд, ки ифлосшавии ҳавои ин минтақаҳои саноатии кишварамон пешгӯӣ гардад ва барои бартараф кардани он чораҳо андешида шавад.

**Калидвожаҳо:** атмосфера, суръати шамол, самти шамол, дастаи барнома, модели концептуалӣ, моддаҳои заранок, қабати атмосфера, массаи чанг, тӯфончангҷо, манбаъ.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПЫЛЬНЫМИ БУРЯМИ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДОВ ДУШАНБЕ, ТУРСУНЗАДЕ, БОХТАР И ЯВАН)

**Н.М. Қурбонова, С.Х. Мирзоев**

Статья посвящена проблеме разработки и исследования математической модели загрязнения атмосферного воздуха пыльными бурями и их последствий в городах Душанбе, Турсунзаде, Бохтар и Яван. Проблема изучения мониторинга, прогнозирования и оценки загрязнения воздуха является одной из наиболее актуальных во всех странах мира.

Атмосфера Земли — очень сложная система и в ней одновременно протекает ряд физических и химических процессов, что очень затрудняет ее изучение. Анализы показывают, что если в советское время смерчи повторялись 10 раз в год, то сейчас они регистрируются не менее 35 раз в год. Это приводит к нарушению установленных санитарных норм в Республике Таджикистан. В статье приведены конкретные сведения о четырех основных источниках пыльных бурь в нашей стране и причинах загрязнения воздуха. Концептуальная модель включает в себя четыре основных фактора: температуру воздуха, скорость ветра, направление ветра и вес пыли, собранной на определенной территории. На основе данных факторов была создана математическая модель с использованием дифференциального уравнения.

Созданная математическая модель создана с использованием метода аппроксимации Эйлера на языке программирования C++, что позволяет в кратчайшие сроки рассчитать количество пыли, выпадающей в городах Душанбе, Турсунзаде, Бохтар и Яван. Результат созданной программы представлен в табличном виде. Полученные результаты также изображаются в графической форме. Полученные данные и результаты позволяют прогнозировать загрязнение воздуха в этих промышленных зонах нашей страны и принимать меры по его ликвидации.

**Ключевые слова:** атмосфера, скорости ветра, направления ветра, программный комплекс, концептуальная модель, загрязнение, масса пыли, пылевых бурь, источник.

## A MATHEMATICAL MODEL OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION BY DUST STORMS (USING THE EXAMPLE OF THE CITIES OF DUSHANBE, TURSUNZADE, BOKHTAR AND JAVAN)

**N.M. Kurbonova, S.Kh. Mirzoev**

The article is devoted to the problem of developing and researching a mathematical model of atmospheric air pollution by dust storms and their consequences in the cities of Dushanbe, Tursunzade, Bokhtar and Javan. The problem of studying the monitoring, forecasting and assessment of air pollution is one of the most urgent in all countries of the world.

The earth's atmosphere is a very complex system, and a number of physical and chemical processes enter it in one case, which makes it very difficult to study. Analyzes show that if during the Soviet era tornadoes were repeated 10 times a year, now they are registered no less than 35 times a year. This leads to the violation of established sanitary norms in the Republic of Tajikistan. The article provides specific information on the four main sources of dust storms in our country and the cause of air pollution.

The conceptual model includes four main factors: air temperature, wind speed, wind direction and the weight of dust collected in a defined area. Based on the given factors, a mathematical model was created using the differential equation. The created mathematical model was created using the Euler approximation method in the C++ programming language, which allows to calculate the amount of dust falling in the area of Dushanbe, Tursunzade, Bokhtar and Javan in the shortest possible time. The result of the created program is presented in a tabular form. The obtained results are also depicted in graphic form. The obtained data and results allow predicting air pollution in these industrial areas of our country and taking measures to eliminate it.

**Keywords:** atmosphere, wind speeds, wind directions, software package, conceptual model, pollution, dust mass, dust storms, source.

**Муқаддима.** Ҳавои атмосфера ҷузъи муҳими табиат буда, қисми ҷудонашавандаи муҳити зисти инсон, наботот ва ҳайвонот мебошад.

Чанг яке аз намудҳои ифлоскунандаи ҳаво ба ҳисоб рафта, дар натиҷаи коркарди баъзе маҳсулоти корхонаҳои саноатӣ ва омадани тӯфончангҷо пайдо мегардад. Тӯфончангҷо падидаҳои



атмосферӣ буда, ба воситаи онҳо миқдори зиёди чангу ғубор (зарраҳои хоку қум) тавассути шамол бо баландии начандон зиёд аз сатҳи замин бардошта шуда, ба дигар минтақаҳо интиқол дода мешаванд. Дар ин маврид чангу ғубор ба ҳаво бархеста, дар як муддат бо хоку чанг масоҳати калонро рӯйпуш мекунад. Ин одатан дар ҳолати хушк ва ноустувор будани сатҳи хоки болои замин ва бо вазидани зиёда аз 10 м/с суръати шамол ба амал меояд. Сабабҳои дигари ба амал омадани тўфончангҳо ин нарасидани намӣ мебошад, ки дар натиҷа ба хушк шудани олами растаниҳо оварда мерасонад. Тўфончангҳо аксар вақт ҳангоми фаро расидани фасли тобистон дар минтақаҳои биёбон ва нимбиёбон пайдо гардида, муддати дароз дар намуди абршаклҳо боқӣ мемонанд.

Ба ақидаи экологҳо, пайдоиши тўфончангҳо аз муносибати хунукназаронаи инсон ба замин, алалхусус ба минтақаҳои хушгардида, ки боиси зиёд шудани биёбонҳо ва тағйирёбии иқлими кураи замин мегардад, ба ҳисоб меравад.

Вобаста ба маълумотҳои дар боло овардашуда, тўфончангҳо яке аз падидаҳои мудҳиши табиат ба шумор рафта, асосан аз он қисмати зиёди ҷумҳуриҳои Қазоқистон, Ўзбекистон, Қирғизистон ва Тоҷикистон зарар мебинанд. Дар Осиёи Миёна тўфончангҳо аксар вақт дар фаслҳои тобистону тирамоҳ ва баъзе мавриҳо дар зимистон низ ба амал меоянд [1].

Яке аз омили асосии ифлосшавии ҳавои минтақаҳои саноати чануби ҶТ (шаҳрҳои Душанбе, Бохтар, Турсунзода ва Ёвон) тўфончангҳо ба ҳисоб меравад. Таъри 30 соли охир миқдори тўфончангҳо дар чануби Тоҷикистон на камтар аз 20 маротиба афзоиш ёфтааст. Дар ибтидои солҳои 90-уми асри гузашта дар як сол ҳамагӣ ду ё се маротиба рӯй меоданд вале солҳои охир бошад ҳамасола то 35 ё 40 тўфончангҳо ба қайд гирифта мешавад (ниг. ба расми 1), [1].



Расми 1 – Ҳолати бақайдгирии тўфончанг дар ш. Душанбе

Аксарияти аҳоли чунин мешуморанд, ки манбаи асосии тўфончангҳо аз самти Ҷумҳурии Исломии Афғонистон бармеҳезад, бинобар ин ҳодисаи табиӣ мазкурро «борони афғонӣ» низ меноманд. Тадқиқотҳои илмӣ собит намуданд, ки тўфончангҳо аз чор манбаи асосӣ ба Ҷумҳурии Тоҷикистон омада мерасанд, [2].

Манбаи якум ин Афғонистон буда, дар натиҷаи шамолҳои саҳт, чангу ғубор ва хоку реги биёбонҳои Қандаҳори Афғонистон ва Кирмони Эронро бардошта, тақрибан дар масофаи 1000 километр аз шимол ба ҷумҳурии мо интиқол медиҳад. Асосан сокинони манотиқи чануби Ҷумҳурии Тоҷикистон, аз ҷумла пойтахти Тоҷикистон ш. Душанбе, бештар аз «борони афғонӣ» азият ва зарар мебинанд.



Расми 2 – Ҳаритаи самти тўфончанг аз Афғонистон ва Эрон

Манбаи дуюми тўфончангҳо ин баҳри Арал мебошад. Масоҳати баҳри Арал 50 сол пеш 65 ҳазор метри квадратиро ташкил медод, ҳоло бошад масоҳати он 10 баробар кам шудааст. Ба андешаи олимон, барқарор намудани ҳаҷми қаблии баҳри Арал барои обёри ва ҳавои атмосфера лозим аст, аммо имконнопазир нест. Хушк шудани баҳри Арал сабаби кам шудани набототи ҳайвонот ва

тағйирёбии иқлими тамоми Осиёи Марказӣ мегардад. Баъди хушк шудани баҳри Арал ҳарорати ҳаво дар фаслҳои зимистон 1-2 дараҷа хунок, тобистон 2-3 дараҷа гарм шуда сабаби паст шудани намӣ ва хушксолӣ дар Осиёи Миёна мегардад. Ҳар сол ба ҳисоби миёна тӯфончанғҳо ба воситаи шамол аз баҳри Арал аз 70 то 100 миллион тонна чангу ғубор ва намакро бардошта ба ҷумҳурии мо меорад. Солҳои охир таъмини оби баҳри Арал хеле кам шуда, сабаби нестшавии ҷангалу туғайзорҳо, намудҳои гуногуни паррандагон ва ширхӯрон дар экосистемаҳои Осиёи Марказӣ гардидааст, [3].



Расми 3 – Харитаи самти тӯфончанғҳо аз баҳри Арал

Манбаи сеюми тӯфончанғҳо ба Тоҷикистон ин аз биёбонҳои Сурия, Урдун ва биёбонҳои нимҷазираи Арабистон мебошад. Олимон исбот намудаанд, ки тӯфончанғҳо метавонанд ба воситаи шамол панҷ километр аз сатҳи замин боло бардошта шуда, аз ин баландӣ бо суръати тези шамол ба ҳаргуна минтақа аз он ҷумла Тоҷикистон омада мерасанд, [3].



Расми 4 – Харитаи самти тӯфончанғҳо аз Ироқ, Урдун, Сурия ва биёбонҳои нимҷазираи Араб

Сарчашмаи чаҳоруми тӯфончанғҳо аз соҳилҳои Ливия ва Миср аст, ки ба Осиёи Марказӣ мерасанд, [3].





Расми 5 – Харитаи самти тӯфончангҳо аз соҳилҳои Ливия ва Миср

Бояд қайд кард, ки тӯфончангҳо на танҳо барои саломати инсон, балки барои олами ҳайвонот, растаниҳо ва инфрасохтор низ хатарнок буда метавонад. Дар асоси манбаҳои овардашуда, асосан аз тӯфончангҳо бештари манотиқи ҷануби Тоҷикистон ва шаҳри Душанбе зарар мебинанд. Тӯфончангҳо дар ҳавои ш. Душанбе дарозмуддат меистанд, ки сабабаш дар шимолу шарқи шаҳр ҷойгир будани қаторкӯҳҳо ва кам вазидани шамол мебошад. Сабаби дигари ифлосшавии ҳавои атмосфера дар он аст, ки дар тӯли 30 соли охир баъд аз пайдо шудани тӯфончангҳо боридани борон ба мушоҳида намерасад ва ин боиси ифлосшавии ҳаво ва тағйирёбии иқлими минтақа мегардад. Зарари дигари тӯфончангҳо ин об шудани пирияхҳо дар кишварҳои болооби – Тоҷикистон ва Қирғизистон мегардад. Дар солҳои охир зиёд шудани тӯфончангҳо сабаби аз байн рафтани тақрибан 25-30 дарсади тамоми пирияхҳо Тоҷикистон гардида ва ин раванд пайваста идома дорад, [4-5].

### Моделҳои математикии ифлосшавии ҳавои атмосфера аз тӯфончангҳо (дар мисоли шаҳрҳои Душанбе, Бохтар, Турсунзода ва Ёвон)

**Душанбе** пойтахти Ҷумҳурии Тоҷикистон буда, координатҳои зерини ҷуғрофиро доро мебошад:  $V=38$  дараҷа  $32'08''$  дақиқаи арзи шимолӣ,  $L=68^{\circ} 46'44''$  тули шарқӣ, дар баландии аз сатҳи баҳр 767 м ва масоҳати шаҳр 124 км<sup>2</sup>. Аҳолии шаҳри Душанбе ҳудуди 1,5 миллион нафарро ташкил медиҳад. Манбаҳои асосии ифлосшавии ҳавои атмосфераи шаҳри Душанбе инҳоянд: тӯфончангҳо, корхонаҳои саноатӣ, корхонаҳои металлургӣ, сементбарорӣ, воситаҳои нақлиёт ва инчунин нерӯгоҳҳои ҳароратӣ, ки бо ангишт кор мекунанд [2].

**Бохтар** (*Қургонтеппа*) маркази маъмурии вилояти Хатлон буда, дар ҷанубу ғарбии Тоҷикистон ҷойгир аст. Шаҳри Бохтар дар баландии 428 м аз сатҳи баҳр ҷойгир буда, аҳолии он 126 700 нафар буда, масоҳаташ 26.00 км<sup>2</sup> аз ҳисоби шумораи аҳоли сеюмин шаҳри калонтарини Тоҷикистон ба ҳисоб меравад. Шаҳри Бохтар дар координатаҳои ҷуғрофии  $37^{\circ}50'11''$  арзи шимолӣ ва  $68^{\circ}46'49''$  тулуи шарқӣ ҷойгир аст. Ш.Бохтар иқлими нимхушк дошта, зимистонаш нимсард ва тобистонаш хеле гарм аст. Боришот хеле кам буда, аслан боришоти зиёд дар фасли баҳор ба қайд гирифта мешавад [2].

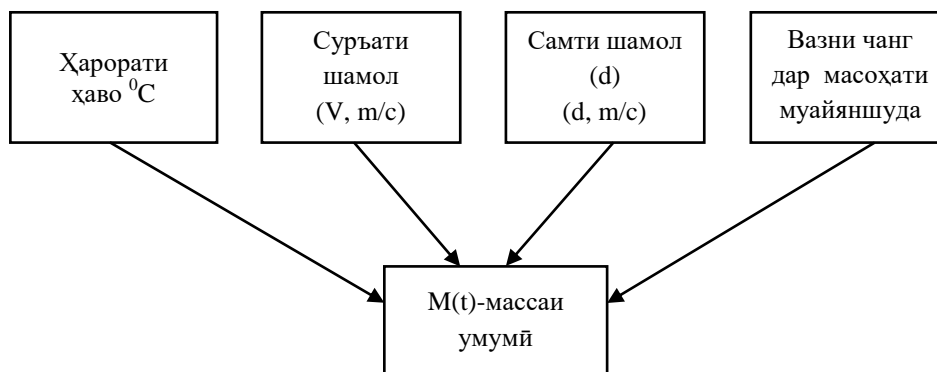
**Турсунзода.** Иқлими шаҳри Турсунзода намноки муътадил мебошад. Боришоти аз ҳама бештар зиёд дар моҳҳои март, апрел, феврал ба қайд гирифта мешавад. Ҳарорати миёнаи солна дар ш.Турсунзода 22 дараҷа буда, моҳи аз ҳама гармтарин июл ба ҳисоб меравад, ки ҳарорати миёнаи он то ба 35°C, мерасад. Одатан моҳи январ – назар ба дигар моҳҳо хунуктар мебошад. Аҳолии ноҳия 325,4 ҳазор буда, масоҳаташ 1200 км<sup>2</sup> мебошад. [2].

Корхонаи коркарди алюминий Талко-и ш.Турсунзода яке аз корхонаҳои калонтарин дар миқёси Осиёи Миёна ба шумор меравад, ки ҳангоми кор газҳои зиёдеро ихроҷ намуда ба ҳаво мепартояд [2].

**Ёвон** яке аз ноҳияҳои вилояти Хатлони Ҷумҳурии Тоҷикистон буда, маркази маъмурияш шаҳри Ёвон мебошад. Аҳолии ноҳия 198,5 ҳазор буда, масоҳаташ 976,2 км<sup>2</sup> мебошад. Айни замон ноҳияи Ёвон мисли давраи Шӯравӣ яке аз ноҳияҳои тараққикардаи саноатии ҷумҳурӣ ба ҳисоб рафта, як қатор корхонаҳои бузурги саноатӣ ба монанди корхонаи сементбарорӣ «Ғаюр», корхонаи нассочии «Хима текстил» ва ғайраҳо фаъолият менамоянд [2].

Мониторинги атмосфера гуфта системаи мушоҳидавии ҳолати ҳавои атмосфераро меноманд, ки ифлосшавии ҳаворо вобаста аз ҳодисаҳои табиӣ ва ғайритабиӣ пешгӯӣ менамояд. Сатҳи ифлосшавӣ, паҳншавӣ ва интиқоли моддаҳои зараровар ба атмосфера аз тарафи олимони варзидаи ватанӣ ва хориҷӣ М. Обухов, В.В. Кудряшов, Ю.В. Шувалов, Е.Н. Чемезов, М.Т. Осодоев, А. Божедонов, Н.З.Битколов, С.Б. Романченко, Н. Пирамидина, К.Лебежки, Р.Уайтлоу-Грей, Кибел И.А., Абдуллоев С. ва шогирдони онҳо мавриди омӯзиш ва коркард қарор гирифтаанд.

Барои муайян намудани динамикаи ифлосшавии ҳавои атмосфераи минтақаҳои саноатии ҶТ аз тӯфончангҳо, сохтани модели концептуалӣ ва дар асоси он навиштани модели математикӣ зарур аст. Модели концептуалии раванди ифлосшавии ҳаво аз тӯфончангҳо дар минтақаҳои саноатии ҶТ дар расми 2 оварда шудааст.



Расми 6 – Модели концептуалии раванди ифлосшавии ҳавои атмосфера аз тӯфончангҳо

Қиматҳои  $G(x,t)$ -ро, ки ба соҳаи  $D$  ( $D$  - фазои дученака) таалуқ дорад, дохил менамоем. Дар ин ҷо  $G$  росткунҷае мебошад, ки дар муддати вақт ( $t$ ) вазни муайяни зарраҳои чангу ғубор чамъовари карда мешавад ва ин вазнро бо  $m_g(t)$  ишора менамоем. Қимати  $m_g(t)$  бо формулаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$m_g(t) = v \cdot t \cdot m,$$

$$m = \frac{m_g(t)}{v \cdot t}.$$

Дар асоси ишораҳои боло муодилаи ҳисобкунии вазни умумии чангу ғуборро дар масоҳати шаҳр менависем:

$$M(t) = \frac{S_0}{G} \cdot m_g(t) \quad (1)$$

дар ин ҷо

$M(t)$ - массаи умумии чанг,

$S_0$  - масоҳати умумии шаҳр,

$G$  – масоҳати майдони интихобшуда,

$m_g(t)$  - массаи чанге, ки дар муддати муайяни  $t$  чамъовари карда шудааст,

$v$  - суръати шамол.

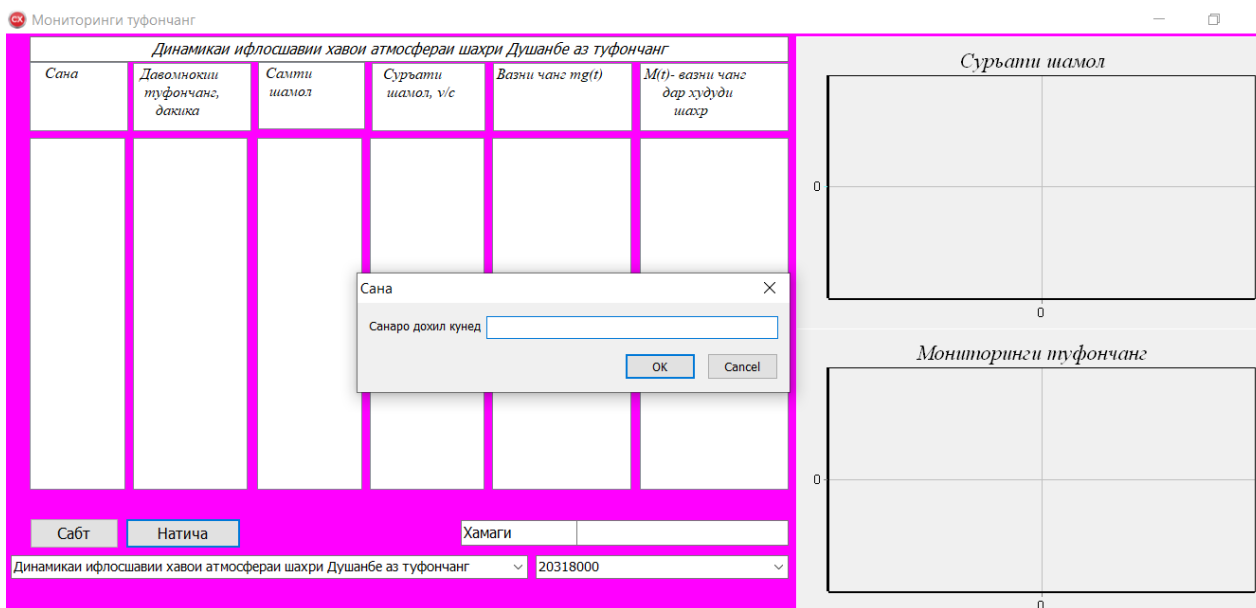
Суръати шамол яке аз параметрҳои муҳими атмосфера буда, он дар истгоҳҳои обуҳавосанҷӣ мушоҳида ва баҳодиҳӣ карда мешавад. Суръати саҳти шамол сабаби паҳн шудани чангу ғубор ва дигар моддаҳои зарароваре мешаванд, ки аз тарафи корхонаҳои саноатӣ ва нақлиёти автомобилӣ ба ҳаво партофта мешаванд. Аз ин лиҳоз дар қадвали зер суръати солони шамол дар шаҳрҳои саноатии ҶТ (Душанбе, Бохтар, Турсунзода ва Ёвон) оварда шудааст [2].

Чадвали 1 – Тағйирёбии солонаи суръати шамол дар шаҳрҳои саноатии ҶТ (Душанбе, Бохтар, Турсунзода ва Ёвон)

Номи шаҳрҳои саноатӣ	Моҳҳо												Ба ҳисоби миёна м/с
	январ	феврал	март	апрел	май	июн	июл	август	сентябр	октябр	ноябр	декабр	
Душанбе	2.6	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1	1.9	1.8	1.6	1.6	1.5	2.9	1.95
Бохтар	2	2.5	2.2	1-2	1.5	1.1	0.9	0.8	1.3	1.8	2	2.4	1.7
Турсунзода	2.5	2.8	2.6	2.2	2	2.1	2.1	2	1.9	1.9	2	2.1	2.2
Ёвон	2.6	2.5	2.6	2	2.3	2.3	2.2	2.1	1.9	2.1	2.2	2.4	2.08

### Дасти барномаи амалӣ барои пешгуӣи динамикаи ҳавои ш. Душанбе аз тӯфончангҳо

Дар асоси алгоритми ҳалли масъалаи (1) ва модели концептуалӣ (расми 6) барномаи компютерӣ дар забони барномасозии C++ Builder навишта шудааст, ки динамикаи ифлосшавии ҳавои атмосфераи минтақаҳои саноатии ҷанубии ҶТ-ро ҳангоми омадани тӯфончангҳо ҳисоб менамояд. Дасти барнома бо истифода аз файли иҷрошавандаи chang.exe рӯи кор омада, равшанаи асосии он фаъл мегардад (расми 7):



Расми 7 – Равшанаи асосии барнома

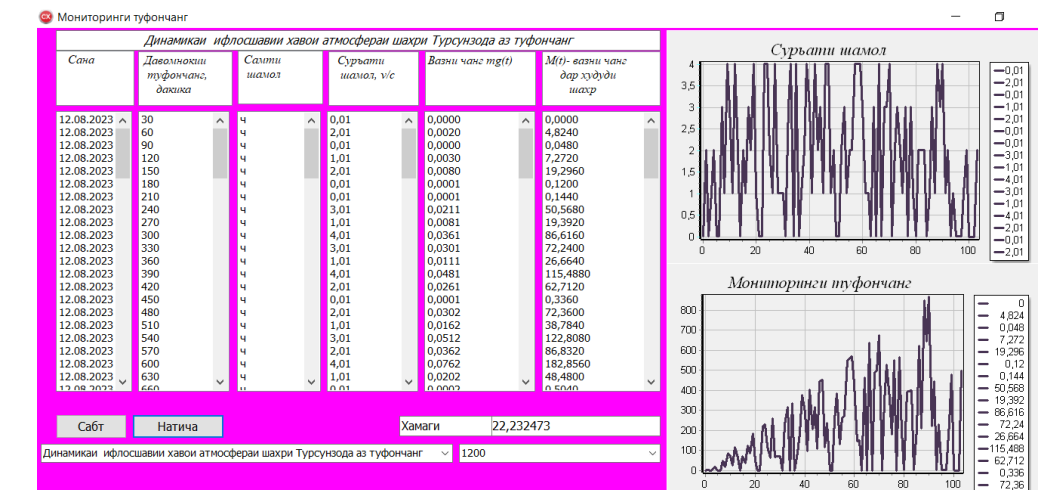
Натиҷаи ҳисобкунӣ бо интихоби номи шаҳр, масоҳати шаҳр ва паҳши тугмаи "Натиҷа" ба амал омада, натиҷа дар сутунҳои ҷадвал пайдо мегардад (расми 8).



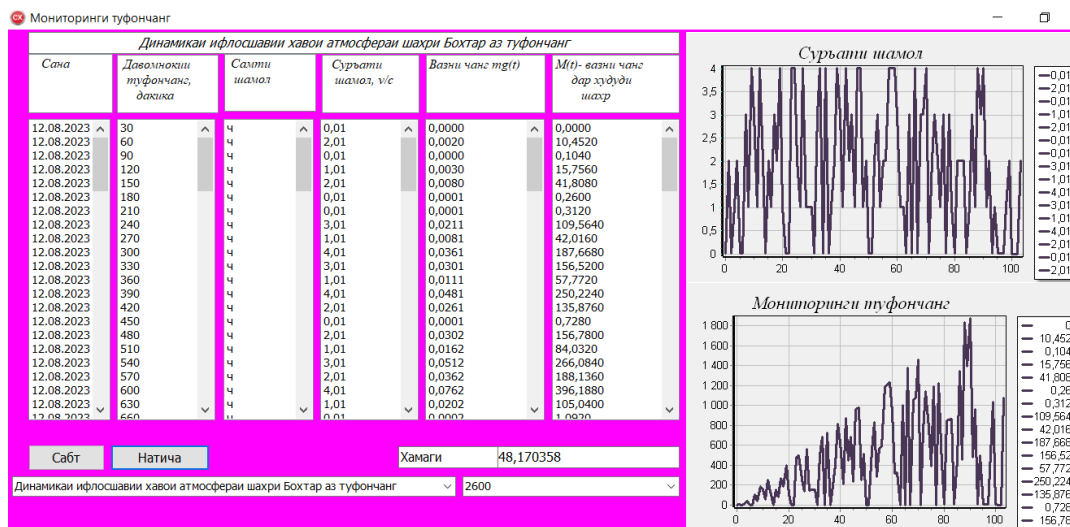


Расми 8 – Натиҷаи барнома барои тўфончанг.

Натиҷаи барнома барои тўфончанге, ки санаи 08.12.2023 то 12.12.2023 (чангҳои андозаи 10мкр(Pm-10) и 2,5 мкр(Pm-2,5)) дар ш.Душанбе ба амал омада буда, дар ҷадвали 2.оварда шудааст.



Расми 9 – Натиҷаи барнома барои ш. Турсунзода.



Расми 10 – Натиҷаи барнома барои ш. Бохтар.



Расми 11 – Натиҷаи барнома барои ш. Ёвон.

### Зарар аз тўфончангҳо ва роҳҳои кам кардани онҳо

Зарари асосии тўфончангҳо ин вайрон кардани қабати ҳосилхезӣ замин мебошад, ки боиси паст гардидани ҳосилнокии замин мегардад. Зарари дигар аз тўфончангҳо ин гирифтор шудан ба бемориҳои роҳҳои нафас мебошад. Тибқи маълумоти Созмони Умумиҷаҳонии Тандурустӣ 70% аҳолии шаҳрҳои рӯ ба тараққӣ аз ҳавои хеле ифлос нафас мекашанд. Дар баробари омилҳои дар боло овардашуда, инчунин тўфончангҳо ба ҳаракати нақлиёт ва ҳавопаймоҳо монеа эҷод мекунанд.

Барои пешгирӣ ва кам кардани оқибати тўфончангҳо хусусиятҳои топографиро (релеф, микроклим, самти шамолҳои ҳукмфарморо) таҳлил намуда, барои паст кардани суръати шамол дар сатҳи замин чораҳои зарурӣ андешидан лозим аст. Ҷангалҳо метавонанд ҳамчун омилҳои асосии монеаи табиӣ паст кардани суръати шамол ва бо худ нигоҳ доштани ҷангу ғубор шаванд.

Дар минтақаҳо, ки таҳдиди тўфончангҳо ба вуҷуд меоянд сабаби талафоти ҳосили зироатҳо ва талафоти чорво шуданаш имконпазир аст.

Дар минтақаҳо, ки тўфонҳо пайи ҳам пайдо мегарданд, сабаби ифлосшавии обҳои нӯшоқӣ гардида, самараи истеҳсоли энергияи офтобро паст мекунанд.

Тўфони саҳти қуму ҷанг метавонад ба қисмҳои системаи электрикӣ осеб расонида, боиси корношоям гардонидани таҷҳизотҳои он гардад.

Дар болои пирахҳо рехта шудани зарраҳои ҷангу хок сабаби тезонидани обшавии пирахро мегардад. Ин нигаронӣ аз ҷумла дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дида мешавад, ки боиси тамоюли коҳиш ёбии масоҳати умумӣ пирахҳо гардидааст.

Маълум аст, ки дар сурати хушк шудани қабри баҳри Арал шамол на танҳо қуму хок, балки намакҳои гуногуни заҳролуд ва моддаҳои химиявиро бо худ бардошта ба дигар минтақаҳои интиқол медиҳад, ки дар натиҷа ба ноустувори заминҳои кишоварзӣ ва боиси ба ҳар гуна бемориҳои гирифтор шудани аҳолии минтақа мегардад.

Коршиносон эътироф мекунанд, ки таъсири манфии умумии тўфончангҳо ва роҳҳои кам намудани онҳо дар Осиёи Марказӣ ба таври муфассал омӯхта нашудаанд.

Муҳаррир: Фафуров М.Х., – н.и.т., дотсенти ДЭИП ба номи акадeмик М.С. Осимӣ

### Адабиёт

1. Назаров, Б.И., Абдуллаев, С.Ф. Пыльные бури в Таджикистане // в сб. «Этюды по физике в Таджикистане» Душанбе. 1999. С. 18-25.
2. Мирзоев, С.Х. Информационная модель для прогноза уровня загрязнения атмосферы промышленных регионов Республики Таджикистан (на примере городов Душанбе, Турсунзаде и Яван) /С.Х. Мирзоев, Т.Н. Насридинова // Вестник Таджикского национального Университета. Серия естественных наук. №2. – Душанбе, 2021. — С. 112-127.
3. Мирзоев, С.Х. Моделирование уровня загрязнения атмосферного воздуха в области воздействия индустриальных регионов Республики Таджикистан. / С.Х.Мирзоев, Т.Н.Насридинова, С.А. Одиназода // Вестник Таджикского национального Университета. Серия естественных наук. №2. – Душанбе, 2022. — С. 112-123.
4. Мирзоев, С.Х. Информационная модель для мониторинга и прогнозирования экологического состояния атмосферы города Душанбе / С.Х. Мирзоев, Т.Н. Насридинова // Доклады АН РТ, Т. 63, №7-8. – Душанбе, 2020. – С. 467-473.
5. Курбонова, Н.А. Хосияти моддаҳои зарарнок ва арзёбии ҳолати ифлосшавии ҳавои атмосфера дар қаламрави Ҷумҳурии тоҷикистон / С.Х.Мирзоев, Разыков Н.А.// Вестник

Таджикского национального Университета. Серия естественных наук.2022.№.4 – Душанбе, 2022. – С.40-52.

6. Курбонова, Н.А. Модели математикии паҳншавии моддаҳои зараровар аз нақлиёти автомобилӣ ба атмосфера дар шаҳрҳои саноатӣ (дар мисоли ш.Бохтар ва Ёвон) / С.Х.Мирзоев, Разыков Н.А.// Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав.Силсилаи илмҳои математика №.2, ISSN 2663-8417 – Душанбе, 2023. – С.41-48.

7. Курбонова, Н.А. О математической модели процесса загрязнения атмосферы автотранспортом (на примере городов Душанбе и Турсунзаде) / С.Х.Мирзоев, Одиназода С.А., Курбонова Н.М., Насриддинова Т.Н.// Материалы международной научно-практической конференции «Компьютерный анализ проблем науки и технологии», посвященная «2020-2040 годы , 20-летию изучения и развития естественных, точных и математических наук в области науки и образования» и «75-летию Таджикского национального университета» – Душанбе, 2023. – С.22-27.

8. Гелберт, Ш. С++ Базовый курс. / Ш. Гелберт. – Москва, Санкт- Петербург, Киев, 2015. – 620 с.

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

TJ	RU	EN
Курбонова Наҷотбегим Маризоевна	Курбонова Наджотбегим Маризоевна	Kurbanova Najotbegim Marizoevna
ассистенти кафедраи технологияи иттилоотӣ ва иртиботи	ассистент кафедры информационно коммуникационной технологии	Assistant teacher of the Department of Information and Communication Technologies, Faculty of Mechanics and Mathematics
Донингоҳи Миллии Тоҷикистон	Таджикский Национальный Университет	Tajik National University
Тел:(+992)98-915-31-74.		
<a href="mailto:nargis.kurbonova@list.ru">nargis.kurbonova@list.ru</a>		
TJ	RU	EN
Мирзоев Сайъло Ҳабибулоевич	Мирзоев Сайъло Хабибулоевич	Mirzoev Saidalo Khabibuloevich of
д.и.т., профессори кафедраи информатика	д.т.н., профессор кафедры информатики	Doctor of technical science professor of Department Informatics
Донингоҳи Миллии Тоҷикистон	Таджикский Национальный Университет	Tajik National University
<a href="mailto:saidalo.mirzoev.1967@mail.ru">saidalo.mirzoev.1967@mail.ru</a>		

УДК004.934.2

## ТАЪМИНОТИ БАРНОМАВӢ ВА ҶУДОКУНИИ НИШОНАҲОИ ОВОЗИИ НУТҚ

**А.А. Дадобоев**

Донишгоҳи давлати ҳуқуқ бизнес ва сиёсати Тоҷикистон

Исбот карда шудааст, ки тағйироти дилхоҳ дар нутқ бо тағйирёбии ҳолати эмотсионалии шахс алоқаманд мебошад. Инчунин воҳидҳои ба ҳайси зерманзар воридсохтаи баландшавӣ, ки ба таври эмпириқӣ интиҳоб шудаанд ва дар шакли графיקӣ тасвир гардидаанд, пешниҳод шудаанд. Муайян карда шудааст, ки модели ноаёни Марков дар байни алгоритмҳои шинохтагирӣ, чун модели беҳтарин дар масъалаи бозшиносии нутқ маҳсуб меёбад.

**Калидвожаҳо:** таъсири артикуляторӣ, шкалаи Герс, воҳидҳои акустикӣ, алгоритми шинохтагирии нутқ, модели ноаёни Марков.

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И РАЗДЕЛЕНИЕ ГОЛОСОВЫХ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ

**А.А. Дадобоев**

Доказано, что любые изменения речи связаны с изменением эмоционального состояния человека. Представлены введенные в качестве фона эмпирически выбранные единицы высот, которые изображены на графике. Определено, что невидимая модель Маркова считается лучшей моделью среди алгоритмов распознавания в задаче распознавания речи.

**Ключевые слова:** артикуляционный эффект, шкала Герса, акустические единицы, алгоритм распознавания речи, невидимая модель Маркова.

## PROGRAM PROVISION AND SEPARATION OF VOICE SPEECH SIGNALS

**A.A. Dadoboev**

In this article, it is proved that any changes in speech are related to changes in the emotional state of a person. Empirically selected elevation units, introduced as a background, are also presented in the article, which are depicted in a graph. It has been determined that the invisible Markov model is considered the best model among recognition algorithms in the problem of point recognition.

**Keywords:** articulatory effect, Gers scale, acoustic units, speech recognition algorithm, invisible Markov model.

**Муқаддима.** Пешрафти илм, техника ва технологияи муосир бо рушди воситаҳои муносибати одамон ва мошинҳои электронӣ зич алоқаманд буда, бо томиат гуфтан мумкин аст, ки маъмултарин воситаи робитаи байни инсон-мошин тавассути интерфейси маълумотӣ, яъне дар намуди маълумоти матнӣ таҳия мешавад.

**Мақсади кори мазкур** аз коркарди яке аз моделҳои шинохтагирии овоз аст, ки бо ёрии он овозҳои дар луғати махсуси пешакӣ тартибдошудаи мавҷудбуда шинохта мешаванд. Модели мазкур ва моделҳои ба он монандро моделҳои шинохтагирии овоз аз рӯи луғат меноманд.

**Ба сифати объекти таҳқиқот** модели коркарди сигналҳо ва табдили онҳо ба овоз интиҳоб карда шудааст.

Вазифаи бозшиносии нутқ дар системаҳои шиноختан яке аз ҷойҳои аввалро ишғол мекунад. Системаҳое, ки имрӯз вучуд доранд, ҳанӯз аз комилият дур нестанд ва як қатор камбудихо доранд. Фоизи баланди хатогиҳо, танзимои як сухангӯи мушаххас, ҳаҷми маҳдуди луғат ва ғайра аз ҷумлаи он мебошанд. Ба ҳама маълум аст, ки нутқи инсон бо якчанд сабабҳо дараҷаи баланди тағйирпазирӣ дорад. Ҳатто ҳамон як воҳидҳои акустикӣ барои ҳамон як сухангӯ, аз рӯи давомнокии талаффуз, ва таркиби спектралӣ фарқ мекунанд [1].

Ҳама гуна тағйирот дар нутқ бо тағйирот дар ҳолати эмотсионалии шахс табиист, ки ӯ дар он шароит алоқаманд аст. Мавҷудияти таъсири артикуляторӣ ба он оварда мерасонад, ки талаффузи калимаҳо ва фонемаҳо аз контексти онҳо саҳт вобаста аст. Тағйирёбии сигнали нутқ, албатта, дар натиҷаи даҳолати намудҳои гуногун дар муҳите, ки дар он сухангӯ ҷойгир аст, ба амал меояд. Ҳама гуна хатоҳои нутқ, аз қабилӣ таваққуфҳои пур, изҳоротро дароз мекунанд. Онҳо инчунин намудҳои гуногуни хатоҳоро ба вучуд меоранд, ки системаҳои шиноختан дар ҳукмҳои сохторӣ бидуни хатоҳои нутқ омӯзонида мешаванд, ки ба ташаққули транскриптҳои хато оварда мерасонад.

Бо назардошти ҳамаи ин омилҳо ва як қатор маҳдудиятҳои дигар, мо ба хулосае омадем, ки шинохтагирии баландсифати нутқ дар вақти воқеӣ воситаҳои ҳисоббарории баландсуръатро талаб мекунад.

Асоси таҳияи алгоритмҳои шинохтагирии нутқ усулҳои мебошанд, ки синфҳои тасвирҳои ҷудо ва тавсиф мекунанд. Дар ин замина, "тасвир" тавсифи унсур ҳамчун намоёндаи синфи мувофиқи тасвирҳои мебошад. Синфҳо бо руйхати аъзоёнаш тавсиф кардан мумкин аст ва системаи шиноختан мумкин аст ба принсипи узвият дар ин руйхат асос ёбад. Ва агар синф бо хосиятҳои муайяни умумии хоси ҳамаи аъзоёни он тавсиф карда шавад, он гоҳ система ба принсипи умумии хосиятҳо асос меёбад. Аммо, ҳангоми таҳлили синф тамоюли ташаққули кластерҳо (гурӯҳи ниҳии объектҳо, ки дар фазои тавсифӣ майдони паймонро ташкил медиҳанд) дар фазои тасвир ошкор карда шавад, система метавонад ба принсипи кластеркунонӣ асос ёбад.

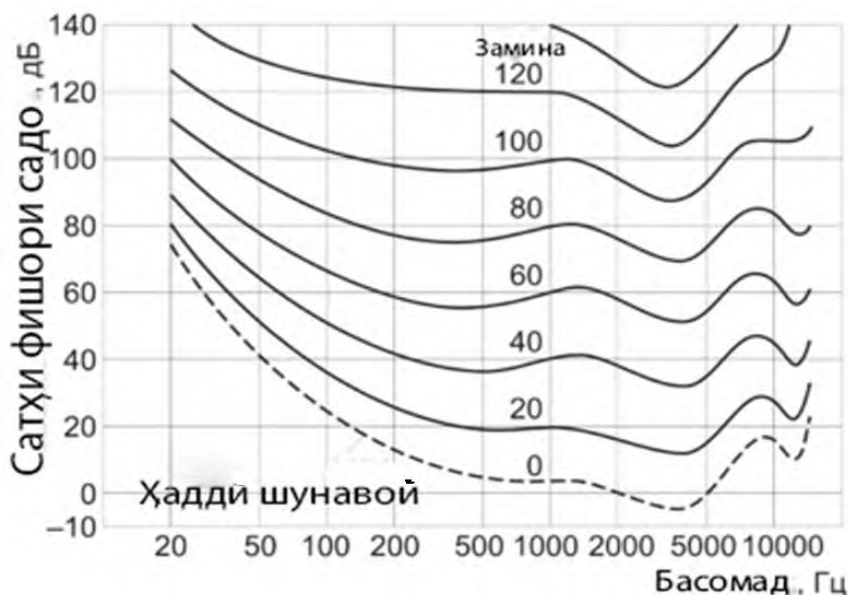
Раванди номбар кардани аъзоёни синф, ки қисми он мебошанд, иҷрои автомати нутқро дар асоси мувофиқати намуна дар бар мегирад. Хотираи системаи шинохтан тасвирҳои зиёдеро, ки ба як синф тааллуқ доранд, нигоҳ медорад. Вақте ки дар система тасвирҳои нав пайдо мешаванд, система онҳоро як ба як бо тасвирҳои, ки аллакай дар хотираи он нигоҳ дошта мешаванд, муқоиса мекунад.

Агар системаи шинохтан дар хотираи худ садоҳои ҳарфҳои гуногун дошта бошад, пас ин равиш, ки ба номбар кардани аъзоёни синф асос ёфтааст, имкон медиҳад, ки ҳарфҳои мувофиқ эътироф карда шаванд, аммо танҳо дар ҳолатҳои, ки маълумоти воридшуда бо садои бегона, талаффуз карда шавад. Аз ин рӯ, ин усули нисбатан содда аст, аммо он имкон медиҳад, ки системаҳои шинохти нутқро танҳо дар соҳаҳои муайяни татбиқе, ки пурра аз ӯҳдаи вазифаҳои онҳо баромада метавонанд, синтез карда шаванд. Усули номбар кардани аъзоёни синф ба таври қобили қабул кор мекунад, агар намунаи тасвирҳо ба тасвири истинод наздик бошад.

Дар баромади модули асосӣ, ки дар татқиқотҳои [1,2,3]. қаблӣ тавсиф шудааст, мо дар бораи мавҷудияти фармон ё набудани он, ҳуди калимаи эътирофшуда ё калимаи дуруст ё нодуруст талаффузшуда будани он маълумот мегирем. Дар робита ба шинохт метавон усулҳои мавҷудаи шинохтагирии нутқро истифода бурд, ки минбаъд мавриди баррасӣ қарор хоҳанд гирифт.

### Натиҷаҳо ва муҳокимаи натиҷаҳои тадқиқот

Пеш аз ҳама мафҳуми мел-шкаларо дида мебароем. Чуноне, ки дар Википедиа омадааст, як воҳиди баландиест, ки барои дарки ин садо аз ҷониби узвҳои шунавоии инсон асос ёфтааст. Тавре ки маълум аст аксуламали басомади гӯши инсон ҳатто ба хати рост шабоҳат надорад ва амплитуда, ченаки комилан дақиқи ҳаҷми садо нест. Аз ин рӯ, воҳидҳои ба таври эмпирӣ интихобшудаи баландшавӣ, масалан, замина ҷорӣ карда шудаанд, [1], графикаи 1.2



Графикаи 1.2 – Воҳидҳои ба таври эмпирӣ интихобшудаи баландшавӣ

Ба ҳамин монанд, баландии садо аз ҷониби гӯши инсон комилан ба басомади он вобаста нест, (графикаи 1.2).

Чуноне, ки дида мешавад, воҳидҳои андозагирӣ аксар вақт ҳангоми ҳалли масъалаҳои шинохтагирӣ истифода мешаванд, зеро онҳо имкон медиҳанд, ки ба механизмҳои дарки инсон наздик шавем, зеро дар байни системаҳои шинохтагирии нутқ пешсаф аст.

Ҳисобкунии мел-коэффисиентҳо, ки воҳиди психо-физиқии баландии овоз мебошанд, барои дарккунии он аз тарафи инсон ба ҳисоби миёна асос карда шудааст. Он пеш аз ҳама аз басомади овоз (баландии овоз ва тембр) вобаста аст. Бинобар ин, тавассути он мо метавонем маълумотҳои дар фрейм мавҷудбударо аз рӯи маълумоти барои шинохтагирӣ зарурӣ баҳо диҳем.

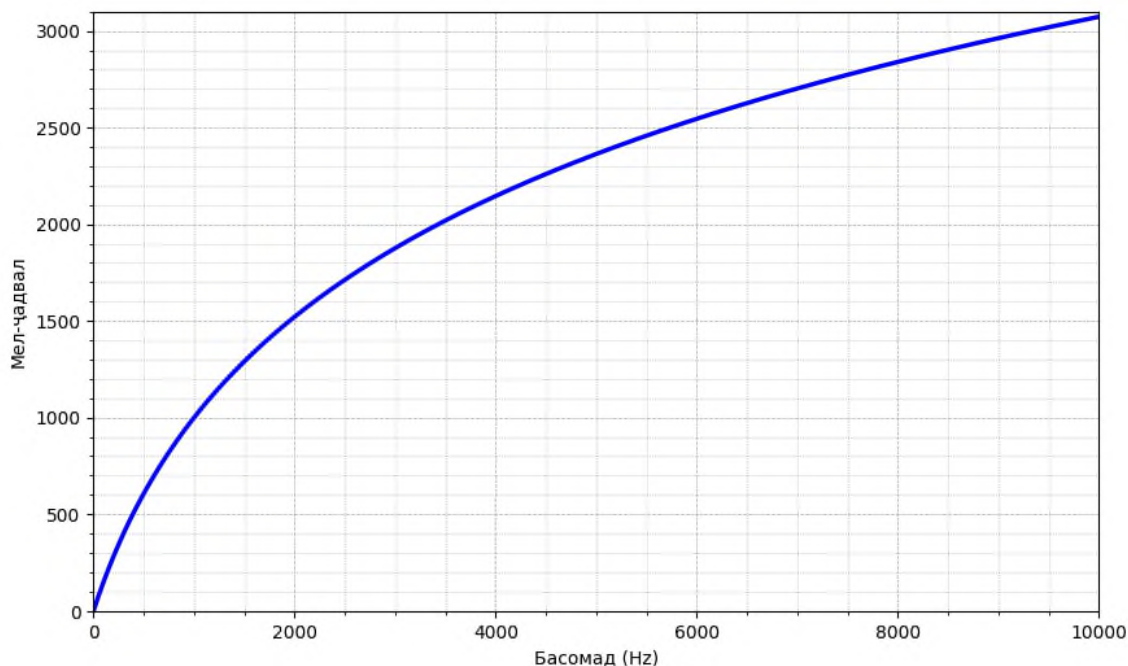
Барои табдилдиҳии басомад ( $F$ ) ба мел ( $M$ ) аз формулаи зерин истифода бурдан мумкин аст [2]:

$$m = 2595 \log_{10} \left( 1 + \frac{f}{700} \right) = 1127 \ln \left( 1 + \frac{f}{700} \right) \quad (1)$$

Дар ҳолати табдилдиҳии баръакс:

$$f = 700 \left( 10^{\frac{m}{2595}} - 1 \right) = 700 \left( e^{\frac{m}{1127}} - 1 \right) \quad (2)$$





Графики 1.3. Алоқамандии баландии овоз дар мелҳо аз зудии латшиҳо

Алгоритми шинохтагирии нутқи инсон бо роҳҳои гуногун гузаронида мешавад. Пеш аз ҳама, муқоисакунии қиматҳои мувофиқи векторҳои фреймҳо, яке аз роҳҳои тез ва содатарин ба шумор меравад. Лекин, бояд қайд намуд, ки новобаста аз он, ки векторҳои муқоисашаванда ченаки яхела доранд, миқдори фреймҳо дар калима метавонанд гуногун бошанд. Яъне, вобаста ба суръати талаффуз, як калима метавонад муддати вақти гуногунро дошта бошад. Бинобар ин, алгоритми шинохтагирии нукт вобаста ба гузориши масъалаи таҳқиқшаванда бо роҳҳои зерин амалӣ карда мешаванд:

- модели ноаёни Марков;
- истифодаи шабакаҳои нейронӣ;
- алгоритми барноманависии динамикӣ.

Моделҳои ноаёни Марков аз байни алгоритмҳои шинохтагирии қайдшуда, чун моделҳои беҳтарин дар масъалаи шинохтагирии нукт маҳсуб меёбад. Бисёр аз татбиқҳои барномаҳои шинохтагирии нукт ба истифодаи модели ноаёни Марков асос карда шудаанд. Зеро, моделҳои мазкур сохтори математикии самаранокро соҳиб буда, имконияти ҳал намудани миқдори зиёди масъалаҳои математикии дорои миқдори зиёди параметр доштара фароҳам меорад. Моделҳои ба таври саҳеҳ тартибдодашуда, натиҷаҳои баланди шинохтагириро таъмин мекунанд. Дар баробари ин, моделҳои ноаёни Марков одатан барои шинохтагирии нутқи раван (ҷумлаҳои забони табиӣ) истифода бурда мешаванд ва эҳтимолияти пайдошавии калимаро дар ҷумла ба назар мегирад. Дар масъалаи шинохтагирии калимаҳои алоҳида, ки яке аз масъалаи марказии таҳқиқоти мақолаи мазкур ба шумор меравад, истифодаи модели ноаёни Марков барзиёдати миқдори ҳисобкуниҳои компютериро пеш меорад.

Солҳои охир вобаста ба масъалаи шинохтагирии нукт ба истифодаи моделҳои шабакаҳои нейронии мавҷуда, диққати махсус дода шуда истодааст. Хусусияти ғайрихаттӣ будани коркарди маълумот дар шабакаи нейронӣ имконият медиҳад, ки бо истифодаи он доираи васеи масъалаҳои мувофиқгuzорӣ ва ба гуруҳ ҷудокунии ҳал карда шаванд. Аз тарафи дигар, миқдори зиёди параметрҳои шабакаи нейронӣ аз қабилҳои сохтори шабака, миқдори нейронҳо дар қабатҳо, суръатнокӣ, вақт ва ғайра истифодабарии иқтисодии калони ҳисобкунии компютериро талаб мекунанд. Бинобар ин, нисбат ба тезкориҳои раванди шинохтагирӣ натиҷаҳои дилхоҳро соҳиб шудан мушкул аст. Чунин модел соддакор мешавад, агар барои луғатҳо (маҷмӯи қиматҳои инъикоси масъалаи шинохтагирӣ) миқдори элементҳояшон зиёд набоянд, масалан, шинохтагирии ҳарфҳои алифбои забони табиӣ, истифода бурда шаванд.

Алгоритми барноманависии динамикӣ ин методи тезкор ва қулай барои ҳалли масъалаи шинохтагирии калимаҳо ба ҳисоб меравад. Маҳз ин метод дар таҳқиқоти мақола истифода бурда шудааст.

Пеш аз оғози раванди шинохтагирӣ зарурати ташкили пойгаҳи додаҳо барои ташкили қолабҳои калимаҳои фармоишотҳо оид ба шинохтагирӣ пешбинишударо бояд тартиб дод. Бо ин мақсад маҷмӯи калимаҳои додашуда аз тарафи якчанд нафар талаффуз карда шуд. Барои муайяни, ҳар як  $N$  адад

калима аз тарафи  $M$  шахс талаффуз карда шудаанд. Дар натиҷа, пойгаҳи додаҳо иборат аз  $M$ , MFCC-коэффисиентҳо барои ҳар як калима ба даст оварда шуд, то ки пешакӣ қадом калимаро ифода мекунанд, маълум аст.

Умуман мафҳуми MFCC ин намоиши маҷмӯи хусусиятҳое, ки шакли умумии лифофаи спектрро тавсиф мекунанд. Онҳо ҳислатҳои овози одам яъне умумӣ (муносибат ба гуруҳи забонҳо) ва фардиро (хусусиятҳои нотакрор дар нутқ, талаффуз, тембри овоз) модел мекунанд. MFCC ин коэффисиентҳои капсулаи басомад, чамъбасти тақсимои басомадҳо дар андозаи равзана (равзана сегменти сигнал аст) мебошанд. Бинобар ин ҳам хусусиятҳои басомад ва ҳам хусусиятҳои вақти овозро таҳлил кардан мумкин аст.

Чунин мувофиқгuzориро «Модел» (маҷмӯи қолабҳо, элементҳои соҳаи қиматҳои инъикоси масъалаи шинохтагирӣ) меномем. Вобаста ба ин, онҳо раванди шинохтагириро «таълими машинӣ» (англ. Machine Learning) номидан мумкин аст.

Бо мавҷуд будани қолабҳо (пойгаҳи додаҳо) масъалаи шинохтагирии нутқ ба дарёфти «наздиктарин» модел барои ягон маҷмӯи MFCC-коэффисиентҳо омада мерасад. Роҳҳои гуногуни ҳалли ин масъала мавҷуданд:

барои ҳар як модел, масофа (евклидӣ)-и вектори модел ва MFCC-вектори шинохташаванда ҳисоб карда мешавад;

ба сифати натиҷа ҳамон модел интихоб карда мешавад, ки масофаи миёнаи наздиктаринро соҳиб аст.

Бояд дар назар гирифт, ки калимаи бозшиносшаванда бо суръатҳои гуногун талаффуз шуда метавонад. Бинобар ин, ҳамон як калимаи рақамӣ дар ҳолатҳои гуногун ба миқдори гуногуни фреймҳо ҷудо карда шуда, мувофиқан аз миқдори гуногуни mfcc-коэффисиентҳо иборат буда метавонад.

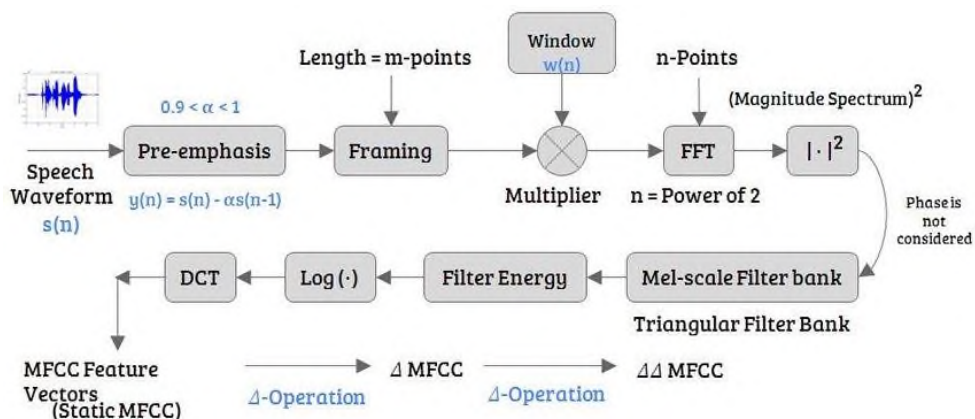
Дар ин ҷо масъалаи муқоисакунии пайдарпайҳои дарозиашон гуногун пеш меояд. Чунин масъаларо тавассути алгоритми Dynamic Time Warping (DTW, - тағйирёбии динамикии вақт) ҳал менамоянд.

Дар интиҳо, mel-коэффисиентҳои ҳисобкардашуда тавассути табдилдиҳии дискретии косинусӣ коркард карда шуда, коэффисиентҳои кепстралӣ ба даст оварда мешаванд. Табдилдиҳии дискретии косинусӣ (DCT, [3]) барои чамъ кардани натиҷаҳои ба даст овардашуда бо роҳи баланд намудани қимати коэффисиентҳои аввала ва паст кардани коэффисиентҳои охир истифода бурда мешавад. Дар таҳқиқотҳои гузаронидашуда, табдилдиҳӣ бо ёрии DCT-II [4] иҷро карда шудааст, (бидуни зарб кардан ба коэффисиенти андозаи  $\sqrt{2/N}$ ):

$$C_l = \sum_{m=0}^{M-1} S_m \cdot \cos\left(\frac{\pi}{M} \cdot \left(m + \frac{1}{2}\right) \cdot l\right), \quad 0 \leq l < M.$$

Ҳамин тариқ, ҳамаи коэффисиентҳои кепстралӣ ҳисоб карда мешаванд. Дидан мумкин аст, ки табдилдиҳии қайдшуда, инъикоси вектори андозааш  $N$ -ро ба вектори андозааш  $M$  амалӣ мегардонад. Дар натиҷаи табдилдиҳӣ аз маълумоти сарчашмаи овозӣ танҳо он қисме, ки бевосита ба нуқтаи инсон тааллуқ доранд, гузошта шуда, таъсири маълумотҳои дигар ба назар гирифта мешаванд ва хориҷ карда мешаванд. Ин имконият медиҳад, ки муқоисаи мувофиқати нутқи рақамӣ бо қолабҳо дақиқ гардад ва раванди шинохтагирӣ (яъне, мувофиқгuzорӣ) нисбат ба вақт хурд карда шавад. Бо чунин муносибат, тезкории раванди шинохтагирӣ таъмин мегардад.

Барои дақиқии шинохтагирии нутқ дар расми 1.3 нақшаи таъминоти овоз дар модели компютерӣ нишон дода шудааст.



Расми 1.3 – Нақшаи таъминоти овоз дар модели компютерӣ

**Хулоса.** Чуноне аз гуфтаҳои болоӣ ва махсусан аз расми 1.3 дар умум, нисбати татқиқоти гузаронидашуда дида мешавад, ки сигнали нутқ дар ҳудуди (0,9-1) аз поён бо аксенти пешаки  $s(n)$  ва ифодаи  $y(n) = s(n) - \alpha s(n-1)$  ба шакли маҳдуд, яъне аз боло бо дарозии баробар ба  $m$ -нуқта, танзим кардашуда, дар маҷмӯъ аз боло бо  $n$ -нуқта ва дар поён бо  $n = \text{соҳаи FFT}$  ба блоки масштаби хурди филтронӣ ворид мешавад ва баъди он ба Log ва DCT, яъне дар охир вектори функсияи MFCC, (омори MFCC) –ро ташкил менамояд.

*Муқарриз: Байзоев С. – д.и.ф.-м., профессори қабедраи риёзӣ ва табиатшиносии ДДҲБСҲТ*

### Адабиёт

1. Albert Zeyer, Kazuki Irie, Ralf Schlüter, and Hermann Ney. Улучшенная подготовка конечных сквозные модели внимания для распознавания речи. Препринт arXiv arXiv: 1805.03294, 2018.
2. Нил Зегидур, Цяньтун Сюй, Виталий Липчинский, Николас Усунье, Габриэль Синней и Ронан Коллоберт. Полностью сверточное распознавание речи. Препринт arXiv arXiv:1812.06864, 2019.
3. Дадобоев А.Н. Модели математикии коркарди овоз ва ҳосиятҳои иттилоотикунонӣ [Матн] / А.Н. Дадобоев //“Номаи донишгоҳ”. Силсилаи илмҳои табиатшиносӣ ва иқтисодӣ.-2023 –№1(64).-С.12-15
4. Дадобоев А.Н. Таснифи системаҳои шинохтагирии овоз [Матн] / Ҳ.Ш. Ғаюров, А.Н. Дадобоев // Маводи конфронси илмӣ-амали профессорону омӯзгорон ва муҳаққиқони ҷавон “Рушди илм ва инноватсия дар шароити рақамикунонӣ”.-Хучанд: “Дабир”, 2023.- С. 153-158.

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

TJ	RU	EN
Дадобоев Акмал Анварҷонович	Дадобаев Акмал Анварҷонович	Dadobaev Akmal Anvarjonovich
доктранти (PhD) кафедраи технологияҳои иттилоотию коммуникатсионӣ ва барномасозӣ	докторант (PhD) кафедраи информационно-коммуникационных технологий и программирования	doctoral student (PhD) of the department of information and communication technologies and programming of the TSULBP
Донишгоҳи давлатии ҳуқуқ бизнес ва сиёсати Тоҷикистон	Таджикский государственный университет права бизнеса и политики	Tajik State University of Low Biznes and Policy
<a href="mailto:akmal_dadoboev@mail.ru">akmal_dadoboev@mail.ru</a>		

УДК 004.934 : 811.1

## ОИД БА НИЗОМИ ШИНОХТИ ХУДКОРИ КАЛИМАҶОИ КАЛИДӢ ДАР РАФТИ НУТҚИ ГУФТУГӢ

**А.Т.<sup>1</sup> Мақсудов, Х.А.<sup>2</sup> Худойбердиев, М.Т.<sup>2</sup> Солиева**

1. Маркази илмии Хучанд АМИТ

2. Донишқадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон  
ба номи академик М.С.Осимӣ дар шаҳри Хучанд

Дар мақола натиҷаи тадқиқоти оид ба шинохти калимаҳои калидӣ дар рафти нутқи гуфтугӯӣ бо истифодаи стенографии фонетикӣ оварда шудааст. Барои амсиласозии фонема аз имконияти амсилаи махфии Марков истифода бурда шудааст, ки дар он калимаҳои калидӣ бо пайдарпайи фонема дар намуди транскрипсияи ҳичоҳо пешниҳод мешавад. Натиҷаи ҷустуҷӯи калимаҳои калидӣ дар маҷмӯи додаҳои на он қадар калони сабти овози иштирокчиён оварда шудааст. Алгоритми махсуси ҷустуҷӯи калимаҳои калидӣ дар пайдарпайи фонемаҳои нутқ, дар мисоли ҳичо, коркард карда шудааст. Дар мавриди таҳияи корпуси овози забони тоҷикӣ алгоритми пешниҳодшуда барои ҷустуҷӯи аломатҳои фонетикӣ дар додаҳои калони нутқ мавриди истифода қарор дода мешавад.

**Калимаҳои калидӣ:** шинохти овоз, фонемаҳои нутқ, корпуси овоз, амсилаи махфии Марков, ҷустуҷӯи калимаи калидӣ дар нутқ, забони тоҷикӣ.

## О СИСТЕМЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ В РАЗГОВОРОНОЙ РЕЧИ

**А.Т.<sup>1</sup> Мақсудов, Х.А.<sup>2</sup> Худойбердиев, М.Т.<sup>2</sup> Солиева**

В статье представлены результаты исследования распознавания ключевых слов в процессе устной речи с помощью фонетической стенографистики. Для моделирования фонем использованы возможности скрытой Марковской модели, где ключевые слова с цепочек фонем представлены в виде слоговой транскрипции. Результат поиска ключевых слов представлен в небольшом наборе голосовых записей дикторов. Разработан и представлен алгоритм поиска ключевых слов в последовательности речевых фонем, на примере слога. В случае разработки звукового корпуса таджикского языка предложенный алгоритм будет способствовать для поиска фонетических показателей в больших речевых данных.

**Ключевые слова:** распознавание речи, фонемы речи, звуковой корпус, скрытая марковская модель, поиск ключевых слов в речи, таджикский язык.

## ABOUT THE SYSTEM FOR AUTOMATIC KEYWORD RECOGNITION IN SPOKEN SPEECH

**А.Т.<sup>1</sup> Мақсудов, Х.А.<sup>2</sup> Худойбердиев, М.Т.<sup>2</sup> Солиева**

The article presents the results of a study of keyword recognition in the process of colloquial speech using a phonetic stenographer. To model phonemes, the capabilities of the hidden Markov model were used, where key words from phoneme chains with presented transcription form of syllables. The results of the keyword search are presented in a small set of voice recordings of users. An algorithm for searching keywords in a sequence of speech phonemes has been developed and presented, as an example is used a syllable. In the case of developing a speech corpus of the Tajik language, the proposed algorithm will help to search for phonetic indicators in large speech data.

**Keywords:** speech recognition, speech phonemes, speech corpus, hidden Markov model, search for keywords in speech, Tajik language.

**Муқаддима.** Вақтҳои охир бинобар истифодаи зиёди интерфейсиҳои табиӣ, аз ҷумла овозҳои барои муомила бо воситаҳои техникӣ ва технология, аҳамияти сабтҳои аудиоӣ низ афзоиш ёфтааст. Талабот ба низомҳое, ки зуд ва самаранок додаҳои овозиро аз миқдори зиёди маълумот дарёфт менамояд, пайдо гаштаанд. Бо ин мақсад, истифодаи алгоритми ҷустуҷӯи калимаҳои калидӣ дар рафти нутқ пешниҳод карда шудааст.

Масъалаи ҷустуҷӯи калимаҳои калидӣ дарёфти нишонаҳои додашуда, ба мисоли калимаҳои алоҳида ва ё ҷумла, дар рафти нутқ мебошад. Дар аввал барои нишонаҳои додашуда, як қисми нутқи гуфташуда истифода мешавад, бинобар ин якчанд нутқи талаффуз кардашуда воҳиди калимаи калидро ба низом медарорад. Камбудии ин метод дар он аст, ки барои ворид кардани калимаи калидии нав ба низоми иттилоотӣ, бояд дар аввал талаффуз ва ё аз овози сабт шуда ҳамчун кардан лозим аст.

Алгоритми махсуси ҷустуҷӯи калимаҳои калидӣ аз рӯи пайдарпайии фонемаҳо, воҳиди хурди нутқро иҷро менамояд. Алгоритмҳо барои амсиласозии воҳиди хурдтарин то дараҷаи фонема бо амсилаи махфии Марков (АММ) васеъ истифода менамоянд. Инчунин барои ҷустуҷӯи калимаҳои калидӣ, усулҳои дарёфти нутқи ҳамчуншуда истифода мегардад. Дар ин маврид, зарурияти васеъ кардани имконияти алгоритм барои ҷустуҷӯи калимаи берун аз луғат пайдо мешавад. Дар асоси тадқиқоти назариявӣ ва малӣ ду роҳи муайян кардани калимаҳои ношинос дар низомҳои овози пешниҳод карда мешаванд: амсилаи калимаҳои номаълум дар пайдарпайии фонема; амсилаи омехтаи Гаус [1-2].

Дар мақола натиҷаи таҳлили васеи роҳи якум, барои ҷустуҷӯи калимаҳои “ношинос”, яъне берун аз луғат бо усули стенографии фонетикӣ муҳокима карда мешавад.

**Низомҳои шинохти нутқи ҳамҷоякардашуда.** Дар тадқиқоти мазкур воситаи махсус гардонидашуда дар асоси амсилаи махфии Марков истифода бурда мешавад. Бо ёрии амсилаи акустикӣ ва лингвистӣ низоми иттилоотӣ сохта шудааст. Барои шинохти нутқ маҷмуи барномаи компютерӣ бо истифодаи амсилаи акустикӣ ва лингвистикӣ коркард карда шудааст.

Сигнали нутқи пайдарпайи вектор бо нишонаи таҳлили фосилаи аз 15 то 25 милисония дигаргун мешавад. Дар аввали сигнали нутқӣ бо ҷудо карда гирифтани қисматҳои баланд бо тавсифи  $P(z) = 1 - 0.97z - 1$  ба роҳ монда мешавад. Сипас бо истифодаи оинаи Хэмминг ҳисобкунии зудӣ аз нав бо алгоритми Фуре оғоз мешавад. Коэффисиенти ҳисоби миёна бо истифодаи оинаи секунҷашакл, ки дар ҷадвал ҷойгир карда мешавад, ки ба 12 коэффисиенти хурд ҷойгир карда мешавад [3-4].

Қимати логарифми энергия ҳамчун коэффисиенти 13-ум дохил мешавад, ки то коэффисиенти 39-ум дар вектор васеъ мешаванд. Бо роҳи муқоисаи коэффисиентҳои паиҳам нишонаҳои вақти талаффуз ба даст оварда мешавад. Таъсири физикии нутқ дар нишонаҳои мобайнӣ муайян карда мешавад.

Ба сифати амсилаи акустикӣ АММ истифода бурда мешавад. Дар натиҷа 12 фонемаи мустақил дар мисоли нутқи бо забони тоҷикӣ талаффуз шуда, бо се ҳолати занҷири Марков бе гузариш таҳлил карда мешавад. Қимати хати диагонали функсияҳои Гауссии зичии эҳтимолиятро ифода мекунанд. Фонемаҳои бо шумораи кам вохӯранда бо аз 64 воҳидҳои омехтаи Гаусӣ ва фонемаҳои шумораҳои бештар дошта аз 1024 омехта иборат мебошанд. Дар натиҷа, модули барномавӣ бо истифодаи қоидаҳои мустақили имлои забон луғати транскрипсия сохта мешавад.

Барои омӯзиши амсилаи пешниҳод шуда, аз тарафи иштирокчиён шумораи муайяни матн талаффуз ва сабт карда шуд, ки бо якҷанд нишона тавсиф карда мешавад:

1. Иштирокчиён бе танаффус матнро талаффуз менамоянд ва низоми иттилоотӣ онро сабт ва нигоҳ медорад. Дар ин маврид эҳтимолияти талаффуз накардани як қисми матн ба назар мерасад. Яъне иштирокчӣ як қисми матнро талаффуз накардааст.

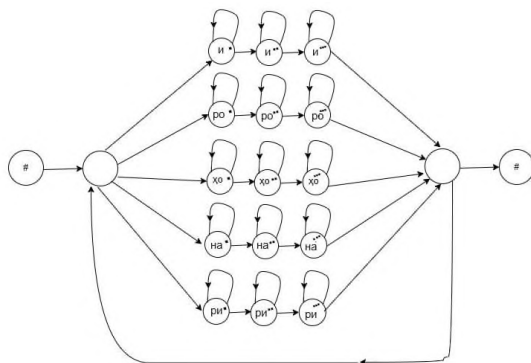
2. Аз сабаби маҳдудияти вақт, баъзе аз иштирокчиён матнро бо суръати гуногун хондаанд ва сабти овоз миқдори гуногуни додаҳоро дарбар мегирад.

Барои омӯзиш сабтҳои аз талаффузи 200 калимаҳо аз тарафи 10 нафар иштирокчиён пешниҳодшуда, истифода карда шуданд.

Омӯзиш дар асоси интихоби пешикӣ банақшагирифташуда гузаронида шуд. Барои сабти овоз он ба таври худкор ба ҷумлаҳои аз якҷанд калимаҳо иборат буда тақсим карда шуданд. Фосилаи маҳдудкунӣ (пауза) зиёда аз 400 мс мебошад. Шумораи миёнаи калимаҳо ба 5 баробар буд. Дар мавриди сабти овоз аз тарафи мутахассис дар шакли нишонаи матнӣ стенограммаҳо омода карда шуданд. Сипас ба таври худкор ба шаклдарории матн ба пайдарпайи фонемаҳо бо мувофиқи қоидаҳои забони тоҷикӣ амалӣ карда шуданд. Тартиби сабти дар боло овардашуда барои соختани амсилаи акустикӣ асос карда шуд.

Луғати акустикӣ аз рӯи матни пешниҳод шуда, сохта шуд. Дар ин маврид, барои аз байн бурдани овозҳои берун аз матн, навиштани рақам дар намуди матнӣ ва ҷудо кардани матни тоҷикӣ луғат аз нам такмил карда шуд.

Алгоритми стенографи фонетикӣ имкон медиҳад, ки пайдарпайии фонемаҳо барои сигнали нутқ бе истифодаи ягон луғат сохта шавад. Бо ин мақсад баъзе имлои “худкор” сохта мешавад, ки ҳамаи сигналҳои имконпазири моделии нутқи пайвастаро барои ҳар як пайдарпайии фонемаҳо синтез кунад. Дар доираи амсилаи сохташуда алгоритми шинохти монандии фонемавӣ барои сигналҳои “ношинос” сохта мешавад [5].



Расми 1 – Граф барои пайдарпайии ҳиҷоҳои ихтиёрӣ



Натиҷаи тадқиқот муайян кард, ки эътимоднокии пайдо гаштани фонема дар ҷои дуруст барои татбиқи маълум тақрибан 85% мебошад.

Таҳлилҳо дар асоси назорати интиҳобӣ баён карда мешавад. Калимаҳои калидӣ бо пайдарпаии фонемаҳои дарозии додашуда аз 2 то 12 фонема муайян гаштааст. Барои дарозии луғат 20 калимаи калидӣ интиҳоб карда мешуд. Дар ин маврид, барои дарозии 2, 13 ва 14 дар корпуси санҷиш шумораи кофии сабтҳои интиҳоб карда нашуданд. Дар умум 70 калимаи калидӣ тафтиш карда шуд.

Барои ҳар як калимаи калидӣ аз корпуси санҷиш аз 15 то 100 сабти ибораҳои интиҳоб карда мешуданд, ки ин калимаи калидӣ ҳатман ба он дохил мешуд. Дар маводи пешниҳодгашта фоизи радди бардурӯғ ҳамчун ҳиссаи ҳолатҳои, ки калимаи калидӣ шинохта шудааст, ҳисоб карда мешавад.

Бо мақсади муқоиса сабти аз калимаҳои берун аз луғат иборат буда интиҳоб карда мешуд, ки дар он калимаи калидӣ дохил намешуд. Дар маводи додашуда ҳисоби фоизи коркарди бардурӯғ ҳамчун қисми ҳолатҳои дар асоси алгоритми шинохти калимаҳои калидӣ гузаронида шуданд. Алгоритм таносуби фоизи радкунии бардурӯғ ва коркарди бардурӯғиро ба танзим мебарорад. Коэффитсиенти лозима ва ё оптималӣ аз шартӣ камтарини ҳосили ҷамъи ин фоизҳо ба даст оварда шуд.

Ҷадвали 1 – Эътимоднокии шинохти калимаҳои калидӣ

Шумораи ҳиҷоҳо дар калимаҳои калидӣ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Фоизи радкунии бардурӯғ	7.53	6.95	5.22	3.26	4.06	3.32	2.21	1.52	2.09	3.79	4.47	5.73	7.57	9.37

Дар ҷадвали 1 натиҷаи шинохти калимаҳои калидӣ вобаста ба шумораи ҳиҷоҳо дар калимаҳои калидӣ оварда шудааст. Қимати оптималии коэффитсиент аз дарозии калима иборат буда, барои калимаҳои дароз он зиёд карда мешавад, ки натиҷаи беҳтарин ба даст оварда шавад.

Афзалияти асосии ин усули ба роҳ монда, дар чандирии калони он мебошад. Ҳамчунин дар натиҷаи ёфт шудани ҳиҷоӣ нав дар калимаи калидӣ он дар манбаи додаҳои нигоҳ дошта мешавад. Аммо истифодабарии ин намуди низом барои ёфтани калимаҳои калидӣ дар нутқи ҳамчун ба мушкилии тафтиши калимаҳои ёфтшуда вобастагӣ дорад. Аз ин рӯ, яке аз масъалаҳои асосӣ дар айни замон муайян кардани қимати саҳеҳии нав барои аз бан бурдани шумораи калимаҳои бардурӯғ ба ҳисоб меравад.

Соҳтори функционалии низоми ҷустуҷӯи калимаҳои калидӣ дар асоси панҷараи ҳиҷо:

Қадами якум – омӯзиши шинохти калимаи калидӣ бо ёрии манбаи додаҳои забони савтӣ, ки дар натиҷаи панҷараи ҳиҷо ташкил мегардад.

Қадами дуюм – ҷустуҷӯи калимаҳои калидии мавҷудбудаи ҳар панҷара.

Қадами сеюм – тафтиши калимаҳои калидии ёфташуда бо ёрии андозаи саҳеҳӣ.

Дар мавриди ба роҳ мондани низоми иттилоотӣ барои пайдарпаии воҳидҳои фонетикӣ дар мисоли ҳиҷоҳо, ки дар асоси АММ қабулшуда ва дар намуди панҷараи нишон дода шудаанд, ба се хатогиҳои маълум дучор шуда метавонад:

Пайдо шудани “ҳиҷоҳои зиёдӣ” дар сигнали ҳақиқӣ ҷой надошта, ки эҳтимолияти дучоршавии кам доранд.

Дарёфт ва пешниҳод ҳиҷоҳои нодуруст, ки ба забони тоҷикӣ тааллуқ надоранд ба пайдо шудани мушкилии иваз ва ё пешниҳоди ҳиҷоӣ дуруст оварда мерасонад [6].

Дар ҳолати во хӯрдани ҳиҷоҳои кӯтоҳ эҳтимолияти аз байн рафтани ва ё инкор кардани онҳо вучуд дорад, ки эҳтимолияти зиёди хатогиро дар бар мегирад [7].

**Хулоса.** Ҳамин тавр, мақола ба таҳлили низоми шинохти калимаҳои калидӣ дар рафти нутқ дар асоси стенографи фонетикӣ баён менамояд. Таҳлилҳо гузаронида шуданд, ки коэффитсиенти ради

бардурӯғ ба 3,67% ҳангоми фаъолшавии бардурӯғ ба 3,02% баробар аст. Ин таҳлил имконият медиҳад, ки алгоритми мазкур дар низоми амалӣ истифода бурда шавад. Дар асоси таҳлилҳои гузаронидашуда, низоми иттилоотии худкор иборат аз луғати калимаҳои калидӣ, модулҳои барномавӣ ва маҷмӯи барномаҳои компютерӣ пешниҳод карда мешавад.

*Муқарриз: Музафаров Д.З. – н.и.ф.-м., декани факултети математикаи МДҶП, Донишгоҳи давлатии Хуҷанд ба номи ақадемик Ғ. Ғафуров.*

### Адабиёт

1. Худойбердиев, Х. А. Амсиласозии раванди шинохти нутқ дар заминаи нутқи забони тоҷикӣ / Х.А. Худойбердиев, Б.Х. Ашурзода // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2022. – №. 2(58). – Р. 39-42. – EDN VNMJGH

2. Ашурзода, Б.Х. Мушкилотҳои шинохти нутқи якҷояи гуфтугӯӣ ва ҷустуҷӯи калимаҳои калидӣ / Б.Х. Ашурзода // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои табиӣ. – Душанбе. – 2018. № 2 (33). – С. 53-57.

3. Баландин, И. В. Алгоритм сегментации речевых сигналов для автоматической системы поиска ключевых слов / И.В. Баландин // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2010. – №. 32. – С. 27-31.

4. Шереметьева, С.О. Методы и модели автоматического извлечения ключевых слов / С.О. Шереметьева, П.Г. Осминин // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Лингвистика. – 2015. – Т. 12. – №. 1. – С. 76-81.

5. Пилипенко, В. В. Распознавание ключевых слов в потоке речи при помощи фонетического стенографа. – Искусственный интеллект. – Донецк, 2009. – № 4.

6. Худойбердиев, Х. А. О статистических закономерностях слогового состава таджикского языка / Х.А. Худойбердиев // Вестник Таджикского технического университета. – 2015. – № 3(31). – С. 48-53. – EDN VTFKGX.

7. Худойбердиев, Х. А. О многообразии слогов таджикского языка / Х.А. Худойбердиев // Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. – 2007. – № 2. – С. 31-34. – EDN OYKQZZ.

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

TJ	RU	EN
Максудов Анвар Темурович	Максудов Анвар Темурович	Maqsudov Anvar Temurovich
Директори МИХ АМИТ	Директор ХНЦ НАНТ	Director of KhSC NASRT
Маркази илмӣи Хуҷанди Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон	Худжандский научный центр Национальной академии наук Таджикистана	National Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan Khujand scientific center
<a href="mailto:atmaxudov@mail.ru">atmaxudov@mail.ru</a>		
TJ	RU	EN
Худойбердиев Хуршед Атохонович	Худойбердиев Хуршед Атохонович	Khudoyberdiev Khurshed Atokhonovich
дотсенти кафедраи “БвНИ”	доцент кафедры “ПиИС”	Associate Professor of the Department of “P and IS”
Донишқадаи политехникии ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хуҷанд	Политехнический институт ТТУ имени академика М.С.Осими в городе Худжанде	Khujand Polytechnic institute of TTU named after academician M.S.Osimi
<a href="mailto:tajlingvo@gmail.com">tajlingvo@gmail.com</a>		
TJ	RU	EN
Солиева Мехрангез Толибовна	Солиева Мехрангез Толибовна	Solieva Mehrangez Tolibovna
Унвонҷӯи дараҷаи илмӣ	Соискатель ученой степени	Academic degree applicant
Донишқадаи политехникии ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хуҷанд	Политехнический институт ТТУ имени академика М.С.Осими в городе Худжанде	Khujand Polytechnic institute of TTU named after academician M.S.Osimi
<a href="mailto:smehrangez91@gmail.com">smehrangez91@gmail.com</a>		

УДК 621.38

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ГЕНЕРАТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА НА ОСНОВЕ МЕТОДА ИНТЕГРАЛЬНОЙ МОДУЛЯЦИИ

У.Х. Джалолов, Ш.Д. Давлатбекова, У.А.Турсунбадалов

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими, г. Душанбе, Таджикистан

В статье рассматривается параметрическая система идентификации генератора постоянного тока электропривода карьерного экскаватора ЭКГ4,6Б. Показано, что электроприводы этих машин являются сложными системами. Одним из главных элементов которых, является генератор постоянного тока. В работе проанализированы основные свойства и особенности данного объекта при решении задачи моделирования и идентификации. Показано, что для цели идентификации можно использовать, параметрический способ идентификации, основанный на методе интегральной модуляции, позволяющий в режиме реального времени произвести оценку динамических параметров исследуемого объекта.

**Ключевые слова:** генератор, постоянный ток, метод, интегральная модуляция.

## МУАЙЯН КАРДАНИ ПАРАМЕТРҲОИ ГЕНЕРАТОРИ ҶАРАӢНИ ДОИМӢ БО АСОСҲОИ УСУЛИ МОДУЛЯТСИЯИ ИНТЕГРАЛӢ.

У.Ҳ. Ҷалолов, Ш.Д. Давлатбекова, У.А.Турсунбадалов

Дар мақола системаи параметрикии муайянкунии генератори ҷараёни доимии муҳаррики электрикии экскаватори карьерӣ ЭКГ4, 6Б баррасӣ карда мешавад, нишон дода шудааст, ки муҳаррики электрикии ин мошинҳо системаҳои мураккаб мебошанд. Яке аз унсурҳои асосии он генератори доимии ҷараён мебошад. Дар қор ҳосиятҳои асосӣ ва хусусиятҳои ин объект ҳангоми ҳалли масъалаи моделсозӣ ва муайянкунии таҳлил карда мешаванд. Барои мақсади муайянкунии нишон дода шудааст, ки усули параметрикии идентификасионӣ, ки ба усули модулятсияи интегралӣ асос ёфтааст, истифода бурда мешавад, ки имкон медиҳад дар вақти воқеӣ параметрҳои динамикии объекти тадқиқшавандаро арзёби кунад.

**Калидвожаҳо:** генератор, ҷараёни доимии муҳаррики электрикӣ, усул, модулятсияи интегралӣ.

## IDENTIFICATION OF PARAMETERS OF A DC GENERATOR BASED ON THE METHOD OF INTEGRAL MODULATION.

U.H. Jalolov, Sh.D. Davlatbekova, U.A.Tursunbadalov

The article considers the parametric identification system of the DC generator of the electric drive of the EKG4.6B quarry excavator. It is shown that the electric drive of these machines are complex systems. One of the main elements of which is a DC generator. The paper analyzes the main properties and features of this object in solving the problem of modeling and identification. It is shown that for the purpose of identification, a parametric identification method based on the integral modulation method can be used, which allows real-time evaluation of the dynamic parameters of the object under study.

**Keywords:** generator, direct current, method, integral modulation.

**Введение.** Многие элементы электропривода можно с уверенностью отнести, к нелинейным звеньям, причем, несмотря на различия в их принципе действия, имеют общее звено, электромагнитную цепь, определяющую поведение элемента в статических и динамических режимах [1,2,3,4]. Одним из нелинейных звеньев автоматизированного электропривода, является генератор постоянного тока, динамические свойства которого в основном определяются свойствами электромагнитной цепи и рядом других факторов таких как: реакция якоря, взаимная индукция между цепями якоря, вихревыми токами в неосновных частях магнитной системы, изменения скорости вращения приводного двигателя. В большинстве практических расчетов электромагнитная цепь представляется структурной схемой, представленной на рис.1.

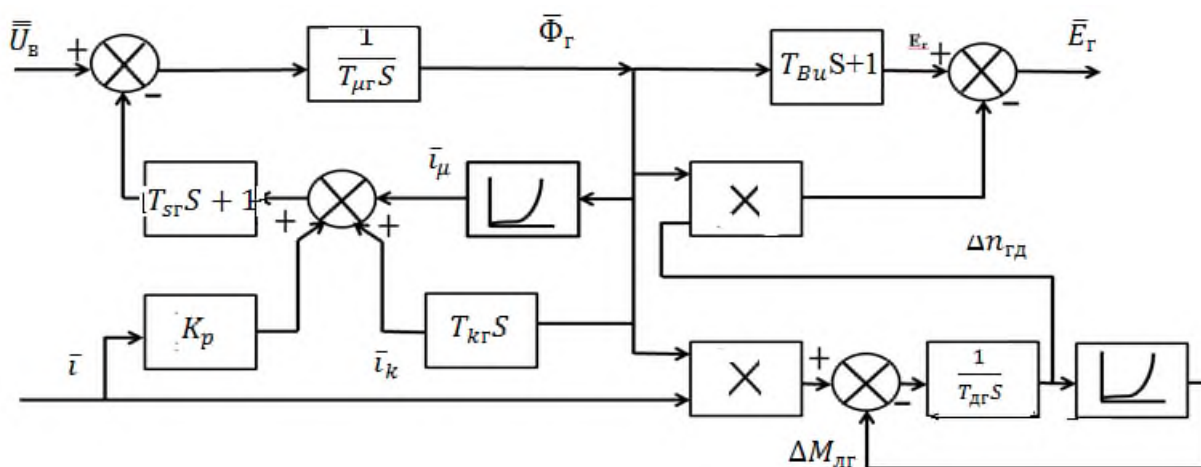


Рисунок 1 – Обобщенная структурная схема генератора постоянного тока.

Согласно этой схеме, свойства генератора постоянного тока определяется постоянном времени обмотки возбуждения и параметрами кривой намагничивания цепи магнитопровода машины.

Эти динамические параметры в структурной схеме представленной на рис 1 рассматриваются в относительных единицах соответствующих номинальному режиму. Динамическими параметрами ГПТ являются [3]:

$T_{\mu}$  – постоянное времени, определяемое основным магнитным потоком формируемой обмоткой возбуждения генератора;

$K_{\rho}$  – коэффициент рассеяния магнитного потока;

$K_{\Sigma}$  – коэффициент эффективности реакции якоря;

$T_{T\mu} = f(\Phi_r)$  – время намагничивания главных полюсов;

$T_k = f(E_k)$  – нелинейная зависимость тока эквивалентного короткозамкнутому контуру от наводимой Э.Д.С. (электродвижущая сила тока, пропорциональная производной от основного магнитного потока).

Рассмотрим уравнения генератора при учете вышеуказанных факторов.

Примем следующие допущения:

Поток рассеяния главных полюсов пропорционален току возбуждения;

Размагничивающее действие вихревых токов в массивных частях магнитной системы, пропорционально скорости изменения основного магнитного потока;

Размагничивающее действие реакции якоря, пропорционально току якоря.

Величина Э.Д.С., генератора связана с потоком возбуждения  $\Phi_{Br}$ , и скоростью вращения якоря  $n_r$ . Следовательно

$$E_r = C_e n_r \Phi_r + w_{\Sigma} \frac{d\Phi_{Br}}{dt} \quad (1)$$

где  $C_e$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от технических и конструктивных особенностей ГПТ;

$w_{\Sigma}$  – число витков обмотки якоря в последовательной обмотке возбуждения.

После перехода к относительным единицам, получим

$$\overline{E}_r = \overline{n}_r * \overline{\Phi}_r + \overline{T}_{Br} \frac{d\overline{\Phi}_{Br}}{dt} \quad (2)$$

$\overline{T}_{Br} = w_r \Phi_{\delta} / E_{r\delta}$  - постоянной времени взаимной индуктивности.

Скорость приводного двигателя генератора от нагрузки генератора и выражается известными уравнениями движения [4].

$$\frac{GD_{np}^2}{375} \frac{dn_r}{dt} = M_{gr} - C_M \Phi_r i$$

$M_{gr}$  – момент развиваемый приводным двигателем генератора;

$i$  – ток нагрузки генератора;

$C_M$  – коэффициент пропорциональности;

$GD_{np}^2$  – маховый момент приводной двигателя с генератором;

В относительных единицах

$$T_{gr} \frac{d\overline{n}_r}{dt} = \overline{M}_{gr} - \overline{\Phi}_r i \quad (3)$$

где:  $T_{gr} = \frac{GD_{np}^2}{375} \frac{\overline{n}_{i\delta}}{C_M \Phi_r i_{\delta}}$  - базовая постоянная времени привода генератора.

Уравнение цепи возбуждения генератора при учёте насыщения магнитной системы, вихревых токов и потоков рассеяния, реакции якоря и наличии последовательной обмотки возбуждения, можно представить в виде

$$\begin{cases} \overline{U}_{Br} = \overline{i}_B R_B + T_s \frac{d\overline{i}_s}{dt} + T_{\mu} \frac{d\overline{\Phi}}{dt} \\ T_{\mu} = (1 - k_p) \overline{i} - T_k \frac{d\overline{\Phi}}{dt} \end{cases} \quad (4)$$

где:  $T_{\mu}, T_s, T_k$  - постоянные времени обмотки возбуждения, учитывающие основной магнитный поток, поток рассеяния и вихревые токи;

$k_p$ -коэффициент размагничивания реакции якоря.

Уравнение цепи возбуждения генератора при учете насыщения магнитной системы, вихревых токов и потоков рассеяния, реакции якоря и наличия последовательной обмотки возбуждения замкнутой цепи, при условии изменения скорости вращения генератора, обычно происходит в небольших пределах, с учетом этого фактора, удобнее выражать через отклонения скорости от номинального значения в относительных единицах.

$$\Delta \bar{n}_r = 1 - \bar{n}_r$$

При такой замене уравнения генератора можно записать в виде:

$$\bar{E}_r = \bar{\Phi}_r - \bar{\Phi}_r \Delta \bar{n}_r + \bar{i}_{вн} \frac{d\bar{\Phi}_r}{dt} \quad (5)$$

$$\bar{T}_{яг} \frac{d\Delta \bar{n}_r}{dt} = \bar{i} \Phi_K - \bar{M} g \Delta \bar{n}_r \quad (6)$$

$$\bar{U}_{Br} = \bar{i}_{Br} + \bar{T}_{Br} \frac{di_{Br}}{dt} - T_{\mu r} \frac{d\bar{\Phi}_r}{dt} \quad (7)$$

$$\bar{i}_{\mu r} = \bar{i}_{\beta r} - \bar{T}_{kr} \frac{d\Phi_r}{dt} - K_p i = f(\Phi_r) \quad (8)$$

где:  $\bar{T}_{\mu r}$ ,  $\bar{T}_{sr}$ ,  $\bar{T}_{kr}$ , - базовые постоянные времени, учитывающие время изменения процессов протекающих в электрических и магнитных цепях генератора и приводного двигателя.

$K_p$ - коэффициент размагничивания реакции якоря и последовательной обмотки возбуждения генератора.

Как видно, из структурной схемы (рис. 1), для описания динамических свойств генератора с учетом выше указанных факторов необходимо кроме кривой намагничивания и механической характеристики приводного двигателя генератора учесть пять базовых постоянных времени;

$T_{\mu}$ ,  $T_{\beta r}$ ,  $T_{nr}$ ,  $T_{qr}$ , и безразмерных изменений потоков в зависимости от тока возбуждения  $\Phi_r = f(i_{\beta})$

Для определения этой зависимости воспользуемся следующим уравнением [4].

$$E = \frac{p \cdot n}{60} * \frac{N}{a} \Phi = \frac{p \omega}{\omega} * \frac{N}{a} \Phi \quad (9)$$

где N-число проводников обмотки якоря

a- число параллельных ветвей;

$\omega$ - угловая скорость приводного двигателя, при которой снята характеристика.

Дифференцируя уравнения по току возбуждения  $i_{\beta}$  получим.

$$\frac{\partial E}{\partial i_{\beta}} = \frac{\partial \Phi}{\partial i_{\beta}} * c, \text{ где } c = \frac{p \omega}{\omega} * \frac{N}{a}$$

При этом можно применить один из методов численного дифференцирования [5]. С другой стороны, величина индуктивности также зависит от изменения величины.

$$h_{\beta} = 2p * \omega_H \frac{\partial \Phi^*}{\partial i_{\beta}} \quad (10)$$

Определение характера изменения  $L_{\beta}$  позволит полнее учитывать характер изменения процесса в генераторе постоянного тока.

Для этого кривая намагничивания должна быть аппроксимирована некоторой системой функций:  $\{f_i(x)\}$  [6].

$$G_N(x) = \sum_{i=0}^n a_i f_i(x). \quad (11)$$

Необходимо выбрать коэффициент  $\alpha$ ; таким образом чтобы  $G(x)$  на интервале  $[x \in A, B]$  наилучшим образом приближалось к  $G(x)$ .

$$E^2(x) = \int_B^A [G(x) - G_M(x)]^2 dx \rightarrow \min_{a_i \in D} E^2 \quad (12)$$

Путем нахождения  $\partial E^2 / \partial a_i$ . При этом относительная среднеквадратичная ошибка составляет

$$E = \sqrt{\frac{E^2}{b-a}} \quad (13)$$

В системах автоматического управления электроприводами обычно генератор входит как звено, входом которого являются; напряжение в обмотке возбуждения, а выходом Э.Д.С генератора  $E_r$  (рис 2). Причем для инженерной практики степенью точности можно считать :

а) Скорость приводного двигателя преобразовательного агрегата постоянна, так как ее мощность значительно выше мощности генератора;

б) Компенсационная обмотка полностью компенсирует реакцию якоря.



В этом случае уравнение динамики электрического процесса может быть записано в следующей форме

$$T_{\beta} \frac{dE_r}{dt} + E_r * \left(1 + \frac{\lambda_{я}-\lambda}{\lambda}\right) = kU_r, \quad (14)$$

здесь: k- коэффициент усиления,  $(\lambda_{я} - \lambda)/\lambda$ - конструктивные параметры цепи магнитного провода.

Для определения динамических параметров генератора по его входному и выходному сигналам воспользуемся методом интегральной модуляции [7,8,9].

$$T_{\beta} \int_{t_0-T}^{t_0} E_r(\tau)\Phi'(\tau)d\tau + \int_{t_0-T}^{t_0} E_r(\tau)\Phi(\tau)d\tau + \int_{t_0-T}^{t_0} \frac{\lambda_{я}-\lambda}{\lambda} E_r(\tau)\Phi(\tau)d\tau = k \int_{t_0-T}^{t_0} U_r(\tau)\Phi(\tau)d\tau, \quad (15)$$

где  $\tau \in [t_0 \div t_0 - T]$

Для нахождения параметров  $T_{\beta}$  и k необходимо иметь информацию о напряжении на зажимах генератора ( $U_r$ ), тока в якровой цепи системы генератор-двигатель ( $I_{я}$ ) и напряжение на обмотке возбуждения генератора ( $U_{вр}$ ). Осциллограммы этих сигналов приведены на рис.2.

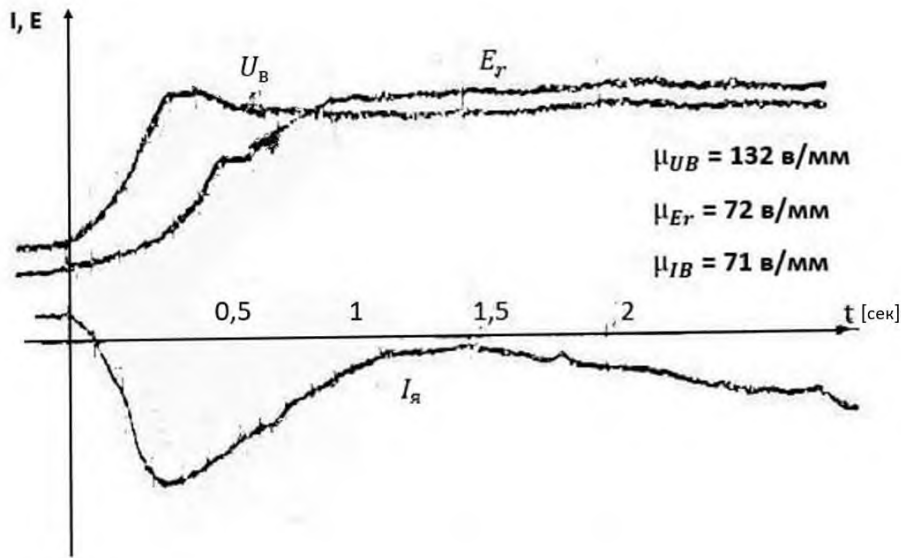


Рисунок 2 – Графики переходных процессов генератора постоянного тока экскаватора ЭКГ4.6 Б.

По первым двум осциллограммам и известной величине сопротивления якровой цепи генератора для рабочего режима генератора строится зависимость  $E_r = f(I_{я})$  согласно формуле:

$$E_r = U_r + I_{я}R_{яг} \quad (16)$$

Кроме того необходимо, при разомкнутой якровой цепи генератора, снять характеристику холостого хода генератора  $E_{гх} = f(I_{вх})$ . По ней строится зависимость  $\frac{\lambda_{я}}{\lambda} = f(E_{гх})$ , с использованием формулы

$$\frac{\lambda_{я}}{\lambda} = \frac{E_{гг} * I_{в}}{I_{вл} E_r} \quad (17)$$

где  $E_{гг}$ ,  $I_{вл}$ - э.д.с., генератора и ток возбуждения на линейном участке характеристики холостого хода генератора (рис.3).

При наличии такой кривой формулу (14) можно представить в виде (17) и записать в следующей форме

$$T_{\beta} \int_{t_0-T}^{t_0} E_r(\tau)\Phi'(\tau)d\tau + (\lambda_{я}/\lambda) \int_{t_0-T}^{t_0} E_r(\tau)\Phi(\tau)d\tau = k \int_{t_0-T}^{t_0} U_r(\tau)\Phi(\tau)d\tau,$$

где

$$\tau \in [t_0 \div t_0 - T], \quad (18)$$

На основе последнего выражения можно записать следующее уравнение идентификации

$$T_{\beta} * C_1(t) + \lambda_r C_o(t) = k * U_o(t) \tag{19}$$

где:  $C_o(t) = \int_{t_0-T}^{t_0} E_r \Phi(\tau) d\tau$

$$C_1(t) = \int_{t_0-T}^{t_0} E(\tau) \Phi'(\tau) d\tau$$

$$U_o(t) = \int_{t_0-T}^{t_0} U_B(\tau) \Phi(\tau) d\tau, \lambda_r = \lambda_{\lambda} / \lambda$$

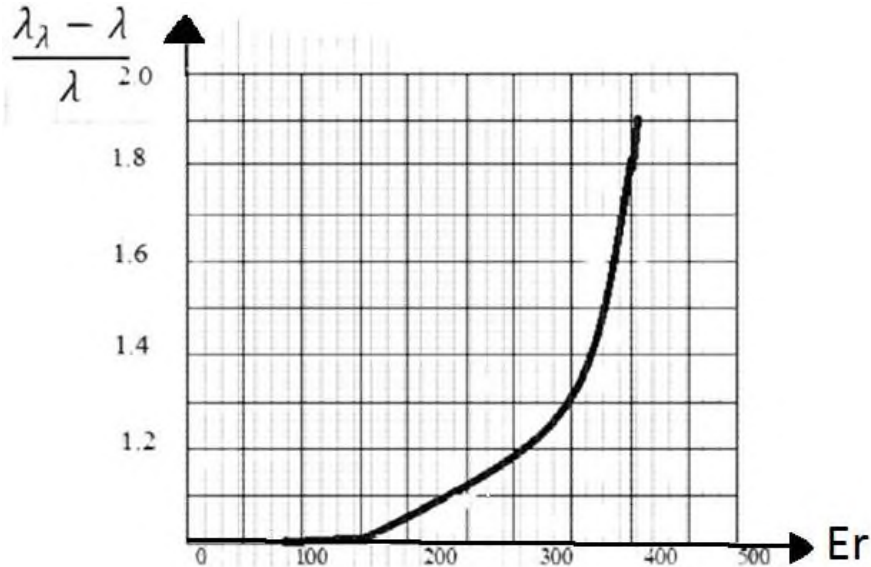


Рисунок 3 – График относительного намагничивания магнитопровода генератора в режиме холостого хода генератора постоянного тока.

Сформировав систему алгебраических уравнений (19) на отрезке  $[\tau \in [t_0, t_0 - T]]$  и решив ее методом наименьших квадратов, получим оценку параметров  $\tilde{T}_{\beta}, \tilde{k}$  генератора постоянного тока. Структурная системы параметрической идентификации, построенной на основе метода интегральной модуляции представлена на рис.4.

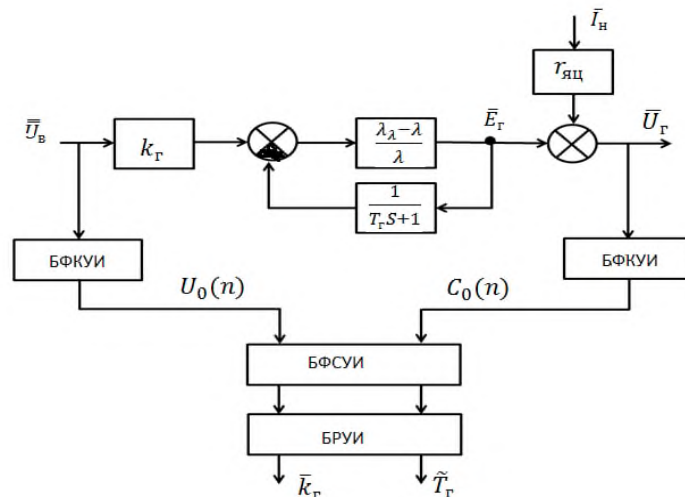


Рисунок 4 – Структурная системы параметрической идентификации, построенной на основе метода интегральной модуляции, где БФСУИ-блок формирования коэффициентов уравнений идентификации, БФСУИ-блок формирования системы уравнений идентификации, БРУИ-блок решения уравнения идентификации.

**Результаты эксперимента и математического моделирования.**

Рассмотренный метод параметрической идентификации ГПТ построенный на основе интегральной модуляции реализован в виде мобильного испытательного прибора, работоспособность которого был апробирован на электроприводе карьерного экскаватора ЭКГ 4.6Б эксплуатируемой в строительстве Рогунской ГЭС. Результаты эксперимента и математического моделирования ГПТ типа 2МП542-1, экскаватора ЭКГ 4.6Б и оценивания его параметров приведены: в таблице 1 и на графиках рисунка 2.

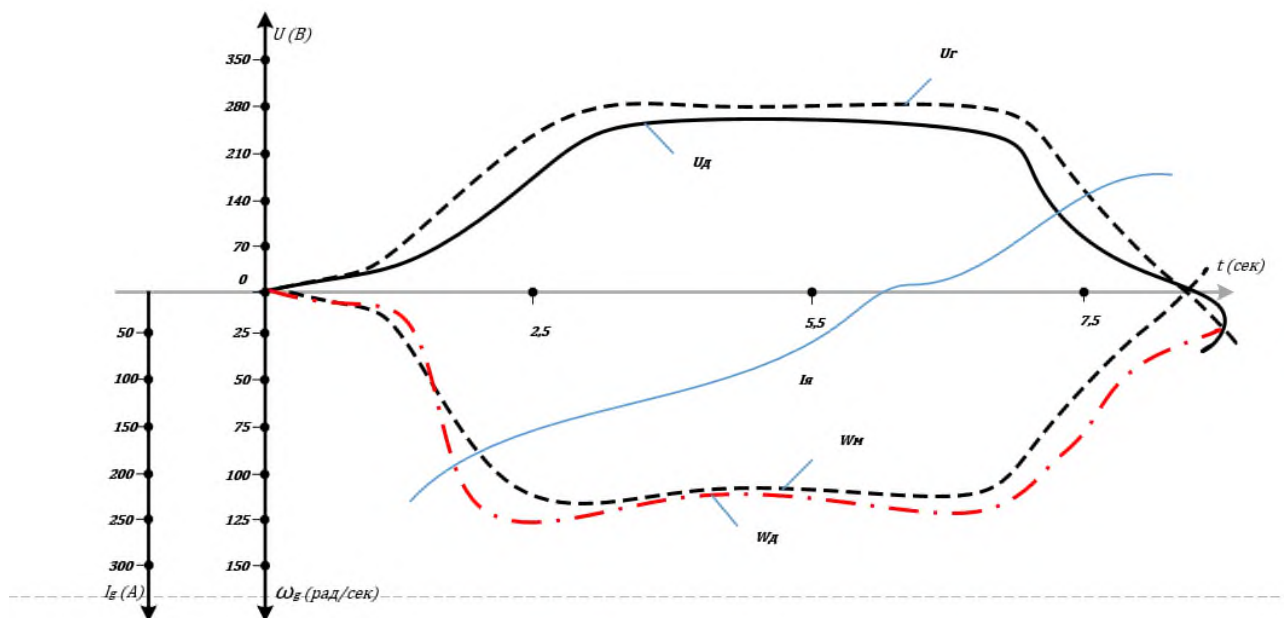


Рисунок 5 – Графики переходных процессов электропривода ЭКГ 4.6Б.

Таблица 1 – Результаты идентификации параметра  $K_r$  генератора постоянного тока механизма подъема экскаватора ЭКГ 4.6Б.

$t = n\Delta t$ [сек]	0.4	0.8	1.2	1.6	1.8	2.0	2.2
$\hat{K}_r$	2.35	2.8	1.7	1.4	1.62	1.65	1.67

В результате идентификации также определены оценки следующих параметров ГПТ;  $\hat{T}_B = 0.37$  сек;  $\hat{T}_r = 0.22$  сек;  $\hat{K}_{нг} = 1.35$ ;

**Заключение**

Анализ полученных результатов показал: что, параметрическая идентификация построенная на основе интегральной модуляции позволяет определять параметры и переменное состояние звеньев электропривода в частности параметры генератора постоянного тока в режиме реального времени с допустимой для практического использования погрешностью. Данный метод также, можно использовать для получения необходимой информации в системах функциональной диагностики и защиты от аварийных режимов электропривода промышленных установок.

*Рецензент: Хақёров И.З. – к.т.н., и.о. доцента, заведующий кафедрой «ФиПИД» Технологического университета Таджикистана.*

**Литература**

1. Москаленко, В.В. Электрический привод / В.В. Москаленко. – М. Мастерство, 2000.
2. Онищенко, Т.Б. Автоматизированный электропривод промышленных установок / Т.Б. Онищенко. – М. Изд. РАСХН, 2001.
3. Башарин А.В. Управление электроприводами. Учеб. пособие для вузов. — Л.: Энергоиздат, 1982 — 392 с.
4. Чиликин, М.Г. Теория автоматизированного электропривода: учебное пособие для вузов / М.Г. Чиликин, В.И. Ключев, А.С. Сандлер. – М. : Энергия, 1979. – 616 с.

5. Чиликин М.Г. Общий курс электропривода/ М.Г. Чиликин, А.С. Сандлер.-М.: Энергоиздат. 1981.- 576 с.
6. Балакин А. А. Численные методы и математическое моделирование. ИД. Интеллект, 2022. 288 с.
7. Шевченко А.С. Численные методы.- Барнаул. Алт. ун-та, 2016.-383 с.
8. Джалолов У.Х., Юнусов Н.И., Зиёев Ш.Ш. , Турсунбадалов У.А. Адаптивное управление электроприводом с упругой системой на основе идентификатора использующего метод интегральной модуляции. Материалы международной научно –практической конференции «Перспективы развития науки и образования» Часть 1, 26-27 ноября 2019, стр. 102-105.
9. Малёв Н.А., Погодицкий О.В., Чиляева М.Р., Имамиев А.Р. Алгоритм параметрической идентификации электропривода постоянного тока с применением инверсной модели. Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. 2021;23(6):119-133. <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2021-23-6-119-133>.
10. Алексеев А.А. Идентификация и диагностика систем/ А.А. Алексеев, Ю. А. Кораблев, М.Ю. Шестопапов.- М.: Академия.2000-352с.

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

TJ	RU	EN
Чалолов Убайдулло Хабибулоевич	Джалолов Убайдулло Хабибулоевич	Jalolov Ubaidullo Habibuloevich
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент	candidat of engineering sciences, Assistant 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.
Jalolov U.H @gmail.com		
TJ	RU	EN
Давлатбекова Шоира Додилоевна	Давлатбекова Шоира Додилоевна	Davlatbekova Shoiradodiloevna
Ассистент	Ассистент	Assistant
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ.	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими.	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi.
<a href="mailto:shoira@mail.ru">shoira@mail.ru</a>		
TJ	RU	EN
Турсунбадалов Умид Абдумаликович	Турсунбадалов Умид Абдумаликович	Tursunbadalov Umid Abdumalikovich
н.и.т., м.к.	к.т.н., ст. преп.	candidat of engineering sciences, senior lecturer
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ.	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими.	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi.
demu820gmail.com		

УДК 338.2,004

## УГРОЗЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ОТ НИХ

А.Ш. Назаров

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Процесс цифровизации прогрессивно развивается во всех сферах экономики стран мира, в том числе и в Республике Таджикистан. В статье рассмотрен процесс цифровизации, выделены инструменты цифровых технологий, исследована степень внедрения цифровых технологий в государственном секторе и динамика изменения индекса развития электронного правительства Республики Таджикистан. С развитием цифровизации, экономика сталкивается с новыми угрозами и проблемами. В связи с этим, в статье также исследованы основные типы угроз информационной безопасности в условиях цифровизации экономики, прогноз ущерба от них и предложены основные способы обеспечения информационной безопасности в условиях цифровизации экономики.

**Ключевые слова:** цифровизация, технологии, системы, концепция, рейтинг, динамика, электронное правительство, угрозы, ущерб, атак, утечек.

## ТАҲДИДҲОИ АМНИЯТИ ИТТИЛОӮӢ ДАР ШАРОИТИ РАҚАМИКУНОНИ ИҚТИСОДИЁТ ВА РОҲӢОИ МУҲОФИЗАТ АЗ ОНӢО

А.Ш. Назаров

Раванди рақамикунони дар тамоми соҳаҳои иқтисодиёти ҷаҳон, аз ҷумла дар Ҷумҳурии Тоҷикистон тадриҷан инкишоф меёбад. Дар мақолаи мазкур раванди рақамисозӣ баррасӣ шуда, асбобҳои технологияҳои рақамӣ ҷудо гардида, дараҷаи таъбиқи технологияҳои рақамӣ дар баҳши давлатӣ ва динамикаи тағйироти индекси рушди ҳукумати электронӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон баррасӣ шудааст. Бо рушди рақамисозӣ, иқтисодиёт бо таҳдидҳо ва мушқилоти нав рӯ ба рӯ мешавад. Дар робита ба ин, дар мақола инчунин намудҳои асосии таҳдидҳо ба амнияти иттилоотӣ дар шароити рақамикунонии иқтисодиёт баррасӣ гардида, зиён аз онҳо пешгӯӣ гардида, роҳҳои асосии таъмини амнияти иттилоотӣ дар шароити рақамикунонии иқтисодиёт пешниҳод гардидааст.

**Калидвожаҳо:** рақамисозӣ, технология, системаҳо, консепсия, рейтинг, динамика, ҳукумати электронӣ, таҳдидҳо, хисорот, ҳамлаҳо, ихроҷ.

## THREATS TO INFORMATION SECURITY IN DIGITIZATION OF THE ECONOMY AND WAYS TO PROTECT AGAINST THEM

A.Sh. Nazarov

The digitalization process is progressively developing in all spheres of the economy of the world, including in the Republic of Tajikistan. The article examines the process of digitalization, highlights the tools of digital technologies, examines the degree of implementation of digital technologies in the public sector and the dynamics of changes in the e-government development index of the Republic of Tajikistan. With the development of digitalization, the economy faces new threats and problems. In this regard, the article also examines the main types of threats to information security in the context of digitalization of the economy, forecasts the damage from them, and proposes the main ways to ensure information security in the context of digitalization of the economy.

**Keywords:** digitalization, technology, systems, concept, rating, dynamics, e-government, threats, damage, attacks, leaks.

### Введение

В настоящее время происходит трансформация экономики большинства государств, в том числе и Республики Таджикистан. Одновременно изменения происходят в информационно-коммуникационном пространстве, которые затронули все сферы жизни человека. Это значит, что происходит становление нового информационного общества под названием «Цифровая экономика». Цифровая экономика основывается на применении цифровых технологий и является результатом цифровизации экономики. Цифровизация стремительно затрагивает все сферы жизни человека, в том числе политическую, культурную, социальную, финансовую, экономическую и другие направления. Процесс цифровизации положительно влияет на развитие взаимоотношений всех участников, таких как: государственные учреждения и организации, средние и крупные коммерческие компании, бизнес, граждан и др. Интернет является одним из основных элементов процесса цифровизации с помощью которого можно найти товары и услуги, произвести их оплату и получить в удобное время. Это позволяет экономить время. Цифровое развитие отраслей экономики означает их конкурентоспособность в технологическом плане.

### Исследование задачи

Информация и сетевые технологии являются основными составляющими цифровой экономики. Главный стратегический ресурс цифровизации – это электронные данные, которые обмениваются между участниками экономических отношений. Для пользования данных разрабатываются и модернизируются современные инструменты информационной технологии. Информационно-коммуникационные технологии на протяжении последних лет успешно внедряются в мировую экономику и экономику республики Таджикистан.

К ним относятся:

- большие данные – совокупность методов, подходов и инструментов, предназначенных для обработки информации большого объема и с разнообразными структурами;



- интернет вещей – это глобальная компьютерная сеть, которая объединяет различные физические объекты, способные контактировать друг с другом или с внешней средой без вмешательства человека;

- блокчейн – полнофункциональная технология записи и хранения информации. Она используется для ускорения бизнес процессов в объединенных организациях, таких как системы цифрового казначейства или банковского сопровождения контрактов. Технология блокчейн также применяется для проведения транзакций с криптовалютой;

- интеллектуальные информационные технологии, которые обрабатывают информацию с помощью элементов искусственного интеллекта. В настоящее время искусственный интеллект развивается, в связи с чем большинство процессов будет автоматизировано. Это приведет к минимизации участия людей в выполнении процессов обработки информации;

В сфере цифровизации экономики также используются цифровые платформы. Суть цифровых платформ заключается в предоставлении компаниям и населению услуг по регулированию деятельности различных участников рынка.

Внедрение цифровых технологий в различные сферы экономики привело к появлению таких систем как:

- онлайн-услуги;
- электронные платежи;
- торговля через сети интернет;
- система электронного документооборота;
- реклама в сети интернет и т.д.

Для Таджикистана переход на цифровую экономику означает повышение ее конкурентоспособности в новой реалии. В целях развития цифровой экономики в была принята «Концепция цифровой экономики в республике Таджикистан», утвержденная постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 декабря 2019 г. № 642. Концепция предусматривает постепенный, поэтапный переход к реализации ведения цифровой трансформации в республике. Она включает в себя три этапа. Первый этап до 2025 года, второй до 2030 года и третий этап до 2040 года [1].

В концепции на основе международной модели создания цифровой экономики предусмотрено формирование общего видения цифровой трансформации в республике. Для цифровых преобразований в концепции приводится ряд мероприятий, одним из которых является оценка текущего состояния внедрения новых технологий в секторах экономики.

Ежегодно мировые организации публикуют различные результаты своих исследований по различным направлениям. Республика Таджикистан попадает в рейтинг с положительными и отрицательными значениями.

Всемирный банк опубликовал итоги международного рейтинга «GovTech Maturity Index» (GTMI), в который вошли 198 стран мира отражающие успех государств в сфере цифровизации государственного управления. Страны также распределяют по группам с ретингом от А до D, т.е. от передовых государств к отстающим. На основе показателей, отражающих степень внедрения цифровых технологий в государственном секторе, налоговой и бюджетной сферах, в образовании и здравоохранении индекс зрелости GovTech измеряют по четырем направлениям:

- Core Government System Index, CGSI – основные государственные системы;
- Public Service Delivery Index, PSDI – представление государственных услуг;
- Digital Citizen Engagement Index, DCEI – вовлеченность населения;
- GovTech Enablers Index, GTEI – институциональное обеспечение.

По данным GTMI рейтинг А присвоен 63 странам (35%), рейтинг В получили 46 стран (23%), рейтинг С – 53 страны (27%), Д – 30 стран (15 %) (рисунок 1)[6].

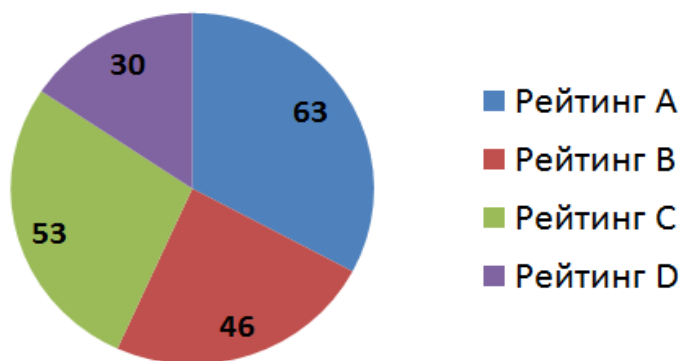


Рисунок 1– Диаграмма рейтинга государств по уровню цифровизации

Если анализировать результаты GTMI по регионам, республика входит в состав 53 стран Европы и Центральной Азии (ECA) (рисунок 2)[6].

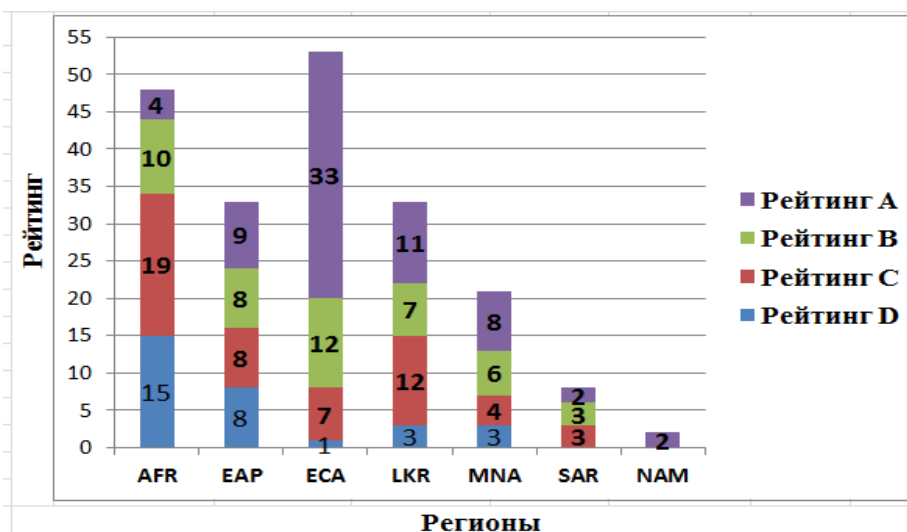


Рисунок 2 – Зрелость государственных технологий в регионах, по группам

Анализ приведенных данных показывает, что из этих стран 33 страны имеют рейтинг А, 12 стран рейтинг В, 7 стран рейтинг С и одна страна рейтинг D.

В современном мире развитие электронного правительства становится актуальным. Электронное правительство улучшает эффективность работы государства и обеспечивает легкий доступ к государственным услугам, а также улучшает прозрачность и стимулирует экономический рост. Для оценки прогресса стран в области электронного правительства индексы развития электронного правительства играют значительную роль. Индекс развития электронного правительства (E-Government Development Index, EGD) составляется Департаментом экономического и социального развития Организации Объединенных Наций (ООН) раз в два года. Документ иллюстрирует динамику развития электронного правительства 193 стран членов ООН. Рейтинг ранжируется на основе трех групп показателей: 1) онлайн-услуги 2) уровень развития ИКТ-инфраструктуры 3) человеческий капитал.

Динамика изменения значения индекса развития электронного правительства Республики Таджикистан по данным EGD имеет следующий вид(рисунок 3)[7,8].

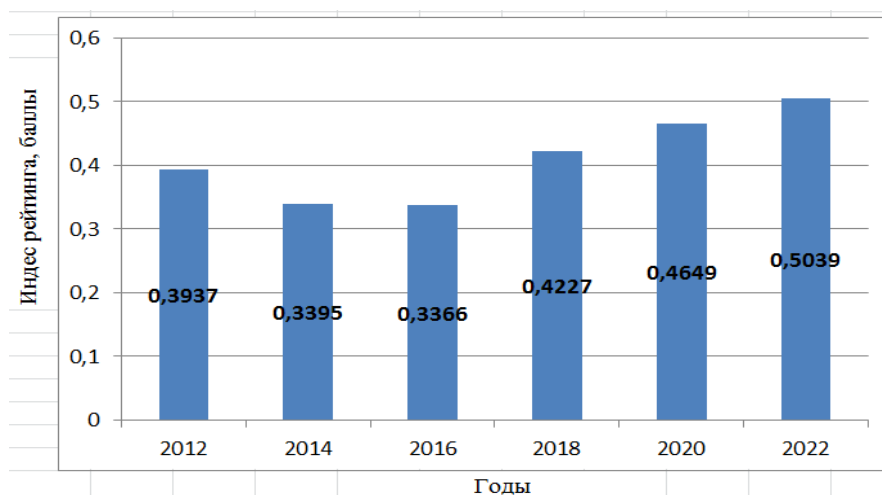


Рисунок 3 – Динамика развития индекса электронного правительства РТ

Республика Таджикистан занимает 129-е место из 193 в рейтинге 2022 года ООН по уровню развития электронного правительства. В этом списке Республика Таджикистан поднялась на 4 место – с 133-го в 2020 году на 129 в 2022 году. Индекс рейтинга за два года увеличился на 0,039 бала и равен 0,5039.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что в настоящее время республика имеет низкий уровень в области цифровизации экономики и находится в самом начале своего становления.

## Результаты исследования и обсуждения

Процесс цифровизации экономики сталкивается с различными видами угроз, связанных с внедрением информационно-коммуникационных технологий. Применение таких технологий порождает собой множество проблем, связанных с компьютерным преступлением. К таким проблемам относятся: несанкционированный доступ; мошенничество; снятие денег, подмена страницы сайта; атаки на банковский сервер; нарушение функционирования компьютерных систем; DDoS-атаки и т.д. [3].

В настоящее время наблюдается увеличение количества угроз информационной безопасности, к основным видам которых относятся: кибер-шпионаж; вредительские программы; несанкционированный доступ к информации; электромагнитные излучения и наводки; невнимательность сотрудников; сбои и отказы технических средств; использование уязвимостей; алгоритмические и программные ошибки; социальные сети; стихийные бедствия, аварии и т.д. [2]

Область кибербезопасности постоянно меняется и является ежедневной угрозой для бизнеса. По данным [5] статистика кибербезопасности в 2023 году выглядит:

- Годовой глобальный ущерб от киберпреступности превысит 20 трл. долларов к 2026 году.
- По всему миру 71 % организаций стали жертвами программы вымогателей в 2022 году (источник cybersecurity ventures)

- Через каждые 10 секунд происходят атаки программ вымогателей.
- Кибератаки имеющие финансовую мотивацию составляют 74 %.

Прогноз глобального ущерба от киберпреступности на 2023 год: в год 8 трл. \$, в месяц – 666 млрд. \$, в неделю – 153,84 млрд. \$, в день – 21,9 млрд. \$, в час – 913,24 млн. \$ и в минуту – 15,2 млн. \$. Ежедневно происходит 2244 атак, что составляет 800,00039 атак в год.

Угроза и стоимость киберпреступности с годами растет, но и в связи с этим растет потребность в опытных специалистах. По прогнозам данных количество незаполненных рабочих мест связанных с кибербезопасностью составляет 3,5 млн. мест. По данным Cisco, еще в 2014 году было 1 млн. вакансий.

Исходя из этого, для обеспечения информационной безопасности реализации электронного правительства в эпоху развития цифровизации экономики необходимо применение комплексной системы защиты информации которая включает в себя:

1. Защита серверов. Основной целью защиты серверов является предотвращение несанкционированного доступа к ним. Перед началом мероприятий по защите серверов проводится анализ работоспособности серверов с целью определения угроз и методов обеспечения безопасности. К основным вариантам защиты серверов относятся: физическая защита сервера; своевременное обновление программного обеспечения; установка межсетевых экранов; защита с помощью VPN (виртуальная частная сеть) и прокси серверов; использование аутентификации по ключам SSN; обеспечение бесперебойного питания; создание резервных копий и т.д.

2. Биометрические системы защиты информации. В системах контроля доступа для удостоверения личности людей используются биометрические данные. Биометрические данные используются для идентификации, аутентификации и авторизации, которые неразрывно связаны между собой. Современные биометрические методы делятся на два класса:

- статистические (отпечаток пальца, сканирование радужной оболочки глаза, геометрия лица, геометрия руки, термограмма, ДНК и т.д.)
- динамические (голос, рукописная подпись, клавиатурный почерк и др.)

3. Электронно-цифровая подпись (ЭЦП). ЭЦП – это подпись в электронном виде, которая подтверждает авторство электронного документа. ЭЦП обеспечивает целостность, конфиденциальность и авторство документа при помощи закрытого ключа подписи. Закрытый ключ находится у владельца документа с помощью которого документ шифруется. С помощью открытого ключа (сертификат), документ дешифруется. Для владельца электронной подписи носитель закрытого ключа является важным элементом. Для безопасного использования ключа необходимо соблюдать правила безопасной работы с интернетом, такие как: переход по сомнительным ссылкам, использование зараженных вирусами носителей информации, загрузка файлов из неизвестных источников, применение нелегальных антивирусных программ и т.д.

4. Программно-технические средства. Программно-технические средства выполняют функции: идентификацию и аутентификацию пользователя; разграничение доступа; регистрацию событий; шифрование информации; создание препятствий проникновения; экранирование; обеспечение безопасного восстановления. Программно-технические средства обеспечения информационной безопасности применяются для защиты информации от несанкционированного доступа. К ним относятся средства: ПТС защиты информации от неавторизованного копирования; ПТС криптографической защиты информации; ПТС стирания данных; ПТС выдачи сигнала тревоги; ПТС обнаружения и локализации программно-технических закладок; ПТС средств экранирования и т.д. К особенностям программно-технических средств относится то, что они должны быть лицензированы и сертифицированы.

5. Применение технологии искусственного интеллекта. Область IT-технологий экспоненциально развивается и с такой же скоростью развиваются и угрозы информационной безопасности, поскольку злоумышленники используют те же высоко эффективные инструменты в своих целях. Некоторые злоумышленники могут использовать технологии искусственного интеллекта в

создании вредоносных программ, фишинговых атак и других угроз. Поэтому применяются технологии искусственного интеллекта для обнаружения мошенничества, вредоносных программ и несанкционированного доступа.

Системы защиты информации на основе искусственного интеллекта достаточно распространены при решении задачи по обнаружению вторжений. К задачам решаемым искусственным интеллектом в обеспечении информационной безопасности можно отнести [9,10]:

- обнаружение аномалий в сетевом трафике или других потоках данных;
- автоматизированное обнаружение атак и угроз;
- непрерывный мониторинг и анализ угроз;
- определение типов и классов угроз;
- автоматизация и внедрение новых политик и протоколов безопасности;
- поиск утечек данных и т.д.

### Заключение

Проблемы информационной безопасности в условиях цифровой экономики возрастают. Исходя из этого, для повышения информационной безопасности необходимо: повышение информативности населения об угрозах информационной безопасности, о способах и видах мошенничества в сфере цифровых технологий, совершенствование нормативно-правовой базы обеспечения информационной безопасности, блокировка нежелательных сайтов и рассылок, распределение ресурсов на подготовку кадров в области информационной безопасности. Интеграция технологий искусственного интеллекта и информационной безопасности – это будущее в сфере кибербезопасности. Таким образом, комплексная система защиты информации в период развития цифровизации для реализации электронного правительства является эффективным средством обеспечения информационной безопасности.

*Рецензент Хасанов Дж.Р. – к.т.н., и.о. доцента, заведующий кафедрой «ЭИПС» Технологического университета Таджикистана.*

### Литература

1. Концепция цифровой экономики в Республике Таджикистан от 30.12.2009 № 642 [электронный ресурс] URL:<https://policy.asiapacificenergy.org/> (дата обращения 03.05.2023 г.).
2. Назаров А.Ш., Ли И.Т., Назаров Д.А. Экспертные методы определения угроз информационной безопасности/А.Ш.Назаров, И.Т.Ли, Д.А.Назаров// Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. Научный журнал. №1(53). Душанбе:, 2021. – с. 23-26
3. Назаров А.Ш., Ли И.Т., Назаров Д.А. DDoS-атаки и средства защиты от них /А.Ш.Назаров, И.Т.Ли, Д.А.Назаров// Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. Научный журнал. №1(61). Душанбе:, 2023. – с. 42-46.
4. Ярочкин В.И. Информационная безопасность /В.И. Ярочкин.-М.: Гаудеа-Мус, 2014-802 с.
5. URL:<https://www.Websiterating.com/ru/research/cybersecurity-statics-facts/>(дата обращения 03.05.2023 г.)
6. URL:<https://www.tadviser.ru/index.php/>(дата обращения 02.10.2023 г.)
7. URL:<https://www.nonews.co/directory/lists/countries/e-government/> /(дата обращения 02.05.2023 г.)
8. URL:<https://www.Desapublications.un.org3.d-russia.ru/ratings/>(дата обращения 02.05.2023 г.)
9. URL:<https://www.powerdmarc.com/ru/ai-in-cybersecurity/>(дата обращения 19.10.2023 г.)
10. URL:<https://www.securitymedia.org/info/iskusstvennyy-intellekt-budushchee-kiberbezopasnosti.html> (дата обращения 18.10.2023 г.):

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

TJ	RU	EN
Назаров Акбар Шарифович	Назаров Акбар Шарифович	Nazarov Akbar Sharifovich
н.и.и., дотсент	к.э.н., доцент	Candidate of Economic 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.
<a href="mailto:akbarnazarow@yandex.ru">akbarnazarow@yandex.ru</a>		

УДК 519.876.2

## АМСИЛАСОЗИИ ВОБАСТАГИИ ҲАЧМИ УМУМИИ СҶОҲИҶОИ ҶАББАНДАҶОИ ТАБИИИ КОНИ ДАШТИБЕДИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН АЗ ФАҶОЛСОЗИИ КИСЛОТАГИИ ОНҶО

А.Б. Соҳибов

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Дар мақолаи мазкур таҳияи амсилаи математикии вобастагии ҳаҷми умумии сӯроҳиҷои ҷаббандаҷои гилии табиии кони Даштибеди Ҷумҳурии Тоҷикистон аз фаҷолсозии кислотагии онҷо баррасӣ мешавад. Барои таҳияи амсилаи математикии ин вобастагӣ, аппроксиматсияи маълумоти таҷрибавӣ дар муҳити мучтамавии Matlab истифода шудааст. Ҳангоми иҷрои ҳисобкунӣҳои математикии методҳои гуногуни амсиласозии математикии истифода шуданд. Амсилаи математикии ин вобастагӣ дар шакли полиномӣ дараҷаи шашум бо истифода аз аппроксиматсияи полиномии додаҳо ба даст оварда шудааст. Амсилаи математикии ба дастмада имкон медиҳад, ки қиматҳои ҳаҷми умумии сӯроҳиҷои ҷаббандаҷои табиии кони Даштибед барои қиматҳои ихтиёрии фаҷолсозии кислотагӣ муайян карда шавад. Ин амсиларо барои ҳисоб намудани фаҷолнокии ҷаббишии чунин ҷаббандаҷои табиӣ истифода бурдан мумкин аст.

**Калимаҳои калидӣ:** ҷаббандаҷои гилии табиӣ, амсилаи математикӣ, интерполятсия, аппроксиматсия, ҳаҷми умумии сӯроҳӣ, ковокӣ, ҷаббиши.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СУММАРНОГО ОБЪЕМА ПОР ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДАШТИБЕД РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН ОТ ИХ КИСЛОТНОЙ АКТИВАЦИИ

А.Б. Соҳибов

В данной статье рассматривается разработка математической модели зависимости суммарного объема пор природных глинистых сорбентов месторождения Даштибед Республики Таджикистан от их кислотной активации. Для разработки математической модели данной зависимости использована аппроксимация экспериментальных данных в интегрированной среде разработки Matlab. При выполнении математических расчетов использованы различные методы математического моделирования. Математическая модель данной зависимости в виде полинома шестой степени получена с помощью полиномиальной аппроксимации данных. Полученная математическая модель позволяет определить значения суммарного объема пор природных сорбентов месторождения Даштибед для произвольного значения кислотной активации. Данная модель может быть использована для расчета адсорбционной активности подобных природных сорбентов.

**Ключевые слова:** природные глинистые сорбенты, математическая модель, интерполяция, аппроксимация, суммарный объемный пор, пористость, адсорбция.

## MODELING THE DEPENDENCE OF THE TOTAL PORES VOLUME OF NATURAL SORBENTS OF THE DASHTIBED DEPOSIT OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN ON THEIR ACID ACTIVATION

A.B. Sohibov

This article discusses the development of a mathematical model of the dependence of the total pore volume of natural clay sorbents of the Dashtibed deposit of the Republic of Tajikistan on their acid activation. To develop a mathematical model of this dependence, an approximation of experimental data was used in the interactive development environment Matlab. When performing mathematical calculations, various methods of mathematical modeling were used. A mathematical model of this dependence in the form of a sixth-degree polynomial was obtained using polynomial approximation of the data. The resulting mathematical model allows us to determine the values of the total pore volume of natural sorbents of the Dashtibed deposit for an arbitrary value of acid activation. This model can be used to calculate the adsorption activity of such natural sorbents.

**Keywords:** natural clay sorbents, mathematical model, interpolation, approximation, total volumetric pores, porosity, adsorption.

### Муқаддима

Ҷаббандаҷои табиӣ ҷаббандаҷои арзон барои тозакунии равшанҳои коркардшуда мебошанд. Ҷаббиши равшанҳои коркардшуда бо сабаби мавҷудияти қабатҳои силикатӣ дар таркиби гил ба амал меояд. Дар ин мақола сухан дар бораи ҷаббандаҷои табиии кони Даштибеди Ҷумҳурии Тоҷикистон меравад. Ҷаббандаҷои табиии кони Даштибед нисбат ба дигар ҷаббандаҷои табиӣ беҳтар омӯхташуда мебошанд [1]. Хусусиятҳои сохти онҳо панҷараи кристалии васеъшаванда мебошад, ки имкониятҳои бештари ҷаббиши ва доираи таъбиқи амалии онҳоро васеъ мегардонад [1, 2, 3].

Хусусиятҳои ҷаббишии ҷаббандаҷои табиӣ дар ҳолати муқаррарӣ бузург нестанд. Барои баланд бардоштани ҳосиятҳои ҷаббишии чунин ҷаббандаҷо методҳои гуногун истифода бурда мешавад. Яке аз роҳҳои асосии баланд бардоштани ҳосиятҳои ҷаббишии ҷаббандаҷои табиӣ фаҷолсозии кислотагӣ мебошад. Фаҷолсозии кислотагӣ усули маълуми истеҳсоли ҷаббандаҷои табиӣ барои моддаҳои органикӣ ва ғайриорганикӣ мебошад [1, 3, 4]. Параметрҳои асосии фаҷолсозии кислотагӣ аз қабилӣ хусусият ва консентратсияи кислота, ҳарорат, вақти фаҷолшавӣ ва таносуби маҳлули гил/кислота вобаста ба истифодаи минбаъдаи маҳсулоти мақсаднок фарқ мекунад.

Бояд гуфт, ки фаҷолсозӣ бояд аз ҷиҳати иқтисодӣ самаранок бошад. Одатан ба маҳлулҳои кислотагӣ, ки ҳарорати нисбатан паст ва вақти фаҷолсозии кам талаб карда мешавад, афзалият дода мешавад. Инчунин ба назар гирифтани лозим аст, ки шустани гил аз кислотаи зиёдатӣ як раванди хеле меҳнатталаб аст, бинобар ин дар аксари ҳолатҳо тавсия дода мешавад, ки консентратсияи оптималии кислота бо назардошти хусусиятҳои таркиби кимиёвӣ ва гили табиӣ ва мавҷудияти ифлосиҳо пешакӣ ҳисоб карда шавад. Ба омӯзиши параметрҳои физикӣ-кимиёвӣ гилҳои конҳои гуногун, ки бо



кислотаҳои гуногун фаъл шудаанд, як қатор таҳқиқотҳо бахшида шудаанд [1-4]. Хусусиятҳои тағйирёбии таркиби кимиёвӣ ва сохти ин ҷаббанда дар натиҷаи таъсири маҳлули кислотаи сулфат ва гидрохлорид дар доираи концентратсияҳои онҳо омӯхта шуданд. Ин ҷаббанда дорои ҳаҷми калони ҷаббандагӣ нисбати чузъҳои номатлуби рағванҳои коркардшуда ва қобилияти камғунҷоиши рағванӣ мебошад. Тавре ки маълум аст, чузъҳои номатлуби рағван дар қатронҳо чамъ мешаванд, дар ҳоле ки таркиби карбогидридӣ амалан бетағйир мемонад. Ин зарурати омӯзиши қобилияти ҷаббандагии ҷаббандаҳоро нисбат ба қатронҳое, ки аз рағвани коркардшуда ҷудо шудаанд, пешаки муайян кард.

### Фаълсозии кислотагии ҷаббандаҳои табиӣ

Шароитҳои коркарди кислотагии гилҳои бентонитии конҳои гуногун индивидуалӣ мебошад, бинобар ин омӯзиши фаълшавии кислотагии гилҳои ҳар як кон дар алоҳидагӣ зарур мебошад. Масъалаи пайдо кардани шароити оптималии фаълшавии кислотагии гил дар ҳоле ки сохтори минералҳои гил нигоҳ дошта мешавад, махсусан муҳим аст. Дар мақолаи мазкур таҳқиқи таъсири омехтаи маҳлулҳои кислотаи сулфат ба таркиби кимиёвӣ ва сохти ҷаббандаҳои табиӣ кони Даштибеди Ҷумҳурии Тоҷикистон пешниҳод шудааст.

Вобастагии ҳаҷми умумии сӯрохиҳо аз фаълшавии кислотагии ҷаббандаҳои табиӣ кони Даштибеди Ҷумҳурии Тоҷикистон дар як қатор таҳқиқотҳо баррасӣ шудаанд [1]. Дар мақолаи [1] маълумоти таҷрибавӣ оид ба вобастагии ҳаҷми умумии сӯрохиҳо аз фаълшавии кислотагии ҷаббандаҳои табиӣ кони Даштибеди Ҷумҳурии Тоҷикистон пешниҳод шудааст. Ин маълумот дар ҷадвали 1 пешниҳод мешавад.

Ҷадвали 1 – Вобастагии ҳаҷми умумии сӯрохиҳои ҷаббандаҳои табиӣ кони Даштибед аз фаълсозии кислотагӣ

Ҷаббандаи фаълшуда H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , %	Ҳаҷми умумии сӯрохиҳо, см <sup>3</sup>
0	1,51
5	1,62
10	2,03
15	2,2
20	1,62

Маълумоти таҷрибавӣ дар бораи ҳаҷми умумии сӯрохиҳо барои 5 қимати фаълсозии кислотагӣ ба даст оварда шудааст. Барои ба даст овардани маълумоти бештар, таҷрибаҳои иловагӣ лозиманд. Ин раванд хеле меҳнатталаб ва вақти зиёдро талаб мекунад. Бо истифода аз методҳои математикӣ маълумоти бештар ба даст овардан мумкин аст. Масалан, методи интерполятсия ва аппроксиматсияи додаҳо. Барои ин, муҳити ҳисоббарории муҷтамавии Matlab истифода бурда мешавад.

### Таҳияи амсилаи ҳаҷми умумии сӯрохиҳои ҷаббандаҳои табиӣ

Барои таҳияи амсилаи математикӣ вобастагии ҳаҷми умумии сӯрохиҳои ҷаббандаҳои табиӣ кони Даштибеди Ҷумҳурии Тоҷикистон аппроксиматсияи маълумоти таҷрибавӣ истифода бурда мешавад. Аппроксиматсияи маълумоти таҷрибавӣ ин усулест, ки ба иваз кардани маълумоти аз тариқи таҷриба гирифташуда бо функцияи таҳлилӣ асос ёфтааст, ки дар наздикии нуқтаҳои гиреҳӣ бештар мегузарад ё ба қиматҳои асли мувофиқат мекунад.

Дар айни замон, ду роҳи муайян кардани функцияи таҳлилӣ вучуд дорад [4, 5]:

- бо роҳи сохтани бисёраъзогии интерполясионӣ дараҷаи  $n$ , ки бевосита аз ҳамаи нуқтаҳои массиви додашуда мегузарад. Дар ин маврид, функцияи аппроксиматсияшуда дар шакли: бисёраъзогии интерполясионӣ дар шакли Лагранж ё бисёраъзогии интерполясионӣ дар шакли Нютон пешниҳод карда мешавад.

- бо сохтани бисёраъзогии аппроксиматсияшудаи дараҷаи  $n$ , ки аз наздикии нуқтаҳои массиви додашуда мегузарад. Ҳамин тариқ, функцияи аппроксиматсияшуда ҳама монеаҳои тасодуфиро, ки ҳангоми таҷриба ба вучуд омада метавонад, кам мекунад. Қиматҳои ченшуда дар давоми таҷриба аз омилҳои тасодуфӣ вобастаанд, ки мувофиқи қонунҳои тасодуфии худ тағйир меёбанд. Дар ин ҳолат, функцияи аппроксиматсияшуда бо методи квадратҳои хурдтарин муайян карда мешавад.

Методи квадратҳои хурдтарин як усули математикӣ, ки ба муайян кардани функцияи аппроксиматсионӣ асос ёфтааст, ки дар нуқтаҳои наздиктарини массиви додаҳои таҷрибавӣ сохта мешавад. Наздикии функцияҳои ибтидоӣ ва аппроксиматсионӣ бо ченаки ададӣ муайян карда мешавад, яъне: суммаи фарқи квадрати маълумоти таҷрибавӣ аз хати қачи аппроксиматсионӣ бояд хурдтарин бошад.

Яке аз аппроксиматсияҳои маъруфттарин – полиномӣ мебошад. Дар ин маврид муҳити муҷтамавии MATLAB истифода мешавад. Муҳити MATLAB функцияҳоро барои аппроксиматсияи додаҳо дар шакли полином бо истифода аз методи квадратҳои хурдтарин муайян мекунад [4, 5]:

**polyfit(x,y,n)** – вектори коэффисиентҳои полиноми дараҷаи  $n$ -ро бармегардонад, ки функцияи додашударо бо хатоии хурдтарини решаи квадрати миёна наздик мекунад. Натиҷа як вектори дарозии

сатри  $n+1$  аст, ки дорои коэффицентҳои полиномӣ бо тартиби камшавии дараҷаҳо мебошад. Агар шумораи элементҳои векторҳои  $x$  ва  $y$   $n+1$  бошад, он гоҳ аппроксиматсияи полиномии муқаррарӣ амалӣ карда мешавад, ки дар он графики полиномӣ маҳз аз нуқтаҳои гиреҳии координатаҳои  $(x, y)$  дар векторҳои  $x$  ва  $y$  захирашуда мегузарад. Дар акси ҳол, мувофиқии дақиқи график бо нуқтаҳои гиреҳӣ мушоҳида намешавад.

Дар асоси маълумоти ҷадвали 1 амсилаи математикии вобастагии ҳаҷми умумии сӯрохиҳои ҷаббандаҳои табиӣ Даштибедро аз фаълосозии кислотагӣ сохтан мумкин аст. Барои ин, мо аппроксиматсияи полиномии додаҳои бадастомадаро иҷро мекунем. Амалҳои зерин бояд иҷро шаванд:

```
x = 0:5:20;
y = [1.51, 1.62, 2.03, 2.2, 1.61];
polyfit(x, y, 1)
polyfit(x, y, 2)
polyfit(x, y, 3)
polyfit(x, y, 4)
polyfit(x, y, 5)
polyfit(x, y, 6)
```

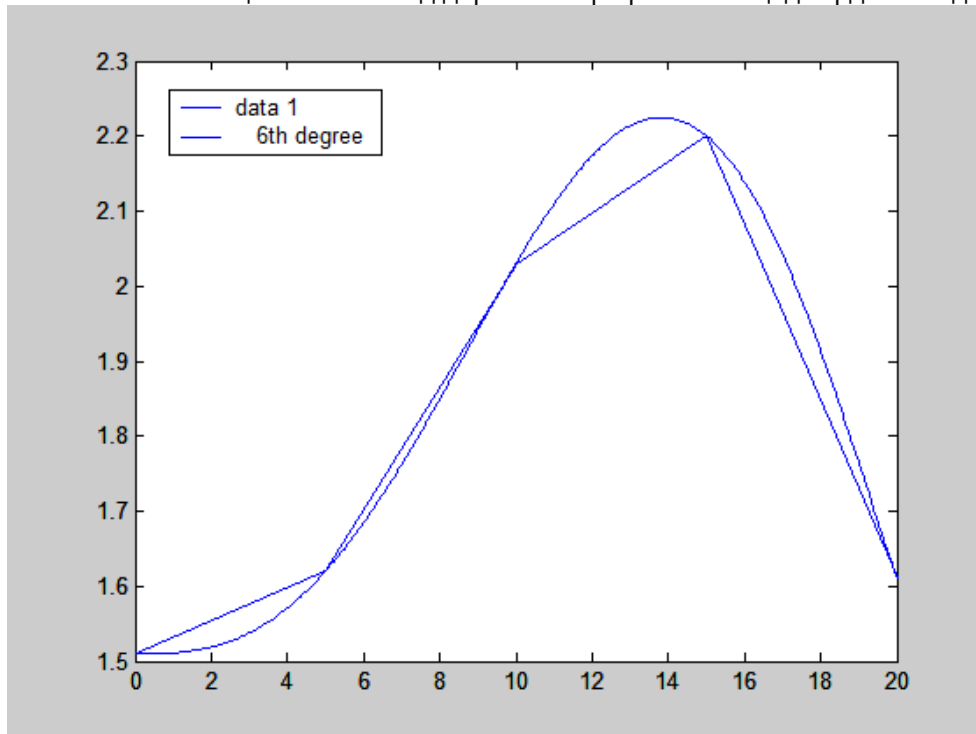
Ин маънои онро дорад, ки вобастагии додашуда бо хати рост, параболои квадратӣ, дараҷаҳои кубӣ, чорум, панҷум ва шашум аппроксиматсионидан шудаанд. Натиҷаҳои зерин ба даст оварда шуд:

```
y(x) = 0,0156x + 1,638
y(x) = -0,0047x2 + 0,1093x + 1,4037
y(x) = -0,0007x3 + 0,0165x2 - 0,0426x + 1,5097
y(x) = 1,3e - 006x4 - 0,00076x3 + 0,0172x2 - 0,045x + 1,51
y(x) = 3e - 0,06x5 - 0,00015x4 + 0,0019x3 - 0,0016x2 + 1,51
y(x) = 1,1e - 007x6 - 2,3e - 006x5 - 5,6e - 005x4 + 0,0012x3 + 1,51
```

Дар натиҷаи ҳисобу китоб амсилаи зерини математикии дар шакли полиноми дараҷаи 6 ба даст омад:

```
y(x) = 1,1e - 007x6 - 2,3e - 006x5 - 5,6e - 005x4 + 0,0012x3 + 1,51
```

Амсилаи математикии натиҷавӣ метавонад дар шакли график пешниҳод карда шавад (Расми 1).



Расми 1 – Графики амсилаи математики

Амсилаи математикии ба дастомада имкон медиҳад, ки ҳаҷми умумии сӯрохиҳои ҷаббандаҳои табиӣ кони Даштибедро барои қиматҳои ихтиёрии фаълосозии кислотагӣ муайян кунем. Ҳаҷми умумии сӯрохиҳоро дар фосилаи қиматҳои аз 0 то 20 пешниҳод менамоем (Ҷадвали 2).

Чадвали 2 – Вобастагии ҳаҷми умумии сӯрохиҳои ҷаббандаҳои табиӣи кони Даштибед аз фаълосозии кислотагӣ

Ҷаббандаи фаълшуда H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , %	Ҳаҷми умумии сӯрохиҳо, см <sup>3</sup>
0	1,51
1	1,51
2	1,52
3	1,54
4	1,57
5	1,62
6	1,68
7	1,76
8	1,85
9	1,94
10	2,03
11	2,11
12	2,17
13	2,21
14	2,22
15	2,2
16	2,14
17	2,04
18	1,91
19	1,77
20	1,61

### Хулоса

Дар мақолаи мазкур вобастагии ҳаҷми умумии сӯрохиҳои ҷаббандаҳои гилии табиӣи кони Даштибеди Ҷумҳурии Тоҷикистон аз фаълосозии кислотагӣи онҳо баррасӣ шудааст. Амсилаи математикии вобастагии ҳаҷми умумии сӯрохиҳои ҷаббандаҳои гилии табиӣ аз фаълосозии кислотагӣи онҳо ба даст оварда шудааст. Ҳангоми иҷрои ҳисобкуниҳо муҳити ҳисоббарории муҷтамавии Matlab истифода шудааст. Амсилаи математикии бадастомадаро барои пешгуи фаълнокии ҷаббишҳои ҷаббандаҳои гилии табиӣи вобаста аз фаълосозии кислотагӣи онҳо истифода бурдан мумкин аст.

*Муқарриз: Ҳақёров И.З. – н.и.т., и.в. дотсент, мудири қабедраи физика ва фанҳои теникии ДТТ.*

### Адабиёт

1. Юнусов М.Ю. Физико-химические основы утилизации отработанных смазочных материалов: дисс. ... канд. техн. наук: 02.00.04 / – Душанбе: ТТУ, 2006. – 117 с.
2. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость: 2-е изд. – М.: Мир, 1984. – 306 с., ил.
3. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. – М.: Химия, 1984. – 592 с.
4. Жоров Ю.М. Моделирование физико-химических процессов нефтепереработки и нефтехимии. – М.: Химия, 1978. – 376 с.
5. Лазарев Ю.Ф. Начала программирования в среде MatLAB: Учебное пособие. - К.: НТУУ "КПИ", 2003. - 424 с.

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

TJ	RU	EN
Соҳибов Аваз Бобоевич	Соҳибов Аваз Бобоевич	Sohibov Avaz Boboevich
н.и.т., муаллими калон	к.т.н., старший преподаватель	Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:absohibov@mail.ru">absohibov@mail.ru</a>		

ТДУ: 38.006.83

## МУШКИЛОТҲОИ РАҚАМИКУНОӢ ДАР СОҲАИ НАҚЛИЁТИ АВТОМОБИЛӢ ВА ХИЗМАТРАСОНӢ ЛОГИСТИКӢ

Ш.С. Саидов

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ

Ин мақолаи илмӣ ба мушкилоти рақамикуноӢ, аз қабилӣ набудани равзанаи ягона барои захираи маълумотҳо оид ба воситаҳои нақлиёт, ронандаҳо, ширкатҳои ҳамлу нақл, омори ҳамлу нақли мусофирбарӣ ва боркашонӣ, зарурати ҳисобкунии дақиқи маълумот оид ба меъёри сарфи сӯзишворӣ, ҳаҷми мусофирбарӣ, ҳаҷми боркашонӣ, гардиши мусофирбарӣ, гардиши боркашонӣ, назорати фаврии воситаҳои нақлиёт дар реҷаи вақти воқеӣ, тадбиқ намудани роҳхат ва борхати электронӣ, баланд бардоштани самаранокӣ, эътимоднокии хизматрасонӣ ва кам намудани хароҷотҳои ширкатҳои ҳамлу нақл бахшида шудааст.

*Калимаҳои калидӣ: иттилоотӣ, рақамикуноӢ, нақлиётӣ-логистикӣ, электронӣ, технология.*

## ПРОБЛЕМЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ В АВТОТРАНСПОРТНЫХ И ЛОГИСТИЧЕСКИХ УСЛУГАХ

Ш.С. Саидов

В данной научной статье рассматриваются проблемы цифровизации, такие как отсутствие единого окна для хранения данных о транспортных средствах, водителях, транспортных компаниях, статистики пассажирских и грузовых перевозок, необходимость точного расчета данных о расходе топлива, пассажирообороте, грузообороте, пассажиропотоке, грузопотоке, оперативном управлении транспортными средствами в режиме реального времени, применение электронной путёвки и накладной, повышение эффективности, надежности услуг и снижения издержек транспортных компаний.

*Ключевые слова: информация, цифровизация, транспортно-логистика, электронный, технология.*

## PROBLEMS OF DIGITALIZATION IN ROAD TRANSPORT AND LOGISTICS SERVICES

Sh.S. Saidov

This scientific article discusses the problems of digitalization, such as the lack of a single window for storing data on vehicles, drivers, transport companies, statistics of passenger and freight traffic, the need to accurately calculate data on fuel consumption, passenger turnover, cargo turnover, passenger flow, cargo flow, operational control of vehicles in real time, the use of electronic waybill and invoice, increasing efficiency, reliability of services and reducing costs for transport companies.

*Keywords: information, digitalization, transport and logistics, electronic, technology.*

**Муққадима.** Воқеияти муосири рақамикуноӢи ҷаҳонӣ, бозори босуръат рушдбандаи молу хизматрасониҳо дар назди ширкатҳои логистикӣ барои пайваста баланд бардоштани рақобатпазирӣ, доираи хизматрасонӣ барои қонеъ кардани ниёзҳои афзоюндаи муштариён мушкилот меғузорад. РақамикуноӢи яке аз тамоюлҳои асосии ҷаҳони муосир буда, ба тамоми соҳаҳои фаъолият, аз ҷумла ба нақлиёти автомобилӣ ва хизматрасонии логистикӣ таъсир мерасонад[1].

Таҳия ва тадбиқ намудани технологияҳои иттилоотӣ имкон медиҳад, ки равандҳо оптимизатсия ва самаранокӣ баланд бардошта шавад. Аксари тамоюлҳои нав дар соҳаи нақлиёт ва логистика бидуни навоарӣ дар рушди технологияҳои иттилоотӣ ғайриимкон аст. Дар баробари ин, истифодаи технологияҳои муосири рақамӣ дар соҳаи нақлиёт ва логистика омили мақсаднокӣ баланд бардоштани рақобатпазирӣи иқтисодии кишвар мебошад. Имрӯз, логистика на танҳо расонидани саривақтии мол, балки системаи хеле васеъи хизматрасонӣ мебошад, ки талабот ба доираи он мунтазам меафзояд. Истеъмолкунандагон интиқоли босифатро дар мӯҳлати муайян, имконияти пайгири дар реҷаи онлайн дар ҳама марҳилаҳои интиқол, нигоҳдорӣ, коркарди зуд ва соддакардашудаи ҳуҷжатҳои ҳамроҳшаванда меҳақанд[2;3].

Ташкили равандҳои нақлиётӣ-логистикӣ ба коркарди ҳаҷми бузурги иттилоот асос ёфтааст. Ҳамин тариқ, технологияҳои иттилоотӣ дар идоракунии равандҳои нақлиётӣ-логистикӣ васеъ истифода мешавад. Равандҳои муосири логистикӣ ширкатҳо бо зарурати идоракунии маҷмӯи васеи иттилоот, ки нигоҳдорӣ, коркард ва таҳлили онҳо бе истифодаи системаи иттилоотӣ тасаввур қардан ғайриимкон аст. Табдили рақамии ширкатҳои ҳамлу нақ аксар вақт бо як қатор мушкилот, аз ҷумла маблағгузори нокифоя барои технологияҳои иттилоотӣ, кам арзёбӣ қардани самаранокӣ татбиқи лоиҳаҳои рақамӣ, нокифоя будани кадрҳои тахассусӣ ва набудани самтҳои стратегии рушд мушкил мегардад. Аз ин рӯ, муосиркуноӢи ва ҷорӣ намудани технологияҳои муосир дар равандҳои нақлиётӣ-логистикӣ як унсурӣ зарурии рушд, баланд бардоштани рақобатпазирӣ ва самаранокӣи иқтисодӣи ширкат мебошад[4;5].

Корҳои илмӣ тадқиқотӣ оид ба масъалаҳои нақши технологияҳои рақамӣ дар рушди логистика дар Қазоқистон дар ташаққули саноат, самаранокӣи иқтисодӣи логистикаи рақамӣ, рақамгарди логистикаи нақлиёт ҳамчун ронандаи рушди ояндаи кишвар, рақамикуноӢи занҷирҳои таъминоти нақлиёт ва логистика: хусусиятҳо ва дурнамо дар Чин, логистикаи рақамӣ дар заминаи рушди устувор баррасӣ шудаанд. Молдабекова А.Т., Филипп Р., Ахметова З.Б., Асанова Т.А., А. А. Королёва, Домнина О.Л., Цверов В.В., Лисин А.А., Чувилина О.В, Ван Сюган, Дмитриев А.В.

Яке аз мушкилоти асосии рақамикуноӢи дар соҳаи нақлиёт ва логистика мавҷуд набудани равзанаи ягона мебошад. Дар айни замон, ширкатҳо аксар вақт системаҳои автоматикунонидашудаи

гуногунро, ки дар чадвали 1 нишон дода шудааст, истифода бурда, муайян намудани маълумотҳо оид ба меъёри сарфи сӯзишворӣ, ҳаҷми мусофирон, ҳаҷми бор, гардиши мусофирон ва гардиши бор дар ҷумҳурии Тоҷикистон душвор мегардад. Таҳия ва тадқиқи равзанаи ягона ҳамроҳангиро беҳтар карда, вақтро барои коркарди иттилоот кам мекунад.

Мушкилоти дигар дар он аст, ки на ҳама ширкатҳои ҳамлу нақл сатҳи кофӣ рушди системаҳо ва технологияҳои рақамиро доранд, ки метавонанд ҳисоб ва таҳлили маълумотро душвор гардонанд.

Ҷадвали 1 – Системаҳои автоматикунонидашуда барои ширкатҳои ҳамлу нақл.

Номгӯ	Мазмуни системаи автоматикунонидашуда
Умная Логистика	Хизматрасонӣ дар речаи онлайн барои кори оперативии ширкатҳои экспедиторӣ, дархост ба ҳамлу нақл, тартибдиҳии ҳуҷҷатҳо, назорати кори менечерҳо ва даромаднокии ширкатро назорат намудан.
<a href="#">Махоптра</a>	Хизматрасони барои идоракунии ҳамлу нақл дар шаҳр, банақшагирии автоматии маршрут бо назардошти хусусиятҳои ҳаҷм ва массаи бор, талаботи интиқол, таҷҳизоти нақлиёт, графикаи кори ронандагон, замиаи мобилӣ барои ронанда ва хизматрасонии онлайн барои танзимгар.
КиберЛог	Системаи идоракунии тиҷорати онлайн дар соҳаи ҳамлу нақли бор. Мақсади система ин таъмини мубодилаи саривақтии иттилоот, гардиши ҳуҷҷатҳои SaaS байни муштариён, боркашонҳо ва ширкатҳои экспедиторӣ дар фазои ягонаи иттилоотӣ бо истифода аз портали интернетӣ мебошад.
<a href="#">Завгар.Онлайн</a>	Системаи FMS ба имкон медиҳад, ки парк ва иншооти статсионари самаранок идора карда шаванд. Система қобилияти назорати нигоҳдорӣ ва таъмир, назорати ҷаримаҳои полиси роҳ, нигоҳ доштани варақаҳои электронӣ, назорати харид, оптимизатсияи хатсайрҳо, назорат ва ҳисоб кардани сӯзишворӣ, инчунин модули телематикии дарунсохтро барои мониторинги GPS/GLONASS дар ҳолати воқеӣ таъмин мекунад.
<a href="#">ШЕДЕКС</a>	Барнома барои оптимизатсияи логистика, ки махсус барои тиҷорати Русия таҳия шудааст. Тақсимои автоматии дархостҳо байни иҷрокунандагон бо назардошти талабот барои ҳар як интиқол. Тавассути барномаи мобилии ШЕДЕКС интиқоли маълумотро аз GPS назорат кардан мумкин аст.
<a href="#">4logist</a>	Хизматрасонии бисёрфункционалӣ барои ширкатҳои нақлиётӣ ва логистикӣ. Барнома имкон медиҳад, ки кори ҳама хидматҳои марбут ба ташкили ҳамлу нақли бор оптимизатсия ва содда карда шавад.
<i>Эзоҳ - Аз ҷониби муаллиф тартиб дода шудааст.</i>	

Тибқи маълумоти Агенсии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, дар моҳҳои январ-майи соли 2023 тавассути ҳама намуди нақлиёт дар ҳаҷми 43 млн. 370 ҳазор тонна бор интиқол ёфтааст, ки 40 млн. 700 ҳазор тоннаи он ба нақлиёти автомобилӣ рост меояд. Аз ин ҳаҷми бори ба нақлиёти автомобилӣ тааллуқдошта 14 млн. 310 ҳазор тонна тавассути нақлиёти автомобилӣ



системаи Вазорати нақлиёт анҷом дода шудааст. Нишондиҳандаи мазкур нисбат ба нақшаи солонаи пешбинигардида 5% ва нисбат ба ҳамин давраи соли 2022 ба андозаи 19 % бештар мебошад<sup>1</sup>. Нишондиҳандаи Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, дар моҳҳои январ-майи соли 2023 тавассути нақлиёти автомобилӣ нисбат ба нишондиҳанда тавассути нақлиёти автомобилҳои системаи Вазорати нақлиёт 26 млн. 390 ҳазор тонна бор фарқият дорад.

Таҳия ва тадбиқ намудани технологияҳои иттилоотӣ имкон медиҳад, ки маълумот дақиқ ҳисоб карда шуда, барои оптимизатсияи равандҳо истифода шаванд. Инчунин сатҳи шаффофият дар равандҳои муоинаи техникӣ ва муоинаи тиббӣ баланд гардад. Чунин низом ба мақомоти давлатӣ имкон медиҳад, ки риояи талабот ва стандартҳои назорат кунанд ва инчунин ба иттилоот дастрас бошанд.

Рақамикунонӣ дар соҳаи нақлиёт ва логистика бо ҷорӣ намудани роҳат ва борхати электронӣ алоқаманд аст. Роҳат ва борхати электронӣ имкон медиҳад, кори қозаҳои қоҳиш дода, равандҳои ҳамкории бо муштариён ва мақомоти давлатӣ соддатар шавад. Аммо, на ҳама ширкатҳои ҳамлу нақл ба чунин тағйирот омодаанд. Системаҳои онҳо метавонанд бо ҳуҷҷатҳои электронӣ мувофиқат накунанд ва ё кормандони онҳо метавонанд малакаи кори нашошта бошанд.

### Хулоса

Рақамикунонии системаи нақлиёти автомобилӣ ва хизматрасонии логистикӣ бо истифода аз технологияҳои иттилоотӣ имкон медиҳад, ки равандҳо оптимизатсия ва самараноки баланд бардошта шуда, ба ширкатҳои ҳамлу нақл барои назорати фаврии воситаҳои нақлиёт дар речаи вақти воқеӣ, зарурати ҳисобкунии дақиқи маълумот оид ба меъёри сарфи сӯзишворӣ, ҳаҷми мусофирбарӣ, ҳаҷми боркашонӣ, гардиши мусофирбарӣ, гардиши боркашонӣ, таъмини шаффофият, бехатарӣ ва кам кардани хароҷотҳои ширкатҳои ҳамлу нақл мусоидат мекунад.

*Муқаррир: Ғозоров Ш.А. – н.и.т., дотсенти қабедраи информатика ва техникаи ҳисоббарори ДЭИТ ба номи академик М.С. Осимӣ.*

### Адабиёт

1. Молдабекова А.Т., Филипп Р., Ахметова З.Б., Асанова Т.А., Роль цифровых технологий в развитии логистики в Казахстане в формировании Индустрии 4.0. Economics: the strategy and practice. 2021;16(2):164-177. Режим доступа: <https://doi.org/10.51176/1997-9967-2021-2-164-177>.

2. Экономические эффекты цифровой логистики Королёва, А. А., Журнал Белорусского государственного университета. Экономика = Journal of the Belarusian State University. Economics. - 2019. - № 1. - С. 68-76. Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/231476>.

3. Домнина О.Л., Цверов В.В., Лисин А.А., Чувилина О.В., Цифровизация транспортной логистики как драйвер будущего развития страны, Волжский государственный университет водного транспорта, Россия, г. Н.Новгород, ул. Нестерова д.5 o-domnina@yandex.ru, v.tsverov@yandex.ru, материалы двенадцатой международной конференции Научное электронное издание. Под общей ред. С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. 2019. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41749849>.

4. Ван Сюган, Цифровизация транспортно-логистических цепочек поставок: особенности и перспективы в Китае. Статья в журнале креативная экономика - Том 17, Номер 4 (Апрель 2023). Режим доступа: <https://creativeconomy.ru/lib/117562>.

5. Дмитриев А.В., Цифровая логистика в условиях устойчивого развития. Волжский государственный университет водного транспорта, Россия, г. Н.Новгород, ул. Нестерова. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41749849>.

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

TJ	RU	EN
Саидов Шамсуддинҷон Сулаймонович докторанти Phd	Саидов Шамсуддинҷон Сулаймонович докторант Phd	Saidov Shamsuddinjon  Phd student
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi
<a href="mailto:saidovshamsiddin98@gmail.com">saidovshamsiddin98@gmail.com</a>		

<sup>1</sup> Сомонаи расмии Вазорати нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон <https://mintrans.tj/news-page/details/383>

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

УДК 311.2

## РУШДИ НАҚЛИЁТИ ҲАВОЙ ДАР ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

**Х.Ш. Рачабова**

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Дар мақолаи мазкур мақсадҳои назариявии таъмини рушди нақлиёти ҳавой дар Ҷумҳурии Тоҷикистон ва принципҳои стратегияи нақлиётӣ омӯхта мешаванд. Дар ҷараёни тадқиқот самтҳои асосии рушди нақлиёт дар доираи концепсияи рушди устувор, омилҳои асосии рушди нақлиёти ҳавой ва таъмоли он, самтҳои асосии танзими давлатӣ, инчунин самти асосии тағйири сохторӣ муайян карда шуданд.

*Калидовжаҳо: рушд, стратегия, авиатсия, нақлиёти ҳавоӣ.*

## РАЗВИТИЕ ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН

**Х.Ш. Раджабова**

В данной статье рассматриваются теоретические цели обеспечения развития воздушного транспорта в Республике Таджикистан и принципы транспортной стратегии. В ходе исследования были определены основные направления развития транспорта в рамках концепции устойчивого развития, основные факторы развития воздушного транспорта и его тенденции, основные направления государственного регулирования, а также основное направление структурных изменений.

*Ключевые слова: развитие, стратегия, авиация, воздушный транспорт.*

## DEVELOPMENT OF AIR TRANSPORT IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

**H.Sh. Radzhabova**

This article discusses the theoretical goals of ensuring the development of air transport in the Republic of Tajikistan and the principles of the transport strategy. The study identified the main directions of transport development within the framework of the concept of sustainable development, the main factors of air transport development and its trends, the main directions of state regulation, as well as the main direction of structural changes.

*Keywords: development, strategy, aviation, air transport.*

Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон масъалаи рушди инфрасохтори нақлиёт актуалӣ ба ҳисоб меравад ва на танҳо барои татбиқи модели инноватсионии рушди иқтисодӣ, балки омили баланд бардоштани сатҳи зиндагии аҳоли ва рақобатпазирии иқтисодиёти миллӣ мебошад. Нақлиёти ҳавой барои Тоҷикистон ҳамчун воситаи таъмини ҳаракати мусофирон аҳамияти махсус дорад. Нақлиёти ҳавой бе инкишофи алтернативӣ ҳамчун воситаҳои алоқа дар минтақаҳо, ки воситаҳои нақлиёти заминӣ нестанд ва бо нақлиёти роҳи оҳан дар масофаи дурдаст ва миёна рақобат мекунад.

Рақобатпазирии ҳамлу нақли ҳавопаймоҳо дар бозори ватанӣ пеш аз ҳама бо тарофаи асоснок ва пардохти мусофирон муайян карда мешавад. Дар ҳамлу нақли байналмилалӣ мувофиқати ҳавопаймоҳо ба стандартҳои байналмилалӣ экологӣ ва иқтисодӣ истифода мешавад, сифати баланди хизматрасонӣ таъмин карда мешавад.

Омили асосие, ки протсеси рушди нақлиёти ҳавоиро ба эътидол меорад, ин назорати талабот ба ҳавопаймои истифодашаванда мебошад.

Ихтисор намудани теъдоди ширкатҳои ҳавопаймои албатта аз таснифи онҳо вобаста ба андоза ва ҳислати фаъолияти ширкатҳои калони магистралӣ, миёнаи магистралӣ, минтақавӣ, чартерӣ, боркашӣ ва ғ. мебошад.

Яке аз шартҳои асосии рушди устувори соҳаи ин ҳамкориҳои мутақобилаи интиқолдиҳандагони ҳавоии тоҷик бо интиқолдиҳандагони давлатҳои иттиҳоди мустақил ва дигар намудҳои ширкатҳои нақлиётӣ мебошад.

Барои таъмини афзалияти ширкатҳои давлатӣ дар ташкили алоқаи ҳавоии байналмилалӣ ва дохилӣ таъсис додани системаи умумидавлатии танзими фосилаҳои муваққати дар таъмини хатсайр дар фурудгоҳ мебошад [5].

Самтҳои асосии кор оиди баланд бардоштани рақобатпазирии ширкатҳои ватанӣ дар бозори байналмилалӣ боркашонии ҳавой инҳо мебошанд (Расми 1):

Таъсис додани системаи самараноки назорати давлатӣ оиди фаъолияти ширкатҳои ватанӣ дар бозори боркашонии авиатсионии хориҷӣ, ҳамчунин назорати ширкатҳои хориҷӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон а системаи ояндаи ташкили ҳаракати ҳавой бо системаҳои ҷаҳонии аэронавигатсионӣ ҳамоҳанг, имконияти васеъро таъмин намояд.

Таҷдиди системаи идоракунӣ, навигатсия ва алоқа дар ҳадамоти ҳаракати ҳавой дар асоси концепсияҳои ИКАО бояд оғоз карда шавад. Инчунин бояд концепсияи ташкили ҳаракати ҳавой, системаҳои таъмини бехатарии парвозҳо, идоракунӣ глобалии иттилооти аэронавигатсионӣ, системаҳои огоҳкунии ҳавопаймоӣ дар бораи парвозҳо, барномаҳои бехатарии парвозҳо, ки ба

дараҷаҳои фаъолияти системаи бехатарии парвозҳо, эътимоднокии ташкили ҳаракати ҳавой ва системаи идоракунии бехатарии парвозҳо асос ефтаанд, ба назар гирифта шаванд.

Самтҳои асоси оиди баланд бардоштани рақобатпазирии ширкатҳои ватании нақлиёти ҳавой	
<b>а</b>	-ҳимояи бозори боркашонии авиатсионӣ аз воридшавии бетанзими дигар ширкатҳои ҳавопаймой;
<b>б</b>	-бехтар намудани протсессҳои якҷояшавӣ ва ҳамкориҳои мутақобила дар муносибат бо давлатҳои иттиҳоди мустақил;
<b>в</b>	- ба танзим даровардани ҳисоббаробаркуниҳо, коркард намудани сиёсати умумии тичоратӣ дар мавриди ба амал овардани парвозҳо кишварҳои сеюм;
<b>г</b>	-барҳам додани рақобати носолим байни ширкатҳои ватанӣ, рушд додани ҳамкориҳои тичоратии онҳо бо ширкатҳои хориҷӣ.

Расми 1– Самтҳои асоси оиди баланд бардоштани рақобатпазирии ширкатҳои ватании нақлиёти ҳавой

Яке аз вазифаҳои асоси ин баланд бардоштани фаъолияти устувори мақомотҳои системаи ягонаи ташкили ҳаракати ҳавоии Ҷумҳурии Тоҷикистон ва мақомотҳои хизматрасонандаи ҳаракати ҳавоии истифодабарандагони фазои ҳавой мебошад[5].

Таҷдиди сохтори системаи хизматрасонии ҳаракати ҳавоии Ҷумҳурии Тоҷикистон бояд дар асоси таҷҳизоти мутамаркази техникӣ ва муттаҳидсозии нақшаҳои таҷҳизонидани мақомоти хизматрасонии ҳаракати ҳавоии фазои ҳавой ба назар гирифта шавад.

Ҳаҷми интиқоли ҳавоии мусофирон дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар солҳо оянда дар назар аст, ки зиёд карда шавад. Ҳамчунин дар назар аст, ки қисмати интиқоли ҳавоии хатсайрҳои маҳалию минтақавӣ низ зиёд гардонида шавад.

Азнавсозии минбаъда барои рушди системаи нақлиёт дар чаҳорҷубаи концепсияи рушди устувор, таъсис додани алоқаҳои нақлиётии байни субъектҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон, дар асоси чораҳои зерини аҳамияти стратегидошта татбиқ карда шаванд:

1. ташкил намудани шароити хуб барои ҷалб намудани манбаҳои моддии ғайридавлатӣ барои сохтмон ва баҳрабардории иншоотҳои нави нақлиётӣ;
2. ихтисор намудани самти танзими нарху нархгузорӣ;
3. васеъ намудани теъдоди иншоотҳои нақлиётӣ;
4. татбиқи принципи рушди устувор дар самти паст намудани таъсири экологии нақлиёт ба муҳити зист.

Татбиқ намудани стратегияи нақлиётии Ҷумҳурии Тоҷикистон, ҳамоҳангсозии фаъолияти ҳамаи мақомотҳои давлатӣ дар асоси низомномаҳои он, таъмини истифодаи самаранокӣ имкониятҳои нақлиёт баҳри рушди иҷтимоию иқтисодии Ҷумҳурии Тоҷикистон.

Раванди рушди нақлиёти ҳавой бо вариантҳои гуногуни рушди интиқоли мусофирон нишон дода мешавад[4]:

1. раванди оптималӣ-сатҳи оптималии рушди иқтисодиети Ҷумҳурии Тоҷикистон дар самти таъмини ширкатҳои ҳавопаймой бо парки ҳавопаймоии рақобатпазир.
2. раванди устувор сатҳи эҳтимолии рушди иқтисодиети ҶТ ҳангоми таъмини ширкатҳои ҳавопаймой бо парки рақобатпазир мебошад. Татбиқи сиёсати андоз дар ин раванд бояд аз байн бурдани боҷи гумрукӣ барои воридоти техникаи авиатсионӣ ба бозорро дар бар гирад.
3. раванди пессимистӣ-рушди сатҳи иқтисодиети Ҷумҳурии Тоҷикистон дар робита ба фароҳам овардани имконияти дастрасӣ ба парки рақобатпазирӣ нақлиёти ҳавой, аз ҷумла идомаи сиёсати амалкунанда оид ба боҷҳои воридотӣ барои авиатсияи граждандӣ.

Ин раванд аз нуқтаи назари рушди авиатсияи шаҳрвандии ватанӣ оптималӣ нест. Ин раванд ба раванди рушди мӯътадили иқтисодиети Ҷумҳурии Тоҷикистон мувофиқат мекунад, аммо наметавонад ба ширкатҳои ҳавопаймоии ватанӣ барои навсозии парки рақобатпазирӣ нақлиёти ҳавой имкониятҳои воқеӣ фароҳам оварад. Раванди мазкур бо амалҳои имрӯзаи сиёсати гумрукӣ оид ба воридоти ҳавопаймоҳои хориҷӣ, норасоии маблағгузорӣ дар сохтори шабакаҳои минтақавии авиатсионӣ алоқаманд аст.

Нигоҳ доштани бочҳои гумруки мавҷудбуда барои даровардани ҳавопаймоҳо дар бозор ба пастшавии самараноки, аз ҷумла ба аз даст додани рақобатпазирии ширкатҳои ҳавопаймоии ватанӣ бурда мерасонад.

Аз нуқтаи назари раванди пессимизм-бидуни тағир додани сиёсати кунунии бочҳои гумрукӣ, имкони таъмини ширкатҳои ҳавопаймоии ватанӣ дар бахши бочҳои гумрукии воридотӣ бо ҳавопаймоҳои рақобатпазир коҳиш меебад, ки боиси кам шудани ҳаҷми умумии ҳамлу нақли ҳавой мегардад, ки ширкатҳои мавҷудаи ватанӣ метавонанд анҷом диҳанд.

Аз ин ру, қабул намудани қарорҳои зарури вобаста ба бочҳои гумрукии воридоти, дар мувофиқа бо татбиқи нақшаҳои дархостшудаи ширкатҳои ҳавопаймоии ватанӣ, метавонад ташкил шудани парки ҳавопаймоии афзалиятнок ва рақобатпазирии баланди авиатсияи граждании ватаниро таъмин созад, ки дар навбати худ ба рушди самараноки соҳаи нақлиёти тоҷик мусоидат намуда, барои ҳалли масъалаҳои муҳими иҷтимоию иқтисодии оиди таъмини қонеъ гардонидани талаботи ҳамлу нақли ҳавоии аҳоли ва соҳаҳои иқтисодиёт асос гузорад[4].

Қабули пешниҳодҳо оид ба такмили сиёсат дар соҳаи бочҳои гумрукии воридотӣ бо мақсади рушди бозори ҳамлу нақли ҳавой ва эҷоди рақобатпазирии қавии ҳамлу нақли ҳавопаймоҳои ватанӣ метавонад яке аз омилҳои асосии рушди устувори талаботи пардохтпазирии авиатсияи Тоҷикистон бошад, ки ба таъсиси бозори пардохтпазирӣ дар авиатсия мусоидат мекунад.

Аз ин ҷо омилҳои асосии рушди нақлиёти ҳавой бармеоянд, ки дар расми зерин оварда шудаанд (расми 2):

Омилҳои асосии рушди нақлиёти ҳавой	
<b>а</b>	-талаботи аҳоли ба хизматрасонии авиатсияи граждании таъмин карда мешавад;
<b>в</b>	-зиёд гардидани даромадҳои андоз ба буҷаи давлат аз ҳисоби зиёдшавии ҳаҷми ҳамлу нақли ҳавой;
<b>г</b>	-зиёд гардидани ҳаҷми корҳо вобаста ба хизматрасонии парки авиатсионӣ;
<b>д</b>	-кам гардидани масрафи хоси сузишворӣ (бо ҳисоби миёна ба парки ҳавопаймоҳои магистралӣ).

Расми 2 – Омилҳои асосии рушди нақлиёти ҳавой

Азбаски нақлиёти ҳавой - як намуди нақлиётест, ки ҳамлу нақли бору мусофиронро тавассути ҳавопаймоҳо ба амал меорад, омилҳои асосии рушди нақлиёти ҳавой ба омилҳои дохилию беруна таксим мешаванд.

Дар оғоз омилҳои беруна омилҳои мебошанд, ки ба фаъолияти иқтисодиёти милли аз берун таъсир расонида, аз ҷониби давлат ба кам назорат мешаванд ё умуман назоратнашаванда мебошанд.

Ба ин омилҳо дохил мешаванд: иқтисодӣ, сиёсӣ, демографӣ ва фарҳангӣ. Омилҳои дохилӣ гуфта омилҳои меноманд, ки дар дохили кишвар таъсир намуда, барои рушди он шароит фароҳам меорад ва таҳти назорати давлати қарор доранд. Онҳо ба худ чунин омилҳоро дар бар мегиранд: омили иқтисодию – географӣ, технологӣ, иқтисодӣ ва иҷтимоию демографӣ.

Раванди рушди нақлиёти ҳавой ба он равона гардидааст, ки протсессии мукамалгардонии ҳамаи характеристикаи техникаю парвозии ҳавопаймоҳо бояд зиёд шудани, ҳаҷми мусофирӣ, борбардорӣ, суръати парвоз, камхарҷӣ, эътимоднокӣ ва аз ҳама муҳим бехатариро таъмин намояд.

Яке аз сабабҳои асосии камбудии соҳа ин таркиби беманфиат ва суръати пасти азнавсозии парки ҳавопаймоҳо мебошад, ки ба раванди рушди ҳамлу нақли ҳавой таъсири назаррас мерасонад.

Самтҳои асосии танзими давлати барои ҳалли вазифаҳои муайян равона гардидааст. Аввалан, ин ташкил намудани шарту шароитҳои мусоид барои навазозии парки ҳавопаймоҳо. Ворид намудани ҳавопаймоҳои наву мусоир ба ширкатҳои ҳавопаймоии Ҷумҳурии Тоҷикистон имконияти рақобатпазирии онҳоро дар бозори ҷаҳонии авиатсионӣ зиёд гардонидани, сатҳи болоравии нархи авиатсионӣ ва сатҳи тавварумро нигоҳ дошта, самаранокии фаъолияти авиатсияи гражданиро зиёд мегардонад.

Ташаккулёбии нақлиёти ҳавоии Ҷумҳурии Тоҷикистон - ро чунин нишон додан мумкин аст (расми 3):

Ташаккулёбии нақлиёти ҳавоии Ҷумҳурии Тоҷикистон	
<b>а</b>	Мустаҳкам гардонидани назорати талаботҳо барои ҳавопаймоҳои истифодабаранда;
<b>в</b>	Ихтисор намудани теъдоди ширкатҳои ҳавопаймоӣ ва махсусгардонии минбаъдаи онҳо аз руи микёс ва характери фаъолият;
<b>г</b>	Иштироки ширкатҳои ҳавопаймоии ватанӣ дар ҳамкориҳои бузурги байналмилалӣ дар якҷоягӣ бо ширкатҳои давлатҳои иттиҳоди мустақил ва ширкатҳои нақлиёти дигар намуди нақлиётҳо;
<b>д</b>	Баланд бардоштани сатҳи рақобатпазирии ширкатҳои ҳавопаймоӣ дар микёси бозори байналмилалӣ авиатсионӣ;
<b>е</b>	Азнавсозии системаи хизматрасонии ҳаракати ҳавоӣ;
<b>ж</b>	Зиёд гардидани ҳаҷми ҳамлу нақли ҳавоии мусофирон;
<b>з</b>	Ташаккул додани парки авиатсионӣ;
<b>и</b>	Татбиқ намудани стратегияи нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон.

Расми 3 – Ташаккулёбии нақлиёти ҳавоии Ҷумҳурии Тоҷикистон

Табдилёбиҳои сохторӣ дар нақлиёт дар чаҳорҷубаи рушди фурудгоҳҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон ба амал оварда мешаванд. Самтҳои асосии ин табдилёбиҳо чунинанд: ташкил намудани сохторҳои калони фурудгоҳӣ дар ҳудуди Ҷумҳурии Тоҷикистон, коркард ва ворид намудани таснифоти аэродромҳо ва идоракунии онҳо. Дар ин маврид дар назар гирифта шудааст, ки баландбардории азнавсозӣ ва рушди сохторҳои аэродромӣ бо истифодаи механизмҳои бозаргонӣ, нигоҳ доштан ва рушд додани ҳамлу нақли авиатсионӣ, бо назардошти дастгирии давлатӣ, инчунин зиёд намудани теъдоди хатҳои парвози фурудой баъди азнавсозӣ дар дохили фурудгоҳҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон. Илова бар ин яке аз самтҳои дигари танзими давлатӣ ин таъмини бозори дастрас ва тараққиёфтаи хизматрасониҳои нақлиёти ҳавоӣ барои аҳолии кишвар мебошад.

Муҳаррир: Раҷабов Э.Д. – н.и.у., и.в. дотсенти Донишгоҳи байналмилалӣ

### Адабиёт

1. Авиация: Энциклопедия. - М.: Большая Энциклопедия. Главный редактор Г.П. Свищев. 1994.
2. Большая энциклопедия. - М.: Энциклопедия. 1969-1978.
3. География. Современная иллюстрированная энциклопедия. - М.: Росмэн. Под редакцией проф. А. П. Горкина. 2006.
4. Дворянкина Е.Б. Национальная экономика: Учебное пособие. Екатеринбург, 2008.
5. Ф.М. Юнусов, А. А. Раджабов, Т. Н. Зайнитдинов, Ш.Ф. Самиев Качество транспортного обслуживания и организация на воздушном транспорте. Душанбе, 12-14 декабря 2012 года, стр. 39-46.

### МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФ - СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-AUTHORS BACKGROUND

TJ	RU	EN
Раҷабова Хубон Шораҷабовна	Раджабова Хубон Шораджабовна	Radzhabova Khubon Shoradzhabovna
Муаллими калони Кафедраи И ва ЛН	Старший преподаватель Кафедры Э и ТЛ	Senior Lecturer Of Department E and TL
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ.	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими.	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi.



УДК 311.2

## ИСТИФОДАИ УСУЛҲОИ ОМОРӢ ДАР ТАҲЛИЛИ ФАЪОЛИЯТИ НАҚЛИЁТИ АВТОМОБИЛИИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

И.А. Амонуллоев, Х.Д. Мирзобеков

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Дар мақолаи мазкур якҷанд роҳу усулҳои омори барои таҳлили фаъолияти нақлиёти автомобилӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон мавриди омӯзиш қарор дода шудааст. Дар мақола маълумотҳои солонаи Агентии омори назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ва ҳисоботҳои солонаи Вазорати нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон васеъ истифода шудаанд. Бо истифода аз нишондиҳандаҳои кори нақлиёти автомобилӣ тамоюли мутлақ, зарифи рушд, суръати рушд, суръати афзоиш ва қимати мутлақи як фоизи афзоиш ҳисоб карда шуда, таҳлили амудӣ ва уфуқӣ, таҳлили сохторӣ ва трендӣ гузаронида шудааст. Инчунин дар мақола шаклҳои гуногуни ҷадвалу графикҳои аналитикӣ барои таҳлили мусофирбарӣ, гардиши мусофирон, интиқоли бор, боргардиш, садамаҳои ба вуқӯъ омада бо нақлиёти автомобилӣ пешниҳод карда шудааст. Афзалияти истифодаи усулҳои омории таҳлили нишондиҳандаҳо асоснок карда шуда, тавсияҳои амалии истифодабарии онҳо пешниҳод шудаанд.

**Калидвожаҳо:** маълумотҳои омори, нақлиёти автомобилӣ, мусофирбарӣ, гардиши мусофирон, тамоюли мутлақ, зарифи рушд, суръати рушд, суръати афзоиш, қимати мутлақи як фоизи афзоиш, таҳлили амудӣ ва уфуқӣ, интиқоли бор, боргардиш.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В АНАЛИЗЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

И.А. Амонуллоев, Х.Д. Мирзобеков

В данной статье изучаются несколько статистических методов анализа деятельности автомобильного транспорта в Республике Таджикистан. В статье широко использованы годовые данные Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан и годовые отчеты Министерства транспорта Республики Таджикистан. С использованием показателей деятельности автомобильного транспорта рассчитаны абсолютное отклонение, коэффициент роста, темп роста, темп прироста и абсолютное значение одного процента роста, проведены вертикальный анализ, горизонтальный анализ, структурный и трендовый анализ. Также в статье представлены различные формы аналитических таблиц и графиков для анализа перевозки пассажиров, пассажирооборота, перевозки грузов, грузооборота, дорожно транспортных происшествий с участием автотранспорта. Обосновано преимущество использования статистических методов анализа показателей и представлены практические рекомендации по их использованию.

**Ключевые слова:** статистические данные, автотранспорт, пассажирские перевозки, пассажирооборот, абсолютное отклонение, коэффициент роста, темп роста, темп прироста, абсолютное значение одного процента роста, вертикальный и горизонтальный анализ, перевозка грузов, грузооборот.

## USE OF STATISTICAL METHODS IN ANALYSIS OF ROAD TRANSPORT ACTIVITIES IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

I.A. Amonulloev, Kh.D. Mirzobekov

This article examines several statistical methods for analyzing the activities of road transport in the Republic of Tajikistan. The article makes extensive use of annual data from the Agency for Statistics under the President of the Republic of Tajikistan and annual reports of the Ministry of Transport of the Republic of Tajikistan. Using the performance indicators of road transport, the absolute deviation, growth coefficient, growth rate, growth rate and the absolute value of one percent of growth were calculated, vertical analysis, horizontal analysis, structural and trend analysis were carried out. The article also presents various forms of analytical tables and graphs for analyzing the transportation of passengers, passenger turnover, cargo transportation, cargo turnover, and road accidents involving vehicles. The advantage of using statistical methods for analyzing indicators is substantiated and practical recommendations for their use are presented.

**Keywords:** statistical data, motor transport, passenger transportation, passenger turnover, absolute deviation, growth coefficient, growth rate, growth rate, absolute value of one percent of growth, vertical and horizontal analysis, cargo transportation, freight turnover.

**Муқаддима.** Дар замони муосир маълумотҳои омори дар рушди илм, иқтисодиёт ва техника нақши калидири бозӣ мекунад. Дар ҳамаи соҳаҳои фаъолияти инсон бо ҷамъоварӣ, гурӯҳбандӣ, коркард ва таҳлили маълумотҳои омори дучор мешавем. Аз ин лиҳоз, истифодаи усулҳои омори васеъ паҳн шудаанд, ки барои ошкор намудани қонуниятҳои алоқамандӣ байни омилҳои гуногун кӯмак мерасонанд. Аз он ҷумла, усулҳои омори барои баҳодиҳии таъсири омилҳои гуногун ба ҳодисаҳои ҷараёнҳои омӯхташаванда истифода бурда мешаванд.

Бояд зикр намоем, ки соҳаи нақлиёти автомобилӣ низ аз мадди назар берун нест ва дар ин соҳа низ усулҳои омори аз тарафи тадқиқотчиён васеъ истифода бурда мешаванд. Нақлиёти автомобилӣ қисми таркибии системаи нақлиётӣ ва иқтисодиёти миллии Ҷумҳурии Тоҷикистон ба ҳисоб рафта, пешравиӣ босамари он барои нашъунамои соҳаҳои дигари иқтисодиёт, устуворшавии системаи хоҷагидорӣ, таъмини бехатарии миллии ва мудофияи давлат баҳри беҳдошти шароит ва сатҳи зиндагии аҳоли мавқеи муҳимро мебозад.

**Гузориши масъала.** Нақлиёти автомобилӣ дар доираи системаи ягонаи нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳамаи соҳаҳои иқтисодиёти миллиро пайваस्त намуд ва ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон мунтазам ба рушди ин соҳа аҳамияти хоса зоҳир менамояд. Тасдиқи ин гуфтаҳо, қабули қонунҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 29-уми ноябри соли 2000, таҳти №32 «Дар бораи

нақлиёт» ва аз 10-уми майи соли 2002, таҳти №47 «Дар бораи роҳҳои автомобилгард ва фаъолияти роҳдорӣ» мебошанд, ки саривақтӣ буда, фаъолияти соҳаҳои комплекси нақлиёт ва пешбурди сиёсати онро ба таври кулلى тағйир дод [1].

Албатта усулҳои омории таҳлил хело зиёд мебошанд ва дар як мақола ҳамаи онҳоро баррасӣ ва пешниҳод намудан ғайриимкон аст. Дар ин мақола, мо кӯшиш менамоем якҷанд роҳи усулҳоро барои таҳлили маълумоти оморӣ, ки дар қорҳои илмӣ-тадқиқотӣ бештар истифода бурда мешаванд мавриди омӯзиш қарор диҳем.

Барои оғоз намудани таҳлил бо истифодаи усулҳои оморӣ, аз маълумоти Агентии омори назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ва ҳисоботҳои солонаи Вазорати нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон истифода мекарем. Барои таҳлили омории мусофирбарӣ ва гардиши мусофирон бо нақлиёти автомобилӣ чунин тарзи тартибдиҳии ҷадвалро пешниҳод менамоем (ҷадвали 1 ва 2). Таҳлили нишондиҳандаҳо ба таври занҷирӣ имконият медиҳад, ки маълумоти оморӣ нисбат ба даври гузашта муқоиса карда шавад. Таҳлили нишондиҳандаҳо ба таври базисӣ имконият медиҳад, ки маълумоти оморӣ нисбат ба ягон даври муайяни вақт муқоиса карда шавад. Ин гуна таҳлилҳо барои дуруст баҳо додани динамика хело қулай мебошанд.

Чунин шакли тартибдиҳии ҷадвал имконият медиҳад, ки дар баробари пешниҳоди маълумоти оморӣ, таҳлили динамикаи нишондиҳандаҳо бо усули занҷирӣ ва базисӣ иҷро карда шавад. Дар ҷадвалҳои 1 ва 2 тамоюли мутлақ, зарби рушд, суръати рушд, суръати афзоиш ва қимати мутлақи як фоизи афзоиш барои мусофирбарӣ ва гардиши мусофирон ҳисоб карда шудааст. Чи хеле, ки аз маълумотҳои оморӣ бар меояд ҳаҷми мусофирбарӣ бо нақлиёти автомобилӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои соли 2022 832,2 млн. мусофирро ташкил додааст, ки ин нисбат ба соли гузашта 14,5% зиёд мебошад.

Ҷадвали 1 - Таҳлили омории мусофирбарӣ бо нақлиёти автомобилӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон [3]

Солҳо	Ҳаҷми мусофирбарӣ бо нақлиёти автомобилӣ, млн. мусофир	Динамикаи нишондиҳандаҳо								Қимати мутлақ ва як фоизи афзоиш
		тамоюли мутлақ		зарби рушд		суръати рушд, %		суръати афзоиш, %		
		занҷирӣ	базисӣ	занҷирӣ	базисӣ	занҷирӣ	базисӣ	занҷирӣ	базисӣ	
2014	545,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	553,1	8,0	8,0	1,015	1,015	101,5	101,5	1,468	1,468	5,45
2016	560,7	7,6	15,6	1,014	1,029	101,4	102,9	1,374	2,862	5,53
2017	582,2	21,5	37,1	1,038	1,068	103,8	106,8	3,834	6,806	5,61
2018	602,6	20,4	57,5	1,035	1,105	103,5	110,5	3,504	10,549	5,82
2019	635,4	32,8	90,3	1,054	1,166	105,4	116,6	5,443	16,566	6,03
2020	633,8	-1,6	88,7	0,997	1,163	99,7	116,3	-0,252	16,272	6,35
2021	726,8	93,0	181,7	1,147	1,333	114,7	133,3	14,673	33,333	6,34
2022	832,2	105,4	287,1	1,145	1,527	114,5	152,7	14,502	52,669	7,27
<b>Қимати миёна</b>		<b>35,90</b>	<b>95,80</b>	<b>1,06</b>	<b>1,18</b>	<b>105,56</b>	<b>117,58</b>	<b>5,57</b>	<b>17,57</b>	<b>6,09</b>

Манбаъ: аз тарафи муаллифон дар асоси маълумоти солонаи Агентии омори назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳисоб карда шудааст

Аз таҳлили оморӣ мушоҳида кардан мумкин аст, ки дар давоми нуҳ соли охир (солҳои 2014 - 2022) тамоюли миёнаи мутлақи занҷирӣ мусофирбарӣ бо нақлиёти автомобилӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон қариб 40 млн. мусофирро ташкил медиҳад. Зарби занҷирӣ рушд дар марҳилаи таҳлилшуда 1,06 ва зарби базисӣ рушд 1,18-ро ташкил додааст. Суръати афзоиш ба ҳисоби миёна солҳои 2014 – 2022 барои мусофирбарӣ аз рӯи таҳлили занҷирӣ 5,57% ва аз рӯи таҳлили базисӣ 17,57% -ро ташкил додааст. Қимати мутлақи як фоизи афзоиш қимати 1% -и зухуроти омӯхташавандаро тавсиф медиҳад ва бо тақсими тамоюли мутлақи занҷирӣ ба суръати афзоиши занҷирӣ ё таносуби нишондиҳандаи марҳилаи гузашта ба 100 муайян карда мешавад.

Чадвали 2 - Таҳлили омории гардиши мусофирон бо нақлиёти автомобилӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон [3]

Солҳо	Ҳаҷми мусофирбарӣ бо нақлиёти автомобилӣ, млн. мус.-км	Динамикаи нишондиҳандаҳо								қимати мутлақ ва фоизи афзоиш
		тамоюли мутлақ		зариби рушд		суръати рушд, %		суръати афзоиш, %		
		занҷирӣ	базисӣ	занҷирӣ	базисӣ	занҷирӣ	базисӣ	занҷирӣ	базисӣ	
2014	7305,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	7137,2	-168,3	-168,3	0,977	0,977	97,7	97,7	-2,304	-2,304	73,05
2016	6819,0	-318,2	-486,5	0,955	0,933	95,5	93,3	-4,458	-6,659	71,38
2017	6884,1	65,1	-421,4	1,01	0,942	101	94,2	0,955	-5,768	68,17
2018	7154,2	270,1	-151,3	1,039	0,979	103,9	97,9	3,924	-2,071	68,83
2019	7243,9	89,7	-61,6	1,013	0,992	101,3	99,2	1,254	-0,843	71,53
2020	7350,9	107,0	45,4	1,015	1,006	101,5	100,6	1,477	0,621	72,44
2021	8144,1	793,2	838,6	1,108	1,115	110,8	111,5	10,791	11,479	73,51
2022	8478,3	334,2	1172,8	1,041	1,161	104,1	116,1	4,104	16,054	81,43
<b>Қимати миёна</b>		<b>146,60</b>	<b>96,0</b>	<b>1,020</b>	<b>1,013</b>	<b>101,975</b>	<b>101,31</b>	<b>1,968</b>	<b>1,314</b>	<b>72,54</b>

Манбаъ: аз тарафи муаллифон дар асоси маълумоти солонаи Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳисоб карда шудааст

Чи хеле, ки аз маълумотҳои оморӣ бар меояд гардиши мусофирон бо нақлиёти автомобилӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои соли 2022 8478,3 млн. мусофир км-ро ташкил додааст, ки ин нисбат ба соли гузашта 4,1% зиёд мебошад. Аз таҳлили оморӣ гардиши мусофирон бо нақлиёти автомобилӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон мушоҳида кардан мумкин аст, ки дар давоми солҳои 2014 - 2022 тамоюли миёнаи мутлақӣ занҷирӣ 146,6 млн. мусофир км-ро ташкил додааст. Зариби занҷирӣ рушд дар марҳилаи таҳлилшуда 1,02 ва зариби базисӣ рушд 1,013-ро ташкил додааст. Суръати афзоиш ба ҳисоби миёна дар давоми нӯҳ соли охир барои гардиши мусофирон аз рӯи таҳлили занҷирӣ ва базисӣ мутаносибан 5,57% ва 17,57% мебошад. Қимати мутлақӣ як фоизи афзоиш барои гардиши мусофирон ба ҳисоби миёна 72,54 –ро ташкил медиҳад.

Ҳамин тавр, ба воситаи чадвалҳои 1 ва 2-и дар боло пешниҳодшуда, мо метавонем фарқияти мутлақӣ байни нишондиҳандаҳо, дараҷаи афзоиш ва рушди онҳоро муайян созем. Ҳамчунин бояд зикр намоем, ки таҳлили оморӣ гузаронидашуда, барои банақшагири ва ояндабинии фаъолияти зухуроти омӯхташаванда, дар мисоли мо фаъолияти нақлиёти автомобилӣ мусофирбар истифода бурда мешавад.

Усули дигари оморӣ, ки дар қорҳои илмӣ-тадқиқотӣ бо истифодаи чадвалҳо васеъ истифода мешавад, ин таҳлили амудӣ ва уфуқӣ мебошад. Дар таҳлили амудӣ ва уфуқӣ нишондиҳандаҳои боркашониро бо нақлиёти автомобилӣ ва роҳи оҳан дар Ҷумҳурии Тоҷикистон истифода мебарем (чадвали 3 ва 4).

Чадвали 3 - Динамикаи ҳаҷми интиқоли бор ва боргардиш бо нақлиёти автомобилӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои 2014-2022гг. [4]

Нишондиҳанда	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Ба ҳисоби миёна
Интиқоли бор, млн. тонна	67,60	68,30	78,61	79,48	84,26	79,59	79,08	88,9	107,84	81,52
Нисбат ба соли гузашта, %	-	101,04	115,10	101,11	106,01	94,46	99,36	112,42	121,30	106,35
Боргардиш, млн.т.-км	5783,3	5672,3	5282	5924,2	6289,7	7457,7	7525,6	8310,3	10426,3	6963,49
Нисбат ба соли гузашта, %	-	98,08	93,12	112,16	106,17	118,57	100,91	110,43	125,46	108,11

Манбаъ: аз тарафи муаллифон дар асоси маълумоти солонаи Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон.

Аз ҷадвали 3 дидан мумкин аст, ки дар давоми нӯҳ сол (аз 2014 то 2022) ба ҳисоби миёна дар Ҷумҳурии Тоҷикистон 81,52 млн. тонна бор кашонида шудааст. Қариб ҳар сол интиқоли бор нисбат ба давраи гузаштаи таҳлилшуда афзоиш ёфтааст, ки дар ҳудуди аз 1% то 21% қарор дорад. Солҳои 2019 ва 2020 нишондиҳандаи интиқоли бор нисбати соли гузашта аз 0,64% то 5,54% кам шудааст. Ҷоизи миёнаи афзоиш барои нӯҳ соли таҳлилшуда 6,35%-ро ташкил медиҳад.

Таҳлили гардиши бор нишон дод, ки афзоиши нисбатан назаррас соли 2022 нисбат ба 2021 ба вуқӯъ омадааст, ки 25,46%-ро ташкил медиҳад. Нишондиҳандаи пастарин 93,12% соли 2016 нисбат ба 2015 мушоҳида шудааст, ки дар ҳаҷми 390,3 млн. тонна-км кам иҷро шудааст. Дар маҷмӯъ ба ҳисоби миёна гардиши бор 6963,5 млн. тонна-км ва ҷоизи афзоиши боргардиш 8,11%-ро ташкил додааст.

Барои пешниҳод намудани таҳлили сохторӣ, бо сабаби дастрас нашудани маълумоти омории нақлиёти автомобилӣ, аз маълумоти омории интиқоли борҳои алоҳида бо нақлиёти роҳи оҳан истифода мебарем, ки дар омили солони Ҷумҳурии Тоҷикистон нашр гардидааст (ҷадвали 4).

Ҷадвали 4 - Таҳлили сохтории интиқоли борҳои алоҳида бо нақлиёти роҳи оҳан, % [4]

Номгӯи борҳо	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
ангиштсанг	-	0,02	-	-	-	-	0,67	0,06
борҳои нафтӣ	10,17	-	-	0,04	-	-	0,03	0,01
семент	-	80,84	98,00	98,99	99,22	98,58	93,20	91,84
чӯбу тахта	-	0,37	0,91	0,05	0,20	0,06	-	-
ғалла ва маҳсулоти ордкашӣ	2,54	0,19	0,04	0,04	0,18	0,61	1,73	0,88
пахта	87,29	18,58	1,04	0,87	0,41	0,75	4,36	7,21
<b>Ҳамагӣ, %</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

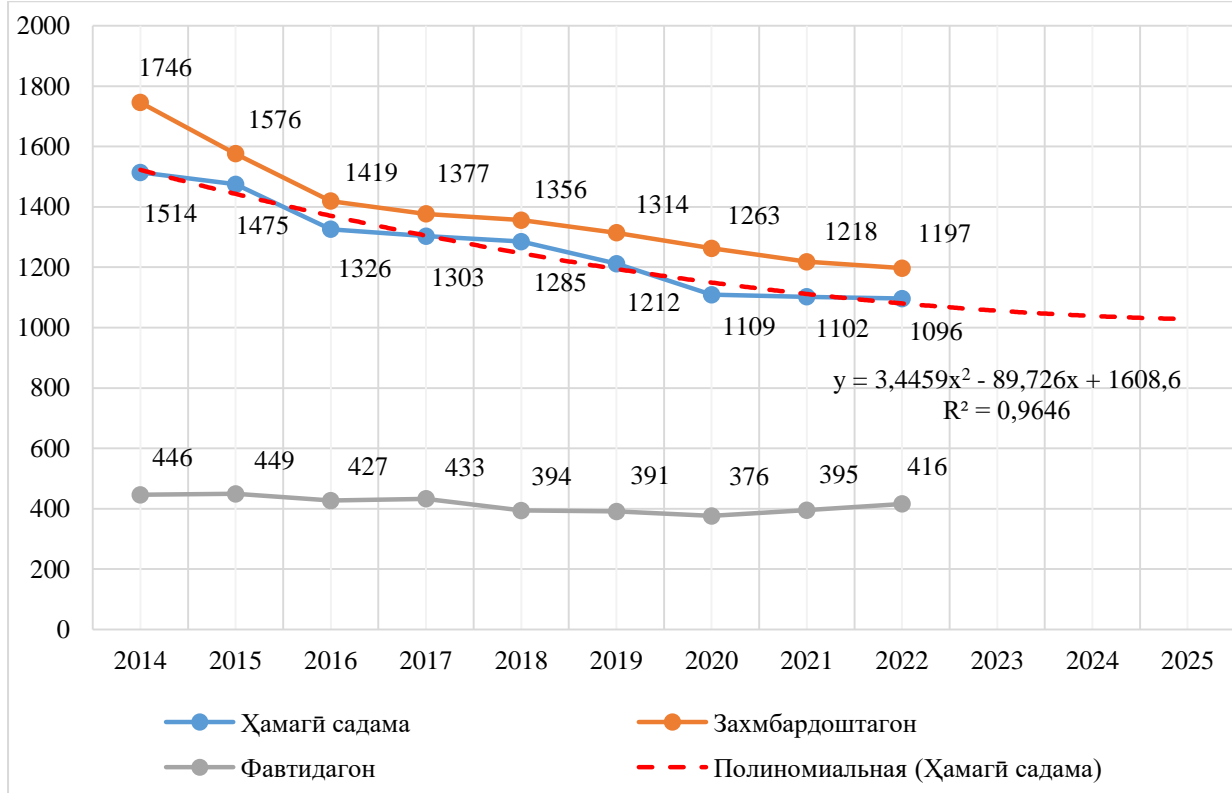
Манбаъ: аз тарафи муаллифон дар асоси маълумоти солони Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳисоб карда шудааст

Баҳодиҳии сохтори нишондиҳандаҳои асосии интиқоли бор аз рӯи маълумоти оморӣ нишон медиҳад, ки ҳиссаи зиёдтари интиқоли бор (аз 81% сар карда то 99%) ба семент таалуқ дорад, албатта аз рушди соҳаи сементбарорӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон шаҳодат медиҳад.

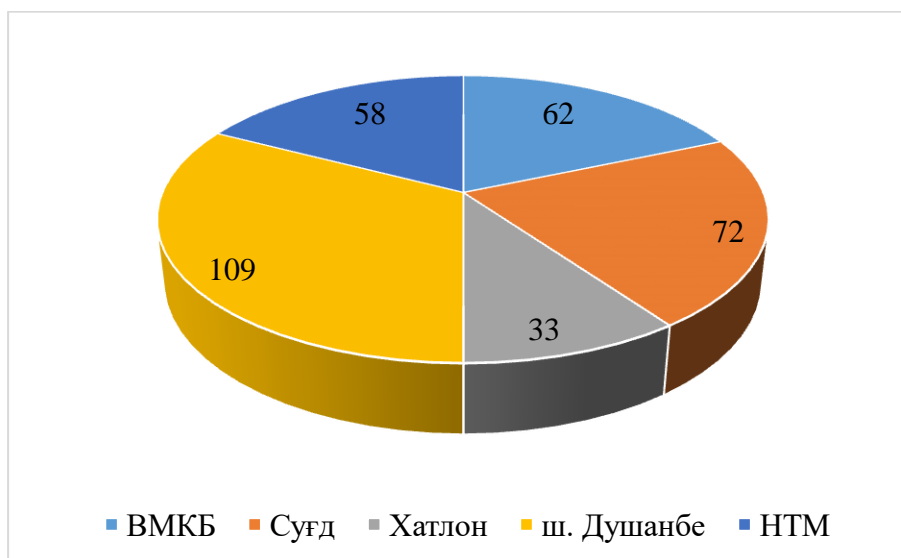
Албатта дар таҳлили маълумотҳои оморӣ диаграммаву графикҳо низ васеъ истифода бурда мешаванд. Аз рӯи доираи истифодабарӣ ва имкониятҳои ба таври аёнӣ пешниҳод намудани маълумоти оморӣ диаграмма ва графикҳо хело бартариҳои зиёд доранд. Айни замон, бо рушди технологияи муосир дар ин самт барномаҳои гуногуни компютерӣ қори тадқиқотчиёро осон намудаанд. Бо вуҷуди ин, барномаи MS Excel дар тадқиқотҳои илмӣ бештар афзалият дорад, ки имкониятҳои васеъро дар тасвир ва пешниҳоди иттилоот фароҳам меорад. Дар мақолаи мазкур, мо як намунаи ба таври графикӣ инъикос намудани маълумоти рақамиро пешниҳод намудан мехоҳем, ки ин ҳам графикаи садамаҳои нақлиётӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар солҳои 2014 – 2022 мебошад (расми 1) [2].

Афзалияти график нисбат ба ҷадвал аз он иборат аст, ки тамоюли нишондиҳанда бевосита аз самти қачхатта мушоҳида мегардад. Инчунин аз самти қачхатта мо метавонем таҳлили трендӣ гузаронем, ки бевосита тартиб додани муодилаи ин тамоюлро имконият медиҳад. Дар расми 1 муодилаи квадрати (полиноминали) садамаҳои нақлиётӣ барои солҳои 2023, 2024 ва 2025 ояндабинӣ карда шудааст.

Ҳамчунин маълумоти дигари оморие, ки дар қорҳои илмӣ-тадқиқотии соҳаи нақлиёт бештар баррасӣ ва мавриди омӯзиш қарор мегардад, ин шумораи воситаҳои нақлиёти автомобилӣ ба сари 1000 нафар аҳоли мебошад. Бино ба маълумоти Вазорати нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон, дар солҳои охир теъдоди мошинҳо хеле зиёд шудааст. Масалан, агар дар охири соли 2014 38 ҳазору 939 адад мошин мавҷуд бошад, дар аввали соли 2023 ин рақам аз 601 ҳазору 136 адад гузашт. Дар аввали соли 2023 дар ҷумҳурӣ 524 ҳазору 45 адад нақлиёти мусофирбар, 51 ҳазору 781 адад боркаш, 16 ҳазору 491 адад мусофирбар ва 4 ҳазору 419 адад прицепо нимприцеп ба қайд гирифта шудааст. Ин суръати афзоиши воситаҳои нақлиёт табиист, ки рушди мувозинати инфрасохтори нақлиётро тақозо мекунад. Шумораи воситаҳои нақлиёти автомобилӣ ба сари 1000 нафар аҳоли дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои охири соли 2022 дар шакли диаграмма пешниҳод кардан мумкин аст (расми 2).



Расми 1 - Графики садамаҳои нақлиётӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон



Расми 2 - Шумораи воситаҳои нақлиёти автомобилӣ ба сари 1000 нафар аҳоли дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои охири соли 2022

Аз диаграмма дидан мумкин аст, ки теъдоди зиёдтари воситаҳои нақлиёти автомобилӣ ба шаҳри Душанбе рост меояд, дар ҷои дуюм аз рӯи шумора вилояти Суғд ва дар ҷои сеюм ВМКБ қарор доранд. Албатта шумораи воситаҳои нақлиёти автомобилӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон сол аз сол зиёд шуда истодааст, ки таҳлили боз ҳам амиқтарро талаб мекунад.

**Хулоса.** Ҳамин тавр, усулҳои омории таҳлил ба мо имконият медиҳанд, ки тамоюли мутлақ, зарби рушд, суръати рушд, суръати афзоиш, қимати мутлақи як фоизи афзоиш, бузургиҳои миёнаи нишондиҳандаҳо, ҳиссаи нишондиҳандаҳо дар маҷмӯъ ва ғайраҳо муайян намоем ва дар қорҳои илмӣ-тадқиқотии худ истифода барем.

Ногуфта намонад, ки пайвасти инкишоф ёфтани соҳаи нақлиёти автомобилӣ ба рушди ҳама бахшҳои иқтисодии кишвар, ба беҳтаршавии муҳити иҷтимоии ҷомеа, таъсиси ҷойҳои нави корӣ ва амалӣ намудани яке аз ҳадафҳои стратегии Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон, яъне аз бунбасти коммуникатсионӣ баровардани мамлакат мусоидат карда истодааст. Инчунин барои



рушди самараноки нақлиёти автомобилӣ қорӣ намудани техникаю технологияи навин, мукамалгардони системаи идорақунӣ, ҳавасмандгардони кормандони соҳа, ҷалби мутахассисони соҳибтаҷриба, таъмини шароити муътадили қорӣ, баланд бардоштани интизом ва масъулияти назорат аз болои сифати хизматрасонӣ, таъмин намудани фарҳанги хизматрасонӣ, ворид намудани системаи идораи сифат ва сертификатсия, беҳтар намудани қори шуъбаи назорати техникӣ ва дигар қорабиниҳои аввалиндараҷа мусоидат хоҳанд намуд.

*Муқарриз: Раҷабов Р.Қ. – д.и.и., профессори қабедраи “Умури ғумрук”-и ДДҶТТ*

### Адабиёт

1. Амонуллоев И.А. Дастовардҳои даврони истиқлолият дар соҳаи нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон [Манбаи электронӣ] // Сономаи расмии ДТТ ба номи ак. М.Осимӣ дар фејсбук. URL: <https://www.facebook.com/share/p/fRqjKT4cgQzvYpwo/mibextid=xfxF2i> (санаи нашр: 05.02.2024).

2. Китоби ҷамъбастии фаъолияти зерсохторҳои Вазорати нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон дар соли 2023. Душанбе 2023.

3. Маҷмӯаи солонаи оморӣ Ҷумҳурии Тоҷикистон. Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон. Душанбе с. 2023.

4. Нақлиёт ва алоқаи Ҷумҳурии Тоҷикистон. Маҷмӯаи оморӣ. Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон. Душанбе с. 2023.

### МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН (СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ, AUTHORS' BACKGROUND)

TJ	RU	EN
Амонуллоев Икром Абдукаримович	Амонуллоев Икром Абдукаримович	Amonulloev Ikrom Abdulkarimovich
н.и.и, и.в. дотсент	к.э.н, и.о. доцента	Candidate of Economic Sciences, acting associate professor
Донишгоҳи техникаи Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ.	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими.	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi.
<a href="mailto:amonulloev-ikrom@mail.ru">amonulloev-ikrom@mail.ru</a>		
TJ	RU	EN
Мирзобеков Хуршед Дурманович	Мирзобеков Хуршед Дурманович	Mirzobekov Khurshed Durmanovich
н.и.и, дотсент	к.э.н, доцент	Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Донишгоҳи техникаи Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ.	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими.	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi.
<a href="mailto:mhurshed_80@mail.ru">mhurshed_80@mail.ru</a>		

УДК 658.23

## БАНАҚШАГИРИИ СТРАТЕГИИ ФАЪОЛИЯТИ КОРХОНАҲОИ НАҚЛИЁТӢ ДАР НИЗОМИ МАРКЕТИНГ

Х.Д. Мирзобеков, И.А. Амонуллоев

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Дар мақолаи мазкур нақшаи маркетинг дар самти банақшагирии стратегӣ баррасӣ шуда, алгоритми марҳилавии таҳияи нақшаи стратегӣ, интихоби стратегияи ояндадори фаъолияти корхонаҳои нақлиётӣ пешниҳод ва асоснок шудаанд. Яке аз вариантҳои имконпазири воқуниш ба мушкилоти мутобикосозии системаи миллии нақлиёт ба шароити иқтисодии беруна тавсеаи фаъолияти хоҷагии ба нақлиёт нигаронидашудаи корхонаҳо мебошад, ки ин вазифаро бо ёрии ташкили минтақаҳои стратегияи хоҷагидорӣ илова ба консепсияҳои мавҷудаи идоракунии муносибгардони логистикӣ ҳал кардан мумкин аст. Ҳадафи асосӣ ин кам намудани мушкилот доир ба омодагии стратегияи бозории корхонаи нақлиётӣ мебошад. Дар мақола муаллифон таҳлили матритсавии воҳидҳои стратегияи хоҷагидорӣи корхонаҳои нақлиётиро дар самти ҳамлу нақли борро пешниҳод намудаанд. Инчунин мазмуну қоидаҳои асосӣ доир ба идоракунии сиёсати молии корхона, таҳия ва таҳлили портфели маҳсулотии корхонаҳои нақлиётӣ мавриди омӯзиш қарор гирифта шудааст. Тартиби сохтани «матритсаи BCG» ҳисоб намудани ченакҳои он, яъне коэффитсиенти суръати афзоиши бозор ва ҳиссаи нисбии бозор, шарҳи натиҷаҳои таҳлили портфели маҳсулотии корхона инъикос шудаанд.

**Калидвожаҳо:** банақшагирии стратегӣ, корхонаҳои нақлиётӣ, низоми маркетинг, бозори хизматрасонии нақлиётӣ, портфели маҳсулотӣ, матритсаи BCG, воҳидҳои стратегияи хоҷагидорӣ, суръати афзоиши бозор, ҳиссаи нисбии бозор, ҳамлу нақли бор, таҳлили матритсавӣ.

## СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ТРАНСПОРТА В СИСТЕМЕ МАРКЕТИНГА

Х.Д. Мирзобеков, И.А. Амонуллоев

В данной статье рассмотрена роль маркетинга в области стратегического планирования, предложен и обоснован поэтапный алгоритм разработки стратегического плана, выбор перспективной стратегии деятельности транспортных предприятий. Одним из возможных вариантов ответа на проблему адаптации национальной транспортной системы к внешнеэкономическим условиям является расширение транспортно-ориентированной хозяйственной деятельности предприятий, эта задача может быть решена с помощью организации стратегических хозяйственных зон в дополнение к существующим концепциям оптимального логистического управления. Основная цель состоит в том, чтобы свести к минимуму проблемы, связанные с подготовкой рыночной стратегии транспортного предприятия. В статье авторами представлен матричный анализ стратегических хозяйственных единиц транспортных предприятий в сфере грузовых перевозок. Также изучены основные положения и правила по управлению товарной политикой предприятия, разработке и анализу продуктового портфеля транспортных предприятий. Отражены порядок построения «матрицы BCG», расчет ее показателей, то есть коэффициентов темпов роста рынка и относительной доли рынка, обзор результатов анализа продуктового портфеля предприятия.

**Ключевые слова:** стратегическое планирование, транспортные предприятия, система маркетинга, рынок транспортных услуг, продуктовый портфель, матрица BCG, стратегические хозяйственные единицы, темпы роста рынка, относительная доля рынка, перевозка груза, матричный анализ.

## STRATEGIC PLANNING OF THE WORK OF TRANSPORT ENTERPRISES IN THE MARKETING SYSTEM

Kh.D. Mirzobekov, I.A. Amonulloev

In this article, the role of marketing in the field of strategic planning is considered, a step-by-step algorithm for developing a strategic plan is proposed and justified, as well as the choice of a promising strategy for the activities of transport enterprises. One of the possible answers to the problem of adapting the national transport system to foreign economic conditions is the expansion of transport-oriented economic activities of enterprises, this task can be solved by organizing strategic economic zones in addition to existing concepts of optimal logistics management. The main goal is to minimize the problems associated with the preparation of a transport company's market strategy. In the article, the authors present a matrix analysis of strategic economic units of transport enterprises in the field of freight transportation. The main provisions and rules for the management of the company's product policy, the development and analysis of the product portfolio of transport enterprises have also been studied. The order of construction of the "BCG matrix", the calculation of its indicators, that is, the coefficients of market growth rates and relative market share, an overview of the results of the analysis of the company's product portfolio are reflected.

**Keywords:** strategic planning, transport enterprises, marketing system, transport services market, product portfolio, BCG matrix, strategic business units, market growth rates, relative market share, cargo transportation, matrix analysis.

**Муқаддима.** Маркетинг дар нақлиёт дар якҷанд самтҳои банақшагирии стратегияи корхона нақшаи калидӣ дорад. Яқум, принципҳои роҳнамои методологиро таъмин менамояд, яъне консепсияи маркетинг, ки самти стратегияи корхонаро ба ниёзҳои сегменти муҳими истеъмолкунандагон равона мекунад. Дуюм, маркетинг маълумотҳои ибтидоиро барои таҳиягарони нақшаи стратегӣ пешниҳод мекунад, ки ба ошкор кардани имкониятҳои ҷолиби бозор ва ба ин васила ба баҳодиҳии иқтидорӣи корхона мусоидат мекунад. Ниҳоят, дар доираи ҳар як воҳиди алоҳидаи корхона, маркетинг ба таҳияи стратегияи иҷроӣ вазифаҳо кӯмак мекунад [1].

Ҳадамоти маркетинг бояд роҳу усулҳои беҳтарини расидан ба ҳадафҳои стратегиро барои ҳар як воҳиди стратегияи хоҷагидорӣи корхона муайян намояд. Ҳадамоти номбурда иқтидорӣи ҳар як

воҳиди стратегии хоҷагидории корхонаро баҳоғузори намуда, барои ҳар яки онҳо мақсад мегузорад ва сипас ба ин мақсадҳо муваффақ шудан, кӯмак мерасонад.

Аз ҳама марҳилаи мушкил ва муҳими банақшагирии стратегӣ ин интихоби асосноки стратегияи фаъолияти корхонаҳои нақлиётӣ мебошад. Умуман, вобаста аз ҳиссаи корхона дар бозор, тамоюли тақозои бозор, ҳама стратегияҳо ва ҳадафҳои метавон ба се намуд ё тарзи фаъолият дар бозор ҷудо кард:

1. Фаъл, стратегияи созанда ё стратегияи ҳамла масалан, мақсад гузошта мешавад, ки афзоиши фоида ба 20% ва афзоиши ҳаҷми боркашонӣ ба 30% расад.

2. Муҳофизат, стратегияи нигоҳдоранда ё стратегияи наҷот, ки нигоҳ доштани ҳиссаи муайяни бозорӣ ва камтарин фоидаи имконпазири корхонаро дар бар мегирад.

3. Ақибнишинӣ, ки одатан ин стратегия на интихобшаванда, балки стратегияи ноилҷой аст, аз сабаби бад шудани фуруши маҳсулот корхона тадриҷан мавқеи худро дар бозор аз даст медиҳад.

**Гузориши масъала.** Ташаккулёбии босуръати бозори хизматрасонии нақлиётӣ дараҷаи зиёди номуайянии фаъолияти корхонаҳоро ба вуҷуд меорад, ки аз тағйирёбии вазъи бозор вобаста аст, рушди соҳибкорӣ ва рақобат истифодаи танҳо воситаҳои банақшагириро, ки дар системаи маъмурию фармондеҳӣ истифода мешуданд, ғайриимкон сохт, зеро онҳо ба воқеиятҳои мавҷуда ба қадри кофӣ ҷавобгӯ нестанд. Дар айни замон, корхонаҳои нақлиёти автомобилӣ боркаш маҷбур мешаванд, ки роҳҳои рушди худро дар муҳити динамикии беруна ҷустуҷӯ кунанд, ба тағйироти он барои нигоҳ доштани рақобатпазирии худ ва таъмини самаранокии рушд дар шароити бозор чандир воқуниш нишон диҳанд.

Бозори хизматрасонии нақлиётӣ механизми иқтисодии идоракунии соҳаи нақлиёт мебошад, ки бо воситаи он мубодилаи байни харидорон, яъне мизочон ва фурушандагон, яъне истеҳсолкунандагони хизматҳои нақлиётӣ амали шуда, талаботҳои давлат ва ҷамъият ба ин гуна хизматҳо танзим карда мешавад.

Раванди банақшагирии стратегиро дар шароити муосир дар шакли амалҳои пайдарпайи зерин тасаввур кардан мумкин аст [2]:

- муайян намудани вазифаҳои корхона;
- муайян намудани воҳидҳои стратегии хоҷагидорӣ;
- муайян намудани ҳадафҳои маркетинг;
- таҳлили ҳамаҷонибаи вазъи бозор барои ҳар як воҳиди стратегии хоҷагидорӣ, яъне таҳлили муҳити маркетинг ва таҳлили фаъолияти корхона;
- таҳияи нақшаи стратегии маркетинг;
- татбиқи тактикаи маркетинг дар бозор.

Воҳиди стратегии хоҷагидорӣ гуфта, самти мустақили фаъолияти корхонаро мефаҳманд, ки бо пешниҳоди навъ ё намуди муайяни маҳсулоти корхона, дар сегменти мушаххаси бозор банд буда, барои муттаҳид намудани ҳамаи вазифаҳои ба ин самт вобаста, масъулият дорад.

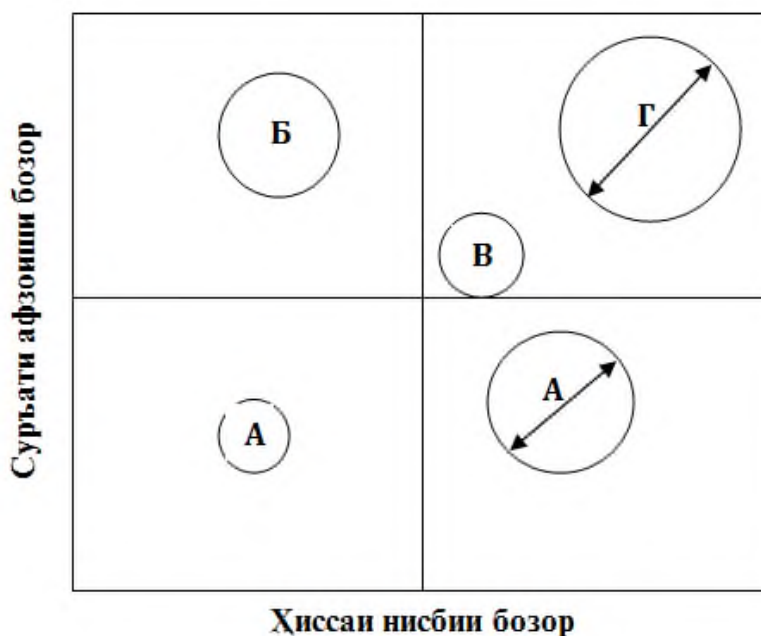
Марҳилаи таҳлили пешакии ҳамаҷонибаи вазъи ҳар як воҳиди стратегии хоҷагидорӣ ва дар маҷмӯъ корхона ҳамчун асос барои муайян намудани ҳадафҳои маркетинг, таҳияи стратегияи мушаххас ва татбиқи он мебошад. Ин марҳила аз муайян намудани алтернативаи стратегӣ, интихоби стратегияи маркетинг ва татбиқи стратегияи маркетинг иборат аст.

Дар таҷриба чор усули асосӣ банақшагирии стратегияи фаъолияти корхонаҳои нақлиётӣ дар бозори хизматрасонии нақлиётӣ вуҷуд дорад:

- матритсаи афзоиши ҳиссаи бозор, яъне матритсаи BCG;
- матритсаи имкониятҳои аз рӯи маҳсулот/бозор;
- матритсаи сиёсати равонашуда;
- моделҳои умумии стратегии М.Портер.

Дар мақолаи мазкур усули матритсаи афзоиши ҳиссаи бозор ё матритсаи BCG - ро муфассал дида мебароем. Дар расми 1 қолиби матритсаи BCG бо ҷойгиршавии мавқеи маҳсулотҳои корхона вобаста аз вазъи бозор оварда шудаст.

Ба сифати миқёси баҳодихии намудҳои алоҳидаи маҳсулот/хизмат қиммати миёна дар матритса истифода бурда мешавад: индекси миёнаи суръати афзоиши бозор, баробар ба 1, яъне ҳаҷми фуруш доимӣ аст ва ҳиссаи нисбии бозор – бузургии миёна дар фосилаи аз қиммати минималӣ то максималии ҳиссаи нисбӣ дар бозорро нишон медиҳад. Диаметри доирачаҳо ҳамчун аломати шартӣ барои тасвири маҳсулот/хизматҳо бояд мутаносибан ба ҳиссаи ҳаҷми маҳсулот/хизматҳои дар ҳаҷми умумии хизматҳои иҷрошудаи корхона муайян карда мешавад, чи қадар диаметри доирача калон бошад ҳамон қадар ҳаҷми фуруши ин намуди маҳсулот/хизмат зиёд аст (расми 1).



Расми 1 – Қолиби «матритсаи BCG» ва мавқеи воҳидҳои стратегии хоҷагидорӣ

**Усулҳои тадқиқот.** Усули матритсавии таҳлил ба таври возеҳ аз рӯи портфели маҳсулоти корхона ва ё сегменти бозор вобаста аз мавқеи онҳо дар матритса, ба корхона тавсияҳои стратегии муфид медиҳад. Усули матритсавии мазкур аз тарафи ширкати Гурӯҳи машварати Бостон (Boston Consulting Group) тарҳрезӣ шудааст. Матритсаи BCG усули таҳлили стратегӣ ва банақшагирӣ дар маркетинг мебошад. Ин усул дар солҳои 1970-ум аз тарафи таъсисгари Гурӯҳи машварати Бостон - Брюс Дулин Хендерсон (1915-1992) барои таҳлили самтҳои фаъоли ширкат дар асоси афзоиши талабот ба маҳсулотҳо ва ҳиссаи ишғолнамудаи ширкат дар он, таҳия шудааст [3].

Ба сифати критерияҳо ҳангоми сохтани матритсаи BCG нишондиҳандаи суръати афзоиши бозор (ҳаҷми хизматҳои расонида шуда) ва ҳиссаи нисбии бозор интихоб шудаанд. Барои ҳамин матритсаи BCG – ро матритсаи дученака меноманд.

Матритсаи номбурда имконияти кадом самти фаъолияти корхона аз рӯи ҳиссаи ишғолнамудаи онҳо дар бозор мавқеи пешбарандаро назар ба рақибон доранд ва динамикаи афзоиши онҳоро муайян менамояд.

Тибқи қолиби матритса чор гурӯҳи воҳидҳои стратегии хоҷагидорӣ корхонаро фарқ менамоянд, яъне матритса аз чор квадрант иборат аст, яъне квадранти:

- воҳидҳои стратегии хоҷагидорӣ асосӣ;
- воҳидҳои стратегии хоҷагидорӣ даромаднок;
- воҳидҳои стратегии хоҷагидорӣ ояндадор;
- воҳидҳои стратегии хоҷагидорӣ заиф.

Хусусияти маҳсулот/хизматҳои корхонаи нақлиётро вобаста ба ҷойгиршавии он дар квадрантҳои мухталифи матритса (расми 2), чунин тавсиф намудан мумкин аст:

1. Маҳсулот/хизматҳое, ки дар квадранти тарафи чапи қисми болоии матритса ҷойгир мешаванд, ба “*воҳидҳои стратегии хоҷагидорӣ – ояндадор*” таалуқ доранд. Суръати баланди афзоиши бозори ин гуна маҳсулот/хизматҳо онҳоро диққатҷалбкунанда мекунад, вале паст будани ҳиссаи нисбии бозори ин гуна маҳсулот/хизматҳо рақобатпазирии онҳоро бо маҳсулот/хизматҳо монанди корхонаҳои рақиб душворӣ ба миён оварда, дар баробари ин маблағгузори аз ҳаҷми даромад зиёдро талаб менамояд. Нисбати маҳсулот/хизматҳо дар ҳамин квадрант ҷойгир буда қабули қарорҳои зерин тавсия дода мешавад: маблағгузорӣ ба уমেде, ки ин маҳсулот/хизматҳо ба “*воҳидҳои стратегии хоҷагидорӣ – асосӣ*” табдил меёбанд, ё ин ки ихтисор намудани ин маҳсулот аз портфели маҳсулоти корхона агар хароҷотҳо назар ба даромад аз ин самти фаъолият барзиёд бошад.

Суръати афзоиш бозор	баланд	<b>ВСХ-и ояндадор</b> <i>(интиқоли бор тавассути контейнер)</i>	<b>ВСХ-и асосӣ</b> <i>(интиқоли ашёи хом ва сӯзишворӣ)</i>
	паст	<b>ВСХ-и заиф</b> <i>(интиқоли бор ба масофаҳои кӯтоҳ)</i>	<b>ВСХ-и даромаднок</b> <i>(интиқоли байналмилалӣ)</i>
		паст	баланд

### Ҳиссаи нисбии бозори нақлиётӣ

Расми 2 – Қолиби матритсаи ВСГ дар мисоли корхонаи нақлиётӣ

Масалан дар бозори хизматрасониҳои нақлиётӣ ҳамлу нақл бо истифодаи контейнерро мисол овардан бамаврид аст. Чунки дар ин самт нақлиёти автомобилӣ ҳиссаи на он қадар калонро ишғол менамояд, лекин дар оянда бо тағйирёбии вазъи бозор талабот ба ин гуна хизматрасониҳо эҳтимолияти афзуданро дорад. Дар ин ҳолат зарурият ба гузаронидани сиёсати фаъоли сармоягузорӣ ва ҷорӣ намудани интиқоли контейнерӣ пайдо мешавад. Чунки дар ин самт нақлиёти автомобилӣ ҳиссаи на он қадар калонро ишғол менамояд, лекин дар оянда бо тағйирёбии вазъи бозор талабот ба ин гуна хизматрасониҳо эҳтимолияти афзуданро дорад. Дар ин ҳолат зарурият ба гузаронидани сиёсати фаъоли сармоягузорӣ ва ҷорӣ намудани интиқоли контейнерӣ пайдо мешавад.

2. Маҳсулот/хизматҳое, ки дар квадранти тарафи рости қисми болоии матритса ҷойгир мешаванд, “воҳидҳои стратегии хоҷагидорӣ – асосӣ” ном доранд. Дар адабиётҳои хориҷӣ бошад, номи ин квадранти матритсаро “звезды” мегӯянд, чунки маҳсулот/хизматҳои дар ин квадрант ҷойгир буда, фоидаи зиёдтарин ва пешомади афзоишбиро ваъда медиҳанд. Ин маҳсулотҳо барои васеъ намудани истеҳсолот ба маблағгузориҳои калон ниёз доранд.

Масалан дар бозори хизматрасониҳои нақлиётӣ ҳамлу нақли оммавии борҳои сӯзишворию-маҳсулотҳои хомро мисол овардан бамаврид аст. Талабот ба ин гуна боркашониҳо устувор буда, ҳиссаи калони бозорию тамоюли афзоишро доранд. Барои ҳамин, хизматрасониҳои нақлиётӣ, ки ба ин воҳидҳои стратегии хоҷагидорӣ тааллуқ доранд, роҳбарияти корхона инкишоф бояд диҳад ва барои рушди инфрасохтори лозима, маблағгузорию сармоягузорию заруриро ҷалб намояд.

3. Маҳсулот/хизматҳое, ки дар квадранти тарафи рости қисми поёнии матритса ҷойгир мешаванд, “воҳидҳои стратегии хоҷагидорӣ – даромаднок” ном доранд. Ин маҳсулот/хизматҳо суръати пасти афзоиш ва ҳиссаи баланди нисбии бозорро доро буда, маблағҳои аз эҳтиёҷҳои худ боқимондари ба таъминкунии маблағгузорию “воҳидҳои стратегии хоҷагидорӣ – ояндадор” ва “воҳидҳои стратегии хоҷагидорӣ – асосӣ” равона менамоянд. Дар таҷриба аксар вақт маҳсулот/хизматҳое, ки дар квадранти “воҳидҳои стратегии хоҷагидорӣ – даромаднок” қарор доранд, ин маҳсулот/хизматҳо тибқи назарияи давраҳои ҳаёти моли Ф. Котлер бо мурури вақт дар квадранти “воҳидҳои стратегии хоҷагидорӣ – асосӣ” мавқеъ мегиранд. Ин маҳсулот/хизматҳо аз нуқтаи назари афзоиш дар оянда, начандон диққатҷалбкунанда мебошанд.

Масалан дар бозори хизматрасониҳои нақлиётӣ ҳамлу нақли байналмилалиро мисол овардан бамаврид аст. Одатан ин воҳидҳои стратегии хоҷагидорӣ ҳиссаи хурди бозорро ишғол намуда, корхонаро бо даромад ва фоидаи калон таъмин менамоянд. Аммо афзоиши ин гуна боркашониҳо кам эҳтимол буда, барои ҳамин ин самти хизматрасониҳои нақлиётӣ, аз рушди шохроҳҳои нақлиётӣ, тарофаҳои қайш, ҳамкориҳои байни намудҳои нақлиёт, истифодаи технологияи интиқоли мултимодалий вобаста буда, сармоягузориҳои калонро талаб менамояд.

4. Маҳсулот/хизматҳое, ки дар квадранти тарафи чапи қисми поёнии матритса ҷойгир мешаванд, “воҳидҳои стратегии хоҷагидорӣ – заиф” ном доранд. Маҳсулот/хизматҳои дар ин квадрант ҷойгир буда, аз рӯи даромад дар ҳолати ба корхона беманфиат ва зараровар қарор дошта, имконияти афзоишро надоранд.

Масалан дар нақлиёти роҳи оҳан ҳамлу нақли борҳои гуногун ба масофаҳои кӯтоҳ ба “воҳидҳои стратегии хоҷагидорӣ – заиф” дохил шуда метавонад, барои он, ки ин гуна боркашониҳо ояндадор набуда, ба корхона зараровар мебошанд. Дар ин маврид корхона аз



пешниҳоди ин гуна хизматрасониҳо бояд даст кашад, ё ин ки истифодабарии роҳу усулҳои дигари кашониши борро ба масофаҳои кӯтоҳ, чораҷӯии намоянд.

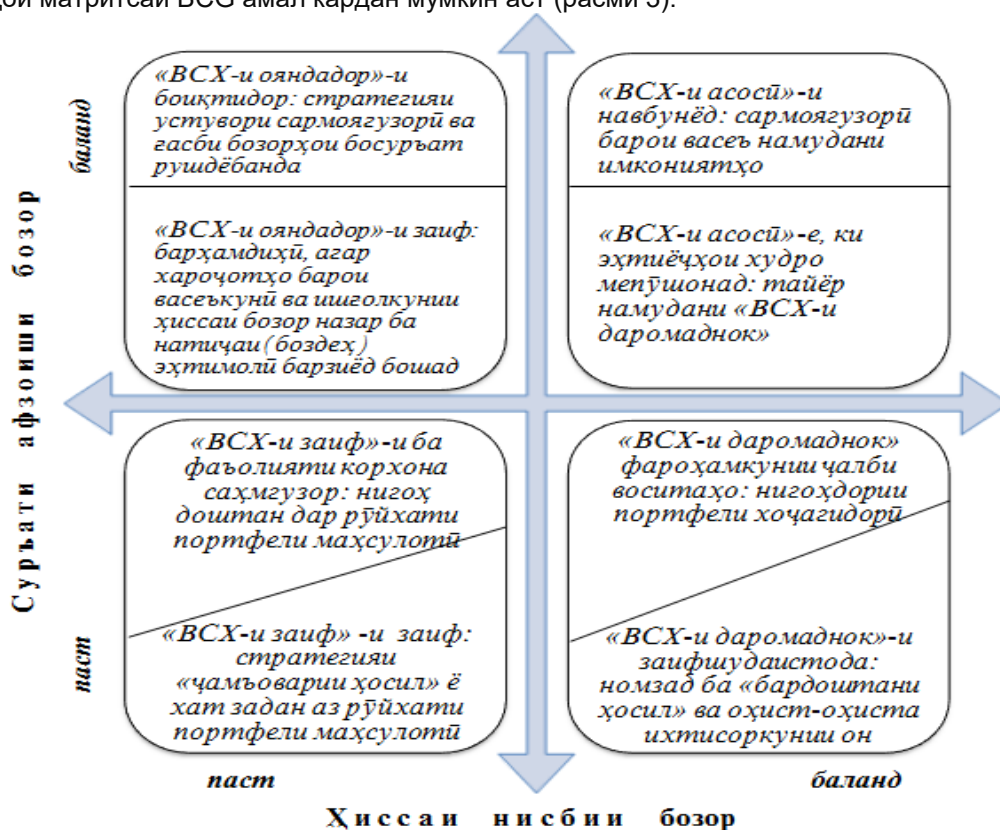
**Натиҷаҳои тадқиқот.** Баъд аз таҳлили портфели маҳсулотӣ тавассути матритсаи BCG нисбати ҳамаи воҳидҳои стратегияи хоҷагидорӣ корхона барои азхудкунии бозор таҳлилҳои муфассал дар ҳолатҳои гуногун гузаронида, зарурият ба сармоя ва дигар захираҳо дар ояндаро, бо назардошти самараи иқтисодии стратегияи интихобкардашуда, ҳисоб ва муайян менамоянд.

Банақшагирии стратегияи корхонаи нақлиётӣ аз рӯи самтҳои алоҳидаи фаъолият тартиб дода шуда, метавонад чунин қарорҳои стратегиро дар бар гирад:

- ихтисори маҳсулот/хизмат аз портфели маҳсулоти корхона;
- вусъатдиҳии ҳаҷми фурӯш, бо тағйирдиҳии сохтори портфели маҳсулотӣ;
- тағйирдиҳии ҳиссаи нисбии бозор;
- зиёд намудани маблағгузорӣ;

зери назорати қатъӣ гирифтани маблағгузорӣ ва аз нав тақсим кардани воситаҳои пулӣ байни намудҳои алоҳидаи маҳсулот/хизмат.

Тавсияи қарорҳои стратегӣ нисбати маҳсулот/хизматҳо вобаста ба мавқеи онҳо дар квадрантҳои матритсаи BCG амал кардан мумкин аст (расми 3).



Расми 3 – Тавсияи қарорҳои стратегӣ нисбати маҳсулотҳо вобаста ба мавқеи онҳо дар квадрантҳои матритсаи BCG

Барои таҳия намудани стратегияи маҳсулотӣ аз рӯи маҷмӯи қарорҳо ва принципҳои ташаккулдиҳии портфели маҳсулоти зерин истифода менамоянд:

муҳофизат ва устуворкунии “воҳидҳои стратегияи хоҷагидорӣ – асосӣ”;

аз рӯи имконият даст кашидан аз “воҳидҳои стратегияи хоҷагидорӣ – заиф” ба шарте, ки ягон асос барои нигоҳдории онҳо вуҷуд надошта бошад;

“воҳидҳои стратегияи хоҷагидорӣ – даромаднок” зарурияти назорати қатъии сармоягузорӣ ва ирсолкунии маблағҳои зиёд аз даромадро зери назорати менечерони сатҳи олиро талаб менамоянд;

“воҳидҳои стратегияи хоҷагидорӣ – ояндадор” таҳқиқи махсусро талаб менамоянд, барои муқарраркунии он, ки мумкин аст, ки дар асоси сармоягузори муайян онҳо ба “воҳидҳои стратегияи хоҷагидорӣ – асосӣ” табдил ёбанд;

якҷоя истифода намудани маҳсулотҳои воҳидҳои стратегияи хоҷагидорӣ – ояндадор, асосӣ ва даромаднок ба натиҷаи хуби фаъолияти корхона оварда мерасонад: фоиданокии мӯтадил, бозоргирии хуб, дарозмӯҳлатии афзоиши фурӯш ва фоида;

якҷоя истифода намудани маҳсулотҳои воҳидҳои стратегии хоҷагидорӣ – ояндадор ва асосӣ ба Ҷоиданокии ноустувор ва бозоргирии нокифоя оварда мерасонад;

якҷоя истифода намудани маҳсулотҳои воҳидҳои стратегии хоҷагидорӣ – даромаднок ва заиф ба пастшавии ҳаҷми фурӯш ва Ҷоиданокии оварда мерасонад.

**Хулоса.** Ҳамин тариқ, муқоисаи натиҷаҳои таҳлили матритсаи аз рӯи минтақаҳои стратегии азхудкунӣ ва имкониятҳои стратегии муҳити дохили корхона имкон медиҳад, ки стратегияи умумии рушди фаъолияти нақлиётӣ таҳия карда шавад ва ба эътидол овардани вазъии молиявӣ иқтисодии корхонаҳои нақлиётӣ мусоидат намояд.

*Муқаррир: Саидова М.Х. – д.и.и. профессори кафедраи “Менеҷмент ва маркетинг”-и ДДҶТТ*

### Адабиёт

1. Братухина, Е.А. Роль маркетинга в стратегическом планировании предприятия / Е.А. Братухина, И.А. Тойменцева // Актуальные вопросы экономических наук. 2010. №17-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-marketinga-v-strategicheskom-planirovanii-predpriyatiya> (дата обращения: 07.05.2024).

2. Мирзобеков, Х.Д. Маркетинговые исследования как фактор повышения конкурентоспособности предприятия на рынке транспортных услуг / Х.Д. Мирзобеков, П.Х. Азимов // Актуальные проблемы развития экономики и образования. Материалы IV межд. науч. практ. конф. (г. Душанбе, 2-3 июня 2016г.). – Душанбе: ТГУК, 2016. - С. 234-239.

3. Мирзобеков, Х.Д. Ташаккули стратегии маркетингии корхонаи нақлиётӣ: васоити таълимӣ / Х.Д. Мирзобеков, Ф.М. Ҳамроев, И.А. Амонуллоев. — Душанбе: ДТТ ба номи акад. М.С. Осимӣ, 2015. – 71с.

4. Галабурда, В.Г. Транспортный маркетинг: учебник / В. Г. Галабурда, Г. В. Бубнова, Е. А. Иванова, А. П. Абрамов, Ю. И. Соколов. — Москва: Издательство "Маршрут", 2006. — 456с.

### МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН – СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – AUTHORS' BACKGROUND

TJ	RU	EN
Мирзобеков Хуршед Дурманович	Мирзобеков Хуршед Дурманович	Mirzobekov Khurshed Durmanovich
н.и.и, дотсент	к.э.н, доцент	Candidate of Economic 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.
<a href="mailto:mhurshed_80@mail.ru">mhurshed_80@mail.ru</a>		
TJ	RU	EN
Амонуллоев Икром Абдукаримович	Амонуллоев Икром Абдукаримович	Amonulloev Ikrom Abdulkarimovich
н.и.и, и.в. дотсент	к.э.н, и.о. доцента	Candidate of Economic Sciences, acting 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.
<a href="mailto:amonulloev-ikrom@mail.ru">amonulloev-ikrom@mail.ru</a>		

УДК 338.45:004.4

## К ВОПРОСУ О СТИМУЛИРОВАНИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ И ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Н.Р. Мукимова

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

В статье анализируется текущее состояние инновационного потенциала промышленности Республики Таджикистан с использованием статистических данных в сравнении с зарубежными государствами. Автором предлагаются конкретные действия, направленные на оптимизацию инновационного потенциала промышленности в Республике Таджикистан, основанные на разнообразных формах взаимодействия между государственными органами, научными учреждениями и предпринимательским сектором. Основная цель исследования состоит в выявлении ключевых стратегических направлений, используемых как зарубежными странами, так и Таджикистаном, для поддержки инновационного развития промышленности, особенно в условиях цифровой трансформации мировой экономики.

**Ключевые слова:** инновационное развитие, промышленная политика, цифровая трансформация, кластеры.

## ОИД БА МАСЪАЛАИ ҲАВАСМАНДГАРДОНИИ РУШДИ ИННОВАТСИОНӢ ВА ДИГАРГУНСОЗИИ РАҚАМИИ САНОАТ

Н.Р. Мукимова

Дар мақолаи мазкур ваъи кунунии иқтидори инноватсионии саноати Ҷумҳурии Тоҷикистон бо истифода аз маълумотҳои омӯри дар қисс бо кишварҳои хориҷ таҳлил карда шудааст. Барои беҳтар намудани самаранокии иқтидори инноватсионии саноат дар асоси шаклҳои гуногуни ҳамкорӣ миёни давлат, илм ва тичорат тадбирҳои зарурӣ пешниҳод шудаанд. Таҷқиқот ба ошкор намудани самтҳои асосии дастгирии рушди инноватсионии саноат, ки дар заминаи дигаргунсозии рақамии иқтисодиёти ҷаҳон дар сӣсати саноатии кишварҳои хориҷ ва Тоҷикистон истифода мешаванд, равона шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** рушди инноватсионӣ, сӣсати саноатӣ, дигаргунсозии рақамӣ, кластерҳо.

## ON THE ISSUE OF STIMULATING INNOVATIVE DEVELOPMENT AND DIGITAL TRANSFORMATION OF THE INDUSTRY

N.R. Mukimova

The article analyzes the current state of the innovation potential of the industrial sector of the Republic of Tajikistan using statistical data compared to foreign countries. Measures are proposed to improve the efficiency of this potential based on various forms of cooperation between the state, science, and business. The study aims to identify the main directions of support for innovative development in the industrial policies of foreign countries and Tajikistan in the context of the digital transformation of the global economy.

**Keywords:** innovation development, industrial policy, digital transformation, clusters.

**Введение.** Промышленная стратегия развитых стран отражает современные тенденции в глобальной экономике, связанные, прежде всего, с научно-технологическим прогрессом и цифровой трансформацией. Применение инноваций в промышленности на сегодняшний день является ключевым фактором для эффективного развития и поддержания конкурентоспособности производственного сектора, а также для открытия новых перспективных возможностей и технологий. Это делает тему исследования особенно актуальной, поскольку успешная реализация инновационной промышленной политики в Таджикистане позволит стране эффективно интегрировать передовые методы и стратегии, адаптированные из опыта развитых стран. Подобные усилия способствуют ускорению цифровой трансформации промышленности, что, в свою очередь, может содействовать развитию экономики и повышению конкурентоспособности на мировой арене.

Исследование передовых практик, применяемых в ведущих государствах мира для поощрения инноваций и цифровой трансформации в промышленности, является важным инструментом для выработки эффективных стратегий и программ, направленных на развитие инновационного потенциала страны, обеспечивая устойчивое и долгосрочное развитие промышленного сектора. Оценка ситуации в Таджикистане по концептуальной проработанности и практической реализации инновационных процессов дает возможность выявить слабые места и потенциал для улучшения. На основе этих исследований можно разработать совокупность мер в целях формирования государственной политики по направлению ускоренной инновационной и цифровой трансформации отечественной промышленности.

**Материалы и методы исследования.** При написании статьи применялись общенаучные и конкретно-научные методы. Среди общенаучных методов применялись индуктивный метод, который позволяет обобщать и формулировать общие закономерности на основе конкретных фактов и наблюдений, а также комплексный анализ, который предполагает изучение объекта исследования с учетом различных его аспектов и связей. Кроме того, использовались методы синтеза и обобщения, что позволяло объединять полученные данные и выводы для формирования комплексного представления о рассматриваемой проблеме. В рамках конкретно-научных методов был применен статистико-экономический метод, который позволяет анализировать статистические данные и экономические показатели с целью выявления закономерностей и тенденций в исследуемой области.

## **Зарубежный опыт стимулирования инновационного развития промышленности**

Со времен конца XX века анализ изменений в мировой экономике происходил в контексте смены технологических укладов, характеризующихся периодическими изменениями в технологиях, управлении и институциональных подходах, связанных с «волнами инноваций» и заменой преобладающих технологий. Российские ученые С.Ю. Глазьев и Д.С. Львов внесли значительный вклад в разработку теоретического подхода, введя понятие «технологического уклада» [2]. В то же время, с 2010 года, западные страны стали активно ориентировать свою промышленную политику в сторону стимулирования инноваций, что нашло отражение в отчете Института Европы Российской Академии наук [7]. В последующем в исследованиях различных авторов стали подниматься проблемы, касающиеся различных аспектов инновационной деятельности, цифровой трансформации экономики, а также роли государства и взаимодействия между наукой и бизнесом посредством кластерных связей [1,3,4,12].

В конце XX– начале XXI веков в развитых государствах промышленная политика претерпела существенных изменений, отражая смену экономических парадигм. Многие страны пересмотрели свои подходы к поддержке промышленности, отказываясь от прямого государственного вмешательства в пользу дерегулирования, что явно прослеживается в контексте неолиберальной политики. Этот курс особенно затронул США и Великобританию. В то же время, в Европе такие изменения произошли в меньшей мере, сохраняя некоторые элементы государственного регулирования промышленности. Эти трансформации отражали стремление к созданию более гибких и конкурентоспособных экономических систем, а также адаптации к изменяющимся условиям мирового рынка и технологическим инновациям. Возросший интерес к промышленной политике обусловлен научно-технологическим прогрессом, который стал следствием «цифровой революции».

В то же время все государства признали, что промышленная политика не может действовать в изоляции от инновационной и научно-технической политики. Основная идея заключается в создании благоприятного окружения для взаимодействия различных отраслей промышленности с наукой и образованием с целью повышения конкурентоспособности и обеспечения устойчивого развития.

За последние годы XX века Соединенные Штаты, известные своим либеральным подходом к экономике, приобрела статус мирового лидера в области информационных и компьютерных технологий, чему способствовали тесные взаимоотношения между научным сообществом и бизнесом, развитая система венчурного финансирования, основанная в значительной степени на частных инвестициях и малом государственном вмешательстве. Однако успешное развитие высокотехнологичных компаний вело к стагнации традиционных отраслей промышленности и перемещению их производства за рубеж в страны с более низкими издержками, что привело к замедлению роста этих отраслей [10].

После финансового кризиса 2008 года в США были приняты широкомасштабные меры по поддержке обрабатывающей промышленности. В рамках рамочной программы восстановления сектора, запущенной в 2009 году, были реализованы инициативы по переобучению рабочей силы, обеспечивающие новейшие технологические знания и умения, поддержку доступа к капиталу для стартапов и создание инновационных кластеров в экономически неразвитых регионах. В 2010 году был принят законодательный акт, направленный на поддержку обрабатывающей промышленности, в рамках которого были введены меры по снижению тарифов на сырье и материалы, а также осуществлено развитие предпринимательской инфраструктуры. В 2013 году был принят закон о возрождении американской обрабатывающей промышленности и инновациях, предусматривающий создание специальных институтов с целью продвижения инноваций и обеспечения конкурентоспособности производства передовых технологий [3].

Примером успешной программы по технологической трансформации промышленности с участием государства является Германия, которая сохраняет свой индустриальный потенциал и расширяет возможности для промышленного экспорта. В начале XXI века Германия начала изменять свою промышленную политику, переходя от высокого уровня государственного вмешательства к более инновационному и кластерному типу развития.

В 2006 году была принята Стратегия Высоких Технологий, которая направлена на укрепление стратегического взаимодействия между научным сообществом и промышленным сектором, создание благоприятной среды для инноваций в сфере малого и среднего бизнеса, а также на стимулирование развития кластеров и коммерциализации научных разработок. Эта стратегия была разработана в ответ на тенденцию отставания Европы от США в коммерциализации научных достижений, несмотря на высокий уровень фундаментальной науки. Важным шагом в рамках стратегии стало формирование региональных инновационных кластеров, которые получили поддержку как от федеральных, так и от земельных властей.



Этот подход способствовал более тесному сотрудничеству между различными участниками экономики и созданию благоприятной среды для развития инноваций. Однако, в контексте цифровой трансформации мировой экономики, новым веком стала программа «Индустрия 4.0», представленная впервые на Ганноверской промышленной ярмарке в 2011 году. Федеральные министерства и научные учреждения, как, например, Общество им. Фраунгофера, Немецкая академия технических наук, принимали участие в разработке данной программы. Она направлена на содействие интеграции цифровых технологий в промышленности, а также повышения уровня эффективности производственных процессов [11].

Программа «Индустрия 4.0» представляет собой совокупность ключевых элементов:

- развитие цифровых платформ, способствующих взаимодействию между различными промышленными предприятиями и структурами бизнеса, а также созданию кластерных сетей для обмена информацией и опытом;

- внедрение высокоавтоматизированных систем управления производством, включая применение инновационных методов планирования и моделирования, направленных на оптимизацию производственных процессов и повышение их эффективности;

- повышение эффективности использования ресурсов и внедрение принципов «бережливого производства»;

- обеспечение непрерывного обучения и переподготовки рабочей силы для адаптации к новым условиям.

Современные исследования акцентируют внимание на том, что концепция «Индустрия 4.0» способствует созданию гибких производственных процессов и переходу к системам управления, базирующимся на искусственном интеллекте [5]. Этот подход охватывает как новые, так и традиционные отрасли промышленности, направленные на увеличение производственной эффективности и их приспособление к изменяющимся экономическим и технологическим реалиям, сохраняя при этом преимущества высокотехнологичных производственных процессов.

Французская промышленная политика активно использует концепцию формирования центров конкурентоспособности, которая заключается в создании мощных промышленных кластеров, объединяющих усилия научных исследований, предпринимательства и государства для стимулирования инноваций и внедрения новых продуктов. Особое внимание уделяется роли государства в инициировании и организации этого процесса.

Во Франции применение такой стратегии привело к созданию крупных инновационных центров или «технополисов», например, София-Антиполис на Лазурном берегу [6], которые продемонстрировали значительный успех. Эти центры являются заметными фокусными точками для активного взаимодействия между университетами и предприятиями в процессе создания и разработки новых технологий. Кроме того, Франция использует различные косвенные меры поддержки промышленности, включая налоговые льготы в форме налогового кредита на исследовательские затраты, который позволяет компаниям вычитать часть затрат на научно-исследовательскую деятельность из налоговых обязательств.

В Швеции политика кластеризации реализуется через создание центров экспертизы, которые действуют как посредники между учеными из университетов и предприятиями в индустрии. Это специфическая форма взаимодействия государства, научного сообщества и бизнеса направлена на стимулирование инноваций и развитие наукоемких отраслей производства.

Различные страны используют разнообразные методы, включая кластерные подходы, для стимулирования инноваций и наукоемкого производства, демонстрируя нацеленность на сотрудничество между бизнесом и наукой. Проведенный анализ позволил выделить приоритетные направления инновационного развития ряда стран мира (таблица 1), где знаком «+» отмечены факторы, относящиеся к данной конкретной стране.

### **Промышленная политика и оценка инновационного и цифрового развития Республики Таджикистан**

В Республике Таджикистан вопросы развития научно-технической сферы нашли свое отражение в ряде законов и постановлений. Ключевыми из них являются Закон РТ «О научной деятельности и государственной научно-технической политике» от 18 марта 2015 года № 1197, а также законы «О Технологическом парке» от 21 июля 2010 года № 629 и «Об инновационной деятельности» от 16 апреля 2012 года № 822. Кроме того, имеются постановления Правительства, которые приняли Национальную Стратегию Республики Таджикистан на период до 2030 год, Стратегию Республики Таджикистан в сфере науки, технологий и инноваций на период до 2030 года, Стратегию развития промышленности в Республике Таджикистан на период до 2030 года, Стратегию развития искусственного интеллекта в Республике Таджикистан на период до 2040 года, Концепцию цифровой экономики в Республике Таджикистан от 30 декабря 2019 года, №642 и Национальную стратегию развития интеллектуальной собственности Республики Таджикистан на период до 2030 года. Обусловлено это в основном, с теми обстоятельствами, что сейчас не определены четкие приоритеты научно-технологического развития страны и регионов, в частности.



Таблица 1 - Анализ факторов развития инновационной экономики по некоторым странам мира

	Швейцария	США	Швеция	Канада	Ирландия	Финляндия	Южная Корея	Япония	Норвегия	Германия	Австралия	Новая Зеландия	Франция	Китай	Россия	Болгария	Малайзия	Индия
Высокий уровень затрат на НИОКР (более 3% от ВВП)	+	+	+			+	+	+		+								
Значительные ассигнованиями (более 4% от ВВП) в систему образования	+	+	+	+		+	+		+	+	+	+	+		+	+		+
Дуальная система послешкольного образования	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+			+			
Государственная поддержка стартапов в бизнес-секторе	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Высокая степень интернационализации бизнес сектора и университетов	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
Стабильная институционально-правовая база при минимальном государственном вмешательстве	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+						
Низкий уровень налогообложения бизнеса	+	+			+				+		+	+				+		
Специфические формы кооперации конкурентов/создание инновационных кластеров и их поддержка	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Источник: составлено автором

Тем не менее, правительство Таджикистана ясно очертило стратегический план, направленный на модернизацию и расширение производства с целью стимулирования ускоренного развития промышленных секторов на основе инноваций. В этом контексте особое внимание уделяется утвержденной Правительством Республики Таджикистан от 27 мая 2020 года за №293 Программе ускоренной индустриализации на 2020-2025 годы, которая учитывает положения Национальной стратегии развития Республики Таджикистан на период до 2030 года и Стратегии развития промышленности в Республике Таджикистан на период до 2030 года. Согласно данной Программе предполагается обеспечить ускоренный переход экономики страны к инновационному направлению развития, создание технически и технологически развитой промышленности, повышение уровня благосостояния населения, снижение уровня безработицы через осуществление инновационных проектов и активное обновление всех основных секторов промышленности.

Хотя основная цель развития является неоспоримой, мы считаем, что способы ее достижения должны обязательно учитывать культуру и готовность к инновационным изменениям, исходя из уровня экономико-технологического развития промышленного предприятия. Стратегия инновационного развития промышленности по пути ускоренной индустриализации с фокусом на повышении количественных показателей объемов производства в отраслях промышленности представляет собой важный шаг в сторону общего экономического роста. Однако, помимо привлекательности данного направления, существенное значение имеет и внутреннее развитие промышленных предприятий в рамках выбранной стратегии.

При анализе инновационного потенциала промышленности Республики Таджикистан важно учитывать два ключевых аспекта:

- структуру производства, особенно обрабатывающей промышленности, выступающей в роли потребителя и производителя инновационной продукции;
- состояние инновационной активности промышленных предприятий, оцененный на основе доступных статистических данных.

В таблице 2 приводится структура обрабатывающей промышленности Республики Таджикистан и некоторых стран.

Таблица 2 - Структура обрабатывающей промышленности, %

Страна	Производство кокса и нефтепродуктов	Химическое производство	Металлургическое производство	Машиностроение
Таджикистан	0,3	1,7	23,0	2,2
Россия	20,6	13,6	21,7	14,8
Индия	12,5	16,0	16,4	22,1
Филиппины	2,6	8,5	3,9	38,3
Германия	4,0	14,8	13,4	47,7
Великобритания	9,2	9,8	9,8	33,5
Франция	...	18,4	7,9	32,3
США	11,5	17,1	10,6	31,2

Источник: составлено по [8, 9].

Согласно данным из таблицы 2, в обрабатывающей промышленности Таджикистана основную долю составляет металлургическое производство (23,0%), в то время как машиностроение, как ведущая инновационно активная отрасль, занимает лишь 2,2%. Этим и отличается структура от западных стран, где машиностроение занимает ведущее положение (31–48%) в структуре обрабатывающей промышленности. Доля химической промышленности в Таджикистане также невелика, хотя данная отрасль является одной из наиболее восприимчивых к инновациям.

И, наконец, оценим общую восприимчивость экономики Таджикистана к внедрению инноваций. Так, по данным за 2022 год доля высокотехнологичного производства в общем объеме составила в Таджикистане 2,6%, Узбекистане – 24,8%, Киргизстане – 1,8%, в России – 29%, США – 42,4%, Германии – 52,9%, Франции – 48,8%, Японии – 54,6%, в Китае – 48,5%, а доля высокотехнологичной продукции в общем объеме экспорта в Таджикистане – 0%, Киргизстане – 1,9%, России – 2,3%, США – 9,2%, Германии – 11,3%, Франции – 10,4%, в Китае – 28%, в Японии – 12,6% [14].

Так, по индексу глобальной инновационности Республика Таджикистан ухудшила свои показатели по сравнению с 2022 годом, переместившись с 104-го места на 111-е среди 132 стран мира; по индексу сетевой готовности заняла 113-е место из 134 стран с индексом 33,75; а по индексу конкурентоспособности – 104-е место с индексом 52,4 (рисунок 1).

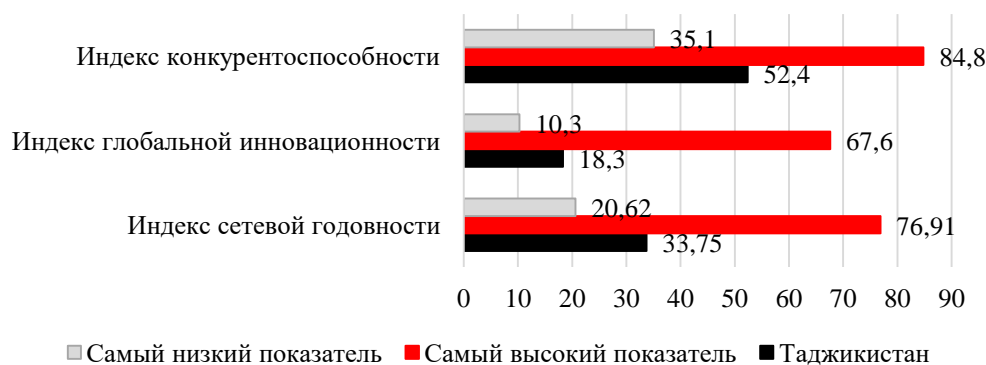


Рисунок 1 – Показатели инновационного и цифрового развития РТ в сравнении с самым высоким и низким аналогичным показателем в мире.

Источник: составлено по [14, 15].

Таджикистан согласно рейтингу ООН по развитию электронного правительства находится на 129-ом месте среди 193 стран мира. В период с 2020 по 2022 гг., Таджикистан перешел из группы со средним в группу с высоким индексом развития э-правительства. Самый высокий показатель в рейтинге имеет Дания (0,9717), последнее 193-е место в рейтинге занимает Южный Судан (0,0852), в Таджикистане данный индекс равен 0,5039. (таблица 3).

Таблица 3 - Таджикистан в рейтинге электронного правительства ООН

№	Изменение в индексе за 2020-2022	Страна	Индекс развития э-правительства (EGDI)	EGDI уровень развития	Процент лиц, использующих интернет
1	↓	Дания	0,9717	очень высокий	96,55
10	↓	США	0,9151	очень высокий	90,9
11	↓	Великобритания	0,9138	очень высокий	94,82

Продолжение таблицы 3					
19	↑	Франция	0,8832	очень высокий	84,8
22	↑	Германия	0,877	очень высокий	89,81
23	↓	Швейцария	0,8752	очень высокий	94,2
28	↑	Казахстан	0,8628	очень высокий	85,94
42	↓	Россия	0,8162	очень высокий	84,99
69	↑	Узбекистан	0,7265	высокий	71,1
81	↑	Кыргызстан	0,6977	высокий	51
89	↓	Филиппины	0,6523	высокий	49,8
105	↓	Индия	0,5883	высокий	43
129	↑	Таджикистан	0,5039	высокий	21,96
137	↑	Туркменистан	0,4808	средний	21,25
193	↓	Южный Судан	0,0852	низкий	6,5

Источник: составлено по [13].

В целом страной преодолена половина пути с точки зрения выполнения показателей электронного развития, однако остается много возможностей для их роста. Субиндексы индекса развития Э-правительства Республики Таджикистан в сравнении со средними значениями аналогичных показателей по всему миру и развивающимися странами, не имеющими выхода к морю, представлены на рисунке 2.

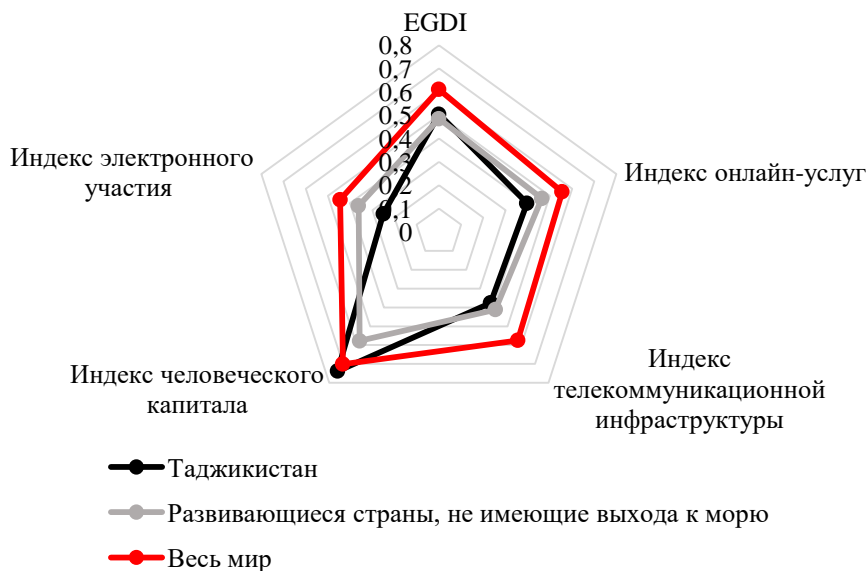


Рисунок 2 – Субиндексы индекса развития Э-правительства, 2023 г.

Источник: составлено по [13].

**Заключение.** Таким образом, текущее положение в экономике Таджикистана характеризуется недостаточным прогрессом в области инноваций, а его научно-инновационная и цифровая политика требует дальнейшего улучшения, детализации и последовательной реализации, основываясь на мировом опыте и лучших отечественных наработках. Для стимулирования инновационного развития и цифровизации в промышленности предлагается следующее:

Создание эффективных научно-производственных кластеров с участием власти (как на национальном, так и на региональном уровнях), научного общества и предприятий в рамках принципа «тройной спирали» в целях быстрого и результативного восприятия инноваций и внедрения новых цифровых технологий.

Создание системы, охватывающей все этапы инновационного процесса от зарождения идеи до масштабного производства. Эта система будет включать в себя научные исследования, проводимые научными организациями, совместное сотрудничество с бизнес-структурами для превращения разработок в инновации, внедрение новых продуктов и технологий в производственный процесс, а также обеспечение научно-методической поддержки и подготовки квалифицированных кадров.

3. Государственные меры поддержки инноваций, такие как субсидирование научно-производственной деятельности, использование льготного налогообложения для инновационно-активных предприятий и прочие стимулы.

Отметим, что поддержка кластеров может оказаться более результативной по сравнению с поддержкой отдельных предприятий, поскольку она затрагивает множество взаимосвязанных экономических участников.

Внедрение новых цифровых решений представляет собой ключевой фактор, способствующий достижению существенных экономических преимуществ. Это обусловлено тем, что такие решения ускоряют передачу информации, повышают производительность труда и устраняют непроизводительные операции. Кроме того, цифровые технологии способствуют ускоренной реализации производственно-логистических процессов и обеспечивают гибкость и оперативность в переоснащении производства в соответствии с потребностями конечных потребителей.

В силу меняющихся условий в рыночной экономике, в Таджикистане возникает неотложная потребность в быстрой и систематической трансформации научной и цифровой сфер. Промышленная стратегия государства должна стать более деятельной и оперативной в поддержке и стимулировании инноваций. Такая политика предполагает разработку и активное внедрение эффективных механизмов сотрудничества между государством, научным сообществом и предпринимательским сектором.

*Рецензент: Раджабов Қ.Р. – к.э.н., ведущий научный сотрудник Института экономики и демографии ИАЭНП.*

### Литература

1. Комилов С.Д., Тагаева С.А. Концепция цифровой экономики Республики Таджикистан (к проблеме цифрового развития)//Вестник университета (Российско-Таджикский (Славянский) университет), 2020, № 1 (69), с. 31-38.
2. Львов Д.С., Глазьев С.Ю. Теоретические и прикладные аспекты управления НТП // Экономика и математические методы, 1986, №5, с. 793–804.
3. Морева Е.Л., Абдикеев Н.М. Исследование опыта передовых индустриальных стран по стимулированию промышленного развития //Гуманитарные науки. Вестник финансового университета, 2018, №5, с. 77–83.
4. Морковкин Д.Е., Нигосян В.А., Донцова О.И. Кластерный подход в управлении инновационно-технологическим развитием экономики (на примере Великобритании) // Вопросы инновационной экономики. 2020, - т.10, №4, с. 1911-1928.
5. Положихина М.А. Национальные модели цифровой экономики //Экономические и социальные проблемы России, 2018, №1 (37), с. 111–154.
6. Пономаренко Е.В. Триада инновационного развития «университеты — муниципалитеты — бизнес» в территориальной кластерной политике: опыт Франции // Государственная служба. 2019, - т. 21, №5, с. 103–107.
7. Промышленная политика Европейских стран. Доклад Института Европы РАН №259. Москва, 2010, 213 с.
8. Промышленность Республики Таджикистан. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан, 2023, 94 с.
9. Россия и страны мира. 2023: Стат.сб./Росстат. - М., 2023, 393 с.
10. Рукавицын П.М. Завершение эпохи единого Запада// Вестник МГЛУ.2020, вып. 4 (841), с. 98–109.
11. Утебаева А.Б. Современные подходы к развитию промышленности: зарубежный опыт // Вестник университета Туран, 2016, №4, с. 61–65.
12. Холматов М.М. Некоторые особенности организации цифровой экономики Таджикистана// Таджикистан: экономика и управление, 2020, № 2, с. 76-83.
13. E-Government Survey 2022: The Future of Digital Government. 311 p. - Режим доступа: <https://publicadministration.un.org>, свободный.
14. INSEAD (2023): The Global Innovation Index 2023. Режим доступа: [www.globalinnovationindex.org](http://www.globalinnovationindex.org), свободный.
15. Network Readiness Index 2023. Trust in a Network Society: A crisis of the digital age? - Режим доступа: <http://www.weforum.org>, свободный.

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

TJ	RU	EN
Мукимова Наргис Рустамовна	Мукимова Наргис Рустамовна	Mukimova Nargis Rustamovna
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.
н.и.и., дотсент	к.э.н., доцент	Candidate of economic sciences, Assistant professor
<a href="mailto:mnargis@yandex.ru">mnargis@yandex.ru</a>		

УДК 622.8:004.3(575.1)(55)

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

К.Р. Раджабов, Н.Р. Мукимова

Институт экономики и демографии Национальной Академии Наук Республики Таджикистан  
Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

Внедрение информационных технологий становится ключевым фактором развития промышленного сектора, особенно в горнодобывающей отрасли. За последние два десятилетия произошли значительные изменения в обработке геологической информации, моделировании производственных процессов и планировании горных работ благодаря появлению информационных инструментов. В статье рассматриваются проблемы разработки инструментов для эффективного проектирования и разработки твердых полезных ископаемых на основе прогрессивных методов прогнозной аналитики и соответствующего программного обеспечения. Основное внимание уделяется решению задач моделирования, проектирования и управления производственными и технологическими процессами. Упомянуты современные методы анализа больших данных в области недропользования. Также проводится оценка перспектив разработки комплексного отечественного продукта, объединяющего ключевые аспекты деятельности горнорудных компаний в единую информационно-аналитическую систему с высоким уровнем автоматизации основных процессов, включая анализ и интерпретацию информации и принятие управленческих решений.

**Ключевые слова:** горно-геологические информационные системы, добывающая промышленность, цифровизация, цифровая экономика, программное обеспечение, обработка геологических и производственных данных.

## СИСТЕМАҶОИ АҲБОРОТИЕ, КИ ДАР САНОАТИ КУҲӢ ИСТИФОДА МЕШАВАНД

Қ.Р. Раҷабов, Н.Р. Муқимова

Татбиқи технологияҳои иттилоотӣ омили асосии рушди баҳши саноат, бахусус дар соҳаи истихроҷи маъдан мегардад. Дар ду даҳсолаи охир дар қоркарди иттилооти геологӣ, моделсозии равандҳои истеҳсоли ва банақшагирии қӯҳӣ ба шарофати пайдоиши асбобҳои нав тағироти назаррас муҳити фароҳам муҳаб намуданд. Дар мақола маъ-алаҳои таҳияи асбобҳои нав барои тарҳрезӣ барномаҳои самаранок ва қоркарди маъданҳои қӯҳӣ дар асоси усулҳои пешрафтаи таҳлили пешгӯишаванда ва барномасозии дахлдор баррасӣ карда мешаванд. Диққати асосӣ ба ҳалли маъсалаҳои моделсозӣ, тарроҳӣ ва идоракунии равандҳои истеҳсоли ва технологӣ равона карда шудааст. Усулҳои муосири таҳлили маълумоти қалон дар соҳаи истифодаи саноати қӯҳӣ зикр карда мешаванд. Инчунин, арзёбии дурнамои таҳияи маҳсулоти иттилоотии ҳамаҷонибаи ватанӣ, ки ҷанбаҳои асосии фаъолияти ширкатҳои саноати қӯҳиро ба як системаи ягонаи иттилоотӣ таҳлилӣ бо сатҳи баланди автоматикунунии равандҳои асосӣ, аз ҷумла таҳлил ва тафсири иттилоотӣ. инчунин қабули қарорҳои идоракунии муттаҳид мекунад, барраси карда мешавад.

**Калимаҳои калидӣ:** системаҳои иттилоотии қӯҳӣ-геологӣ, саноати истихроҷ, рақамисозӣ, иқтисоди рақамӣ, барномасозӣ, қоркарди маълумоти геологӣ ва истеҳсоли.

## INFORMATION SYSTEMS USED IN THE MINING INDUSTRY

K.R. Radzhabov, N.R. Mukimova

The introduction of information technology is becoming a key factor in the development of the industrial sector, especially in the mining industry. Over the past two decades, significant changes have occurred in the processing of geological information, process modeling and mine planning due to the emergence of new tools. The article discusses the problems of developing tools for the effective design and development of solid minerals based on advanced predictive analytics methods and related software. The main focus is on solving problems of modeling, design and control of production and technological processes. Modern methods of big data analysis in the field of subsoil use are mentioned. An assessment is also being made of the prospects for the development of a comprehensive domestic product that combines key aspects of the activities of mining companies into a single information and analytical system with a high level of automation of the main processes, including the analysis and interpretation of information and management decision-making.

**Keywords:** mining and geological information systems, mining industry, digitalization, digital economy, software, processing of geological and production data.

**Введение.** Во второй половине XX века, в результате научно-технического прогресса, особенно в области цифровых технологий, стали активно развиваться программные обеспечения для решения задач проектирования производственных и технологических процессов во многих отраслях рыночной экономики. С формированием и установлением постиндустриального уклада стало ясно, что переход к цифровым технологиям является необходимым, особенно в контексте решения задач моделирования, планирования и управления производственными процессами, включая сферу горнодобывающей промышленности Таджикистана.

В последнее время, в связи с ускоренным развитием IT-отрасли, в горнорудных предприятиях формируется предварительный процесс внедрения новых горно-геологических информационных систем, которые являются основным инструментом для проектирования и построения объемных геологических моделей, проектирования и планирования различных вариантов горных работ, а также оптимизации и обеспечения экономической эффективности производственных и технологических процессов.

На мировом рынке программного обеспечения представлено множество вариантов, способных обеспечить автоматизированное выполнение горно-геологических, производственно-технологических и экономических задач, как отдельно, так и в комплексе, с учетом динамично



меняющихся условий. Представленные программные решения предлагают различные варианты архитектурных конфигураций и программного обеспечения (ПО), причем некоторые из них предназначены для решения отдельных задач в области производства и технологий, а другие адаптированы под институциональные требования и методические основы конкретных государств и их экономических субъектов. Несмотря на разнообразие предложений, все эти программы объединены общими функциональными возможностями, принципами работы и методами обработки и интерпретации геологических, производственно-технологических данных [1,2,5]. Главная цель их использования заключается в повышении экономической эффективности производственных процессов и обеспечении конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынке.

### **Материалы и методы исследования**

При выполнении исследования основными методами использовались анализ и сравнение. Сложность полной оценки функциональных возможностей нескольких специализированных программных продуктов обусловлена несколькими факторами. Во-первых, современные горные и геологические информационные системы (ГИС) решают множество задач, и часто специалисты используют лишь часть их функций. Во-вторых, обновление круга задач обусловлено высокой конкуренцией на рынке программного обеспечения и постоянным развитием методов обработки горно-геологических данных. Основными источниками информации для проведения сравнительного анализа были официальные сайты компаний, материалы, изданные по данной тематике, а также экспертное мнение специалистов из различных организаций, занимающихся использованием подобного программного обеспечения.

### **Анализ горных и геологических информационных систем в горнодобывающей промышленности**

В Послании Президента Республики Таджикистан уважаемого Эмомали Рахмона в Маджлиси Оли Республики Таджикистан от 28 декабря 2023 года дан анализ состояния геологической изученности недр республики и определены основные задачи и направления развития геологической отрасли в целях обеспечения приоритетов, принятых Правительством программ ускоренной индустриализации и инновационного развития экономики страны. В частности, Главному управлению геологии при Правительстве Республики Таджикистан было дано поручение по геологическому изучению и переходу к международным стандартам учета, использования, восстановления и охраны запасов минерального сырья, а также контроля опасных геологических процессов и мониторинга подземных вод. Дополнительно, деятельность Главного управления геологии должна быть направлена на расширение усилий в области повышения качества обучения, разведки и подготовки месторождений полезных ископаемых для промышленного использования [9].

В ближайшие годы горнорудное производство в Республике Таджикистан планирует осуществить переход на международные технологии добычи и разработки природных полезных ископаемых. Анализ мировой практики программного обеспечения показывает, что горно-геологические, производственно-технологические информационные системы выполняют аналогичные функции и операции, что подтверждает их применимость и значимость для нашей геологической и горнорудной промышленности. В этом контексте необходимо решение следующих основных функциональных задач:

- обеспечение систематизации, обработки и эффективного управления базами данных горно-геологической и производственно-технологической информации;
- обработка и интерпретация горно-геологической и производственно-технологической информации в соответствии с требованиями мирового рынка;
- создание различных геологических моделей разработки, включая горизонтальные, вертикальные, открытые, подземные, блочные и смешанные;
- разработка механизмов для интерактивной работы с данными горно-геологической и производственно-технологической информации с использованием трехмерной графики;
- 3D-моделирование объектов и элементов данных горно-геологической и производственно-технологической информации, а также горнотехнических систем;
- разработка и применения различных вариантов взрывных работ, горных выработок, технологий подъема, транспортировки, измельчения и переработки руды;
- перспективное и детальное планирование горных работ, способы и варианты рекультивации отработанных месторождений и охраны окружающей среды;
- проектирование схем и управление буровзрывными работами;
- автоматическое создание горной графической и технологической документации;
- сбор, анализ, хранение и обработка всей имеющейся информации.

Необходимо отметить, что оценка устойчивости бортов месторождений, их откосов и отвалов по содержанию полезных ископаемых при их разработке является важным и актуальным вопросом, который требует принятия решений еще на этапе моделирования и проектирования с

использованием данных о горных, геологических, географических и ландшафтных особенностях месторождений. Это направлено на повышение эффективности разработки и обеспечение безопасности в горнодобывающей промышленности, а также защиты окружающей среды. Результаты аналитического исследования позволят компаниям-недропользователям снизить риски и выбрать наиболее подходящее программное обеспечение для разработки месторождений путем проведения маркетинговых исследований и сравнения различных вариантов программных продуктов.

В настоящее время оценка функциональных возможностей даже нескольких специализированных информационно-технологических продуктов представляется сложной задачей. Это обусловлено множеством задач, которые решают современные горные и геологические информационные системы (ГГИС). Чаще всего узкоспециализированные специалисты используют лишь ограниченный набор функций таких систем. В то же время разработка месторождений включает в себя решение различных задач, связанных с моделированием и проектированием. Эти задачи варьируются в зависимости от метода разработки месторождений (открытая карьерная добыча, подземная добыча, шахтная, карьерная, горизонтальная или их комбинация).

Во-вторых, система требует решения ряда вопросов, связанных с геологией, маркшейдерией, технологией разработки, а также внутренней и внешней транспортировкой руды и нерудных материалов, выбором способа обогащения (гидро- или пирометаллургии, флотации, чанового или кучного выщелачивания) и применяемых химических реагентов (например, цианид или цинк), и их интеграцией в единый процесс.

В-третьих, набор проблем, которые нужно решать, постоянно обновляется из-за высокой конкуренции на рынке IT-продуктов, совершенствования методов разработки месторождений и обработки горных данных, а также из-за постоянного появления новых вариантов программного обеспечения для добывающих компаний. Все это также зависит от цен, спроса и предложения на мировом рынке. Получить достоверную информацию о подходящих вариантах программного обеспечения можно только по укрупненным функциональным блокам. Однако детальный анализ требует комплексной обработки экспертных оценок, применение которых в настоящее время ограничено, что делает детализацию практически невозможной.

Необходимо подчеркнуть, что применение ГГИС в горнодобывающем секторе экономики прежде всего способствует повышению оперативности и качества принятия управленческих решений менеджерами. Опыт горнорудной промышленности развитых стран практически подтверждает положительные результаты от применения IT-продуктов. Многие австралийские, североамериканские, южноафриканские, российские и китайские компании, применяющие комплексные информационные системы, добились значительного снижения операционных расходов и числа ошибок, связанных с человеческим фактором. Также заметно снизились риски возникновения нештатных и аварийных ситуаций. Активное использование ГГИС и других программных продуктов в последние десятилетия отмечается также в соседних странах, таких как Узбекистан и Казахстан.

При анализе функциональных моделей, существующих горно-геологических информационных систем (ГГИС) и других программных продуктов, применяемых на зарубежных горных предприятиях (таблица 1), видно, что все IT-решения можно разделить на несколько категорий. Современные программные комплексы и системы ставят перед собой задачу не только автоматизации расчетов и процессов, но и создания единого информационного пространства с однозначными и прозрачными данными, распределенными правами доступа и т. д.

Основные структурные элементы современного программного обеспечения, предназначенного для прогрессивных горно-геологических информационных систем, согласно исследованию Ческидова В.В. и его коллег, включают в себя следующие аспекты [11]:

Программное обеспечение с узкой специализацией предназначено для решения конкретных или ограниченных групп задач. Примеры таких программ включают в себя инструменты для обработки аэрофотоснимков, расчета стабильности откосов, а также сбора и хранения гидрогеологических данных. Обычно такие программы применяются внутри одного отдела или подразделения и не входят в общую систему информатизации предприятия. В лучшем случае они обеспечивают хранение данных в стандартизированных форматах или в общей базе, но часто разрабатываются под конкретные потребности конкретного предприятия и требуют модификаций для использования на других объектах. Важно отметить, что такое узкоспециализированное программное обеспечение постепенно уходит в прошлое, однако оно все еще широко используется на многих предприятиях в России, что препятствует созданию единой информационной среды.

Автоматизированные системы, предназначенные для решения широкого спектра задач или охватывающие все этапы жизненного цикла предприятия, составлены из разнообразных независимых программных продуктов, каждый из которых способен работать автономно.

Таблица 1 - Обзор основных специализированных информационных систем мира, представленных на рынке программного обеспечения [7,8]

№	Название ГИС	Характеристика	Особенности программного обеспечения	Пользователи
1	Micromine	Разработано компанией Micromine Pty Ltd, базирующейся в Австралии; комплексное решение для горнодобывающей промышленности, которое включает в себя инструменты для геологического моделирования, планирования горных работ, управления данными и аналитики.	<i>Геологическое моделирование</i> , позволяющее создавать трехмерные модели геологических структур и рудных месторождений на основе данных геологических изысканий и бурения. <i>Геотехнический анализ</i> горных пород и оценки их прочностных характеристик. <i>Планирование и оптимизация горных работ</i> , включая проектирование шахт, разработку рудных месторождений и расчет запасов полезных ископаемых. <i>Управление геологическими данными</i> , включая их хранение, обработку и анализ. <i>Геоинформационная система (ГИС)</i> для визуализации геологических данных на картах и проведения пространственного анализа.	Горнодобывающие компании, исследовательские институты, геологические службы и университеты по всему миру, которые используют программу для проведения геологических исследований, планирования горных проектов и управления горнодобывающими операциями
2	Datamine	Разработано компанией Datamine Software Inc. из Канады; мощная платформа для геологического моделирования и анализа данных, предназначенная для горнодобывающей промышленности и геологических исследований.	<i>Гибкость и масштабируемость</i> . Обеспечивает возможность работы с большими объемами данных и позволяет пользователям настраивать процессы моделирования под свои нужды. <i>Интеграция</i> геологических, геофизических и геохимических данные, обеспечивая целостное представление горных образований. <i>Визуализация данных и анализ результатов моделирования</i> для принятия обоснованных решений. <i>Облачные вычисления</i> , позволяющие работать с данными и выполнять расчеты удаленно, обеспечивая удобство и доступность.	Горнодобывающие компании, геологические институты, исследовательские центры и консалтинговые фирмы, которые используют ее для создания геологических моделей месторождений, оптимизации процессов добычи полезных ископаемых и принятия стратегических решений.
3	GEOVIA Surpac	Разработано компанией Dassault Systèmes из Франции; интегрированное решение для геологического моделирования, планирования	<i>Гибкость моделирования</i> . Предоставляет разнообразные инструменты для создания трехмерных геологических моделей, учитывая различные типы горных пород и особенности геологических структур. <i>Интеграция данных</i> различных форматов, включая геологические карты, буровые данные и геофизические измерения, обеспечивая	Горнодобывающие компании, инженеринговые фирмы, геологические институты и университеты для проведения геологических исследований, планирования горнодобывающих

№	Название ГГИС	Характеристика	Особенности программного обеспечения	Пользователи
		и управления горнодобывающими операциями, используемое в горнодобывающей промышленности по всему миру	полное представление горной местности. <i>Планирование горнодобывающих операций и оптимизация</i> расположения шахт и разработки рудных месторождений с учетом экономических и экологических факторов. <i>Визуализация данных в трехмерном формате и анализ</i> для оценки качества рудных месторождений и прогнозирования добычи.	проектов и оптимизации добычи полезных ископаемых.
4	MineMAX	Разработано компанией Mintec Inc, с головным офисом в Соединенных Штатах; предназначена для оптимизации и управления процессами в горнодобывающей промышленности.	<i>Планирование производства</i> на горнодобывающих предприятиях, включая планирование добычи руды, управление запасами и распределение ресурсов. <i>Оптимизация</i> всех этапов горнодобывающих операций, с целью увеличения эффективности и снижения затрат. <i>Моделирование и аналитика</i> , позволяющие создавать математические модели горнодобывающих процессов и проводить анализ данных для прогнозирования результатов и принятия более обоснованных решений. <i>Управление рисками</i> , связанными с горнодобывающей деятельностью, такими как финансовые риски, экологические риски и риски безопасности труда. <i>Интеграция с другими информационными системами</i> для обмена данными и совместной работы.	Горнодобывающие компании, добывающие руды и полезные ископаемые, а также компании, занимающиеся производством и переработкой рудных материалов.
5	ГЕОМИКС	Разработано Холдингом РТ-Инжиниринг (Россия), представляет собой программное обеспечение, направленное на управление и оптимизацию геологической и горнодобывающей деятельности.	<i>Геологическое моделирование</i> , позволяющее создавать трехмерные геологические модели месторождений, анализа и интерпретации геологических данных. <i>Планирование и управление добычей</i> полезных ископаемых, а также контролировать запасы руды. <i>Геотехнический анализ и оценка</i> стабильности горных выработок, позволяющие предотвращать аварийные ситуации и обеспечивать безопасность работников. <i>Отчетность и аналитика</i> , предоставляющая возможность составления отчетов и анализа данных о добыче, эксплуатации и эффективности работы горнодобывающих предприятий. <i>Интеграция с ГИС</i> , что обеспечивает удобный доступ к географической информации и картам месторождений.	Горнодобывающие компании, инжиниринговые и геологические организации для оптимизации процессов добычи полезных ископаемых, управления геологическими данными и обеспечения безопасности при работе на горных объектах.

№	Название ГГИС	Характеристика	Особенности программного обеспечения	Пользователи
6	Mineframe	Разработано Горным институтом КНЦ РАН (Россия), специализирующимся на инжиниринге и научно-исследовательской деятельности в области горнодобывающей промышленности.	<i>Планирование и управление</i> горнодобывающими операциями, включая планирование разработки месторождений, расчет ресурсов и запасов, а также управление технологическими процессами. <i>Геотехнический анализ</i> стабильности горных выработок, определения оптимальных параметров разработки и предотвращения аварийных ситуаций. <i>Генерация отчетов и анализа данных</i> о добыче, эксплуатации и эффективности работы горнодобывающих предприятий.	Горнодобывающие компании, научные институты и учреждения для поддержки процессов добычи полезных ископаемых, проведения научных исследований в области горного дела и обеспечения безопасности горных работ.
7	Leapfrog	Разработано компанией Bentley Systems (США), которое предоставляет инструменты для моделирования и визуализации горных геологических данных.	<i>3D-моделирование</i> , позволяющее создавать трехмерные модели горных массивов на основе геологических данных, включая данные о структуре, разрезах и распределении полезных ископаемых. <i>Геостатистический анализ</i> данных, включая интерполяцию, экстраполяцию и прогнозирование параметров месторождений. <i>Визуализация геологических данных</i> в форме трехмерных моделей, графиков и диаграмм, что облегчает анализ и интерпретацию информации.	Горнодобывающие компании, инжиниринговые фирмы, исследовательские институты, учебные заведения, а также государственные и частные организации, работающие в области геологии и горнодобычи.

Источник: разработано авторами



Они оперируют общими форматами данных и графическим интерфейсом, что позволяет последовательно решать все задачи горно-геологического цикла. Такие информационные системы обычно легко встраиваются в различные IT-среды.

Автоматизированные системы, объединяющие отдельные модули и работающие на общем ядре, такие как ГГИС ГЕОМИКС и Micromine, имеют свои преимущества. Они позволяют выполнять разнообразные задачи в едином окне без конфликтов при экспорте или импорте данных. Однако такие программные продукты требуют значительных ресурсов и часто имеют тесную взаимосвязь между модулями, что затрудняет одновременное использование различных горно-геологических информационных систем в решении комплекса производственных задач.

Ниже в таблице 2 представлены сравнительные результаты функциональности передовых горно-геологических информационных систем и их внедрения по основным проблемам. Хотя многие из предложенных проблем для решения имеют схожие характеристики, существуют специализированные наборы решений, адаптированные к особенностям пользователей ГГИС. Кроме того, решения проблемных вопросов могут быть адаптированы под требования нормативных и методических баз различных стран, регионов и отдельных предприятий.

В условиях стремительного развития передовых IT-технологий Таджикистану необходимы инновации в области цифровизации ГГИС и внедрения нового программного обеспечения. Популярными программы, такие как Datamine и Micromine, широко используются в области геологии, горно-подготовительных и горно-капитальных работ более чем в 100 странах.

Эти программные решения с их функциями используются для предварительного геологического моделирования, проектирования карьеров и рудников, а также для осуществления добычи полезных ископаемых. Они обеспечивают возможность создавать наглядные графики, которые могут помочь таджикским геологам решать сложные задачи на предварительных этапах разработки проектов, включая составление кондиций и технико-экономических обоснований (ТЭО) для представления перед Государственной комиссией по запасам (ГКЗ). Кроме того, они играют важную роль в принятии окончательных решений по промышленной разработке месторождений и подготовке соответствующих документов для утверждения.

В Таджикистане планируется внедрение программного обеспечения Micromine для проектирования рудников и добычи полезных ископаемых. Эта программа применяется для геологического моделирования, проектирования рудников и управления производственными процессами. Ее использование упрощает и ускоряет процессы геологоразведки и добычи полезных ископаемых. Благодаря возможности создавать наглядные графики, Micromine поможет таджикским геологам и добывающим компаниям эффективно решать сложные горно-геологические и производственные задачи при разработке месторождений, снижая риски и обеспечивая оперативность в принятии решений.

Таблица 2 - Сравнительные результаты функциональности прогрессивных ГГИС и их внедрения по основным вопросам поставленных проблем

№	ГГИС	Поблочное моделирование и оценка запасов месторождений	3-D моделирование	Анализ сравнение результатов маркшейдерских измерений	Моделирование, проектирование и ТЭО открытых горных работ	Временные планирование (календарный график) открытых горных работ	Проектирование БВР	Статистический анализ геологической информации и их архивизация	Создание горно-геологической графики
1	Micromine	+	+	+	+	+	+	+	+
2	Datamine	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Геомикс	+	+	+	+	+	+	+	+
4	Mineframe	+	-	+	+	+	+	-	+
5	Leapfrog	+	+	-	-	-	-	+	+

### Заключение

Горно-геологическая информационная система от компании Micromine представляет собой автономного поставщика программных решений для горнодобывающей отрасли. Она обеспечивает полный спектр функций, начиная от исследования геологических особенностей и создания трехмерных моделей до управления производственными процессами и анализа данных. Эти решения играют важную роль в повышении эффективности и контроля в горнодобывающем секторе, обеспечивая комплексный подход к управлению производством и повышению качества принимаемых решений.

В процессе цифровой трансформации горнодобывающей отрасли критическое значение имеет определение приоритетных направлений исследований и разработок, которые будут актуальны для обеспечения устойчивого развития в долгосрочной перспективе. Предполагается не только внедрение новых технологий сбора данных, но также разработка методов оптимизации геотехнологических процессов на основе аналитических систем, основанных на больших данных. Важно формулировать гипотезы и разрабатывать методы прогнозной аналитики для эффективного управления производственными процессами и осмысленного использования информации, собираемой горнодобывающими предприятиями, в целях долгосрочного успеха и устойчивого развития отрасли.

*Рецензент: Шарифзода Б.М. – д.э.н., доцент, главный научный сотрудник Института экономики и демографии ИСАЭПИ.*

### Литература

1. Аленичев В.М., Суханов В.И. Перспективы внедрения горно-геологических информационных систем на отечественных горных предприятиях // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2016, № 8, с. 5-15.
2. Баймульдин М.М., Бахтыбаев Н.Б. Анализ возможностей существующих горно-геологических информационных систем // В сборнике: Рекультивация выработанного пространства: проблемы и перспективы. Сборник статей V Международной научно-практической интернет-конференции, 2020, с. 46-49.
3. Корниенко А.В. Перспективы использования вычислительных кластеров горно-геологическими информационными системами // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 2019, № S37, с. 168-176.
4. Лукичев С.В., Наговицын О.В. Цифровое моделирование при решении задач открытой и подземной горной технологии // Горный журнал, 2019, № 6, с. 51–55.
5. Наговицын О.В., Лукичев С.В. Горно-геологические информационные системы, область применения и особенности построения // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2016, № 7, с.71–83.
6. Орешкин С.А., Корнилов М.Ф., Кадыров Э.Д., Данилова Н.В. Анализ интеграции информационных систем в горно-перерабатывающей промышленности // Записки Горного института, 2008, т. 177.
7. Официальный сайт компании Micromine. URL: <https://www.micromine.ru>
8. Официальный сайт ГЕОМИКС. Горно-геологическая информационная система. URL: <https://geomix.ru>
9. Послание Президента Республики Таджикистан Эмомали Рахмона «Об основных направлениях внутренней и внешней политики республики» Маджлиси Оли страны от 28 декабря, 2023. URL: <https://khovar.tj/rus/2023/12/poslanie-prezidenta-respubliki-tadzhikistan-uvazhaemogo-emomali-rahmona-ob-osnovnyh-napravleniyah-vnutrennej-i-vneshnej-politiki-respubliki-2/>
10. Федотов Г.С., Пастихин Д.В. Методика оптимизации положения вскрывающих выработок при проектировании конечных контуров карьера // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 2020, № 58, с. 3-13.

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

TJ	RU	EN
Рачабов Кози Раимович	Раджабов Кози Раимович	Radzhabov Kozi Raimovich
Институти иқтисодиёт ва демографияи Академияи Миллии Илмҳои Тоҷикистон	Институт экономики и демографии Национальной Академии Наук Республики Таджикистан	Institute of Economics and Demography of the National Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan
н.и.и., ходими пешбари илмӣ	к.э.н., ведущий научный сотрудник	Candidate of economic science, Leading Researcher
<a href="mailto:k.rajabov@mail.ru">k.rajabov@mail.ru</a>		
TJ	RU	EN
Мукимова Наргис Рустамовна	Мукимова Наргис Рустамовна	Mukimova Nargis Rustamovna
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.
н.и.и., дотсент	к.э.н., доцент	Candidate of economic science, Assistant professor
<a href="mailto:mnargis@yandex.ru">mnargis@yandex.ru</a>		

УДК: 68

## РЕМЕСЛЕННОСТЬ, КАК НЕФОРМАЛЬНЫЙ СЕКТОР В СФЕРЕ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А.Х. Хамидов,<sup>1</sup> Ф.Я. Астамбекзода<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Таджикский государственный финансово-экономический университет

<sup>2</sup>Начальник управления статистики промышленности и инвестиций в строительстве АСПРТ

В статье рассматривается неформальный сектор в системе ремесленничества и экономические отношения ремесленников в современный период, также интерпретирована сущность неформального сектора экономики в сфере ремесленничества. Проведено исследование неформального сектора в сфере ремесленничества практически во всех городах и районах республики и опрошено 400 респондентов. Уточнено количество ремесленников на основе деятельности, гендерному распределению ремесленников по регионам республики и их уровню образования. По результатам исследования определен средний объем производства промышленной продукции ремесленников в 2022 и 2023 годах и проведен SWOT-анализ неформального сектора в сфере ремесленничества в Республике Таджикистан. В конце статьи даны конкретные выводы и предложения по устранению неформального сектора в сфере промышленности, в частности ремесленничества.

**Ключевые слова:** неформальный сектор, неформальная экономика, ремесленник, неформальный сектор в сфере промышленности, налог, ремесленничество, предпринимательство.

## ҲУНАРМАНДИ ҲАМЧУН БАХШИ ҒАЙРИРАСМӢ ДАР СОҲАИ САНОАТИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

А.Х. Ҳамидов, Ф.Я. Астамбекзода

Дар мақола бахши ғайрирасмӣ дар низоми ҳунармандӣ ва муносибатҳои иқтисодии ҳунармандон дар давраи муосир мавриди баррасӣ қарор гирифта, моҳияти бахши ғайрирасмӣ иқтисодиёт дар соҳаи ҳунармандӣ тафсир шудааст. Дар шаҳру ноҳияи кишвар тадқиқоти бахши ғайрирасмӣ соҳаи ҳунармандӣ гузаронида шуда, 400 нафар ҳунармандон сухбат гузаронида шуд. Шумораи ҳунармандон аз рӯи ғаболӣ, тақсими гендерии ҳунармандон аз рӯи минтақаҳои ҷумҳурӣ ва дараҷаи маълумоти онҳо аниқ қарда шуд. Дар асоси натиҷаҳои таҳқиқ ҳаҷми миёнаи маҳсулоти саноатии ҳунармандон дар солҳои 2022 ва 2023 муайян гардида, таҳлили SWOT-и бахши ғайрирасмӣ дар соҳаи ҳунармандӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон гузаронида шуд. Дар охири мақола барои кам кардани бахши ғайрирасмӣ дар саноат ва ҳунармандӣ ҳуҷусо тақлифҳои мушаххас баён қарда шудаанд.

**Калидвожаҳо:** бахши ғайрирасмӣ, иқтисоди ғайрирасмӣ, ҳунарманд, бахши ғайрирасмӣ дар саноат, андоз, ҳунармандӣ, соҳибкорӣ.

## HANDICRAFTS AS AN INFORMAL SECTOR IN THE INDUSTRIAL SECTOR OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

A.H. Hamidov, F.Ya. Astambekzoda

The article examines the informal sector in the handicraft system and the economic relations of artisans in the modern period, and also interprets the essence of the informal sector of the economy in the field of handicraft. A study of the informal sector in the field of handicrafts was conducted in the cities and districts of the republic 400 respondents were interviewed. The number of artisans based on activity, the gender distribution of artisans by region of the republic and their level of education have been clarified. Based on the results of the study, the average volume of industrial production of artisans in 2022 and 2023 was determined and a SWOT analysis of the informal sector in the field of handicrafts in the Republic of Tajikistan was conducted. At the end of the article, specific conclusions and proposals are given for eliminating the informal sector in industry and private handicrafts.

**Keywords:** Informal sector, informal economy, artisan, informal sector in industry, tax, handicraft, entrepreneurship.

Переход к рыночной экономике выдвинул в качестве приоритета изучение направлений в экономике Таджикистана, которые невозможно отследить, используя данные получаемые из административных источников. Это также относится к вопросам неформального сектора в сфере ремесленничества.

В Резолюции 15-й Международной конференции статистиков труда, неформальный сектор определен как совокупность единиц, занятых производством товаров и услуг с целью обеспечения работой и доходами участвовавших в них лиц и обладающих характерными чертами производственного предприятия. На основе резолюции 15-й МКСТ производственные единицы неформального сектора имеют следующие особенности: предпринимательская деятельность осуществляется отдельными лицами или с помощью помогающих членов семьи (ремесленничества), или с привлечением одного или нескольких оплачиваемых работников, производственные единицы не являются самостоятельными юридическими образованиями (индивидуальные предприниматели в сфере народного промысла), созданными отдельно от домашнего хозяйства или его членов, владельцы организуют производственную деятельность на свой риск и лично без ограничений отвечают по любым обязательствам, связанным с производственным процессом и т.д.[1].

Неформальный сектор в сфере ремесленничества это деятельность индивидуальных предпринимателей и самозанятых с формально оформлением своей деятельности или без регистрации в соответствующих органах, с целью получения дохода. Развитие народных ремесел

оказывает непосредственное положительное влияние на производство товаров народного потребления, формирование рынка труда и обеспечение занятости населения республики[2]. При этом наносят экономический ущерб, понижают конкурентоспособность и заинтересованность расширения официально работающих предприятий в сфере промышленности.

Необходимо отметить, что в целях выявления сферы профессий ремесленничества, Постановлением Правительства РТ от 26 июня 2021, №253 «О Перечне ремесленных профессий» было установлено 167 видов ремесленничества по 12 категориям. В данный момент ремесленники в качестве индивидуального предпринимателя или самозанятого в основном занимаются производством продуктов питания (мясное, маслобойное, мельничное, пекарское дело, и.т.д), производством текстиля и одежды (трепание шерсти, прядение, ткачество рогожи, адраса, алочы, атласа, бекасаба, золотой шитье, роспись, бисероплетение, пошив платков и.т.д), швейных изделий (рукоделие, тюбетейки и одежда), ткачеством (ковры, полушелковая узорчатая ткань, носки, трикотажное производство), гравировкой, плотничеством, гончарным делом, плетением корзин, лепкой, ювелирным, кузнечным, столярным делом, металлообработкой, кулинарией, росписью, живописью, скульптурой, резьбой по камню, реставрацией и другими направлениями. В Республики Таджикистан народные промыслы являются самостоятельной отраслью промышленности [3].

Для анализа состояния и оценки масштабов неформального сектора в сфере ремесленничества Республики Таджикистан проведено отдельное социологическое исследование, в котором авторы принимали непосредственное участие как интервьюер и эксперт. Обследование состояния неформального сектора в сфере ремесленничества содействием Агенства по статистике при Президенте Республики Таджикистан во всех регионах, в которых были проведены анкетные опросы 400 респондентов.

Основные вопросы базовой анкеты были направлены на выявление социально-демографических показателей, отношения населения к функционированию неформального сектора в сфере промышленности, в частности ремесленничества. В частности, задавались вопросы, позволяющие выявить следующее:

- социальный статус анкетированного и членов его семьи;
- отношение населения республики к неформальному сектору в сфере промышленности;
- имеющиеся доходы и расходы анкетированного и его семьи для оценки финансово-экономического потенциала;
- существующие возможности при необходимости заняться в неформальном секторе в сфере ремесленничества;
- имеющийся уровень знаний, профессиональные качества, навыки и умения в сфере ремесленничества;
- общее отношение ремесленников республики к законодательству и нормативно-правовым актам в сфере ремесленничества.

Статистический анализ полученных ответов показал, что из общего количества опрошенных 311 респондентов против возникновения неформального сектора в сфере промышленности, что составляет 76,0% от общего числа опрошенных. При этом 89 опрошенных респондентов (14,0%), которые выразили свое согласие в функционировании неформального сектора только в сфере промышленности, поскольку специфика отношений в данной отрасли порою трудно поддается формализации.

Социальный статус 400 опрошенных таков: 55 - работает в системе образования, 36 - в системе здравоохранения, 50 - являются руководителями ДФХ, 51- работают в малых и средних промышленных предприятиях, 11 - работники госучреждений, 13 - живут за счет миграции, 114- индивидуальные предприниматели в сфере ремесленничества, остальные 70 - работают на частной основе. Эти данные позволяют нам проводить углубленный анализ и оценку неформального сектора в стране, выявить факторы, которые могут влиять на возникновение и развитие неформального сектора, особенно в сфере промышленности.

Следует отметить, что 235 респондентов или 59% от общего ответили, что ремесленничество является основным видом деятельности, а 165 ремесленников или 41% - дополнительным видом деятельности. Также 40 % ремесленников ответили, что занимаются ремесленной деятельностью вручную, а 60 % ответили, что делают это с использованием оборудования. К дополнению к этим вопросам, 57,8% ремесленников оценивают свою деятельность как малое предприятие или мастерской.

По официальным данным в республике зарегистрировано 8041 ремесленников, что из них работающие на основе патента – 372 чел, свидетельство - 388 чел. и освобожден - 7281 чел. Количество ремесленников по разрезе регионов и основе деятельности представлено на табл. 1.

Таблица 1 – Количество ремесленников по основе деятельности в 2023г.

	Всего (человек)	Основа деятельности		
		Патент	Свидетельство	Освобожден
<b>Всего</b>	<b>8041</b>	<b>372</b>	<b>388</b>	<b>7281</b>
г. Душанбе	115	1	2	112
Согдийская область	2647	41	166	2440
Хатлонская область	3330	295	70	2965
РРП	1393	25	142	1226
ГБАО	556	10	8	538

Источник: расчеты автора на основе финального отчета о создании информационной базы данных о народных ремеслах. Душанбе – 2023 г. 25 стр.

Таблица 1 свидетельствует, что, более 90,0% деятельности ремесленников не облагаются налогом и другими обязательствами, лишь 4,6% имеют патент и 4,9% имеют сертификат. Следует отметить, что деятельность большинства ремесленников по регионам освобождена от налогов и других обязательств, осуществляющих свою деятельность по возрождению ремесленной деятельности. Из них 97,4% в городе Душанбе, 92,2% в Согдийской области, 89,0% в Хатлонской области, 88,0% в РРП и 96,8% в ГБАО освобождены от налогообложения. На основании патентов и сертификатов в городе Душанбе действуют 2,6%, в Согдийской области 7,8%, в Хатлонской области 11,0%, в РРП 12,0% и в ГБАО 3,2%.

По мнению ремесленников для формализации своей деятельности в жилой местности препятствует много факторов. По данным нашего исследования важными из них являются высокие налоги и социальные выплаты (34,2%), высокие неформальные платежи (30,2%) и нестабильная законодательная база (31,1%) в сфере ремесленничества. Также ремесленники считают, что действующая налоговая система является достаточно сложной и жесткой для предпринимательства.

Таблица 2 – Гендерные распределений ремесленников по регионам республики, чел. в 2023 г.

Наименование региона	Всего	в том числе	
		мужчины	женщины
<b>Всего по республике</b>	8041	2282	5759
г. Душанбе	115	39	76
Согдийская область	2647	717	1930
ГБАО	556	201	355
Хатлонская область	3330	830	2500
РРП	1393	495	898

Источник: расчеты автора на основе финального отчета о создании информационной базы данных о народных ремеслах. Душанбе – 2023 г. 19 стр.

Гендерный анализ показывает, что среди ремесленников женщины составляют 71,6% и мужчины 28,4%, т.е. большинство ремесленников в сфере производства составляют женщины, в том числе в возрастной группе до 25 лет -88,2%, 26-50 лет -75,1 %, 51-65 лет -62,7 % и 65 лет старше -53,9%. Мужчины составляют в возрастной группе до 25 лет -11,8%, 26-50 лет -24,9 %, 51-65 лет -37,4 % и 65 лет старше - 46,1%.

Также как показывает таблица 2, что численность ремесленников в сфере производства в Хатлонской области составляет 3330 человек, Согдийской области 2647 человек, РРП 1393 человека, ГБАО 556 человек и в городе Душанбе 115 человек.

Что касается уровня образования ремесленников, как показано в рисунке 1., в целом преобладала доля респондентов, имеющих среднее образование и базовое общее (71,1%), среднее специальное образование 16,6%, высшее образование 12,3%.



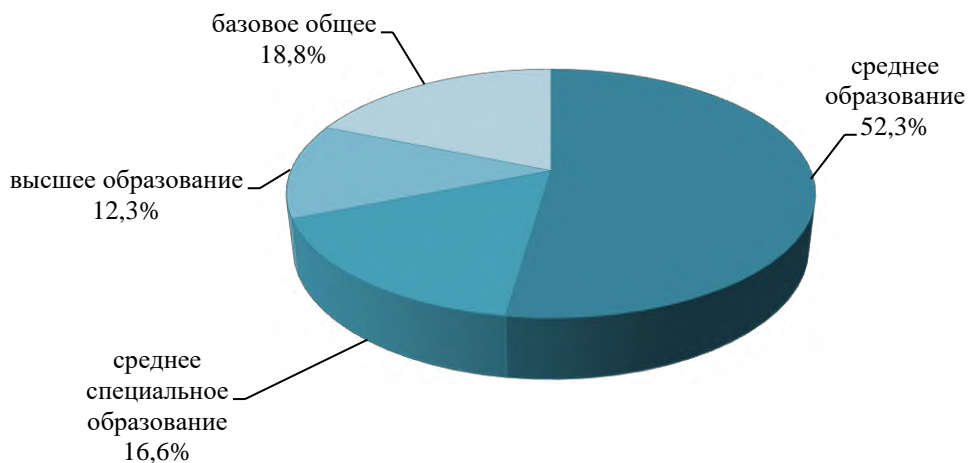


Рисунок 1 – Распределение по уровню образования, % в 2023 г.

Анализ показывает, что 47,9% от общего числа участников-мужчины и 52,1% от общего числа ремесленников-женщины имеют начальное или неполное среднее образование. Доля ремесленников-женщин, имеющих среднее образование от общего числа, составляет 83,3% и мужчин 16,7%. При этом доля ремесленников-женщин, имеющих специальное образование, превышает долю ремесленников-мужчин на 30,5% (66,5% против 33,5% соответственно). Также 41,0% от общего числа участников-мужчины и 59,0% от общего числа участников-женщин имеют высшее образование.

Таблица 3 – Количество ремесленников по уровню образования и по регионам (человек) в 2023 г.

	Всего (человек)	в том числе			
		среднее образование	начальное специальное образование	среднее специальное образование	высшее образование
<b>Всего</b>	<b>8041</b>	<b>4204</b>	<b>1508</b>	<b>1336</b>	<b>993</b>
г. Душанбе	115	75	13	-	27
Согдийская область	2647	1409	655	137	446
Хатлонская область	3330	1621	707	718	284
РРП	1393	983	36	220	154
ГБАО	556	116	97	261	82

Источник: расчеты автора на основе финального отчета о создании информационной базы данных о народных ремеслах. Душанбе – 2023 г. 24 стр.

Следует отметить, что в ходе опроса было выявлено, что уровень высшего образования ремесленников был самым высоким в городе Душанбе 23,5%, Согдийской области 16,8% и ГБАО 14,7%. Уровень среднего образования в РРП составил 70,6%, г. Душанбе 65,2%, Согдийской области 53,2%, Хатлонской области 48,7% и ГБАО 20,9%. Уровень среднего специального образования в ГБАО составил 46,9%, Хатлонской области - 21,6%, РРП - 15,8%.

Изменение отношения населения к неформальному сектору в сфере промышленности, в частности ремесленничество сильно зависит от уровня дохода каждой семьи. Анализ данных показывает, что респонденты, которым удалось улучшить уровень и качество своей жизни, заметно положительнее оценивают отношение к неформальному сектору в сфере ремесленничества, чем те респонденты, которые наоборот, не имеют возможность адаптироваться к новым условиям.

Согласно результатам исследования выяснено, что 95,5% продукции ремесленников доступна для продажи, а также 45,1 % продукцию покупают отечественные и иностранные туристы. Ну и, конечно же, нельзя не упомянуть, что ремесленничество, наряду с другими факторами, рассматривается как один из локомотивов развития не только промышленности, но и туризма в Таджикистане.

Результаты исследования показывают, что объем производства промышленной продукции

ремесленников в 2022 году в среднем составил 65,4 млн. сомони, а по состоянию на 1 ноября 2023 года этот показатель составляет 49,6 млн. сомони. Это свидетельствует о том, что в республике растет ремесленный сектор, ремесленники стали уделять больше внимания производству изделий от своих предков. Благоприятное занятие ремесленничеством влияет и на благосостояние людей.

На основе проведенных социологических исследований составлена таблица SWOT-анализа сильных и слабых сторон, а также потенциальных возможностей и внешних угроз неформального сектора в сфере ремесленничества Таджикистана (табл. 4).

Таблица 4 – SWOT-анализ неформального сектора в сфере ремесленничества в Республике Таджикистан

СИЛНЫЕ стороны-S	СЛАБЫЕ стороны-W
1. Быстрое поглощение формального сектора в сфере ремесленничества и нанесение ущерба ремесленникам работающие официально;	1. Юридическая нестабильность, слабая партнерства, неформальные отношений;
2. Снижение конкурентоспособности формального сектора в сфере народных ремесло и отталкивании их в «тень»;	2. Низкая квалификация ремесленников, нестабильная занятость;
3. Рост большой потребности в производстве неформальных товаров народного потребления;	3. Отсутствие цивилизованного рынка, рыночная позиция, сегмент и ниша, связь с общественностью;
4. Устранение желаний формальных ремесленников работать официально;	
ВОЗМОЖНОСТИ-O	УГРОЗЫ-T
1. Формирование новых рабочих мест, особенно в сфере ремесленничества;	1. Рост уровня коррупции и неформальных выплат;
2. Реализация творческого потенциала в сфере ремесленничества;	2. Лишение ремесленников стимулов к активной производственной деятельности;
3. Обеспечит доходом уязвимы слой населения особенно в условиях транзитной экономики;	3. Ущемление прав работников, социальная незащищенность и отсутствие техника безопасности;

Источник: составлено автором.

Таким образом по результатам исследования мы пришли к следующим выводам:

- развитие Интернет сети помогает осведомлять ремесленников о негативном последствии неформального сектора, особенно в сфере промышленности. Кроме того, можно проводить разъяснительные работы по углублению понятия населения об отрицательном воздействии неформального сектора, не только на бюджет и ВВП страны, но и непосредственно на жизнь населения;

- создать благоприятные условия, для развития официального производства в сфере промышленности, особенно в сельской местности и в сельском хозяйстве. Упростить процедуру регистрации и документацию предпринимательства в сфере ремесленничества, а также ликвидировать неформальные платежи ремесленникам;

- упростить налоги и внедрить льготы на предпринимательскую деятельность, особенно в сфере промышленности и сократить до минимума зависимость ремесленников от государственных служащих;

- обоснование и внедрение в сложившемся законодательстве термина «неформальная деятельность», особенно в сфере промышленности, ужесточить уголовную ответственность и увеличение штрафов за неформальную деятельность, особенно в сфере промышленности;

- создание новых постоянных и сезонных рабочих мест для ремесленников, проведение краткосрочных курсов по освоению и совершенствованию профессий ремесленничества и языковое обучение для ремесленников.

Таким образом «неформальный сектор в сфере ремесленничества» может мотивировать юридических лиц и индивидуальных предпринимателей в сфере производства товаров народного потребления уклониться от уплаты налогов, уходить в «тень» и приносить ущерб национальной экономике. Также, неформальный сектор в сфере ремесленничества может тормозить политику реализации ускоренной индустриализации, стратегии и программы в сфере промышленности, решении социально-экономических вопросов и обеспечении реализации национальных стратегических целей, в том числе инновационной промышленности страны.

## Литература

1. Резолюция, принятой 15-й Международной конференцией статистиков труда (МКСТ) в 1993 г. о статистике занятости в неформальном секторе.

2. Харт К. Неформальные доходы и городская занятость в Гане / Неформальная экономика: Россия и мир // под ред. Т. Шанина, М.:Логос, 1999. - С.11.

3. Официальные данные Министерства промышленности и новых технологий Республики Таджикистан. Душанбе-2023 г.

4. Финальный отчет о создании информационной базы данных о народных ремеслах и проведение обследование о деятельности ремесленников в сфере производства. Душанбе-2023. 42с.

*Рецензент: Каримов И.У. – к.э.н., доцент кафедры менеджмента ИТФЭУ*

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

<b>TJ</b>	<b>RU</b>	<b>ENG</b>
Хамидов Абдусалим Худойбердиевич	Хамидов Абдусалим Худойбердиевич	Khamidov Abdusalim Khudoiberdievich
н.и.и., дотсенти кафедраи менечмент	к.э.н., доцент кафедры менеджмента	Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Management
Донишгоҳи давлатии молия ва иқтисоди Тоҷикистон	Таджикский государственный финансово-экономический университет	Tajik State University of Finance and Economics
<a href="mailto:homid85@mail.ru">homid85@mail.ru</a>		
<b>TJ</b>	<b>RU</b>	<b>ENG</b>
Астамбекзода Фирдавси Якубалишо	Астамбекзода Фирдавси Якубалишо	Astambekzoda Firdavsi Yakubalisho
Магистрант	Магистрант	Master's student
Сардори Раёсати омили саноат ва сармоягузорӣ дар сохтмони АОНПҚТ	Начальник управление статистики промышленности и инвестиций в строительстве АСППРТ	Head of the Department of Industry Statistics and Investments in Construction ASPPT

УДК: 628.81

## МУШКИЛОТИ БАЛАНД БАРДОШТАНИ САМАРАНОКИИ ИСТИФОДАИ ЗАХИРАҶОИ ОБ ДАР ХОҶАГИИ ҚИШЛОҚИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Э.Н. Шералиев, Н.А. Абдумухторзода

Донишгоҳи давлатии молия ва иқтисоди Тоҷикистон

Дар мақола хусусиятҳои механизми идоракунии истифодаи устувори об баррасӣ гардида, нақши захираҳои об дар рушди иҷтимоӣ ва иқтисодии ҷомеа дақиқ карда шудааст, ки имконияти ҳалли муштараки масоили экологӣ, иҷтимоӣ, иқтисодии истифодаи устувори захираҳои об ва самаранокии истеҳсолоти кишоварзиро таъмин мекунад. Бо мақсади истифодаи оқилонаи захираҳои об вазифаҳои рафъи мақсаднокӣ ин тамоюлҳо бо роҳи куллан тағйир додани стратегияи рушди хоҷагии қишлоқ ва об, таҷдиди системаи обёрӣ ва тақмили идоракунии истифодаи устувори об муайян карда шуданд.

**Ключевые слова:** *истемолқунандагони об, кишоварзии обёршиаванда, захираҳои об-замин, талафоти бебозгаишт.*

## ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Э.Н. Шералиев, Н.А. Абдумухторзода

В статье рассматриваются особенности механизма управления устойчивым водопользованием, уточняется роль водных ресурсов в социально-экономическом развитии общества, что обеспечивает возможность совместного решения экологических, социальных, экономических проблем устойчивого использования водных ресурсов и эффективности сельскохозяйственного производства. В целях рационального использования водных ресурсов были определены задачи целенаправленного преодоления этих тенденций путем коренного изменения стратегии развития сельского хозяйства и водных ресурсов, реструктуризации ирригационных систем и совершенствования управления устойчивым водопользованием.

**Ключевые слова:** *водопользователи, орошаемое сельское хозяйство, водно-земельные ресурсы, безвозвратные потери.*

## PROBLEMS OF INCREASING THE EFFICIENCY OF WATER RESOURCES USE IN AGRICULTURE OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

E. N. Sheraliev, N.A. Abdumukhtorzoda

The article examines the features of the sustainable water use management mechanism and defines the role of water resources in the socio-economic development of society, which provides an opportunity for a comprehensive solution to environmental, social, and economic problems of sustainable use of water resources and the efficiency of agricultural production. In order to rationalize the use of water resources, the tasks of purposefully overcoming these trends were identified by radically changing the strategy for the development of agriculture and water resources, restructuring irrigation systems and improving the management of sustainable water use.

**Keywords:** *water users, irrigated agriculture, water and land resources, irretrievable losses.*

### Муқаддима

Афзудани талабот ба оби полизӣ дар шароити норасоии он ва афзудани рақобат дар соҳаи об дар минтақаҳо баробари ҷустуҷӯи манбаъҳои иловагӣ, инчунин, истифодаи сарфакорона ва оқилонаи захираҳои оби мавҷударо металабад. Ин дар шароити мазкур коркарди вариантҳои самараноктари ташаққул ва истифодаи устувори захираҳои обро дар назар дорад. Вобаста ба ин, дар шароити иқтисоди бозаргонӣ барои истифодаи устувори об ҳамкориҳои оқилонаи соҳаи кишоварзӣ ва соҳаи об лозим мебошад.

«Дар айни замон, мувофиқи арзёбии ЮНЕСКО, 3,6 миллиард нафар одам (қариб ними аҳолии ҷаҳон) дар ноҳияҳои зиндагӣ мекунад, ки норасоии захираҳои об на камтар аз як моҳ дар як сол мушоҳида карда мешавад; то соли 2050 ин аҳоли афзуда, теъдоди он аз 4,8 то 5,7 миллиард нафарро ташкил хоҳад дод» [4]. Дар асоси ин, дар миқёси ҷаҳон муаммои об яке аз муаммоҳои мушкилҳалшаванда буда, на танҳо аз нишондиҳандаҳои миқдорӣ, сифатӣ ва речагӣ, балки аз ҳифзу истифодаи оқилонаи об иборат аст.

Дар Паёми Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ - Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон ба Парламенти Тоҷикистон аз 26 декабри соли 2018 қайд карда шудааст, ки «Бо вучуди он ки Тоҷикистон дорои захираҳои бузурги об мебошад, таъминоти аҳолии деҳоти кишвар бо оби босифати ошомиданӣ беҳбудии ҷиддиро талаб менамояд. Дар самти кишоварзӣ ва обёрӣ замин 35 лоиҳа ба маблағи умумии 5,4 миллиард сомонӣ татбиқ шуда истодааст.

Мо бояд таъсири рӯзафзуни оқибатҳои тағйирёбии иқлимро ба вазъи корҳо дар самти расидан ба идораи устувори захираҳои об ҳамеша дар мадди назар дошта бошем» [5]. Дар шароити кунунӣ воситаи самараноктарини идоракунии низоми «ҷомеа – муҳити табиӣ» механизми устувори идоракунии истифодаи об мувофиқи талаботи консепсияи рушди устувор мебошад. Моҳияти ин консепсия аз бақои сифати экосистема иборат аст, ки аз самаранокии истифодаи захираҳои об замин вобаста мебошад. Охири истифодаи самаранокии маҷмуи воситаҳои татбиқӣ яқояи ҷораҳои экологӣ ва иқтисодиро металабад.

## Муқаррар кардани вазифа

Ҷанбаҳои методи механизми иқтисодӣ, иҷтимоӣ ва экологии истифодаи устувори обро таҳлил кунед. Таҳлили ҳолати иқтисодии мелиоративӣ-оберию ҷумҳурий нишон медиҳад, ки нишондиҳандаҳои сатҳи техникии онҳо ба талаботи оптималӣ ҷавобгӯ нестанд.

Таdqикотҳои гузаронидашуда оид ба хусусиятҳои минтақавӣ, равишҳои методологӣ ва омилҳои, ки ба механизми рушди устувори захираҳои оби минтақа таъсир мерасонанд, нишон доданд, ки барои ташаккули идоракунии устувори захираҳои об методологияи устувори экологиро таҳия кардан лозим аст.

### Қисми назариявӣ

Истифодаи самараноки захираҳои об аз коркарди механизми самаранок вобастагӣ дорад. Ба фикри мо, моҳияти чунин механизмо, пеш аз ҳама, истифодаи муносиби муштараки танзими бозорӣ, давлатӣ, маъмурий, экологӣ, иқтисодӣ ва иҷтимоии равандро истифода ва истеъмоли захираҳои об ташкил медиҳад. Чунин механизм бе афзорҳои ҷубронкунии зиёне, ки ба экосистема дар натиҷаи таъсири инсон расонида мешавад, вучуд дошта наметавонад. Дар ин робита алҳол маҳз механизми ҷубронии истифодаи захираҳои об бо дарназардошти маҳақҳои умумии ҳисоби маблағи зиён дар кишоварзӣ аҳамияти махсус дорад.

Бо назардошти гуфтаҳои боло ва нақши махсусан муҳими захираҳои об дар соҳаҳои иқтисодии кишвар, хусусиятҳои минтақавӣ ва маҳдудияти онҳо, сиёсати воқеии эҳтиёти об барои беҳгардонию иқтисодии тақриристеҳсоли об, бақои идоракунии устувори истифодаи об ва сифати манбаҳои об, ҳалли муаммоҳои экологӣ ва таъмини истифодабарандагони об бо оби хушсифату миқдоран кофӣ зарур мебошад. Дар асоси ин, нақшаи зерини механизми давлатии танзими идоракунии устувори истифодаи об пешниҳод карда мешавад (расми 1). Нақшаи асосиро дар гузариш ба идоракунии истифодаи устувори об амалиёти ҳамоханги ҳамаи соҳаҳои иқтисодӣ, яъне танзиму тағйири тамоили ниҳодҳои иқтисодӣ, экологӣ ва иҷтимоии давлат мебошад.

Дар давраи гузариш ба муносибатҳои бозорӣ танзими давлатии фаъолияти хоҷагии об мавқеи пешсафи худро нигоҳ медорад. Мақомотҳои идоракунии дар соҳаи истифодабарии об танзимо бо истифода аз механизми иқтисодӣ ба амал мебароранд.

Зери механизми иқтисодии идоракунии истифодаи об маҷмуи тадбирҳо ва чорабиниҳои иқтисодии таъмини ҳифзи об, истифодаи оқилонаи захираҳои об ва ҳифз аз таъсири зараровари унсурҳои об фаҳмида мешавад.

Таҳлили хусусиятҳои тақсимои ҳудудии захираҳои об, бо об таъмин намудани ҳудудҳо ва аҳолии ноҳияҳои гуногуни табию иқтисодӣ, сохтори истеъмоли об ва талафоти бебозгашти об нишон медиҳад, ки яке аз сабабҳои асосии камшавии захираҳои об дар як қатор минтақаҳои табию иқтисодии Тоҷикистон технологияи обталаб ва васеи истифодаи об мебошад.

Мақсади асосии хоҷагии об таъминоти бозэтимодии об хоҷагиҳои манзилу коммуналӣ, кишоварзӣ, моҳидорӣ, саноат, энергетика ва истироҳат мебошад. Ноил шудан ба ин мақсад ба бисёр омилҳо ва, пеш аз ҳама, ба концепсияи истифодаи об вобаста аст, ки моҳияти дараҷаи тараққиёти ҷамъиятро инъикос намуда, пешомадҳои тараққиёти иқтисодию иҷтимоиро бештар муайян мекунад. Ҷамчун концепсияи истифодаи об дар марҳилаҳои гуногуни рушди ҷомеа, аз қабилӣ бехатарии иншоот, бехатарии объектҳои об, ҳадди ақал қонеъ гардонидани талаботи истеъмолкунандагони об ва ниҳоят, дар солҳои 50-ум қабул шудани концепсияи истифодаи комплекси захираҳои об, ки мувофиқи он нақшаи тараққиёти перспективии хоҷагии об тартиб дода мешуданд, қабул гаштаанд. Дар концепсияи истифодаи комплекси захираҳои об принципҳои тақсимои об дар байни истеъмолкунандагони об, рафъи камбуди об аз ҳисоби сохтмони обанборҳои нав, ҳифзи об аз ҳисоби ба кор андохтани иншоотҳои нави тозакуанда инъикос ёфтааст.

Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон истеъмоли об барои обёрии заминҳои обӣ то чоряки ҳаҷми умумии истеъмоли обро ташкил медиҳад, ки қисми зиёди он ба категорияи истеъмоли бебозгашти об дохил мешавад. Дар баробари ин, дар ҷумҳурии мо самарои истифодаи оби обёрӣ назар ба мамлакатҳои тараққикарда хеле паст аст. Тибқи маълумотҳои соли 2021 дар Тоҷикистон барои истеҳсоли як тонна пахта тақрибан 10700 м<sup>3</sup>, биринҷ - 30000 м<sup>3</sup> сарф мешавад, дар ҳоле, ки ҳаҷми миёнаи масрафи об дар ҷаҳон барои истеҳсоли 1 тонна гандум 1790 м<sup>3</sup>, пахта 5600 м<sup>3</sup> ва барои 1 тонна шолӣ 2380 м<sup>3</sup>-ро ташкил медиҳад. Вобаста ба ин, дар заминаи паст шудани ҳосилнокии истеҳсолоти хоҷагии кишлоқ ва осеб دیدани экосистемаҳои табиӣ роҳҳои самараноки истифодаи захираҳои обу заминро дар минтақаҳои аридӣ ҷустуҷӯ кардан лозим аст, ки ин дар навбати худ таваҷҷуҳи ҷиддиро тақозо мекунад.

Фаъолияти хоҷагии об бевосита ба истифодаи захираҳои табиӣ ва тағйирёбии параметрҳои муҳити табиӣ алоқаманд аст. Дар раванди фаъолияти хоҷагии об захираҳои иқлимӣ, ҳавой, заминӣ, обӣ, ҷангал, энергетика, ашёи хом, иқтисодӣ ва иҷтимоӣ истифода мешаванд. Раванди истеҳсоли чунин ҷузъҳои муҳими биосфера, монанди хок, об, растаниҳо, қабати рӯизаминии атмосфераро дар бар мегирад, ки бо ҷараёни об, энергия, моддаҳо ва иттилоот зич



алоқаманданд. Фаъолияти хоҷагии об боиси тағйир ёфтани шиддат ва самти равандҳои табиӣ, ҳосият ва параметрҳои муҳити табиӣ мегардад.

<b>МЕХАНИЗМИ МЕЪЁРӢ-ҲУҚУҚӢИ ТАКМИЛИ ИДОРАКУНИИ ЗАХИРАҲОИ ОБӢ</b>	
<b>Механизмҳо</b>	<b>Ҳалли пешниҳодшуда</b>
Заминаи қонунгузорӣ	- таҳияи низомнома дар бораи тақсимои вазифаҳо байни институтҳои давлатӣ дар соҳаи об
Муқаррароти ҳукумат	- гузариш аз идоракунии маъмурӣ-ҳудудӣ ба идоракунии дар дохили воҳидҳои гидрологӣ ё гидрографӣ, аз қабилҳои ҳавзаҳои дарёҳо, зерҳавзаҳо
Заминаи меъёрӣ	- таҳияи нақшаҳои истифодаи комплексӣ ва ҳифзи об; - таҳияи низомнома оиб ба ҷалби истифодабарандагонӣ об ба иҷрои корҳои ирригационӣ мелиоративӣ
Барномаҳои давлатӣ	- таҳияи стратегияи Миллии об; - таҳияи нақшаи ҳавзавӣ оид ба идоракунии захираҳои обӣ
<b>МЕХАНИЗМИ ЭКОЛОГӢ-ИҚТИСОДИИ ТАКМИЛИ ИДОРАКУНИИ ЗАХИРАҲОИ ОБӢ</b>	
Истифодаи пулакии об	
Чаримаҳо	
Сугуртаи экологӣ ва аудит	
Муқаррар намудани имтиёзҳои андозӣ ва дигарҳо барои воридоти технологияҳои камхарҷи обӣ ва ғ.	
Муқаррар намудани меъёрҳои афзудаи амортизатсияи фондҳои асосии истеҳсолии экологӣ	
Истифодаи нархҳои ҳавасмандкунанда ва муқофотҳо ба маҳсулотҳои аз ҷиҳати экологӣ тоза	
Додани қарзҳои имтиёзнок ба корхонаҳои, ки муҳити табииро самаранок муҳофизат мекунанд	
<b>МЕХАНИЗМИ ТАШКИЛИИ ТАКМИЛ ДОДАНИ ИДОРАКУНИИ ЗАХИРАҲОИ ОБӢ</b>	
Иҷозатномадиҳӣ	
Муқаррар кардани маҳдудиятҳои истифодаи об	
Экспертизаи экологӣ-иқтисодии лоиҳаҳои экологӣ	
Такмили қонунгузорӣ оид ба истифодаи об	
Саводнокии экологӣ	
Ташкили фондҳои махсуси экологӣ ва назорат аз болои истифодаи мақсаднокии онҳо	
Гузaronидани экспертизаи лоиҳаҳои инвестиционии комплекси тадбирҳои мелиоративӣ	

Расми 1 – Нақшаи механизми меъёрӣ-ҳуқуқӣи такмили идоракунии захираҳои обӣ\*

\*Таҳияи муаллиф

Ифлосшавӣ ва таназзули экосистемаҳои обӣ, афзоиши норасоии об аз рӯи нишондодҳои миқдорӣ ва сифатӣ зарурати ташаккули муносибатҳои нави идоракунии истифодаи об ва фаъолияти комплекси хоҷагии обро муайян мекунанд. Пеш аз ҳама, муттаҳид намудани ду самти фаъолият дар соҳаи истифода ва ҳифзи об дар як самти ягона – истифодаи экосистемавии об ба мақсад мувофиқ мебошад.

Истифодаи экосистемавии об – ин фаъолияти хоҷагии об мебошад, ки ба принсипи экосистемаи идоракунии истифодаи об дар раванди ягонаи технологӣ, аз ҷумла истеъмол, истифода ва ихтиёрдорӣ об бо назардошти талаботи экологӣ ва маҳдудиятҳои нишондиҳандаҳои миқдорӣ ва сифатӣ асос ёфтааст. Идоракунии экосистемаи об мафҳуми равиши ҳамаҷонибаи истифодаи аз ҷиҳати экологӣ оқилонаи об, замин, захираҳои биологӣ, иқтисодӣ ва иҷтимоӣ дар ҳавзаи об, ландшафт ва тамаркузи пешгирии ифлосшавии экосистемаҳои заминӣ ва обиро дар бар мегирад.

Мақсади истифодаи экосистемаи об аз таъмини истифодаи устувор, аз ҷиҳати экологӣ бехатар ва камхарҷи об, кори бехатари комплекси хоҷагии об, ҳифзи аҳоли ва иншоотҳои хоҷагӣ аз обҳезӣ ва дигар таъсири зарарнокии об мебошад. Ноил шудан ба ин ҳадаф дар асоси татбиқи

системаи тадбирҳои барқарорсозӣ ва нигоҳдории тамомияти сохторӣ ва функционалӣ, бехатарии экологии ҳавзаҳо, ландшафтҳо ва экосистемаҳои обӣ имконпазир аст.

Концепсияи истифодаи экосистемавии об ба оптимизатсияи экологӣ ва иқтисодии истифодаи об, замин, захираҳои биологӣ ва иҷтимоӣ, кам кардани истеъмоли бебозгашти об, пешгирии ифлосшавии об ва экосистемаҳои рӯизаминӣ, ҷамоҳангсозии эҳтиёҷоти хоҷагии халқ ва аҳоли дар об бо имкониятҳои системаҳои табиӣ экологӣ нигаронида шудааст.

Барои таъмини молиявии тадбирҳои зикршуда механизми ташкилию иқтисодии истифодаи об ва фаъолияти комплекси хоҷагии обро такмил додан зарур мебошад.

### Хулоса

Ба фикри мо, механизми истифодаи устувори об низоми чораҳои ташкилиест, ки ба бунёди имкониятҳои воқеӣ ва пайдоиши рағбати истифодабарандагони об дар истифодаи сарфакорона ва самараноки захираҳои об равона шудаанд. Ҳалли ин муаммо барои ба мувофиқа овардани манфиатҳои ташкилотҳои хоҷагии об ва истифодабарандагони об бо назардошти сатҳи устувории экосистемаҳои табиӣ ва обӣ имкон медиҳад. Баамалбарории вазифаҳои зикршуда зарурати ташаккул ва рушди механизми идоракунии истифодаи устувори обро, ки ба ҳар як сатҳи идоракунии захираҳои оби кишоварзии ҷумҳурӣ мувофиқкунанда мебошад, талаб мекунад.

Рецензент: *Джуроев Ш. Дж., доцент филиала МЭМ в г. Душанбе*

### Адабиёт

1. Бобоходжиев, Р.Х. Экономико-организационный механизм управления водными ресурсами в регионе / Р.Х. Бобоходжиев, О. Сафарова, Д. Исмаилова // Сборник научных трудов ТТУ им. М.С. Осими. - Душанбе: Изд-во «Хирад», 2010.

2. Кудратов, Р.Р. Региональные аспекты организации управления сельскохозяйственным водопользованием / Р.Р. Кудратов // Вестник университета. – Душанбе: РТСУ, 2016. – 2016. - №3 (54). – Ч.1. – С. 80-84.

3. Латипов Р.Б., Абдусаматов М. Состояние и перспективы использования водных ресурсов в Таджикистане / Р.Б. Латипов, М. Абдусаматов // Сельское хозяйство и охрана природы. - 2007. - № 2.

4. Маърузаи умумичаҳони СММ дар бораи ҳолати захираҳои об // Ҳалли табиӣ муаммоҳои идоракунии захираҳои об. – 2018. – С. 10.

5. Паёми Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ - Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон мухтарам Эмомалӣ Раҳмон ба Парламенти Тоҷикистон. – Душанбе. - 2018.

6. Шаропов, У Развитие многотипного сельского хозяйства регионов / У. Шаропов. - Душанбе: Изд-во «Дониш». - 2010. – 234 с.

7. Садриддинов, М.И. Оценка значимости водных ресурсов Республики Таджикистан. Монография / М.И. Садриддинов. – Новосибирск, 2017. – 164 с.

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

TJ	RU	EN
Шералиев Эмомали Нуралиевич д.и.и., дотсент	Шералиев Эмомали Нуралиевич д.э.н., доцент	Sheraliev Emomali Nuralievich doctor of economic sciences
Донишгоҳи давлатии молия ва иқтисоди Тоҷикистон	Таджикский государственный финансово-экономический университет	Tajik State University of Finance and Economics
TJ	RU	EN
Абдумухторзода Нигина Абдумухтор	Абдумухторзода Нигина Абдумухтор	Abdumuhtorzoda Nigina Abdumuhtor
номзади илмҳои иқтисодӣ	кандидат экономических наук	candidate of economic sciences
Донишгоҳи давлатии молия ва иқтисоди Тоҷикистон	Таджикский государственный финансово-экономический университет	Tajik State University of Finance and Economics

[urunbaevan@list.ru](mailto:urunbaevan@list.ru)

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Приложение 1  
к Положению о научном журнале  
"Политехнический вестник"

### ТРЕБОВАНИЯ И УСЛОВИЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ статей в журнал "Политехнический вестник"

1. В журнале публикуются статьи научно-практического и проблемного характера, представляющие собой результаты завершённых исследований, обладающие научной новизной и представляющие интерес для широкого круга читателей журнала.

2. Основные требования к статьям, представляемым для публикации в журнале:

- статья (за исключением обзоров) должна содержать новые научные результаты;
- статья должна соответствовать тематике и научному уровню журнала;
- статья должна быть оформлена в полном соответствии с требованиями к оформлению статей (см. пункт 5).

3. Статья представляется в редакцию по электронной почте и в одном экземпляре на бумаге, к которому необходимо приложить электронный носитель текста, идентичного напечатанному, а также две рецензии на статью и справку о результате проверки на оригинальность.

4. Структура статьи

Текст статьи должен быть представлен в формате IMRAD<sup>2</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).
<b>СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' INFORMATION)</b>	оформляется в конце статьи в следующем виде:

<sup>2</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.

	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name			
Дараҷа ва унвони илмӣ, Степень и должность, Title <sup>3</sup>			
Ташкилот, Организация, Organization			
e-mail			
ORCID <sup>4</sup> Id			
Телефон			

<b>КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ (CONFLICT OF INTEREST)</b>	<p>Конфликт интересов — это любые отношения или сферы интересов, которые могли бы прямо или косвенно повлиять на вашу работу или сделать её предвзятой.</p> <p>Пример:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Конфликт интересов: Автор Х.Х.Х. Владеет акциями Компании Y, которая упомянута в статье. Автор Y.Y.Y. – член комитета XXXX.</li> <li>2. Если конфликта интересов нет, авторы должны заявить: Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.</li> </ol> <p>Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи</p>
<b>ЗАЯВЛЕННЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ (AUTHOR CONTRIBUTIONS).</b>	<p>Публикуется для определения вклада каждого автора в исследование. Описание, как именно каждый автор участвовал в работе (предпочтительно), или сообщение о вкладах авторов в процентах или долях (менее желательно).</p> <p>Пример данного раздела:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>2. Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации</li> </ol>
<b>ДОПОЛНИТЕЛЬНО (по желанию автора)</b>	
<b>БЛАГОДАРНОСТИ (опционально) - ACKNOWLEDGEMENT (optional)</b>	<p>Если авторы в конце статьи выражают благодарность или указывают источник финансовой поддержки при выполнении научной работы, то необходимо эту информацию продублировать на английском языке.</p>
<b>ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ (FUNDING)</b>	<p>Информация о грантах и любой другой финансовой поддержке исследований. Просим не использовать в этом разделе сокращенные названия институтов и спонсирующих организаций.</p>
<b>ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ (ADDITIONAL INFORMATION)</b>	<p>В этом разделе могут быть помещены:</p> <p>Нестандартные ссылки. Например, материалы, которые по каким-то причинам не могут быть опубликованы, но могут быть предоставлены авторами по запросу. Дополнительные ссылки на профили авторов (например, ORCID). Названия торговых марок на иностранных языках, которые необходимы для понимания статьи или ссылки на них.</p> <p>Особые сообщения об источнике оригинала статьи (если статья публикуется в переводе).</p>

<sup>3</sup> Title can be chosen from: master student, Phd candidate, assistant professor, senior lecture, associate professor, full professor

<sup>4</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).

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. Кривые на рисунках нумеруются арабскими цифрами и комментируются в подписях к рисункам.	Заголовки таблиц и подрисуночные подписи должны быть по возможности лаконичными, а также точно отражающими смысл содержания таблиц и рисунков. Все буквенные обозначения на рисунках необходимо пояснить в основном или подрисуночном текстах. Все надписи на рисунках (наименования осей, цифры на осях, значки точек и комментарии к ним и проч.) должны быть выполнены достаточно крупно, одинаковым шрифтом, чтобы они легко читались при воспроизведении на печати. Наименования осей, единицы измерения физических величин и прочие надписи должны быть выполнены на русском языке. Не допускается наличие рамок



Наименование	Требования	Примечания
		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>5</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>6</sup> , организации <sup>7</sup> , заголовки и реферат <sup>8</sup> и ключевые слова <sup>9</sup> на двух других языках	
Статья согласно структуры	Согласно требованиям пункта 4 требования и условия предоставления статей в журнал "Политехнический вестник"	Выровнять по ширине

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

<sup>5</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>6</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>7</sup> Название организации в английском переводе должно соответствовать официальному, указанному на сайте организации. Непереводимые на английский язык наименования организаций даются в транслитерированном варианте.

<sup>8</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>9</sup> В английском переводе ключевых слов не должно быть никаких транслитераций с русского языка, кроме непереводаемых названий собственных имен, приборов и др. объектов, имеющих собственные названия; также не должен использоваться непереводаемый сленг, известный только ограниченному кругу специалистов.

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

**Мухаррири матни русӣ:** М.М. Якубова  
**Мухаррири матни тоҷикӣ:** Муаллифон  
**Ороиши компютерӣ ва тарроҳӣ:** Ш.Р. Орифова

**Редактор русского текста:** М.М. Якубова  
**Редактор таджикского текста:** Авторская редакция  
**Компьютерный дизайн и верстка:** Ш.Р. Орифова

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

Ба чоп 12.06.2024 имзо шуд. Ба матбаа 16.06.2024 супорида шуд.  
Чопи офсетӣ. Коғазӣ офсет. Андозаи 60x84 1/8  
**Адади нашр 50 нусха.**

**Матбааи Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ**  
**ш. Душанбе, кӯчаи акад. Рачабовҳо, 10<sup>А</sup>**