

ISSN 2520-2235

ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКӢ

Баҳши Интеллект, Инноватсия, Инвеститсия

1(61) 2023



ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции

POLYTECHNIC BULLETIN
Series: Intelligence. Innovation. Investments

ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКӢ

БАХШИ ИНТЕЛЛЕКТ, ИННОВАТСИЯ, ИНВЕСТИТСИЯ

МАҶАЛЛАИ ИЛМӢ – ТЕХНИКӢ

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

innovation@ttu.tj

Published since January 2008

ISSN
2520-2235

1(61)
2023



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

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

РАВБИЯИ 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 идоракунии хоҷагии халқ (аз рӯи соҳаҳо ва соҳаҳои фаъолият)	01.01.00 Математика 01.04.00 Физика 05.13.00 Информатика, вычислительная техника и управление 08.00.05 Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности)	01.01.00 Mathematics 01.04.00 Physics 05.13.00 Informatics, computer technology and management 08.00.05 Economics and management of the national economy (by industries and spheres of activity)

Муассис ва ношир	Учредитель и издатель	Founder and publisher
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi
Ҳар семоҳа нашр мешавад	Издається ежеквартально	Published quarterly
Маҷалла дар шохиси иқтисобоварии Россия қайд гардидаст	Журнал включен в РИНЦ	The journal is included in the Russian Science Citation Index

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

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
СЕРИЯ: ИНТЕЛЛЕКТ. ИННОВАЦИИ. ИНВЕСТИЦИИ

POLYTECHNIC BULLETIN
SERIES: INTELLIGENCE. INNOVATION. INVESTMENTS

ҲАЙАТИ ТАҲРИРИЯ

САРМУҲАРРИР

Қ.Қ. ДАВЛАТЗОДА

Доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор

Р.Т. АБДУЛЛО

Номзади илмҳои техникӣ, дотсент, муовини сармуҳаррир

Ш.А. Бозоров

Номзади илмҳои техникӣ, дотсент, муовини сармуҳаррир

М.М. КАҶОМОВ

Саркотиб

АЪЗОЁН

М.И. ИЛОЛОВ

академики АМИТ, доктори илмҳои физикаю математика, профессор

М. ГАДОЗОДА

Номзади илмҳои физикаю математика, дотсент

М.М. САДРИДДИНОВ

Номзади илмҳои физикаю математика, дотсент

С.З. КУРБОНШОЕВ

доктори илмҳои физикаю математика, профессор

А.А. АБДУРАСУЛОВ

Номзади илмҳои физикаю математика, профессор

С.О. ОДИНАЕВ

академики АМИТ, доктор илмҳои физикаю математика, профессор

У. МАДВАЛИЕВ

доктори илмҳои физикаю математика

Т.Х. САЛИХОВ

доктори илмҳои физикаю математика

АНГЕЛ СМРИКАРОВ

Доктори илм, профессор (Булғория)

Н. И. ЮНУСОВ

номзади илмҳои техникӣ, дотсент

С.А. НАБИЕВ

номзади илмҳои техникӣ, дотсент

У. Х. ҶАЛОЛОВ

номзади илмҳои техникӣ, дотсент

А.А. ҚОСИМОВ

номзади илмҳои техникӣ, дотсент

А.Д. АҲРОРОВА

Доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор

М.К. ФАЙЗУЛЛОЕВ

Доктори илмҳои иқтисодӣ, дотсент

Ҳ.А. ОДИНАЕВ

Доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор

Ф.М. ҲАМРОЕВ

Доктори илмҳои иқтисодӣ, дотсент

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

К.К. ДАВЛАТЗОДА

доктор экономических наук, профессор

М.А. АБДУЛЛО

кандидат технических наук, доцент, зам. главного редактора

Ш.А. Бозоров

кандидат технических наук, доцент, зам. главного редактора

М.М. КАҶОМОВ

Главный секретарь

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

М.И. ИЛОЛОВ

академик НАНТ, доктор физико-математических наук, профессор

М. ГАДОЗОДА

кандидат физико-математических наук, доцент

М.М. САДРИДДИНОВ

кандидат физико-математических наук, доцент

С.З. КУРБОНШОЕВ

доктор физико-математических наук, профессор

А.А. АБДУРАСУЛОВ

кандидат физико-математических наук, профессор

С.О. ОДИНАЕВ

академик НАНТ, доктор физико-математических наук, профессор

У. МАДВАЛИЕВ

доктор физико-математических наук.

Т.Х. САЛИХОВ

доктор технических наук, профессор

АНГЕЛ СМРИКАРОВ

доктор наук, профессор (Болгария)

Н. И. ЮНУСОВ

кандидат технических наук, доцент

С.А. НАБИЕВ

кандидат технических наук, доцент

У. Х. ДЖАЛОЛОВ

кандидат технических наук, доцент

А.А. КОСИМОВ

кандидат технических наук, доцент

А.Д. АҲРОРОВА

доктор экономических наук, профессор

М.К. ФАЙЗУЛЛОЕВ

доктор экономических наук, доцент

Ҳ.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

МАТЕМАТИКА - MATHEMATICS	5
<u>E- ЗАДАЧА НЕЛИНЕЙНЫХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ В ПОЛУПРОСТРАНСТВЕ $y>0$ ОДНОРОДНЫХ СРЕД С ПАМЯТЬЮ</u>	
Бахтовари У.....	5
ФИЗИКА - PHYSICS	12
<u>РЕЛАКСАЦИЯ ГЕОМЕТРИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СВОЙСТВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОСТРУКТУР СИСТЕМЫ $Cu_2NiS_4(x=Sn, Ge, Si)$</u>	
¹ Каюмов М.М., ² Рауфов И., ³ Гиёсов С.С., ² Нематов Д.Д.....	12
<u>ПРИМЕНЕНИЕ ДИФРАКЦИОННЫХ РЕШЕТОК ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ МНОГОБИТНОЙ ИНФОРМАЦИИ В СВЕТОВЫХ ИМПУЛЬСАХ ЛАЗЕРА С СИНХРОНИЗОВАННЫМИ МОДАМИ</u>	
Гафуров Х.....	22
ИНФОРМАТИКА, ТЕХНИКАИ ҲИСОББАРОР ВА ИДОРАКУНӢ - ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ - INFORMATICS, COMPUTER TECHNOLOGY AND MANAGEMENT	27
<u>МОДЕЛИ МАТЕМАТИКИИ ШИНОХТАГИРИИ ОВОЗ</u>	
Дадобоев А.А.	27
<u>О ВЛИЯНИИ ПОРЯДКА СИМВОЛЬНЫХ ТРИГРАММ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЯЗЫКА ПРОИЗВЕДЕНИЯ</u>	
Косимов А.А.....	34
<u>ДАР БОРАИ ЯК ТАРЗИ БАДАЛСОЗИИ ОБЪЕКТ БО ИСТИФОДАИ КАЛИДИ ДУКАРАТА</u>	
Гафуров М.Ҳ.....	38
<u>DDoS-АТАКИ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ НИХ</u>	
А.Ш. Назаров, И.Т. Ли.....	42
<u>МУҲИМИЯТИ ИНТИХОБИ ЗАБОНИ БАРНОМАСОЗӢ БАРОИ ПЕШБУРДИ ФАӢОЛИЯТИ КАСБӢ</u>	
С.Ш. Низомиддинов ¹ , А.Р. Саидвалиев ² , Ф.Ф. Сафаров ³ , Р.Ш. Умарализода ⁴	46
<u>МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ ДАШТИБЕД ОТ ИХ КИСЛОТНОЙ АКТИВАЦИИ</u>	
А.Б. Сохибов.....	51
<u>ТАҚСИМОТИ ЗАХИРАҲОИ ОБӢ ДАР ҲАВЗАИ ДАРӢҲОИ БАЙНИСАРҲАДӢ БО ИСТИФОДАБАРИИ МОДЕЛСОЗИИ КОМПЮТЕРӢ</u>	
Мусинов А.С.	55
<u>ХАРАКТЕРИСТИКА МОНИТОРИНГА КЛИЕНТСКОЙ ЧАСТИ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ</u>	
Умарализода Р.Ш., Кабилов Ш.С., Косимов А.А.	61
ИҚТИСОД ВА ИДОРАКУНИИ ХОҶАГИИ ХАЛҚ - ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ - ECONOMICS AND MANAGEMENT OF THE NATIONAL ECONOMY	66
<u>ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАТРАТ И ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ПЛАТЕЖЕЙ В СТРУКТУРЕ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ РАБОТ</u>	
Умарзода У.Х., * Амонова Д.С., ** Байматова М.М., *** Абдуганиев А.М.***	66
<u>РЕЗЕРВЫ РОСТА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ В ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ</u>	
Мирзоева Н.Ш.	72

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Ахророва А.Д., Каримова З.М. 77

ИННОВАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ: НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ТЕОРИИ И МЕТОДОЛОГИИ

Камолзода Юсуф Олим 86

ПРОБЛЕМАҲОИ ТАЪМИН БО НЕРУИ БАРҚ ДАР ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН ВА ДУРНАМОИ ИНКИШОФИ БОЗОРИ ХИЗМАТРАСОНИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКӢ

Ҷураева Ҷамила Ҳайдарқуловна 90

МАТЕМАТИКА - MATHEMATICS

УДК: 517.9

Е- ЗАДАЧА НЕЛИНЕЙНЫХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ В ПОЛУПРОСТРАНСТВЕ $y > 0$ ОДНОРОДНЫХ СРЕД С ПАМЯТЬЮ

Бахтовари У.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В работе рассматривается распространение электромагнитных волн в полупространстве $y > 0$, затухающих по координате y , периодических по времени t и по одной пространственной координате x , заданной на поверхности электрического поля $E_x(x, 0, t)$.

Ключевые слова: однородные среды, неоднородные среды, сегнетоэлектрические среды, линеаризация, память, линейные среды, нелинейные среды.

Е - МАСЪАЛАИ ҒАЙРИХАТТИИ КАНОРИИ МАСЪАЛАИ ЭЛЕКТРОДИНАМИКӢ ДАР НИМФАЗОИ $y > 0$ - И МУҲИТӢДОИ ЯҚИНСАИ ДОРОИ ХОТИРА

У. Бахтовар

Дар мақола масъалаҳои канори ғайрихаттии электромагнитӣ барои муҳити яқинсаи дорои хотира дида шудааст. Ҳалли тақрибии даврии бо вақт ва координатаи x дар бораи нимфазои $y > 0$, ки дар сатҳи майдони электрикии $E_x(x, 0, t)$ дода шудаанд, баррасӣ карда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: муҳитҳои яқинса, муҳитҳои ғайрияқинса, муҳитҳои сегнетоэлектрикӣ, хаттикунонӣ, хотира, муҳитҳои хаттӣ, муҳитҳои ғайрихаттӣ.

Е - THE PROBLEM OF NONLINEAR BOUNDARY PROBLEMS OF ELECTRODYNAMICS IN ANHALFSPACE $y > 0$ OF HOMOGENEOUS MEDIA WITH MEMORY

U. Bakhtovar

The article deals with consideration of distribution of electromagnetic waves in a halfspace $y > 0$ fading on coordinate y , periodic on time t and on one spatial coordinate x set on surface of a electric field $E_x(x, 0, t)$.

Key words: homogeneous media, inhomogeneous media, ferromagnetic media, linearization, memory, linear media, nonlinear media.

Введение. В настоящей статье рассматриваются задачи для нелинейных сред с электрической и магнитной проницаемостью, а также электромагнитоупругих сред с учётом геометрической, физической нелинейностей. Изучение этих систем базируется на разработке приближённых аналитических методов решения краевых и начально-краевых задач для нелинейных уравнений с частными производными.

В данной работе вопросы качественного исследования указанных классов задач в электродинамике и электромагнитоупругости проводятся впервые. Изложены новые подходы и математические методы для решения этих задач.

Метод эквивалентной линеаризации также применим при решении краевых задач для неоднородных сред. С помощью этого метода получены приближённые решения задачи отражения и преломления плоской электромагнитной волны в нелинейных средах, обладающих свойствами памяти.

Цель работы: В статье рассматриваются нелинейные эффекты электромагнитоупругих волн в электродинамике, а также вопросы качественного исследования таких задач и разработки конструктивных методов их решения.

В соответствии с целью выделим следующие задачи: построение приближённых решений системы уравнений Максвелла в полупространстве с общими материальными уравнениями; распространение периодических во времени электромагнитоупругих волн в полупространстве; установить априорные оценки нелинейных краевых задач электродинамики для различных нелинейных определяющих уравнений.

Рассмотрим на поверхности полупространства заданную линейно-поляризованную касательную, составляющую напряжённость электрического поля $E_x(x, 0, t)$. Теперь определение электромагнитного поля E_x, E_y, H в полупространстве сводится к отысканию периодических по t их решений нелинейной краевой задачи [1-6]

$$\begin{aligned} \operatorname{rot} \vec{E} &= -\frac{\partial B(H)}{\partial t} \\ \operatorname{rot} H &= \frac{\partial D(\vec{E})}{\partial t} + j(\vec{E}), \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \operatorname{div} \vec{E} &= 0, \\ \lim_{y \rightarrow \infty} \{E_x(x, y, t), E_y(x, y, t), H(x, y, t)\} &= 0, \\ E_x\left(x + \frac{2\pi}{\lambda}, y, t + \frac{2\pi}{\omega}\right) &= E_x(x, y, t), \\ E_y\left(x + \frac{2\pi}{\lambda}, y, t + \frac{2\pi}{\omega}\right) &= E_y(x, y, t), \\ H\left(x + \frac{2\pi}{\lambda}, y, t + \frac{2\pi}{\omega}\right) &= H(x, y, t), \end{aligned} \quad (2)$$

с определяющими материальными уравнениями

$$\begin{aligned} D(\vec{E}) &= D(\vec{E}(\zeta), \zeta \leq t), \quad E = (E_x, E_y, 0), \quad J(\vec{E}) = J(\vec{E}(\zeta), \zeta \leq t), \\ B(H) &= B(H(\zeta), \zeta \leq t), \end{aligned} \quad (3)$$

где $E = (E_x, E_y, 0)$, λ, ω – заданное постоянное электрическое поле, пространственная частота, а также временная частота.

Если среда изотропная и имеет свойства наследственности (память) в связи с токопроводимостью $J(\vec{E})$ и индукцией электрического поля $D(\vec{E})$, а также магнитного поля $B(H)$, то отводит к необходимости анализа вольтеровских интегральных материальных уравнений вида [7-8]:

$$\begin{aligned} \vec{D}(\vec{E}) &= \varepsilon \vec{E} + \int_{-\infty}^t \kappa(t - \zeta) \vec{E}(\zeta) d\zeta, \quad J(\vec{E}) = \sigma \vec{E} + \int_{-\infty}^t \delta(t - \zeta) \vec{E}(\zeta) d\zeta, \\ B(H) &= \mu H + \int_{-\infty}^t \eta(t - \zeta) H(\zeta) d\zeta, \end{aligned} \quad (4)$$

где σ – электрическая проводимость, ε – диэлектрическая проницаемость, μ – магнитная проницаемость, $\kappa(t - \zeta), \delta(t - \zeta), \eta(t - \zeta)$ – ядро последствия.

Периодическое по пространственной координате x и времени t решение краевой (1)-(5) находит в виде

$$\begin{aligned} E_x(x, y, t) &= \sum_{n=1}^{\infty} E_0^n \exp[-\alpha_n y] \cos(\lambda_n x + \beta_n y - n\omega t + \bar{\psi}_n), \\ E_y(x, y, t) &= \sum_{n=1}^{\infty} E_n \exp[-\alpha_n y] \cos(\lambda_n x + \beta_n y - n\omega t + \psi_n), \\ H(x, y, t) &= \sum_{n=1}^{\infty} H_n \exp[-\alpha_n y] \cos(\lambda_n x + \beta_n y - n\omega t + \varphi_n), \end{aligned} \quad (6)$$

где

$$E_n = E_0^n \sqrt{\frac{\left(\frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon}\right)^2 + \left(\lambda_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon}\right)^2}{\left(\alpha_n - \frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon}\right)^2 + \left(\beta_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon}\right)^2}},$$

$$\psi_n = \bar{\psi}_n + \operatorname{arctg} \frac{\frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \left(\beta_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right) + \left(\lambda_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right) \left(\alpha_n - \frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \right)}{\frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \left(\alpha_n - \frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \right) - \left(\lambda_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right) \left(\beta_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right)},$$

$$H_n = E_0^n \sqrt{\frac{(n\omega)^2 [(\varepsilon + \kappa_s)^2 + \kappa_c^2] - 2n\omega [(\varepsilon + \kappa_s)F_1 - \kappa_c F_2] + F_1^2 + F_2^2}{\alpha_n^2 + \beta_n^2}},$$

$$\varphi_n = \bar{\psi}_n - \operatorname{arctg} \frac{n\omega [\alpha_n (\varepsilon + \kappa_s) - \beta_n \kappa_c] - (\alpha_n F_1 + \beta_n F_2)}{n\omega [\beta_n (\varepsilon + \kappa_s) + \alpha_n \kappa_c] - (\beta_n F_1 - \alpha_n F_2)},$$

$$F_1 = (\sigma + \delta_s) \cdot \frac{\frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \left(\beta_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right) + \left(\lambda_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right) \left(\alpha_n - \frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \right)}{\left(\alpha_n - \frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \right)^2 + \left(\beta_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right)^2} +$$

$$+ \delta_c \cdot \frac{\frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \left(\alpha_n - \frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \right) - \left(\lambda_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right) \left(\beta_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right)}{\left(\alpha_n - \frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \right)^2 + \left(\beta_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right)^2},$$

$$F_2 = (\sigma + \delta_s) \cdot \frac{\frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \left(\alpha_n - \frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \right) - \left(\lambda_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right) \left(\beta_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right)}{\left(\alpha_n - \frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \right)^2 + \left(\beta_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right)^2} -$$

$$- \delta_c \cdot \frac{\frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \left(\beta_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right) + \left(\lambda_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right) \left(\alpha_n - \frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \right)}{\left(\alpha_n - \frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \right)^2 + \left(\beta_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right)^2},$$

$$F_3 = (\sigma + \delta_c) \cdot \frac{\frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \left(\beta_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right) + \left(\lambda_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right) \left(\alpha_n - \frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \right)}{\left(\alpha_n - \frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \right)^2 + \left(\beta_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right)^2} +$$

$$+ \delta_s \cdot \frac{\frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \left(\alpha_n - \frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \right) - \left(\lambda_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right) \left(\beta_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right)}{\left(\alpha_n - \frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \right)^2 + \left(\beta_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right)^2},$$

$$F_4 = (\sigma - \delta_c) \cdot \frac{\frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \left(\alpha_n - \frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \right) + \left(\lambda_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right) \left(\beta_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right)}{\left(\alpha_n - \frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \right)^2 + \left(\beta_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right)^2} +$$

$$+ \delta_s \cdot \frac{\frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \left(\beta_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right) - \left(\lambda_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right) \left(\alpha_n - \frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \right)}{\left(\alpha_n - \frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon} \right)^2 + \left(\beta_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon} \right)^2},$$

$$\kappa_s = \int_0^\infty \kappa(s) \sin n\omega s ds, \quad \kappa_c = \int_0^\infty \kappa(s) \cos n\omega s ds,$$

$$\delta_s = \int_0^{\infty} \delta(s) \sin n\omega s ds, \quad \delta_c = \int_0^{\infty} \delta(s) \cos n\omega s ds,$$

$$\eta_s = \int_0^{\infty} \eta(s) \sin n\omega s ds, \quad \eta_c = \int_0^{\infty} \eta(s) \cos n\omega s ds.$$

Здесь $\omega = 2\pi/T$ – минимальная частота, λ_n – пространственная частота, E_0^n и $\bar{\psi}_n$ – амплитуда и фаза n -й гармоники напряженности

$$E_x(x, 0, t) = \sum_{n=1}^{\infty} E_0^n \cos(\lambda_n x - n\omega t + \bar{\psi}_n). \quad (7)$$

Постоянные неизвестные α_n и β_n , характеризующие соответственно затухание и фазовую скорость распространения волны (6), определяются из системы уравнений

$$\begin{cases} \alpha_n^2 - \beta_n^2 + p_n = 0, \\ 2\alpha_n\beta_n - q_n = 0, \end{cases} \quad (8)$$

где

$$p_n = -\frac{(n\omega)^2 [(\varepsilon + \kappa_s)^2 + \kappa_c^2] - 2n\omega [(\varepsilon + \kappa_s)F_1 - \kappa_c F_2] + F_1^2 + F_1^2}{(n\omega\kappa_c + F_2)^2 + n(\varepsilon + \kappa_s) - F_1} \times$$

$$\times (n\omega)^2 [\eta_c \kappa_c - (\mu + \eta_s)(\varepsilon + \kappa_s)] + n\omega [\kappa_c F_2 + (\mu + \eta_s)F_1] -$$

$$-\frac{(\alpha_n^2 + \beta_n^2) \cdot \{n\omega [\kappa_c F_3 + (\varepsilon + \kappa_s)F_4] + F_2 F_3 - F_1 F_4\}}{(n\omega\kappa_c + F_2)^2 + n(\varepsilon + \kappa_s) - F_1} -$$

$$-\frac{(\alpha_n^2 + \beta_n^2) \cdot \{(n\omega)^2 [(\varepsilon + \kappa_s)^2 + \kappa_c^2] + n\omega [\kappa_c F_2 + (\varepsilon + \kappa_s)F_1]\}}{(n\omega\kappa_c + F_2)^2 + n(\varepsilon + \kappa_s) - F_1} \times$$

$$\times \frac{\left(\frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon}\right)^2 + \left(\lambda_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon}\right)^2}{\left(\alpha_n - \frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon}\right)^2 + \left(\beta_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon}\right)^2},$$

$$q_n = n\omega(\mu + \eta_s) \cdot \{(n\omega)^2 [(\varepsilon + \kappa_s)^2 + \kappa_c^2] - 2n\omega [(\varepsilon + \kappa_s)F_1 - \kappa_c F_2] + F_1^2 + F_1^2\} -$$

$$-\frac{(\alpha_n^2 + \beta_n^2)(n\omega(\varepsilon + \kappa_s) - F_1) \cdot \{(n\omega)^2 [\eta_c \kappa_c - (\mu + \eta_s)(\varepsilon + \kappa_s)] + n\omega [\kappa_c F_2 + (\mu + \eta_s)F_1]\}}{(n\omega\kappa_c + F_2) \cdot [(n\omega\kappa_c + F_2)^2 + n(\varepsilon + \kappa_s) - F_1]} -$$

$$-(\alpha_n^2 + \beta_n^2) \left(F_4 - \frac{(n\omega(\varepsilon + \kappa_s) - F_1) \cdot \{n\omega [\kappa_c F_3 + (\varepsilon + \kappa_s)F_4] + F_2 F_3 - F_1 F_4\}}{(n\omega\kappa_c + F_2) \cdot \{(n\omega)^2 [(\varepsilon + \kappa_s)^2 + \kappa_c^2] + n\omega [\kappa_c F_2 + (\varepsilon + \kappa_s)F_1]\}} \right) -$$

$$-\frac{\alpha_n^2 + \beta_n^2}{n\omega\kappa_c + F_2} \cdot \frac{\left(\frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon}\right)^2 + \left(\lambda_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon}\right)^2}{\left(\alpha_n - \frac{n\omega\kappa_c}{\varepsilon}\right)^2 + \left(\beta_n - \frac{n\omega\kappa_s}{\varepsilon}\right)^2} \cdot [n\omega(\varepsilon + \kappa_s) \times$$

$$\times (n\omega)^2 [\eta_c \kappa_c - (\mu + \eta_s)(\varepsilon + \kappa_s)] + n\omega [\kappa_c F_2 + (\mu + \eta_s)F_1] +$$

$$+ \frac{(n\omega(\varepsilon + \kappa_s) - F_1) \cdot \{(n\omega)^2 [(\varepsilon + \kappa_s)^2 + \kappa_c^2] + n\omega [\kappa_c F_2 + (\varepsilon + \kappa_s)F_1]\}}{(n\omega)^2 [(\varepsilon + \kappa_s)^2 + \kappa_c^2] + n\omega [\kappa_c F_2 + (\varepsilon + \kappa_s)F_1]} \Big],$$

Из системы уравнений (8) находим α_n и β_n

$$\alpha_n = \sqrt{\frac{1}{2}(\sqrt{p_n^2 + q_n^2} - p_n)},$$

$$\beta_n = \sqrt{\frac{1}{2}(\sqrt{p_n^2 + q_n^2} + p_n)}.$$

Если $\kappa(t - \zeta) = \delta(t - \zeta) = \eta(t - \zeta) = 0$, то получим решение краевых задач (1)-(4) с определяющими уравнениями

$$D_x(E) = \varepsilon E_x, D_y(E) = \varepsilon E_y, J(\vec{E}) = \sigma \vec{E}, B(H) = \mu H.$$

Перейдем теперь к рассмотрению существенно нелинейных материальных уравнений. Если проводящее полупространство является сегнетоэлектрическим, то определяющие уравнения поля надлежит принять в виде [9-11]:

$$D_x(E) = \bar{\varepsilon}_1(|E_1|)E_x, D_y(E) = \bar{\varepsilon}_1(|E_1|)E_y, J(\vec{E}) = \sigma \vec{E}, \quad (9)$$

$$B(H) = \mu H + \int_{-\infty}^t \eta(t - \zeta) H(\zeta) d\zeta.$$

где $\bar{\varepsilon}_1(|E_1|)$ – диэлектрическая проницаемость.

Подставляя (9) в уравнения Максвелла (1), приходим к системе нелинейных интегро-дифференциальных уравнений первого порядка:

$$\begin{cases} \frac{\partial E_y}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial y} = -\mu \frac{\partial BH}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial t} \left(\int_{-\infty}^t \eta(t - \zeta) H(\zeta) d\zeta \right), \\ \frac{\partial H}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial t} [\bar{\varepsilon}_1(|E_1|)E_x] + \sigma E_y, \\ \frac{\partial H}{\partial x} = -\frac{\partial}{\partial t} [\bar{\varepsilon}_1(|E_1|)E_y] - \sigma E_x, \\ \frac{\partial}{\partial x} [\bar{\varepsilon}_1(|E_1|)E_x] + \frac{\partial}{\partial y} [\bar{\varepsilon}_1(|E_1|)E_y] = 0. \end{cases} \quad (10)$$

При $n = 1$ решение системы (10) должно удовлетворять краевому условию (7), правую часть которого мы будем рассматривать (для упрощения) как периодическую функцию, изменяющуюся по гармоническому закону

$$E_x(x, 0, t) = E_0 \cos(\lambda x - \omega t + \bar{\psi}_1). \quad (11)$$

В отличие от линейных постановок краевая задача (10)-(11) не допускает точного решения. Приближенное решение системы (10) будем искать в таком виде, как и в линейном случае

$$\begin{aligned} E_x(x, y, t) &= E_0 \exp[-\alpha y] \cos(\lambda x + \beta y - \omega t + \bar{\psi}_1), \\ E_y(x, y, t) &= E_1 \exp[-\alpha y] \cos(\lambda x + \beta y - \omega t + \psi_1), \\ H(x, y, t) &= H_1 \exp[-\alpha y] \cos(\lambda x + \beta y - \omega t + \varphi), \end{aligned} \quad (12)$$

с подлежащими определению постоянными α , β , H_1 , E_1 , ψ_1 и φ . Если $\alpha > 0$ и $\beta > 0$, тогда при любых значениях этих параметров краевое условие (11) и условие регулярности на бесконечности будет выполняться.

С методом эквивалентной линеаризации [12-14] определим постоянные α , β , H_1 , E_1 , ψ_1 и φ . Для этого умножим первое уравнение (10) один раз на $\exp[-\alpha y] \cos(\lambda x + k_2 y - \omega t + \bar{\varphi}_1)$, второй раз на $\exp[-\alpha y] \sin(\lambda x + k_2 y - \omega t + \bar{\varphi}_1)$ и проинтегрируем по y от 0 до ∞ , по t от 0 до $2\pi/\omega$ и по x от 0 до $2\pi/\lambda$. Аналогично поступим со вторым и третьим уравнениями, умножая соответственно на

$$\exp[-\alpha y] \begin{cases} \cos(\lambda x + k_2 y - \omega t + \varphi_1), \\ \sin(\lambda x + k_2 y - \omega t + \varphi_1) \end{cases} \quad \text{и} \quad \exp[-\alpha y] \begin{cases} \cos(\lambda x + k_2 y - \omega t + \psi), \\ \sin(\lambda x + k_2 y - \omega t + \psi). \end{cases}$$

В результате приходим к системе нелинейных алгебраических уравнений относительно α , β , H_1 , E_1 , ψ_1 и φ :

$$\begin{cases} E_0 [\alpha \cos(\varphi - \bar{\psi}_1) - \beta \sin(\varphi - \bar{\psi}_1)] - \lambda E_1 \sin(\psi_1 - \varphi) = -\omega \eta_c H_1, \\ E_0 [\alpha \sin(\varphi - \bar{\psi}_1) + \beta \cos(\varphi - \bar{\psi}_1)] - \lambda E_1 \cos(\psi_1 - \varphi) = -\omega (\mu + \eta_s) H_1, \\ H_1 [\alpha \sin(\varphi - \bar{\psi}_1) - \beta \cos(\varphi - \bar{\psi}_1)] = \omega E_0 \bar{\varepsilon}_1(E_1, \psi_1) - E_1 \sigma \sin(\psi_1 - \bar{\psi}_1), \\ H_1 [-\alpha \cos(\varphi - \bar{\psi}_1) - \beta \sin(\varphi - \bar{\psi}_1)] = E_1 \sigma \cos(\psi_1 - \bar{\psi}_1), \\ \lambda H_1 \sin(\psi_1 - \varphi) = -E_0 \sigma \sin(\psi_1 - \bar{\psi}_1), \\ \lambda H_1 \cos(\psi_1 - \varphi) = \omega E_1 \bar{\varepsilon}_2(E_1, \psi_1) + E_0 \sigma \cos(\psi_1 - \bar{\psi}_1), \end{cases} \quad (13)$$

где

$$\bar{\varepsilon}_1(E_1, \psi_1) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} \varepsilon \left\{ \sqrt{e^{-2y} (E_0^2 \cos^2 \zeta + E_1^2 \cos(\varphi_1 - \bar{\varphi}_1 + \zeta))} \right\} \cdot e^{-2y} \cos^2 \zeta \, d\zeta \, dy,$$

$$\bar{\varepsilon}_2(E_1, \psi_1) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} \varepsilon \left\{ \sqrt{e^{-2y} (E_0^2 \cos(\varphi_1 - \bar{\varphi}_1 + \zeta) + E_1^2 \cos^2 \zeta)} \right\} \cdot e^{-2y} \cos^2 \zeta \, d\zeta \, dy.$$

Из третьего и пятого уравнений полученной системы (13) сразу находим

$$\varphi = \bar{\varphi}_1 + \operatorname{arctg} \frac{\omega \alpha \bar{\varepsilon}_1(E_1, \psi_1) (\alpha^2 + \beta^2) - \lambda \sigma (\alpha^2 - \beta^2)}{\omega \beta \bar{\varepsilon}_1(E_1, \psi_1) (\alpha + \beta) - 2 \lambda \sigma \alpha \beta},$$

$$\psi_1 = \varphi + \operatorname{arctg} \frac{\sigma \alpha}{\sigma \beta - \omega \lambda \bar{\varepsilon}_2(E_1, \psi_1)}.$$

Из первого и второго уравнения системы (13) найдем E_1 и H_1 затем с помощью (14) находим

$$E_1 = \frac{E_0 [\lambda \sigma (\mu + \eta_s) \beta + (\omega \varepsilon (\alpha^2 + \beta^2) - \lambda \sigma \alpha) \eta_c]}{\lambda \sigma (\eta_c \beta - (\mu + \eta_s) \alpha) - \omega \lambda^2 \varepsilon \eta_c} \times$$

$$\times \sqrt{\frac{\sigma^2 (\alpha^2 + \beta^2) - 2 \lambda \sigma \omega \varepsilon \beta + (\lambda \omega \varepsilon)^2}{(\omega \varepsilon)^2 (\alpha^2 + \beta^2) - 2 \lambda \sigma \omega \varepsilon \alpha + (\lambda \sigma)^2}},$$

$$H_1 = \frac{E_0 [\lambda \sigma^2 (\alpha - \beta) + \sigma (\omega \varepsilon \alpha (\alpha^2 + \beta^2) - \omega \lambda^2 \varepsilon \beta)]}{\omega [\sigma (\eta_c \beta - (\mu + \eta_s) \alpha) - \omega \lambda \varepsilon \eta_c]} \times$$

$$\times \frac{1}{\sqrt{(\omega \varepsilon)^2 (\alpha^2 + \beta^2) - 2 \lambda \sigma \omega \varepsilon \alpha + (\lambda \sigma)^2}},$$

где

$$\bar{\varepsilon}_1(E_1, \psi_1) = \bar{\varepsilon}_2(E_1, \psi_1) = \varepsilon.$$

Исключая E_1 , H_1 , ψ_1 и φ из первых четырех уравнений системы (12) с помощью (13) приводим для определения α и β к системе уравнений:

$$\begin{cases} \alpha^2 - \beta^2 - p = 0, \\ 2\alpha\beta - q = 0, \end{cases}$$

где

$$p = \frac{1}{\lambda \sigma (\alpha + \beta)} [G_1 \cdot (\alpha \beta - \lambda (\sigma \beta - \lambda \omega \varepsilon)) -$$

$$- G_2 \cdot (\eta_c \beta + (\mu + \eta_s)) + \omega \varepsilon (\alpha^2 + \beta^2)^2]$$

$$q = -\frac{1}{\lambda \sigma \beta} [\lambda (\sigma \beta - \lambda \omega \varepsilon) G_1 - (\mu + \eta_s) G_2 - \omega \varepsilon (\alpha^2 + \beta^2)^2] -$$

$$- \frac{\alpha}{\lambda \sigma (\alpha + \beta) \beta} [G_1 \cdot (\alpha \beta - \lambda (\sigma \beta - \lambda \omega \varepsilon)) -$$

$$- G_2 \cdot (\eta_c \beta + (\mu + \eta_s)) + \omega \varepsilon (\alpha^2 + \beta^2)^2]$$

$$G_1 = \frac{[\lambda \sigma (\mu + \eta_s) \beta + (\omega \varepsilon (\alpha + \beta) - \lambda \sigma \alpha) \eta_c] (\alpha^2 + \beta^2)}{\lambda \sigma (\eta_c \beta - (\mu + \eta_s) \alpha) - \omega \lambda^2 \varepsilon \eta_c},$$

$$G_2 = \frac{[\lambda \sigma^2 (\alpha^2 - \beta^2) + \sigma (\omega \varepsilon \alpha (\alpha^2 + \beta^2) - \omega \lambda^2 \varepsilon \beta)] (\alpha^2 + \beta^2)}{\sigma (\eta_c \beta - (\mu + \eta_s) \alpha) - \omega \lambda \varepsilon \eta_c}.$$

Для определения постоянных α и β в приближенном решении (12) получим системы (17).

По ним определяются постоянные неизвестных ψ_1 , E_1 и H_1 согласно (14), (15) и (16). В отличие от

общего случая для системы (17) невозможно получить точное решение. Приближенное решение этой системы можно получить методом последовательных приближений.

Для применения приближенных решений перепишем систему (17) в виде

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{2}(\sqrt{p^2 + q^2} + p)},$$

$$\beta = \sqrt{\frac{1}{2}(\sqrt{p^2 + q^2} - p)}.$$

Литература

1. Стреттон, Дж.А. Теория электромагнетизма / Дж.А. Стреттон. - М.: Гостехиздат, 1948. – 539 с.
2. Быховский, Э.Б. Оценка вектора через его ротор и начально-краевая задача электродинамики в случае смешанных граничных условий / Э.Б. Быховский // Вестник Ленинградского государственного университета. -1961. – 19. - С. 112-116.
3. Быховский, Э.Б. Решение смешанной задачи для системы уравнений Максвелла в случае идеально проводящей границы / Э.Б. Быховский // Вестник. Ленинградского государственного университета. - 1957. - 13. - С. 50-66.
4. Ладыженская, О.А. Краевые задачи математической физики / О.А. Ладыженская. - М.: Наука, 1973. - 407 с.
5. Ладыженская, О.А. Смешанная задача для гиперболического уравнения / О.А. Ладыженская. - М.: Гостехиздат, 1953. - 345 с.
6. Березовский, А.А. Краевые задачи электродинамики проводящих сред / А.А. Березовский, И. Курбонов // - Киев, 1976. - С. 35-57.
7. Курбонов, И. По нелинейным проблемам дифференциальных уравнений и математической физики / И. Курбонов // Тезисы доклады всесоюзной конференция. (г. Тернополь, 12-15 сентября. 1989 г). – Тернополь, 1989. – Ч. 1. - С. 229-230.
8. Курбонов, И. Нелинейные краевые задачи электромагнитоупругости с памятью / И. Курбонов. – Киев, 1990. - 48 с.
9. Курбонов, И. Аналитические и качественные исследования нелинейных краевых задач математической физики с памятью / И. Курбонов. – Киев, 1991. - 38 с.
10. Курбонов, И. Качественные и аналитические методы исследования нелинейных краевых задач электромагнитоупругости с памятью / И. Курбонов. - Киев, 1991. - 321 с.
11. Митропольский, Ю.А. О разрешимости краевых задач электромагнитоупругости с памятью / Ю.А. Митропольский И. Курбонов // ДАН СССР. - 1991. - Т. 317. - №1. - С.35-39.
12. Курбонов, И. Нелинейные краевые задачи электродинамики в однородных средах с памятью / И. Курбонов // ДАН РТ. – 2015. - Т. 58. - №6. - С. 458-464.
13. Курбонов, И. Волны в изотропной кусочно-линейной и нелинейной среде с памятью / И. Курбонов, С.И. Игболов // ДАН РТ. – 2018. - Т. 61 - №9-10. - С. 721-729.
14. Курбонов, И. E- задача электродинамики для изотропной кусочно-линейной и нелинейной среды с памятью / И. Курбонов, У. Бахтовар // ДАН РТ. – 2022. - Т. 65 - №3-4. - С. 162-172.

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

TJ	RU	EN
Бахтовари Умар	Бахтовари Умар	Bakhtovari Umar
унвончӯ	соискатель	PhD student
ДТТ ба номи академик М.С.Осими	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
Bakhtovari-U@mail.ru		
ORCID (0000-0002-4795-9177)		

ФИЗИКА - PHYSICS

РЕЛАКСАЦИЯ ГЕОМЕТРИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СВОЙСТВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОСТРУКТУР СИСТЕМЫ Cu_2NiXS_4 ($X=\text{Sn, Ge, Si}$)

¹Каюмов М.М., ²Рауфов И., ³Гиёсов С.С., ²Нематов Д.Д.

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

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

³Таджикский государственный институт культуры и искусств им. М. Турсунзаде

С реализацией *ab initio* квантово-химических расчетов в рамках ТФП были релаксированы кристаллические решетки кестреритовых полупроводников системы Cu_2NiXS_4 ($X=\text{Sn, Ge, Si}$). Электронные свойства и энергетические зоны нанокристаллов $\text{Cu}_2\text{NiSnS}_4$, $\text{Cu}_2\text{NiGeS}_4$, и $\text{Cu}_2\text{NiSiS}_4$ смоделированы и проанализированы с использованием потенциалов LDA, GGA (PBE), PBEsol-GGA и mBJ. С помощью этих обменно-корреляционных приближений были оценены и определены значения ширины запрещенной зоны исследуемых систем, детально изучена их зонная структура. По результатам спин-поляризованных и спин-орбитальных mBJ-расчетов для $\text{Cu}_2\text{NiSnS}_4$, $\text{Cu}_2\text{NiGeS}_4$, и $\text{Cu}_2\text{NiSiS}_4$ соответственно, что указывает на пригодность и применимость этих материалов в качестве подходящего светопоглощающего слоя для солнечных элементов нового поколения.

Ключевые слова: солнечная энергия, солнечная панель, полупроводники, кастериты, теория функционала плотности, энергетические зоны, ширина запрещенной зоны, функционал mBJ.

RELAXATION OF GEOMETRY AND SIMULATION OF ELECTRONIC PROPERTIES OF SEMICONDUCTOR NANOSTRUCTURES OF THE Cu_2NiXS_4 ($X=\text{Sn, Ge, Si}$) SYSTEM

Kayumov M.M., Raufov I., Giyosov S.S., Nematov D.D.

With the implementation of *ab initio* quantum-chemical calculations in the framework of DFT, the crystal lattices of kesterite semiconductors of the Cu_2NiXS_4 ($X=\text{Sn, Ge, Si}$) system were relaxed. The electronic properties and energy bands of $\text{Cu}_2\text{NiSnS}_4$, $\text{Cu}_2\text{NiGeS}_4$, and $\text{Cu}_2\text{NiSiS}_4$ nanocrystals are modeled and analyzed using the LDA, GGA (PBE), PBEsol-GGA, and mBJ potentials. Using these exchange-correlation approximations, the values of the band gap of the systems under study were estimated and determined, and their band structure was studied in detail. According to the results of spin-polarized and spin-orbit mBJ calculations for $\text{Cu}_2\text{NiSnS}_4$, $\text{Cu}_2\text{NiGeS}_4$, and $\text{Cu}_2\text{NiSiS}_4$, respectively, indicating the suitability and applicability of these materials as a suitable light-absorbing layer for next-generation solar cells.

Keywords: solar energy, solar panel, semiconductors, kesterites, density functional theory, energy bands, band gap, mBJ functional.

ОРОМИИ ГЕОМЕТРИЯ ВА АМСИЛАСОЗИИ ХУСИЯТҲОИ ЭЛЕКТРОНИИ НИМНОКИЛҲОИ НАНОСОҲТОРИИ СИСТЕМАИ Cu_2NiXS_4 ($X=\text{Sn, Ge, Si}$)

Каюмов М.М., Рауфов И., Гиёсов С.С., Нематов Д.Д.

Бо ба амал баровардани ҳисобҳои квантӣ-химиявии *ab initio* дар доираи DFT торҳои булурии нимноқилҳои кестрерити системаи Cu_2NiXS_4 ($X=\text{Sn, Ge, Si}$) ором карда шуданд. Хусусиятҳои электронӣ ва бандҳои энергетикӣ $\text{Cu}_2\text{NiSnS}_4$, $\text{Cu}_2\text{NiGeS}_4$, и $\text{Cu}_2\text{NiSiS}_4$ нанокристалҳо бо истифода аз потенциалҳои LDA, GGA (PBE), PBEsol-GGA ва mBJ моделсозӣ ва таҳлил карда мешаванд. Бо истифода аз ин наздикшавии мубодилаи коррелятсия, арзишҳои фосилаи бандҳои системаҳои мавриди омӯзиш ҳисоб ва муайян карда шуданд ва сохтори бандҳои онҳо ба таври муфассал омӯхта шуд. Мувофиқи натиҷаҳои ҳисобҳои спи-поляризиатсияшуда ва spin-orbit mBJ барои $\text{Cu}_2\text{NiSnS}_4$, $\text{Cu}_2\text{NiGeS}_4$, и $\text{Cu}_2\text{NiSiS}_4$ мутаносибан мувофиқат ва татбиқи ин маводҳоро ҳамчун як қабати мувофиқи рӯшноӣ барои элементиҳои офтобии насли оянда нишон медиҳад.

Калимаҳои калидӣ: энергияи офтоб, панели офтобӣ, нимноқилҳо, кастеритҳо, назарияи функционали зичӣ, бандҳои энергетикӣ, фосилаи банд, функционал mBJ.

Введение

В последние годы глобальные экологические проблемы становятся все более серьезными в связи с растущей степенью загрязнения природы, особенно органическими загрязнителями. Эффективным способом борьбы с загрязнением окружающей среды является развитие зеленой энергетики и переход на использование альтернативных возобновляемых источников энергии, что соответствует целям ООН в области устойчивого развития, в частности SDGs 7 и 13. Исходя из этого фотовольтаика (PV) быстро развивалась в последние годы, и тонкопленочная технология стала популярным кандидатом для крупномасштабных применений в солнечной энергетике и эффективном преобразовании энергии. Очевидно, что такого рода технологии должны удовлетворять некоторым критериям, в частности дешевизне метода синтеза материалов, относительно повышенной эффективности, а также доступности и себестоимости сырья для изготовления фотоэлектрических устройств на их основе [1–2]. В связи с этим Европейская комиссия отметила элементы In и Ga как критические сырьевые материалы, осознавая дефицит этих

материалов, в процессе синтеза сплавов системы CuInGa(S/Se)_2 (CIGS), которые последние годы в основном используются в качестве фотопоглощающего слоя в солнечных элементах [2], эффективность которых уже превышает 23,3% [3, 4]. Несмотря на достижение рекордной эффективности солнечных элементов на основе CIGS существует угроза нехватки самого материала CIGS для крупномасштабного производства энергии. Этот вопрос вызывает озабоченность в связи со срочным поиском других альтернативных составов со сравнимыми или лучшими характеристиками, чем CIGS. Исходя из этого в последние годы научное сообщество исследовало и разработало новые материалы на основе кестеритов и станитов в качестве светопоглощающего слоя в солнечных преобразователях [5]. Например, благодаря постоянным усилиям ученых и инженеров КПД солнечных элементов на основе кестерита $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ увеличился до 11% [6], а для $\text{Cu}_2\text{ZnSnSe}_4$ достиг 12,6% [7]. Причем эта величина с годами постепенно увеличивалась за счет получения высококачественных кристаллов и тонких пленок кестерита различными физико-химическими [8, 9] методами синтеза.

Несмотря на впечатляющие достижения последних лет возникли проблемы с дальнейшим повышением эффективности кестеритовых солнечных элементов. Ранее сообщалось о большом дефиците напряжения холостого хода [5, 10], что приводило к ограничениям эффективности. Возможными причинами этих недостатков были образование вторичных фаз, высокая концентрация внутренних точечных дефектов и рекомбинация на границе за счет смещения полос [11, 12], приводящая к безызлучательной рекомбинации в объеме кестеритового материала [13, 14]. Сосредоточив внимание на поглощающем слое кестерита, ученые предложили несколько способов преодоления этой проблемы, а также текущего ограничения эффективности. Например, они нашли выход и предложили изоэлектронные элементы-заменители, в том числе Ag для Cu, Be, Mg, Ca, Mn, Fe и Ni для присвоения положения Zn, Ge и Si для замены Sn и селена (Se) для замены S [15-18], чтобы урегулировать ширины запрещенной зоны (энергетической щели) и поглотительной способности этих материалов, а также управлять скоростью рекомбинации электронов и устранить другие перечисленные проблемы. Однако несмотря на многочисленные исследования в этой области, до сих пор многие из этих структур остались неизученными до конца и требуют детального и всестороннего изучения.

Структуры кестерита в последнее время исследуются различными экспериментальными и теоретическими методами, поэтому эффективность солнечных элементов на основе этих соединений постоянно улучшается [19, 20]. Одним из таких точных и эффективных теоретических подходов является метод теории функционала плотности (ТФП; DFT) [21, 22]. За последние 10 лет данный подход стал основным инструментом физики твердого тела и вычислительной химии (квантовой химии), поскольку этот мощный подход обеспечивает высокоточное переформулирование квантовой механики многих твердых тел с учетом поведения электронов во всех типах атомно-молекулярных систем. Это связано с тем, что уравнения Кона-Шэма эффективно решаются с использованием современных вычислительных кластеров [23]. С другой стороны, эти уравнения основаны на единственном приближении, а именно на обменно-корреляционной энергии, которая отвечает за точность квантовых вычислений. Например, в ряде источников сообщается о точном предсказании структурных и оптоэлектронных свойств кестеритовых материалов, включая $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ [24–28, 17, 18], $\text{Cu}_2\text{ZnGeS}_4$ [24–26] и $\text{Cu}_2\text{ZnSiS}_4$ [24-27], используя вычисления ТФП. Однако разнообразие вычислительных подходов не способствует сравнению физических свойств материалов. Кроме того, насколько нам известно, ранние результаты ТФП редко были сравнены с экспериментальными измерениями.

В данной работе мы проводим ТФП-расчеты и изучаем катионное замещение Sn двумя другими изоэлектронными элементами: Ge и Si в кестерите $\text{Cu}_2\text{NiSnS}_4$. В первом разделе статьи представлены расчеты структурных свойств и запрещенных зон исследуемых систем с использованием различных обменно-корреляционных потенциалов. Далее приведены результаты расчетов электронных свойств и зонной структуры, рассчитанные по обменно-корреляционному функционалу mBJ [29]. На основе зонных структур и плотности состояний (DOS) сравниваются электронные свойства изученных материалов.

Детали моделирования

Расчеты *ab initio* для изучения электронных свойств системы Cu_2NiXS_4 (X = Sn, Ge, Si) выполнены с использованием пакета Wien2k [30] после GGA-релаксации всех исследуемых структур в коде VASP [31]. Оценку ширины запрещенной зоны исследуемых систем осуществляли с помощью обменно-корреляционных функционалов LDA, GGA (PBE), PBEsol-GGA, LSDA, TB-mBJ в базисном коде Wien2k, а затем плотность электронных состояний и зонной структуры была рассчитана в приближении TB-mBJ, так как именно этот потенциал позволил получить сопоставимые с экспериментом результаты, а наличие многочисленных работ также подтверждает пригодность этого приближения для надежной оценки ширины запрещенной зоны [32–41] и преодоления

недооценки этой величины приближением GGA. Рассматривались валентные электроны: S: 3s2 3p4, Cu: 3d10 4s1, Sn: 4d10 5s2 5p2, Ni: 3d10 4s2, Ge: 3d10 4s2 4p2 и Si: 3s2 3p2. Электронная и ионная релаксация исследуемых структур достигалась при энергии отсечки 550 эВ и равномерной сетке из k-точек 3×3×3. Структуры релаксировали до тех пор, пока численная сходимость относительно самосогласованных циклов не достигала сил между ионами менее 10⁻³ эВ Å⁻¹, а полная энергия системы достигала 10⁻⁶ эВ. Во время релаксации симметрия поддерживалась постоянной, а положение атомов, объем и форма ячейки релаксировались спонтанно. Для спин-орбитальных и спин-поляризованных расчетов в пакете Wien2k, 1000 k – точка использовалась в зоне Бриллюэна для самосогласованной сходимости с отсечкой RMT*Kmax=7, где RMT — наименьший радиус маффинной сферы, а Kmax — величина наибольшего волнового вектора. Все компьютерные ТФП-расчеты выполнялись на высокопроизводительном вычислительном кластере, оснащённом 2 вычислительным узлом с одним физическим процессором Intel Core i9-9960X CPU 3.10 G (16 ядер по 3,0 ГГц) и 32 ГБ оперативной памяти.

Полученные результаты и их обсуждения

Структурные свойства

В табл. 1 приведены расчетные параметры решетки (a, b, c) и межатомные расстояния в системе Cu₂NiXS₄ (X=Sn, Ge, Si), полученные в результате ионной релаксации исследуемых структур. Также приведены результаты расчетов межатомных расстояний между катионами и атомами S, а также расстояний между медью и серой.

Таблица 1 - Расчетные параметры решетки кристаллических структур системы Cu₂NiXS₄ (X=Sn, Ge, Si), полученные в приближении GGA. Результаты расчетов сравниваются с литературными данными. Пустые ячейки означают отсутствие данных.

Система	Источник	a, b (Å)	c (Å)	Связь	Длина связи / Å	
Cu ₂ NiSnS ₄	Данная работа	5.49	11.21	S-Cu	2.358	
				S-Ni	2.727	
	S-Sn	2.453				
Cu ₂ NiSnS ₄	Литература	Эксп.	5.49 [42]	11.21 [42]	-	-
		Расч.	5.41 [43]	10.99 [43]	-	-
	Данная работа	5.34	10.56	S-Cu	2.347	
Cu ₂ NiGeS ₄	Литература	Эксп.	5.33 [44]	10.58 [44]	-	-
			5.25 [45]	10.70 [45]		
	Расч.	-	-	-	-	
Cu ₂ NiSiS ₄	Данная работа	5.28	9.33	S-Cu	2.349	
				S-Ni	2.738	
	S-Si	2.143				
Cu ₂ NiSiS ₄	Литература	Эксп.	-	-	-	-
		Расч.	-	-	-	-

Согласно результатам, приведенным в табл. 1, последовательная замена Ge и Si на Sn приводит к уменьшению параметров решетки исследуемых систем. Полученные расчетные данные хорошо согласуются с результатами известных теоретических и экспериментальных измерений [42-45]. К сожалению, экспериментальные характеристики кристаллических структур кестерита Cu₂NiSiS₄ пока нигде не сообщались, чтобы сравнить с нашими результатами. Видно, что замена катиона влияет и на межатомное расстояние, за счет чего происходит изменение электронной и зонной структуры кестерита. В следующем разделе представленные здесь результаты будут сопоставлены с электронными свойствами.

Электронные свойства

Результаты расчетов энергии запрещенной зоны, полученные с помощью различных функционалов, и информация об электронной зонной структуре, рассчитанная по обменно-корреляционному потенциалу mBJ для системы Cu₂NiXS₄ (X=Sn, Ge, Si), представлены в виде таблиц и графиков зависимостей в этом разделе. Диаграммы распределения энергетических зон строятся с учетом состояний eg и t2g, а также плотности электронных состояний в общем и парциальном виде, на основе которых можно подробно обсудить и интерпретировать вклад каждого типа атомов и роль их индивидуальных электронных состояний в формировании энергетических зон исследуемых полупроводников. Как видно из рис. 1, все рассчитанные полосы для кристаллов

$\text{Cu}_2\text{NiSnS}_4$, $\text{Cu}_2\text{NiGeS}_4$, $\text{Cu}_2\text{NiSiS}_4$ представляют собой прямую запрещенную зону, расположенную в точке Г.

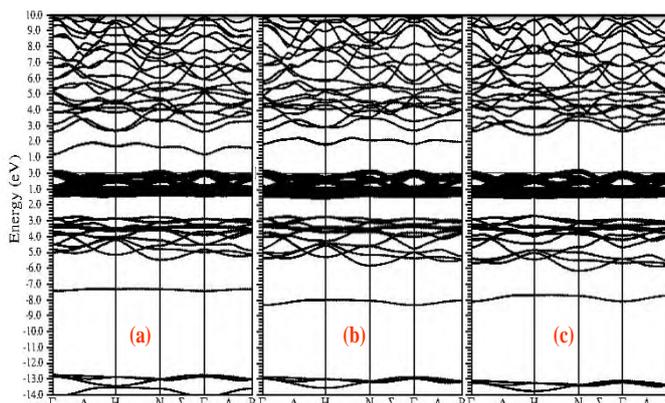


Рисунок 1 - Диаграмма распределения энергетических зон полупроводников: а) $\text{Cu}_2\text{NiSnS}_4$, б) $\text{Cu}_2\text{NiGeS}_4$, в) $\text{Cu}_2\text{NiSiS}_4$. Уровень Ферми задан в точке 0.

По результатам, представленным на рис. 1, видно, что для всех исследованных систем существуют полосы t2g-состояний вблизи уровня Ферми. Во многих местах даже эти полосы сливаются с этим уровнем. Для кристаллов $\text{Cu}_2\text{NiSnS}_4$ и $\text{Cu}_2\text{NiGeS}_4$ характерно наличие мелких межзонных состояний в запрещенной зоне, однако при X=Si такого поведения не наблюдается. Далее в табл. 2 приведены и сопоставлены значения ширины запрещенной зоны кристаллов $\text{Cu}_2\text{NiSnS}_4$, $\text{Cu}_2\text{NiGeS}_4$ и $\text{Cu}_2\text{NiSiS}_4$, полученные по различным обменно-корреляционным функционалам, поскольку предсказание таких фундаментальных характеристик полупроводников стало актуальным в связи с их технологическими приложениями, такими как оптоэлектроника и фотогальваника [46, 47]. С другой стороны, это связано с тем, что сообщество специалистов по твердотельным вычислениям уделяет большое внимание проблеме прогнозирования фундаментальной ширины запрещенной зоны исследуемых материалов. Результаты, полученные в таблице 2, также сравниваются с экспериментально полученными результатами.

Таблица 2 - Значения ширины запрещенной зоны (E_g) для кристаллов $\text{Cu}_2\text{NiSnS}_4$, $\text{Cu}_2\text{NiGeS}_4$ и $\text{Cu}_2\text{NiSiS}_4$, рассчитанные с использованием различных обменно-корреляционных функционалов.

Cu_2NiXS_4	Ширина запрещенной зоны, eV							
	Cu	Данная работа					Литература	
		LDA	PBE(GGA)	PBEsol	TB-mBJ	LSDA	Calc.	Exp.
Sn	X=	.93	0.72	0	1.	1	1.31 [48], 1.38 [49]	
Ge	X=	.98	0.96	1	1.	1	1.8 [51]	
Si	X=	.39	1.41	1	2.	2	-	

Как показано в таблице 2, разные потенциалы оценивают ширину запрещенной зоны по-разному. Особенно LDA и GGA (PBE) показали довольно маленькую ширину запрещенной зоны по сравнению с mBJ, LSDA и другими обменно-корреляционными функционалами. С другой стороны, очевидно, что стандартные функционалы LDA и GGA сильно занижают ширину запрещенной зоны [52-53], особенно в отношении mBJ, LSDA, включая гибридные потенциалы. Согласно результатам наших расчетов наиболее точными функционалами оказался популярный модифицированный потенциал Бекке-Джонсона (БД), предложенный Траном и Блахом (TB-mBJ) [29] и LSDA [54], за которым очень близко следуют высоколокальные обменный GGA (HLE16) [55], резко ограниченный нормализованный потенциал (SCAN) [56] и скрининговый гибрид (HSE06) [57]. С другой стороны, оказалось, что результаты расчетов ширины запрещенной зоны кристаллов $\text{Cu}_2\text{NiSnS}_4$, $\text{Cu}_2\text{NiGeS}_4$, полученные по функционалу TB-mBJ, хорошо согласуются с экспериментом (табл. 2). Тем не менее результаты расчетов методом LSDA также близки к экспериментальным данным и практически совпадают с ними. Однако экспериментальные результаты [48, 49, 51] и расчетные значения ширины запрещенной зоны, приведенные в [50, 51], свидетельствуют о том, что расчеты с использованием TB-mBJ являются наиболее точными. Кроме того, как указано в таблице 2, ширина запрещенной зоны согласно TB-mBJ составляет 1,33 эВ для $\text{Cu}_2\text{NiSnS}_4$ и 1,91 эВ для $\text{Cu}_2\text{NiGeS}_4$, что соответствует их экспериментальным аналогам и превышает ранее полученные теоретические значения. Однако для $\text{Cu}_2\text{NiSiS}_4$ информации для сравнения в литературе до сих пор нет. По

сравнению с экспериментальными значениями ширина запрещенной зоны кестерита $\text{Cu}_2\text{NiGeS}_4$ завышена на 0,11 эВ, так как экспериментально сообщаемые значения составляют около 1,8 эВ [51].

В целом, результаты, полученные с помощью ТВ-mBJ, сопоставимы с данными, опубликованными в литературе [48–51]. Напротив, значение ширины запрещенной зоны $\text{Cu}_2\text{NiSnS}_4$, равное 1,33 эВ, соответствует зарегистрированным экспериментальным значениям ширины запрещенной зоны от 1,31 эВ [48]. Можно также попытаться представить результаты расчетов запрещенной зоны с использованием других потенциалов, поскольку за последние 50 лет в литературе появилось более 500 таких обменно-корреляционных функционалов [58, 59]. Однако лучше было сосредоточиться именно на вышеперечисленных функциях, так как, несмотря на большое количество функциональных возможностей, широко используются лишь некоторые из них. С другой стороны, в работах [59, 32–41] неоднократно сообщалось о подтверждении того, что потенциал mBJ в наборе стандартных функционалов пакета Wien2k является наиболее точным функционалом для расчета ширины запрещенной зоны.

Затем были реализованы расчеты mBJ для анализа полной и парциальной плотностей электронных состояний полупроводниковых кристаллов $\text{Cu}_2\text{NiSnS}_4$, $\text{Cu}_2\text{NiGeS}_4$ и $\text{Cu}_2\text{NiSiS}_4$. На рис. 2 представлены результаты спин-поляризованных (СП) и спин-орбитальных (СО) расчетов полной плотности электронных состояний для кристаллов $\text{Cu}_2\text{NiSnS}_4$, $\text{Cu}_2\text{NiGeS}_4$ и $\text{Cu}_2\text{NiSiS}_4$.

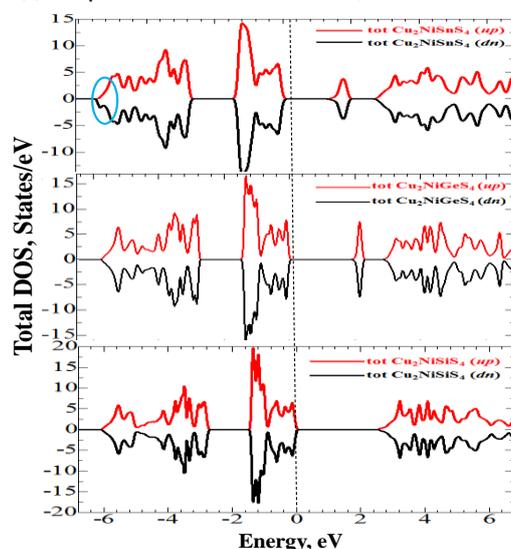


Рисунок 2 - Полная плотность электронных состояний (ППЭС) верхнего и нижнего спинов полупроводников системы Cu_2NiXS_4 ($X=\text{Sn}, \text{Ge}, \text{Si}$).

Согласно результатам, представленным на рис. 2, плотность электронных состояний за счет нижнего и верхнего спинов для $\text{Cu}_2\text{NiGeS}_4$ и $\text{Cu}_2\text{NiSiS}_4$ одинакова, однако для кристалла $\text{Cu}_2\text{NiSnS}_4$ имеется различие в плотности состояний электронов с верхним и нижним спином, т. е. для этих систем более заметны спин-орбитальные эффекты. Более того, при переходе от Sn к Ge и Si уровни Ферми смещаются в сторону более высоких энергий. С другой стороны, видно, что при замене позиции X, плотность электронных состояний и, соответственно, количество вакансий в системе $\text{Cu}_2\text{NiSiS}_4$ увеличиваются. При этом также расширяется энергетическая щель исследованных систем, особенно $\text{Cu}_2\text{NiSiS}_4$.

Далее для детального понимания роли атомов в формировании энергетических зон на рисунках 3-5 приведены парциальные плотности состояний исследуемых систем, по которым легко определить вклад каждого атома в формирование этих энергетических состояний.

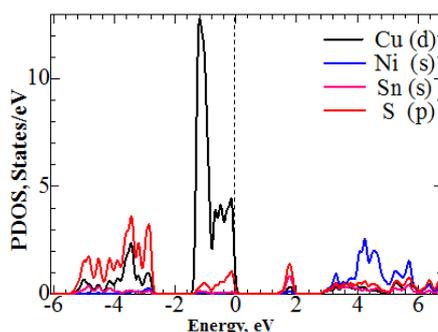


Рисунок 3 - Парциальная плотность состояний кристалла $\text{Cu}_2\text{NiSnS}_4$.

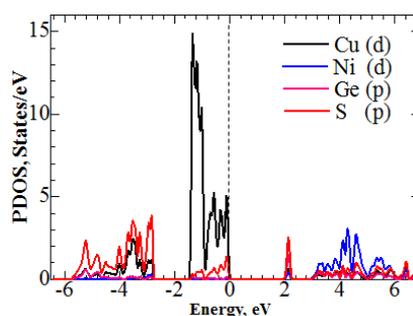


Рисунок 4 - Парциальная плотность состояний кристалла $\text{Cu}_2\text{NiGeS}_4$.

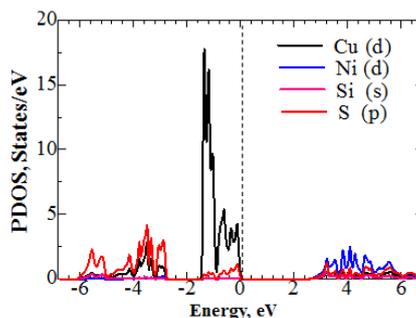


Рисунок 5 - Парциальная плотность состояний кристалла $\text{Cu}_2\text{NiSiS}_4$.

На основании этих результатов можно прийти к выводу, что во всех случаях в формировании разрешенных энергетических зон в основном участвуют атомы Cu, а именно их d-состояния (рис. 3-5). Везде также заметен вклад s- и d-состояний атомов никеля и p-состояний атомов серы.

Далее следует остановиться на интерпретации электронной структуры исследуемых материалов вблизи краев зон, то есть в точке максимума валентной зоны и дна зоны проводимости (в точке встречи этих полос), так как выяснилось, что энергетические уровни на пороге этих полос имеют существенное значение для оценки электронных транспортных свойств [60–61]. Именно с этой целью для исследуемых материалов были рассчитаны парциальные плотности состояний (ППЭС), чтобы оценить вклад каждого сорта атомов, а точнее их конкретных электронных состояний, в формирование валентной зоны и зоны проводимости вблизи уровня Ферми (рис. 3-5).

Согласно рис. 3 в случае $X=\text{Sn}$ вклад вносят электроны d-состояния атомов Cu и p-состояния S вблизи валентной зоны (VB). В формирование зоны проводимости (CB) соответственно есть вклад атомов Ni (s-состояние) и S (p-состояние). Отмечен также умеренный вклад электронных состояний Sn. Суммарный вклад в образование VB и CB вносят в основном энергетические состояния Cu и S. В случае $X=\text{Ge}$ отмечается незначительный вклад электронов всех типов атомов (рис. 4). Роль электронных состояний атомов в образовании VB и CB полностью идентична роли атомов при $X=\text{Sn}$. Единственное отличие состоит в том, что плотность состояний, связанных с атомом S в зонах проводимости, несколько увеличивается из-за замены Sn на Ge. Фактически это сопровождается увеличением вакансий на атомных орбиталях серы, что увеличивает ширину запрещенной зоны $\text{Cu}_2\text{NiGeS}_4$. Однако вклад катионного замещения (Ge) в положение X все же незначителен. Согласно рисунку 5 d-состояния Cu и Ni, а также p-состояния атомов серы вносят вклад в формирование электронных состояний $\text{Cu}_2\text{NiSiS}_4$ вблизи краев зон. Кроме того, видно, что энергетический барьер (запрещенная зона) увеличивает и уменьшает плотность состояний атомов в зоне проводимости. Однако и в этом случае d-состояния электронов Cu имеют максимальный и доминирующий вклад в верхней части валентной зоны. Таким образом, результаты показывают, что основной вклад в формирование разрешенных зон (вблизи краев зон) в системе Cu_2NiXS_4 ($X=\text{Sn}, \text{Ge}, \text{Si}$) вносят d-орбитали атомов Cu, s- и d-состояния атомов Ni, а также p-состояние S.

Выводы

В данной работе проведены ТФП-расчеты для анализа структурных и электронно-энергетических зонных свойств полупроводниковых структур класса Cu_2NiXS_4 ($X=\text{Sn}, \text{Ge}, \text{Si}$) с использованием обменно-корреляционных функционалов LDA, GGA (PBE), PBEsol-GGA, LSDA и ТВ-mVJ. Полученные результаты сравнивались с литературными данными. Наиболее точным функционалом оказался популярный модифицированный потенциал Бекке-Джонсона (БДж), предложенный Траном и Блахом, так как эта функция давала значение ширины запрещенной зоны сравнимому к эксперименту. Согласно расчетам mVJ значение ширины запрещенной зоны (E_g) членов семейства Cu_2NiXS_4 ($X=\text{Sn}, \text{Ge}, \text{Si}$) изменяется от 1,33 до 2,58 эВ. По литературным данным, кристаллы с такими значениями E_g имеют коэффициенты поглощения порядка 10^4 см^{-1} и наибольшую эффективность. С другой стороны, увеличение ширины запрещенной зоны от 1,33 эВ

(для $\text{Cu}_2\text{NiSnS}_4$) до 1,91 эВ для $\text{Cu}_2\text{NiGeS}_4$ и 2,58 эВ для $\text{Cu}_2\text{NiSiS}_4$ связано с изменением химического взаимодействия между замещающим катионом и серы, что приводит к небольшому уплотнению энергетического уровня на дне зоны проводимости и смещению этого энергетического уровня в область более высоких энергий. Это также легко связать и обосновать с результатами наблюдения за структурными свойствами исследуемых материалов, из которых видно уменьшение межатомного расстояния катиона (X)/серы.

Финансирование

Работа выполнена и результаты получены при финансовой поддержке МФГС СНГ в рамках научного проекта за счет гранта МИЦНТ СНГ.

Литература

1. Vesborg P, Jaramillo T. Addressing the terawatt challenge: scalability in the supply of chemical elements for renewable energy. *RSC Adv.* 2012; 2:7933-47.
2. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the 2017 list of Critical Raw Materials for the EU 2017.
3. Green M, [Ewan D](#), [Jochen H](#), [Masahiro Y](#), [Nikos K](#), [Xiaojing H](#). Solar cell efficiency tables (version 57). *Prog. Photovolt., Res. Appl.* 2021; 29: 3-15.
4. Nakamura M, Koji Y, Yoshinori K, Yusuke Y. Cd-free $\text{Cu}(\text{In,Ga})(\text{Se,S})_2$ thin-film solar cell with record efficiency of 23.35%. *IEEE J. Photovolt.* 2019; 9:1863.
5. Sergio G, Zacharie J, Marcel P, Victor I, Alejandro P, Edgardo S. Progress and perspectives of thin film kesterite photovoltaic technology: a critical review. *Adv. Mater.* 2019; 31: 1806692.
6. Chang Y, Jialiang H, Kaiwen S, Steve J, Yuanfang Z, Heng S, Aobo P, Mingrui H, Fangyang L, Katja E, Limei Y, Julie M, Ziv H, John A, Shiyong Ch, Martin A, Xiaojing H. $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ solar cells with over 10% power conversion efficiency enabled by heterojunction heat treatment. *Nat. Energy.* 2018;3: 764-72.
7. Wei W, Mark T, Oki G, Tayfun G. Device characteristics of CZTSSe thin-film solar cells with 12.6% efficiency *Adv. Energy Mater.* 2013; 4: 1301465.
8. Todorov T. Solution-based synthesis of kesterite thin film semiconductors. *J. Phys. Energy* 2020; 2:012003.
9. Ratz T, Brammertz G, Caballero R, León M, Canulescu S, Schou J, Gütay L, Pareek D, Taskesen T, Kim D. Physical routes for the synthesis of kesterite. *J. Phys.: Energy* 2021; 1:042003.
10. Grossberg M, et al. The electrical and optical properties of kesterites *J. Phys.: Energy* 2019; 1: 044002.
11. Grossberg M, et al. Back and front contacts in kesterite solar cells: state-of-the-art and open questions *J. Phys.:Energy* 2019;1:044005.
12. Crovetto A, Hansen O. What is the band alignment of $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S, Se})_4$ solar cells. *Sol. Energy Mater.* 2017; 169: 177-94. doi.org/10.1016/j.solmat.2017.05.008.
13. Chen S, Walsh A, Gong X-G and Wei S-H 2013 Classification of lattice defects in the kesterite $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ and $\text{Cu}_2\text{ZnSnSe}_4$ earth-abundant solar cell absorbers. *Adv. Mater.* 2013; 25: 1522-39.
14. Kim S, Park J, Walsh A. Identification of killer defects in kesterite thin-film solar cells. *ACS Energy Lett.* 2018; 3: 496–500.
15. Romanyuk Y, Stefan G, Sergio G, Marcel P, Devendra T, David J, Xiaojing H, Hao X, Thomas S, Marit K. Doping and alloying of kesterites *J. Phys.: Energy* 2019; 1:044004.
16. Li J, Wang D, Li X, Zeng Y, Zhang Y. Cation substitution in Earth-abundant kesterite photovoltaic materials. *Adv. Sci.* 2018;5:1700744.
17. Nematov D., Kholmurodov Kh., Aliona Stanchik, Kudzoev Tamerlan. A DFT Study of Structure, Electronic and Optical Properties of Se-Doped Kesterite $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ (CZTSSe). *Letters in Applied NanoBioScience* 2023; 12(3):67.

18. Nematov D, Kholmurodov Kh, Stanchik A, Fayzullaev K, Gnatovskaya V, Kudzoev T. On the optical properties of the $\text{Cu}_2\text{ZnSn}[\text{S}_{1-x}\text{Se}_x]_4$ system in the IR range. *Trends in Sciences* 2022, 19: 824-836.
19. Kim S, Kim K M, Tampo H, Shibata H and Niki S. Improvement of voltage deficit of Ge-incorporated kesterite solar cell with 12.3% conversion efficiency. *Appl. Phys. Express* 2016; 9:
20. Khelifi S, et al. The path towards efficient wide band gap thin-film kesterite solar cells with transparent back contact for viable tandem application. *Sol. Energy Mater. Sol. Cells* 2021; 219:110824.
21. Hohenberg P, Kohn W. Inhomogeneous electron gas. *Phys. Rev.* 1964; 136:B864–B871. doi.org/10.1103/PhysRev.136.B864.
22. Kohn W, Sham L. Self-consistent equations including exchange and correlation effects. *Phys. Rev.* 1965; 140:A1133–A1138.
23. Kim S, Park J, Walsh A. Identification of killer defects in kesterite thin-film solar cells. *ACS Energy Lett.* 2018; 3: 496–500.
24. Zamulko S, Chen R, Persson C. Investigation of the structural, optical and electronic properties of $\text{Cu}_2\text{Zn}(\text{Sn},\text{Si}/\text{Ge})(\text{S}/\text{Se})_4$ alloys for solar cell applications. *Phys. Status Solidi B* 2017; 254:1700084.
25. Liu H, Shiyou C, Ying Zh, Xiang H, Gong X, Su W. First-principles study on the effective masses of zinc-blend-derived $\text{Cu}_2\text{ZnIVVI}_4$ (IV=Sn, Ge, Si and VI=S, Se). *J. Appl. Phys.* 2022; 112:093717.
26. Dun C, Holzwarth N, Li Y, Huang W and Carroll D L 2014 $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S}_x\text{O}_{(1-x)})_4$ and $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S}_x\text{Se}_{(1-x)})_4$: first principles simulations of optimal alloy configurations and their energies. *Journal of Applied Physics* 2014; 115:193513.
27. Walsh A, Chen S, Wei S, Gong X. Kesterite thin-film solar cells: advances in materials modelling of $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$. *Adv. Energy Mater.* 2012; 2:400. doi.org/10.1002/aenm.201100630.
28. Jiang J. Inserting an intermediate band in Cu-and Ag-based Kesterite compounds by Sb doping: a first-principles study. *Mater. Sci. Eng. B* 2021; 264:114937.
29. Koller D, Tran F, Blaha P. Improving the modified Becke-Johnson exchange potential. *Phys. Rev. B* 2012, 85:155109.
30. Blaha P, Schwarz K, Madsen G, Kvasnicka D, Luitz J, Karlheinz S. WIEN2k an augmented plane wave + local orbitals program for calculating crystal properties. Austria, Techn. Universität Wien, 2001, –ISBN 3.- 9501031-1-2.
31. Kresse G, Furthmuller J. Efficiency of ab-initio total energy calculations for metals and semiconductors using a plane-wave basis set. *Comput. Mater. Sci.* 1996; 6:15–50,
32. Soraya B, Ibrahim L, Mohamed B, Taoutia S, Khenchoula A, Benghiab D. TB-mBJ calculation of structural, electronic and optical properties of two monovalent iodates AIO_3 (A=Tl, α -Rb). *Chinese Journal of Physics* 2019; 59:10-20.
33. Wahiba Ch, Brahim L, Hamza L, Abdelhakim Ch, Abderrahmane Ch, Hichem F, Hamadi Kh, Khenchoul S. TB-mBJ Calculations of Structural and Optoelectronic Properties of the Rhombohedral Phase of Bismuth Sodium Titanate. *Solid State Phenomena* 2019; 297:167-72.
34. Mezilet O, Assali A. New insights into the piezoelectric, thermodynamic and thermoelectric properties of lead-free ferroelectric perovskite $\text{Na}_0.5\text{Bi}_0.5\text{TiO}_3$ from Ab initio calculations. *Materials Today Communications* 2022: 31:103371.
35. Nematov D. Influence of Iodine Doping on the Structural and Electronic Properties of CsSnBr_3 . *International Journal of Applied Physics* 2022; 7:36-47.
36. Nizomov Z, Asozoda M, Nematov D. Characteristics of Nanoparticles in Aqueous Solutions of Acetates and Sulfates of Single and Doubly Charged Cations. *Arabian Journal for Science and Engineering* 2022; 47:1-7.

37. Nematov D, Kholmurodov K, Yuldasheva D, Rakhmonov K, Khojakhonov I. Ab-initio Study of Structural and Electronic Properties of Perovskite Nanocrystals of the CsSn[Br_{1-x}I_x]₃ Family. *HighTech and Innovation Journal* 2022; 3:140-50.
38. Davlatshoevich D.N. Investigation Optical Properties of the Orthorhombic System CsSnBr_{3-x}I_x: Application for Solar Cells and Optoelectronic Devices. *Journal of Human, Earth, and Future* 2021; 2:404-11.
39. Davlatshoevich N. D, Ashur K, Saidali B.A, Kholmirzo Kh, Lyubchyk A, Ibrahim M. Investigation of structural and optoelectronic properties of N-doped hexagonal phases of TiO₂ (TiO_{2-x}N_x) nanoparticles with DFT realization: Optimization of the band gap and optical properties for visible-light absorption and photovoltaic applications. *Biointerface Research in Applied Chemistry* 2022; 12:3836-48,
40. Nematov D, Burhonzoda A, Khusenov M. First Principles Analysis of Crystal Structure, Electronic and Optical Properties of CsSnI_{3-x}Br_x Perovskite for Photoelectric Applications. *J. Surf. Invest.* 2021; 15:532–533.
41. Nematov D, Makhsudov B, Kholmurodov Kh, Yarov M. Optimization Optoelectronic Properties Zn_xCd_{1-x}Te System for Solar Cell Application: Theoretical and Experimental Study. *Biointerface Research in Applied Chemistry* 2023; 13:90.
42. Yang C, Chen Y, Lin M, Wu S, Li L, Liu W. Structural, optical and magnetic properties of Cu₂NiSnS₄ thin films deposited by facile one-step electrodeposition. *Materials Letters* 2016; 166:101–104.
43. Rondiya S, Wadnerkar N, Jadhav Y, Jadkar S, Haram S, Kabir M. Structural, Electronic, and Optical Properties of Cu₂NiSnS₄: A Combined Experimental and Theoretical Study toward Photovoltaic Applications. *Chemistry of Materials* 2017; 29:3133–42.
44. Delgado G, Sagredo V. Synthesis and crystal structure of the quaternary semiconductor Cu₂NiGeS₄, a new stannite-type compound. *Rev. Mex. Fis.* 2019; 65: 355–59.
45. Beraich M, Shaili H, Benhsina E, Hafidi Z, Taibi M, Bentiss F, Fahoume M. Experimental and Theoretical study of new kesterite Cu₂NiGeS₄ thin film synthesized via spray ultrasonic technic. *Applied Surface Science* 2020; 146800.
46. Sze S, Ng K. *Physics of Semiconductor Devices*. 3rd Edition, John Wiley and Sons, Hoboken. 2006.
47. Neamen D. *Semiconductor Physics and Devices: Basic Principles* (McGraw-Hill, New York, NY, 2012).
48. Deepika R, Meena P. Preparation and characterization of quaternary semiconductor Cu₂NiSnS₄ (CNTS) nanoparticles for potential solar absorber materials. *Materials Research Express* 2019; 6: 0850b7.
49. Kamble A., Krishnaiah M. Synthesis of Cu₂NiSnS₄ nanoparticles by hot injection method for photovoltaic applications. *Materials Letters* 2014; 137:440-43.
50. Rongzhen Ch, Clas P. Electronic and optical properties of Cu₂XSnS₄ (X = Be, Mg, Ca, Mn, Fe, and Ni) and the impact of native defect pairs. *Journal of Applied Physics* 2017; 121:203104.
51. Beraich M, Hamza Sh, Mounir F. Experimental and theoretical study of new kesterite Cu₂NiGeS₄ thin film synthesized via spray ultrasonic technic. *Applied Surface Science* 2020.
52. Heyd J, Peralta J, Scuseria G, Martin R. Energy Band Gaps and Lattice Parameters Evaluated with the Heyd-Scuseria-Ernzerhof Screened Hybrid Functional. *J. Chem. Phys.* 2005;123:174101.
53. Verma P, Truhlar D. HLE16: A Local Kohn-Sham Gradient Approximation with Good Performance for Semiconductor Band Gaps and Molecular Excitation Energies. *J. Phys. Chem. Lett.* 2017;8:380–87.
54. [Barth U.](#) “A local exchange-correlation potential for the spin polarized case”. *J. Phys. C: Solid State Phys.* 1972; 5:1629-42.

55. Verma P, Truhlar D. HLE16: A Local Kohn-Sham Gradient Approximation with Good Performance for Semiconductor Band Gaps and Molecular Excitation Energies. *J. Phys. Chem. Lett.* 2017;8:380–87.
56. Sun J, Ruzsinszky A, and Perdew J. Strongly constrained and appropriately normed semilocal density functional. *Phys. Rev. Lett.* 2015; 115:036402.
57. Heyd J, Scuseria G, Ernzerhof M. Hybrid functionals based on a screened coulomb potential. *J. Chem. Phys.* 2003; 118:8207.
58. Lehtola S, Steigemann C, Oliveira, M, Marques M. Recent developments in libxc—a comprehensive library of functionals for density functional theory. *Software X* 2018; 7:1–5.
59. Marques M, Oliveira M, Burnus T. Libxc: a library of exchange and correlation functionals for density functional theory. *Comput. Phys. Commun* 2012; 183: 2272–81.
60. Mawloud B, Norredine M, Omar A, Aamir H. Optoelectronic properties of the novel perovskite materials $\text{LiPb}(\text{Cl}:\text{Br}:\text{I})_3$ for enhanced hydrogen production by visible photocatalytic activity: Theoretical prediction based on empirical formulae and DFT. *International Journal of Hydrogen Energy* 2020; 45:33466-77.
61. Najm A, Moria H, Ludin N. Areca catechu as photovoltaic sensitizer for dye-sensitized solar cell (DSSC). *Biointerface Research in Applied Chemistry* 2020;10:5636-39,

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ- INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
Каюмов Махмадзоир Махмарачабович	Каюмов Махмадзоир Махмарачабович	Kayumov Makhmadzoir Makhmarajabovich
Доктор PhD	Доктор PhD	PhD
ДТТ ба номи академик М.С.Осими	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
kmakhmadzoir@gmail.com		
(+992) 934102317		
TJ	RU	EN
Рауфов И.М.	Рауфов И.М.	Raufov I.M.
Магистри Институти физикаю техникии Академияи илмҳои Тоҷикистон ба номи С.У.Умаров	Магистрант Физико- технического института им. С.У.Умарова Национальной академии наук Таджикистана	Master student of the S.U.Umarov Physical- Technical Institute of the National Academy of Sciences of Tajikistan
TJ	RU	EN
Гиёсов Сайфиддин Сафаралиевич	Гиёсов Сайфиддин Сафаралиевич	Ghiyosov Sayfiddin Safaralievich
унвонҷӯ	соискатель	PhD student
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
ghiyosov95@mail.ru		
TJ	RU	EN
Нематов Дилшод Давлатшоевич	Нематов Дилшод Давлатшоевич	Nematov Dilshod
н.и.т.	к.т.н	Senior Researcher, PhD
Институти физикаю техникии Академияи илмҳои Тоҷикистон ба номи С.У.Умаров	Физико-технический институт им. С.У.Умарова Национальной академии наук Таджикистана	S.U.Umarov Physical- Technical Institute of the National Academy of Sciences of Tajikistan
dilnem@mail.ru ; dilnem@phti.tj		
(+992) 900 99 22 35		

УДК 621.373.826.038.823

ПРИМЕНЕНИЕ ДИФРАКЦИОННЫХ РЕШЕТОК ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ МНОГОБИТНОЙ ИНФОРМАЦИИ В СВЕТОВЫХ ИМПУЛЬСАХ ЛАЗЕРА С СИНХРОНИЗОВАННЫМИ МОДАМИ

Гафуров Х.

Худжандский государственный университет имени академика Б. Гафурова

В работе представлены результаты расчетов о возможности применения синхронизации продольных мод непрерывных лазеров для формирования многобитной информации. Каждая продольная мода лазера, разделенная между двумя дифракционными решетками, управляется соответствующей двоичной информацией. Каждый световой импульс несет объем информации в зависимости от количества синхронизованных продольных мод. Чем больше количество информации в световом импульсе, тем короче его длительность.

Ключевые слова: дифракционная решетка, импульс, продольная мода, синхронизация, лазер.

Истифодаи панчараи дифраксионӣ барои ҷойгиркунии иттилооти бисёр-битӣ дар импульсҳои лазери модҳояш синхронизатсияшуда

Гафуров Ҳ.

Дар мақола натиҷаҳои ҳисоби имконпазирии истифодаи синхронизатсияи модҳои тӯлии лазерҳои бефосила барои ташаққули иттилооти бисёр-битӣ оварда шудааст. Ҳар як модаи тӯлии лазер, ки бо ёрии ду панчараи дифраксионӣ ҷудо карда шудааст, тавассути иттилооти дуии мувофиқ идора карда мешавад. Ҳар як импульси рӯшноӣ, барандаи ҳаҷми иттилооти аз миқдори модҳои тӯлии синхронизатсияшуда вобаста буда мебошад. Чи қадаре ҳаҷми иттилоот дар дохили импульс зиёд бошад ҳамон қадар дарозин он кӯтоҳ мешавад.

Калимаҳои калидӣ: панчараи дифраксионӣ, импульс, модҳои тӯлӣ, синхронизатсия, лазер.

Application of diffraction gratings to accommodate multi-bit information in light pulses of a mode-locked laser

Ghafurov H.

The paper presents the results of calculations on the possibility of using longitudinal mode locking of cw lasers for the formation of multi-bit information. Each longitudinal mode of the laser, divided between two diffraction gratings, is controlled by the corresponding binary information. Each light pulse carries an amount of information depending on the number of synchronized longitudinal modes. The greater the amount of information in a light pulse, the shorter its duration.

Keywords: diffraction grating, pulse, longitudinal mode, synchronization, laser.

Введение. Согласно одному из основных законов оптики световые потоки распространяются в пространстве независимо друг от друга. Экспериментальными подтверждениями данного утверждения являются процессы поляризации, дисперсии, двойного лучепреломления и дифракции светового излучения. Если предположить, что процесс дисперсии обусловлен только взаимодействием света со средой, то непонятно почему происходит деление белого светового излучения на световые пучки разного цвета при дифракции на дифракционной решетке, где отсутствует среда взаимодействия? Дифракционная решетка представляет собой последовательность щелей и преград и материал решетки никак не взаимодействует со световым излучением [1].

Материалы и методы. Все экспериментально подтвержденные результаты являются свидетелем того, что световое излучение представляет собой суперпозицию огромного количества электромагнитных волн, отличающихся друг относительно друга по отдельным параметрам [2]. К числу таких уникальных параметров относятся частота (длина волны), направление поляризации и начальная фаза колебания, разница в которых не позволяет интерференции волн, и они сохраняются в виде отдельных потоков света внутри светового излучения. При возможности проявить эти уникальные свойства световые потоки отделяются друг от друга, например, это происходит при прохождении светового излучения через призму (явление дисперсии), дифракционную решетку (явление дифракции) или через нелинейный кристалл (явление двойного лучепреломления).

Уникальностью этих процессов является их обратимость, которая состоит в обратном преобразовании разделенных световых потоков в один общий поток, который можно передавать в нужном для нас направлении. Именно такая возможность является привлекательной с точки зрения передачи информации в оптических каналах связи. Также важно отметить, что в последнее время все актуальнее становится использование взаимодействия световых потоков в процессах

вычисления и обработки данных [3]. Нет сомнения в том, что такие процессы, называемые квантовыми вычислениями, являются наиболее быстрыми, поскольку скорость вычисления определяется не скоростью движения электронов, а непосредственно скоростью света.

Схема реализации разложения светового излучения на отдельные световые потоки для уплотнения потока информации в оптических каналах связи представлена на рис.1.

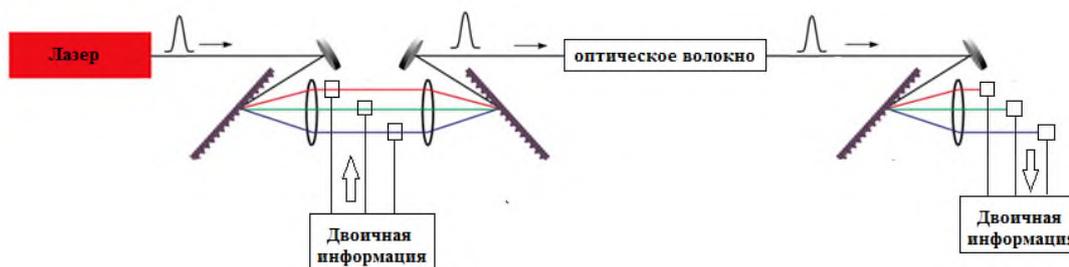


Рисунок 1 - Схема уплотнения потока оптической информации в широкополосном и непрерывном лазерном излучении

Использование лазерного источника излучения позволяет использовать как широкополосное световое излучение, состоящее из сплошного или полосового спектра частот в непрерывных лазерах, так и большого количества продольных мод (электромагнитной волны дискретной частоты) в лазерах с синхронизацией мод. Излучение лазера проходит пару дифракционных решеток, где происходит разделение света на отдельные потоки (частоты, полосы частот, отдельные продольные моды). Каждый световой поток управляется двоичной информацией, который открывает или закрывает путь прохождения света путем подачи электрического сигнала. В результате этого каждый световой поток получает свою информацию. Вторая дифракционная решетка выполняет задачу обратного совмещения световых потоков, передаваемого по оптическому каналу внутри одного светового волокна. После достижения точки приема информации световое излучение, проходя дифракционную решетку, делится на отдельные световые потоки, каждая из которых несет свою информацию. Таким образом, применение представленной схемы управления световыми потоками излучения позволяет степень уплотнения информации определить количеством независимых световых потоков в составе излучения лазера. Если лазерный источник является лазером с синхронизованными модами, то степень уплотнения определяется количеством синхронизованных продольных мод [4].

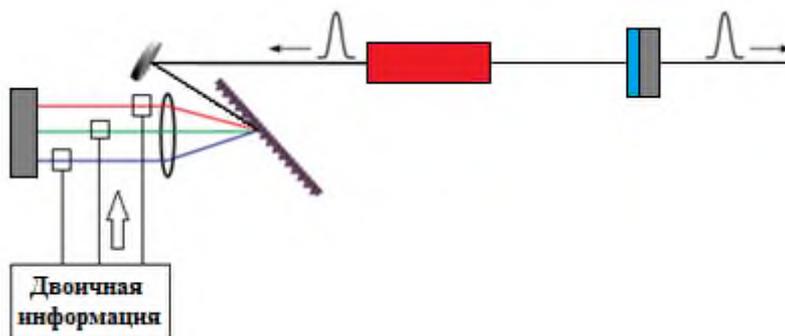


Рисунок 2 - Схема формирования многобитной информации в лазерах с синхронизацией мод

Результаты и обсуждения. Синхронизация продольных мод в лазерах непрерывного действия, осуществляемая за счет размещения нелинейного поглотителя внутри резонатора, является надежным способом создания источника из последовательности световых импульсов с высокими временными и энергетическими характеристиками [5,6]. Следует отметить, что длительность формируемых световых импульсов однозначно определяется количеством синхронизованных продольных мод резонатора лазера [6].

Излучение непрерывного лазера в режиме синхронизации продольных мод является суперпозицией нескольких эквидистантных электромагнитных волн, и результирующая волна является носителем многобитной информации. Поэтому результирующую волну можно представить в виде следующей суммы:

$$y(t) = \sum_{j=0}^k D * n_{0,j} * \sin[(\omega + j * \eta) * t]$$

где D - амплитуда волн, ω - начальная частота волн, j – порядковый номер волны, η - частотный интервал волн, k - число волн, кроме начальной, $n_{m,j}$ – массив из 0 и 1, где количество элементов равно $k+1$, определяющий количество суммируемых волн, которое определяет размер информации результирующей волны.

Физически регистрируемой величиной является переносимая мощность или энергия излучения суммированных волн. Мощность светового импульса определяется как квадрат результирующей амплитуды

$$I(t) = (y(t))^2$$

В качестве начальных параметров синусоидального сигнала берем четыре эквидистантные волны с начальной частотой 100 МГц и частотным интервалом между ними равной 50 МГц, амплитуда каждой волны равна 1:

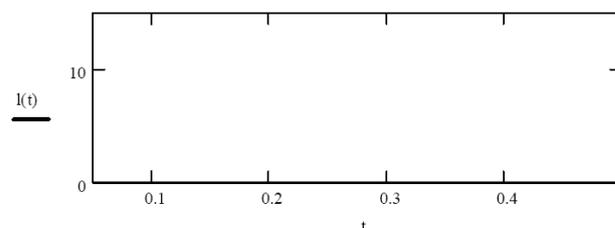
$$\eta := 50 \text{ с}^{-1} \quad \omega := 100 \text{ с}^{-1} \quad k := 3 \quad D := 1.$$

Двоичное число задается в виде однострочной матрицы $n_{0,j}$ и содержит четыре элемента (поскольку $k=3$ и могут быть варианты $j=0,1,2,3$). Примеры расчетов $I(t)$ для отдельных значений $n_{0,j}$ приведены в таблице 1.

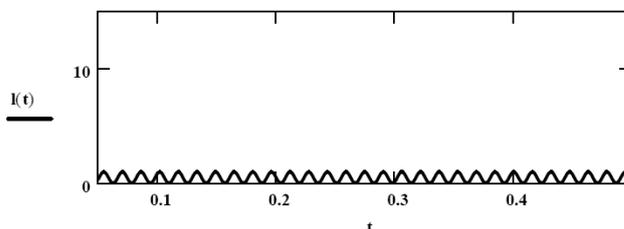
Таблица 1 - Примеры расчетов $I(t)$ для отдельных значений $n_{0,j}$
 $I(t) = (y(t))^2$ – мощность излучения

$n_{0,j}$

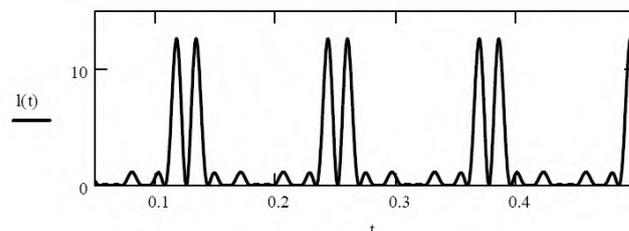
0 0 0 0



0 0 1 0



1 1 1 1



Из приведенных в табл.1 результатов видно, что результирующее излучение синхронизованных волн за счет интерференции четырёх волн однозначно определяется заданным двоичным кодом $n_{0,j}$, и они хорошо различимы между собой. Представляют собой периодически повторяющую структуру, которая стремится к форме короткого импульса при большом количестве эквидистантных волн. Период повторения однозначно определяется заданной величиной межмодовой частоты $\eta := 50 \text{ с}^{-1}$.

$$T = \frac{2\pi}{\eta} = 0.125 \text{ с}$$

При увеличении количества синхронизируемых волн амплитуда периодически повторяющейся структуры возрастает, и это однозначно подтверждается результатами экспериментальных

измерений параметров излучения лазера, работающего в режиме синхронизации продольных мод [5].

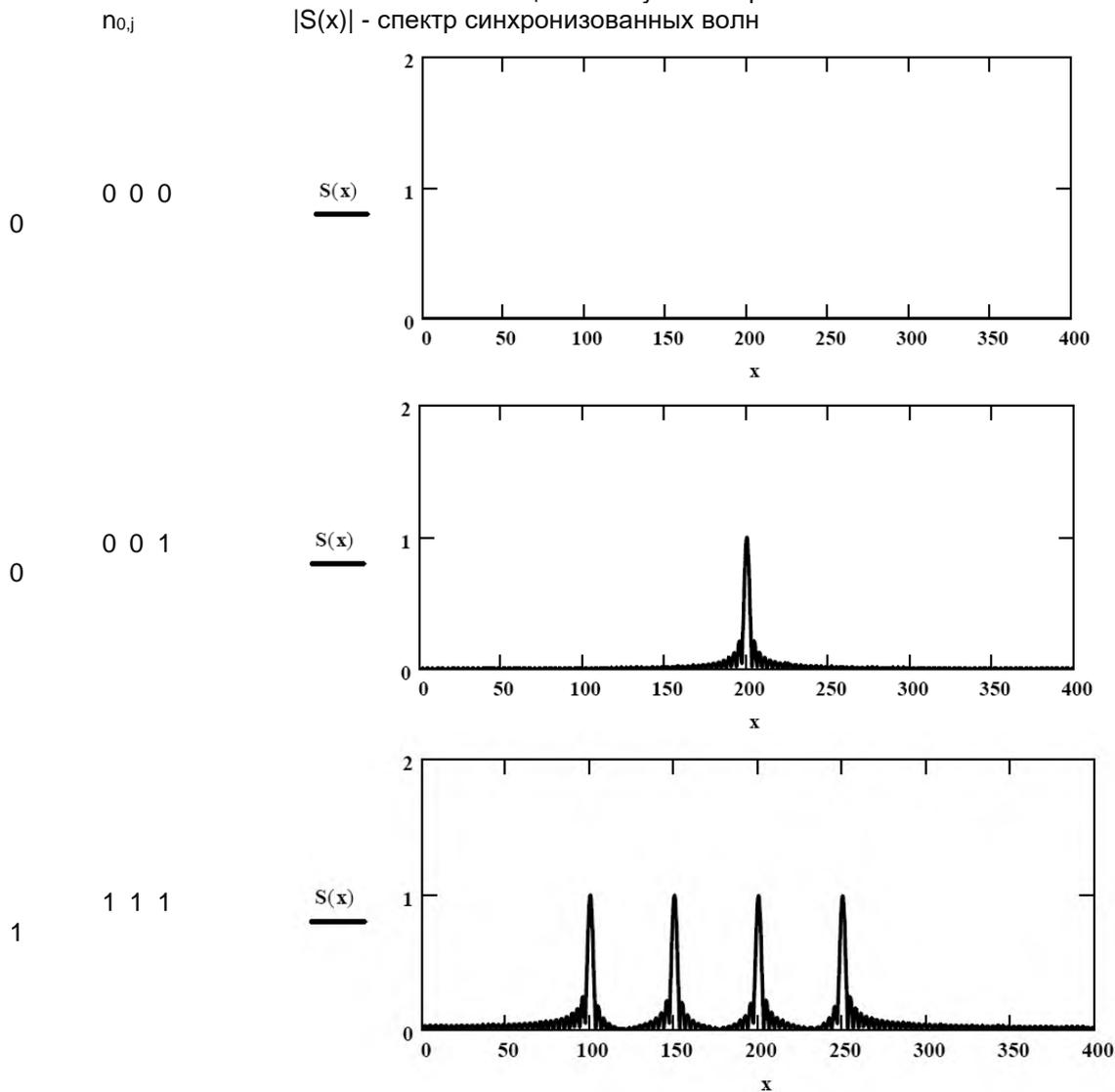
Другим немаловажным вопросом является то, что каким образом из синхронизованных волн можно будет получить информацию о значении двоичного кода $n_{m,j}$. Эта задача связана с определением частотного содержания синхронизованной волны $y(t)$, которое называется спектральным анализом. Математическим аналогом спектрального анализа является преобразование Фурье заданного временного сигнала и поэтому нам необходимо будет вычислить функции:

$$\hat{S}(x) = \int_{-\infty}^{\infty} y(t) * e^{-ixt} dt$$

$$S(x) = |\hat{S}(x)|$$

Результаты расчетов приводятся в табл.2, где были заданы начальные условия, соответствующие расчетам табл.1:

Таблица 2 - Результаты расчетов



Высокая стабильность как для сильных, так и слабых полей обеспечивается за счет процессов насыщения и взаимной компенсации аномальных дисперсий усиливающей и поглощающей среды [7].

На основе сравнения данных $n_{0,j}$ и $|S(x)|$, приведенных в табл.2, можно отметить однозначное соответствие спектра сигнала двоичному числу, которое было задано при формировании суммарного сигнала $y(t)$.

Выводы. В связи с этим можно сделать следующие выводы. Суммирование волн с кратной разностью частот – эквидистантные волны – «частотная гребенка» являются удобным способом формирования запутанных волн или кубитов. Световой импульс, как результат сложения большого количества гармонических волн, является удобным инструментом считывания информации многобитных квантовых структур (квантовой ячейки памяти или квантового регистра). Синхронизованные эквидистантные волны сохраняют заданное значение многозначного двоичного числа, которое однозначно выражается в спектре сформированного импульса. Длительность световых импульсов обратно пропорционально объему информации и чем больше объем информации, тем короче их длительность.

Литература:

1. Ландсберг Г.С. Оптика / 6-е изд., стереот. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 848 с.
2. Виноградова, И.А. Задачи и упражнения по математическому анализу: учеб. пособие для вузов. Ч. 1. Дифференциальное и интегральное исчисление / И.А.Виноградова, С.Н.Олехник, В.А.Садовничий; Ред. В.А.Садовничий. - 3-е изд., испр. - М.: ДРОФА, 2001. - 725 с
3. Квантовые поляризационные состояния фотонов: уч.-метод. пособие / сост.: С. Н. Филиппов. – М. : МФТИ, 2017. – 36 с
4. Звелто О. Принципы лазеров. - М.: Мир, 1990. - 550 с.
5. Гафуров Х.Г., Криндач Д.П., Назаров Б.И., Новодережкин В.И. Энергетические характеристики излучения Ag^+ лазера в режиме пассивной синхронизации мод // Журнал технической физики // 1983. – Т.53. №8. С.1536-1540.
6. Гафуров Х.Г., Криндач Д.П., Яковлев А.Г. Стационарная пассивная синхронизация мод Ag^+ лазера // Квантовая электроника. 1985. Т.12. № 7. С.1503-1510.
7. Гафуров Х., Тошходжаев Х.А. Механизм высокой стабильности временной структуры лазера с синхронизацией мод // Известия АН РТ Отд. физ.-мат., хим., геол., и техн. н. // 2020. – Т.178. №1. С.57 – 64.

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ-AUTHORS BACKGROUND

TJ	RU	EN
Гафуров Ҳалимҷон	Гафуров Халимджон	Ghafurov Halimjon
номзади фанъои физикаю математика, дотсент	кандидат физико-математических наук, доцент	Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
ДДХ ба номи академик Бобочон Гафуров	ХГУ имени академика Бабаджана Гафурова	KSU named after academician Bobojon Gafurov
e-mail: microwavetgu@gmail.com		
ORCID Id: 0000-0001-9249-7779		
Tel:92-777-23-69		

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

УДК004.934.2

МОДЕЛИ МАТЕМАТИКИ ШИНОХТАГИРИИ ОВОЗ

Дадобоев А.А.

Донишгоҳи давлатии ҳуқуқ, бизнес ва сиёсати Тоҷикистон

Дар мақолаи илмӣ, маъсалаҳои таҳлили маълумоти овозӣ дар 10 соли охир, меъёрҳои сохтори системаи коркарди автоматии нутқ мавриди таҳқиқи қарор ёфта, хусусиятҳои асосии якчанд форматҳои файли аудиоӣ низ баррасӣ шудаанд. Исробот шудааст, ки санҷиши нутқ микдори нисбии унсурҳои дуруст даркшудаи нутқ, сифати нутқ, параметре мебошад, ки тембри субъективии нутқ ва суръати муътадили нутқ, дарозии байни ибораҳои муайян мекунад.

Калимаҳои калидӣ: технологияи инноватсионӣ, алгоритмҳои динамикии вақт (*Dynamic Time Warping*), модели акустикӣ, модули пасти кардани садо, унсурҳои нутқ, моделҳои кофии оморӣ.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСПОЗНАВАНИЯ ГОЛОСА

Дадобоев А.А.

В данной статье определены вопросы анализа голосовых данных за последние 10 лет, критерии архитектуры системы автоматической обработки речи. Также представлены основные свойства нескольких основных форматов аудиофайлов. Доказано, что речевой тест - это относительное количество правильно воспринятых речевых элементов, качество речи, параметр, измеряющий субъективную тембральность речи, и нормальная скорость речи, длина между фразами.

Ключевые слова: инновационная технология, динамические временные алгоритмы (*Dynamic Time Warping*), акустическая модель, модуль шумоподавления, речевые элементы, достаточные статистические модели.

MATHEMATICAL MODEL OF VOICE RECOGNITION

Dadoboev A.A.

This article defines the issues of analyzing voice data over the past 10 years, the criteria for the architecture of an automatic speech processing system. The main properties of several major audio file formats are also presented. It has been proven that the speech test is the relative number of correctly perceived speech elements, the quality of speech, a parameter that measures the subjective timbre of speech, and the normal speed of speech, the length between phrases.

Keywords: innovative technology, dynamic time algorithms (*Dynamic Time Warping*), acoustic model, noise reduction module, speech elements, sufficient statistical models.

Муқаддима

Пешрафти илм, техника ва технология бо тараққиёти воситаҳои муносибати одамон ва мошинҳои электронӣ зич алоқаманд буда, бо томиаи гуфтан мумкин аст, ки маълумтарин 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 тартибдодашудаи мавҷудбуда шинохта мешаванд. Модели мазкур ва моделҳои ба он монандро моделҳои шинохтагирии овоз аз рӯи луғат меноманд.

Объект ва усулҳои таҳқиқот

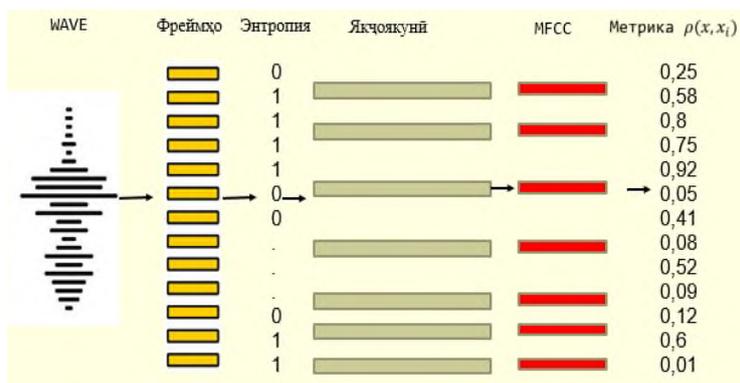
Ба сифати объекти таҳқиқот модели коркарди сигналҳо ва табдили онҳо ба овоз интихоб карда шудааст.

Пеш аз он ки дар бораи модели шинохтагирии овоз таҳқиқотро анҷом диҳем, бо мафҳуми овоз шинос мешавем. Овоз ин пайдарпаии садоҳо мебошад. Садо бошад, композитсияи (омехтаи) чандин лаппишҳои овозии басомадҳои гуногундошта махсуб меёбад. Аз курси электродинамикаи физика маълум аст, ки лаппишҳои овозӣ ва ё умуман лаппишҳо бо ёрии ду параметр, яъне амплитуда ва басомад (зуддӣ) ифода карда мешаванд.

Барои он ки овоз ба хотираи таҷҳизоти замонавӣ сабт карда шавад, онро аввал дар асоси қоидаи муайян ба қисмҳо тақсим намуда, баъдан аз ҳар яки ин қисмҳо, бо назардошти тартиби муайяни дигар, дар алоҳидагӣ қиматҳо гирифта мешаванд. Дар ҳолати ба қисмҳо тақсим кардани овозҳо бояд дарозии қисмҳо ба ҳамдигар наздик бошад, зеро чунин параметр аз нишондоди теоремаи Котелников бармеояд.

Ҳамин тавр аз гуфтаҳои дар боло овардашуда бармеояд, ки табдилёбии лаппиши механикӣ ба маҷмӯи ададҳо имконияти коркард намудан бо ёрии мошинҳои электрони хисоббарор (компютер, смартфон, микропротсессорҳо ва ғ.) – ро медиҳад.

Барои ба амал баровардани модели татбиқшавандаи коркарди сигналҳо ва табдили онҳо ба овоз, алгоритми сохтор чунин намудро мегирад, (нигар ба расми 1). Чунон ки аз расми 1 дида мешавад, алгоритмҳо барои коркарди сигнали нутқ дар модели дарккунӣ, бояд ҳамон системаи консепсияҳо ва муносибатҳоеро, ки шахс истифода мебарад, истифода намояд. Модели акустикӣ ба мо имкон медиҳад, ки сегменти баромадро аз ҷиҳати шабоҳат дар сатҳи садо ба назар гирем. Барои ҳар як садо, аз ибтидо модели мураккаби омӯрӣ сохта мешавад, то ки он натиҷаи ин садоро дар суҳанронӣ тасвир кунад [1].



Расми 1- Алгоритми асосии кор

Дар ҷаҳони муосир системаҳои исботи нутқ бар принципҳои эътироф асос ёфтаанд. Усулҳо ва алгоритмҳои, ки то имрӯз истифода мешаванд, ба синфи калонтарин барномасозии динамикӣ - алгоритмҳои динамикии муваққатӣ (Dynamic Time Warping) ҷудо мешаванд.

Тадқиқоти гузаронидашуда нишон медиҳад, ки масъалаи шинохтагирии овоз ба масъалаи мувофиқгузори маҷмӯи ададҳо ва он дар навбати худ ба маҷмӯи калимаҳои ин ё он истилоҳ (истилоҳи калимаҳои тоҷикӣ) оварда мешавад.

Вобаста аз рушди технологияҳои муосир дида мешавад, ки системаҳои шинохтагирии овоз ба ду гурӯҳ ҷудо мешавад: онлайн ва офлайн [3]. Натиҷабардориҳо нишон медиҳанд, ки алгоритми коркарди маълумот дар ҳар ду ҳолат як хел мебошад. Пас, дар рафти коркард таҳлили яке аз онҳо кифоя аст. Дар мақолаи илми мазкур низоми ташкил ва сохташавандаи офлайн қабул ва истифода шудааст. Аз ин ҷо дида мешавад, ки барои шинохта гирифтани овоз, дар навбати аввал, онро дар файли овозӣ сабт менамоянд. Чунон ки ҳангоми ҷустуҷӯи сомонаҳои интернетӣ ва манбаҳои дигар, маълум мешавад файли овозии аз ҷама содатарин, ин файли формати *.wav маҳсуб меёбад [2].

Бо назардошти ин дар мақолаи мазкур хосиятҳои асосии якчанд формати файли овозӣ коркард ва дар ҷадвали 1 оварда шудааст.

Ҷадвали 1 - Хосиятҳои формати файли овозӣ

Имкониятҳо	FLAC	WavPack	TAK	Monkey's Audio	OptimFR OG	ALAC	WMA	Shorten	LA	TTA	MPEG-4 ALS	MPEG-4 SLS	Real Lossless
Кодиронӣ	б	хеле тез	хеле тез	тез	суст	тез	миёна	хеле тез	Хеле суст	тез	миёна	суст	суст
Декодиронӣ	хеле тез	Тез	хеле тез	миёна	суст	тез	тез	хеле тез	суст	тез	тез	Суст	хеле тез
Фишурдан	55,7 %	55,7 %	53,9 %	53,7 %	53,2 %	58,7 %	57,1 %	80,9 %	52,1 %	55,3 %	?	55,4 %	
Чандирӣ	хеле хуб	хеле хуб	хеле хуб	хеле хуб	хеле хуб	баъд	баъд	баъд	миёна	баъд	хеле хуб	Баъд	Баъд
Коркарди ҳамоғино	ха	Ҳа	ха	не	ха		Ҳа	не	не	ха	ха	Ҳа	
Ҷустуҷӯ	ха	Ҳа	ха	ха	ха	ха	Ҳа	ха	ха	ха	ха	Ҳа	Ҳа
Тегҳо	Vorbis tags	ID3/APE	APEv2 (exp.)	ID3/APE	ID3/APE	iTunes	ASF	не	ID3v1	ID3	ха	Ҳа	хусусӣ
Дастгирии таҷриботӣ	хеле хуб	Маҳдуд	не	маҳдуд	не	хуб	Маҳдуд	маҳдуд	не	маҳдуд	не	Не	Не
Дастгирии барномавӣ	хеле хуб	Хуб	миёна	хуб	миёна	миёна	Хуб	хеле хуб	баъд	миёна	баъд	Баъд	Баъд
Гибрид/lossy (бе талафот)	не	Ҳа	не	не	ха	не	Не	не	не	не	не	Ҳа	Не
ReplayGain	ха	Ҳа	ха	не	ха	қисман	Не	не	не	ха	ха	Ҳа	Не
RIFF-чанно	ха	Ҳа		ха	ха		Не	ха	ха	не			
Ҷараён (Потоковое воспроизведение)	ха	Ҳа	ха	не	ха	ха	Ҳа	не		не	ха	Ҳа	ха
Дастгирии Pipe	ха	Ҳа	ха	ха	ха	ха	Ҳа	ха	ха	не			не
Манбаи кушода	ха	Ҳа	не	ха	не	ха	Не	ха	не	ха	ха	Ҳа	не
Бисёкканал	ха	ха	ха	не	не	ха	Ҳа	не	не	ха	ха	Ҳа	не
Иҷозати баланд	ха	ха	ха	ха	ха	ха	Ҳа	не	не	ха	ха	Ҳа	не
Дастгирии ОС	Кросплатформа	Кросплатформа	Win/Linux/Wine	Кросплатформа	Win/Mac/Linux	Кросплатформа	Win/Mac	Кросплатформа	Win/Linux	Кросплатформа	Кросплатформа	Кросплатформа	Win/Mac/Linux

Чунон ки аз расми 1 бармеояд қисми зиёди шартхоро формати WAVE конеъ мегардонад. Зиёда аз 40 намуди Wave - файлҳо мавҷуданд, ки ном, рақами бақайдгирифташудаи онҳо (дар системаи ҳисобии шонздаҳӣ) мавҷуд мебошанд [4].

Натиҷаҳо ва муҳокимаи натиҷаҳои тадқиқот

Аз ҷадвалӣ 1 дида мешавад, ки файли овозӣ аз ду қисм иборат аст, яъне дар қисми якум сарлавҳаи маълумот оид ба ҷараёни овозӣ ва дар қисми дуюм амплитудаи ҷараёни овозӣ нишон дода мешавад. Хондани маълумот аз ин гуна файлҳо сода ва осон мебошад. Барои ин дар қисми аввал сарлавҳа, ки ҳаҷмаш 44 байт аст, хонда мешавад ва пас аз он, вобаста ба параметрҳои қисми маълумоти файл он ба ягон массив сабт карда мешавад.

Чунон ки аз ҷиҳати назариявӣ маълум аст, барои шинохта гирифтани овоз, унсурҳои мувофиқи ду массивро муқоиса намудан кифоя аст, аммо ин гипотеза танҳо дар назария дуруст буда, дар амал бошад, миқдори унсурҳои ду массив на ҳама вақт ба ҳам баробар шуда метавонад, яъне ин маънои онро дорад, ки на ҳама вақт як калимаро дар муддати вақт якхела талаффуз кардан мумкин аст. Аз тарафи дигар, бигузор миқдори элементҳои массивҳо баробар шавад, аммо дар чунин ҳолат, элементҳои мувофиқи он баробар намешавад. Пас, аз ин бармеояд, ки як калима на ҳама вақт дар як шароит ва дар як ҳолат як хел талаффуз карда мешавад. Хулоса, ин гуфтаҳо нодуруст будани гипотезаи болоиро нишон медиҳанд. Дар мақолаи мазкур модели, ки барои шинохта гирифтани овоз истифода бурда мешавад, барои чунин ҳолатҳо устувор ҳисобида мешавад.

Барои ташкили низоми шинохтагирии овозе, ки ба ҳар гуна ҳолатҳо устувор мебошад, дар ҳолати аввал овозро (аниқтараш массиве, ки овозро инъикос мекунад) ба якчанд қисмҳои мувофиқ дар муддати вақти хурд тақсим менамоем. Ин қисмҳо фрейм ном доранд. Боиси қайд аст, ки дар ин ҳолат набояд, фреймҳо хатмӣ пайдарпай бошанд, балки дилхоҳ ду фрейми пайдарпай бояд ягон қисми умумӣ дошта бошад, зеро якчанд элементҳои охири як фрейм, бояд элементҳои аввалии фрейми навбатӣ шаванд.

Дар натиҷаи гузаронидани тадқиқот, ҳамчунин натиҷаи ташхис дар таҷрибаҳо муайян карда шудааст, ки дарозии фрейм бояд 10 миллисония бошад ва қисми умумии фреймҳои пайдарпай дар фосилаи аз 30% то 50%- и фреймро бояд ташкил намояд [5]. Дар модели оянда мо ин параметрро 50% қабул менамоем. Дар умум дарозии як калима 1 сония, яъне 1000 миллисонияро ташкил мекунад. Дар ин ҳолат барои шинохтагирии як калима бояд $\frac{1000-5}{5} = 199$ то фреймро таҳлил менамоем.

Пас аз чунин амалиёт дар қадами аввал, якумин овозро ба аломатҳо ҷудо намудан шарт ва зарур аст. Барои фаҳмо ва ошкор будан, фарз менамоем, ки овози мо дорои чунин паузаҳо мебошад, зеро дар навбати худ онҳо чун ҷудокунадагони калимаҳо қабул карда мешаванд. Дар ин ҳолат масъалаи дарёфти ҳамин гуна қимат пайдо мешавад, яъне қиматҳои аз он калон овоз ва аз он хурд “ҳолати оромӣ”-ро ифода мекунад. Дар навбати худ дар ин ҷо низ якчанд вариантҳо мавҷуд мебошанд:

Бояд чунин доимӣ қайд карда шавад, ки қиматҳои аз он калон овоз ва дар ҳолати баръакс оромӣро ифода намояд, аммо ин вариант танҳо дар ҳолати истифода бурдани барномаи компютерӣ танҳо дар як муҳит ба инobat гирифта мешавад;

Маҷмӯи элементҳои, ки овозро инъикос менамоянд, ба гурӯҳҳо тақсим шуда, пас аз таҳлил, ҷудо кардани ададҳои ба овоз мувофиқро ифода менамояд, аммо ин вариант низ танҳо дар ҳолати қисми хурди ададҳо, ки ҳолати оромӣро инъикос менамоянд, дуруст мебошад;

Таҳлили энтропия.

Дар ин мақола аз варианти сеюм истифода бурда мешавад, яъне энтропияи ҳар як фрейм дар алоҳидагӣ таҳлил карда мешавад. Пеш аз оғози таҳлил қайд менамоем, ки энтропия ин ченаки беандозаи тартиби муайяннадошта мебошад. Дар мисоли мо энтропия то кадом андоза лаппидани сигнали ҳар як фреймро ифода мекунад

Барои ҳисоб кардани энтропия ягон фрейми муайян, бояд қадамҳои зеринро иҷро намояд.

Дар ҳолати аввал сигналро бояд ба меъёри муайян дарорем, яъне ҳамаи маълумоти фрейм бояд дар порчаи $[-1; 1]$ ҷойгир бошанд;

Бо ёрии формулаи зерин зичии тақсими қимати фрейм, яъне энтропияи фреймро ҳисоб мекунем:

$$E = \sum_{i=1}^{N-1} P[i] \cdot \log_2 |P[i]|. \quad (1)$$

Дар формулаи (1) бузургии $P[i]$ элементҳои массиви фреймро ифода менамояд. Барои он ки дар барномаи компютерӣ, дар ҳолати элементҳои массив ба сифр баробар будан, хатогӣ нишон дода нашавад, қимати чунин ҷамъшаванда ҳамчун сифр гирифта мешавад.

Дар масъалаи гузошташуда, энтропияи ҳамаи фреймҳо ҳисоб карда шудаанд. Аз тарафи дигар ин низ як хосияти фрейм мебошад. Барои он ки дар фрейм овоз ҳаст ё ягон ҳолати “оромӣ”, қимати фреймро бояд бо ягон адад (дар ҳудуди “оромӣ”) муқоиса менамоем. Дар бораи қимати чунин

параметр дар адабиёти истифодашуда аз тарафи муаллифон андешаҳои гуногун мавҷуданд [5]. Бо назардошти ин, барои таҷриба, дар кори мазкур ҳолати худудӣ ба 0,1 баробар қабул карда шудааст.

Рафти таҳқиқот нишон медиҳад, ки дар ҳалли масъалаи мазкур новобаста аз имкониятҳои мавҷуда, муаммо низ ҷой дорад:

дар ҳолати талаффузи ҳарфи садонок, қимати энтропия метавонад аз худуд хурд бошад;

дар ҳолати таъсири муҳити беруна, (яъне аз берун пайдо шудани садои овози баланд), дар қисмати соҳаи фрейм, қимати энтропия метавонад нисбатан баланд бошад.

Барои ҳал намудани муаммои ҳолати якум, мафҳуми масофаи хурдтарин дар байни калимаҳоро дохил менамоем. Агар масофа дар он қимати фреймҳо аз худуд, нишондоди пасттар дошта бошад, вале дар навбати худ, он аз масофаи хурдтарини байни калимаҳо низ хурд бошад, он гоҳ элементҳои чунин фреймҳо аз массиви калони додашуда хориҷ карда мешаванд ва бо ҳамин фреймҳои ду тарафи соҳаи муаммодошта ба ҳамдигар наздик карда мешаванд.

Барои ҳалли муаммои дуюм бошад, мафҳуми дарозии калимаи хурдтарин дохил карда мешавад. Агар дар ягон қисмати соҳа қимати энтропияи фреймҳо аз худуд калон, аммо миқдори фреймҳо аз ин параметр хурд бошанд, он гоҳ қимати фреймҳои ин соҳа ба ададе, ки аз худуд хурд мебошад, иваз карда мешавад ва бо ҳамин ба фреймҳои ин соҳа дар қадамҳои оянда аҳамият дода намешавад.

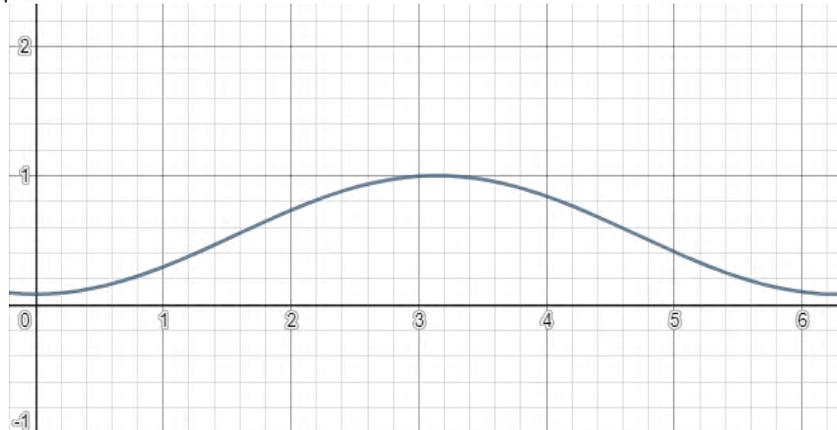
Мувофиқи талаботи умумӣ баҳодиҳии сифати кори модели математикии коркарди овозӣ, бо назардошти барномаи компютерӣ ва ҷудо намудани хосиятҳои маълумотӣ, саҳеҳии системаи шинохтагирии овоз мебошад. Барои қонеъ гардонидани чунин хосиятҳо оид ба маълумоти сохташуда дар худ доштани қисми зиёди хислатҳои асосии овозӣ зарур аст. Дар асоси ин аз тарафи олимони соҳа якчанд моделҳои алгоритмӣ таҳия карда шудаанд [6]. Аз ҷумла, LDA, MFCC ва ғ. Яке аз моделҳои алгоритмие, ки дар системаҳои муосири шинохта гирифтани овоз бештар истифода бурда мешавад, ин MFCC (Mel-Frequency Cepstral Coefficients- коэффитсентҳои кепстралии мел-басомад) мебошад. Мел-басомад воҳиди ченаки психофизикии баландии овоз мебошад. Ин алгоритм аз як чанд марҳалаҳо иборат аст [4]. Қайд менамоем, ки дар асл чунин алгоритм барои ҳар як фрейм дар алоҳидагӣ истифода бурда мешавад ва аз қадамҳои зерин иборат мебошад:

Табдилдиҳии дискретии Фурье:

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \cdot e^{-\frac{2\pi i k n}{N}}, \quad 0 \leq k < N. \quad (2)$$

дар ифодаи (2) мавқеи асосиро бузургии k мебошад, яъне мафҳуми худудро муайян менамоем.

Бо назардошти натиҷаи ҳосилшуда, функсияи оинагиро зарб мезанем. Барои масъалаи шинохтагирӣ якчанд намуди функсияҳои оинагӣ мавҷуданд. Дар аксар мавридҳо функсияи оинагии Хэммингро истифода мебаранд, ки он дар порчаи $[0; \pi]$ муайян буда, дар намуди графикӣ (расми 2.), нишон дода шудааст.



Расми 2 - Намуди графикии функсияи оинагии Хэмминг

Чунон ки аз нақшаи графикӣ дида мешавад, моҳияти асосии истифода бурдани чунин функсияҳо аз он иборат аст, ки таъсири маълумоти дар охири ду фрейм мавҷудбударо кам менамоем. Дар шакли дискретӣ он бо намуди ифодаҳои (3,4) истифода бурда мешавад:

$$H[k] = 0.54 - 0.46 \cdot \cos\left(\frac{2\pi k}{N-1}\right), \quad (3)$$

$$X[k] = X[k] \cdot H[k], \quad 0 \leq k < N. \quad (4)$$

Дар масъалаи гузошташуда бояд *mel* – филтрҳо ҳисоб карда шаванд. Пеш аз оғози ҳисоб кардани филтрҳо, дар навбати аввал бо худ ин мафҳум бояд шиносӣ пайдо намуд. Мувофиқи

манбаъҳо *mel* ин воҳиди ченкунии баландии овоз мебошад. Ин бузурги асосан аз басомади овоз вобаста буда, қайд менамоем, ки ба ин бузурги ҳамзамон тембр ва дигар объектҳо низ таъсир мерасонанд. Барои табдил додани басомад ба *mel* аз формулаи (6) истифода менамоем:

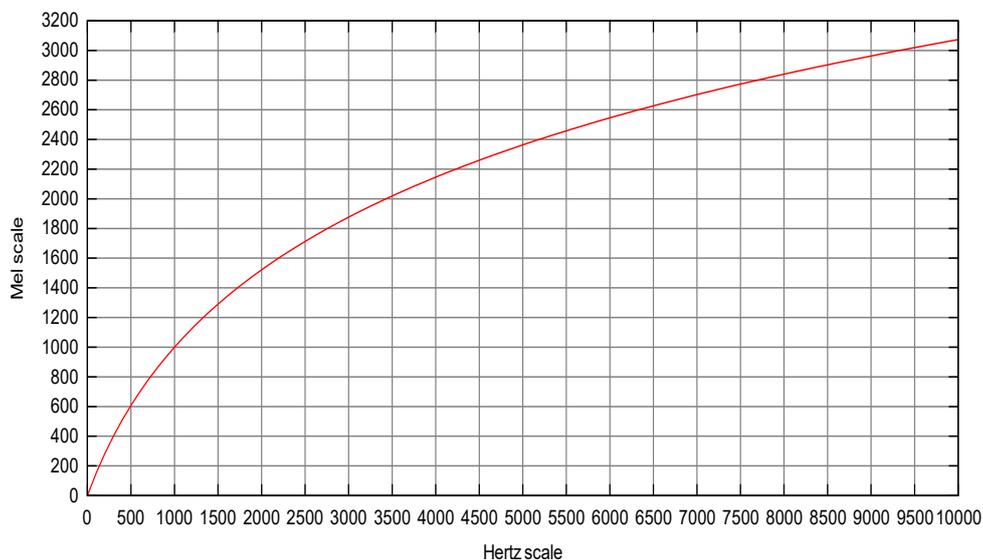
$$m = 1127 \cdot \ln\left(1 + \frac{f}{700}\right) \quad (5)$$

Табдилдиҳаии баръакс бошад, бо ёрии формулаи (6)

$$f = 700 \cdot \left(\exp\left(\frac{m}{1127}\right) - 1\right) \quad (6)$$

ифода карда мешавад.

Графики функсияи вобастагии ҳолати якум, яъне табдилдиҳии дискретии Фурье намуди зерин дорад:



Расми 3 - табдилдиҳии дискретии Фурье

Чунон ки аз нақшаи графикаи 2 дида мешавад, вобастагии шкалаи мел бо шкалаи герс нишон дода шуда, ҳолати зиёдшавӣ дида мешавад.

Бо назардошти натиҷаҳои бадастовардашуда, ба масъалаи асосӣ бармегардем. Бигзор дар фрейм 256 элемент мавҷуд бошад, басомади овоз дар ин фрейм ба 16000Гс баробар аст. Чуноне, ки аз таҷриба маълум аст овози одам дар порчаи [300; 8000Гс] меҳобад. Аз тарафи олимони соҳа пешниҳод карда мешавад, ки миқдори коэффитсиентҳои мел бояд аз 10 то 15 адад бошад.

Барои ҳолати масъалаи гузошташуда, бигзор $M = 10$ бошад. Барои давом додани кор дар шкалаи мел 10 адад филтрҳои секунҷаи бо ҳам баробарро месозем. Барои ин порчаи интихобшударо ба мел шкала табдил медиҳем:

$$[300, 8000] \leftrightarrow [401.25; 2834.99]$$

Баъдан дар соҳаи мел 12 нуқтаи тақягоҳиро интихоб менамоем:

$$m[i] = [401.25, 622.50, 843.75, 1065.00, 1286.25, 1507.50, 1728.74, 1949.99, 2171.24, 2392.49, 2613.74, 2834.99]$$

Чунон ки дида мешавад, чунин нуқтаҳо дар шкалаи мел мунтазам ҷойгир шудаанд. Акнун нуқтаҳои тақягоҳиро ба герсбасомад мегузаронем:

$$h[i] = [300, 517.33, 781.90, 1103.97, 1496.04, 1973.32, 2554.33, 3261.62, 4122.63, 5170.76, 6446.70, 8000]$$

Аз ин ифодаи охирин дида мешавад, ки фосилаи байни нуқтаҳои ба ҳам наздик торафт калон мешаванд.

Филтри секунҷавӣ бо ёрии формулаи зерин

$$H_m(k) = \begin{cases} 0 & k < f(m-1) \\ \frac{k - f(m-1)}{f(m) - f(m-1)} & f(m-1) \leq k \leq f(m) \\ \frac{f(m+1) - k}{f(m+1) - f(m)} & f(m) \leq k \leq f(m+1) \\ 0 & k > f(m+1) \end{cases}$$

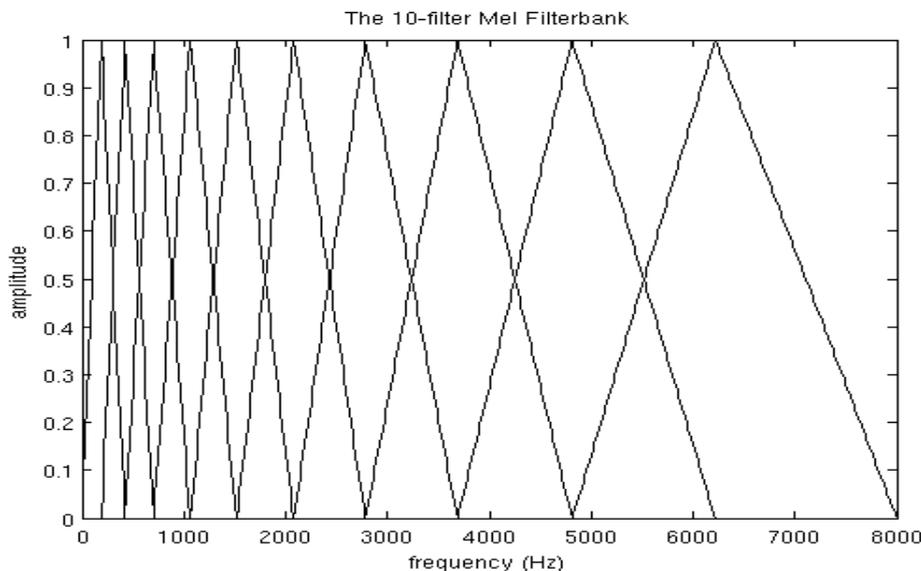
сохта мешавад, ки дар ин ҷо

$$f(i) = \text{floor} \left((\text{frameSize} + 1) \cdot \frac{h(i)}{\text{sampleRate}} \right).$$

Дар мисоли мо бошад:

$$f(i) = 4, 8, 12, 17, 23, 31, 40, 52, 66, 82, 103, 128$$

ва дар тасвир чунин намудро доранд.



Расми 4 - филтрҳои секунҷавӣ барои ҳолати дидашаванда

Барои ҳолати дидашаванда, филтрҳои секунҷагӣ намуди расми 4 –ро дорад.

Яке аз масъалаи асосӣ дар мақолаи мазкур, истифодаи филтрҳо ва логирифмиронии энергияи спектр маҳсуб меёбад. Моҳияти истифода бурдани филтрҳо ин аз аъзо, ба аъзо зарб намудани онҳо бо қиматҳои спектр мебошад. Натиҷаи ин амалиёт коэффисиентҳои мел маҳсум меёбад, зеро барои ҳолати масъалаи гузашташуда $M = 10$ мебошад, дар натиҷа миқдори коэффисиентҳо низ ҳамин қадар боқи менамояд:

$$S[m] = \log \left(\sum_{k=0}^{N-1} |X[k]|^2 \cdot H_m(k) \right), 0 \leq m < M \quad (7)$$

Аммо мувофиқи назарияи мел филтрҳо аз рӯи қимати спектр вобаста набуда, балки аз рӯи қимати энергия иҷро карда мешаванд. Пас аз ин натиҷаи ҳосилшударо логарифмиронӣ менамоем. Фарз мекунем, ки бо ҳамин ҳасосияти коэффисиентҳо бо овозҳои бегона паст карда мешавад.

Дар таҳқиқоти мазкур табдилдиҳии дискретии (ададии) косинусӣ истифода мегардад. Бигзор ду пайдарпайии ададҳои $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ ва $b_1, b_2, b_3, \dots, b_m$ дода шуда бошад. Аз тарафи дигар, баробар будани андозаи онҳо шарт намебошад. Барои чен кардани масофаи онҳо аз методҳои гуногун истифода бурда мешавад [7]. Чунончӣ дар ҳолати баробар будани андозаи пайдарпайиҳо аз ифодаи оддии евклидӣ

$$\rho(a, b) = \sqrt{\sum (a_i - b_i)^2} \quad (8)$$

истифода бурда мешавад. Пас саволе ба миён меояд, агар андозаи пайдарпайиҳо гуногун бошад чӣ? Дар ин ҳолат барои он ки андозаи онҳо баробар бошанд бояд ба аввал ё ба охири пайдарпайии андозааш хурд, сифрҳо илова карда шаванд. Пас аз ин бо ёрии (8) масофаи байни онҳо ҳисоб карда мешавад. Чунин пайдарпайиҳоро мисол овардан мумкин аст, ки як қисми сифрҳоро ба аввал ва дигар қисми сифрҳо ба охири пайдарпайии илова карда мешаванд, он гоҳ масофаи байни пайдарпайиҳо боз ҳам хурдтар мешавад.

Масъалаи ёфтани чунин миқдори сифрҳои ба аввали пайдарпайии иловашаванда хеле душвор мебошад. Ба ғайр аз ин, ҳолати дар мобайни элементҳои пайдарпайӣ илова кардани баъзе элементҳои пайдарпайии дигар мавҷуд мебошад, ки дар ин маврид низ масофаи байни пайдарпайиҳо хурд мешавад. Дар асл ҳалли чунин масъалаҳо хеле мушкул мебошад ва барои ҳалли онҳо ҳалли хусусӣ истифода карда мешавад. Ҳамзамон нахуст масофаи байни элементҳои пайдарпайиҳоро аз рӯи формулаи (9) ҳисоб мекунем.

$$d_{ij} = |a_i - b_j|, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m} \quad (9)$$

Дар натиҷа матритса ҳосил мешавад. Масофаи хурдтарини байни пайдарпайиҳо дар матритса бо ёрии алгоритмҳои барномарезии динамикӣ ёфта мешавад, ки ин аз шарти зерин иборат аст:

$$a_{ij} = d_{ij} + \min(a_{i-1,j-1}, a_{j-1,i}, a_{i,j-1}),$$

ки дар ин чо $a_{n-1,m-1}$ масофаи хурдтарин дар байни пайдарпайҳои додашуда мебошад.

Хулоса

Дар замони муосир, гарчанде шинохтагирии овоз ва нутқ бо ёрии таҷҳизоти технологияи инноватсионӣ коркард ва ба роҳ монда шуда бошад ҳам, дар ҷузъиёти хурди истифодаи забонҳои гуногун, коркади алгоритмӣ вобаста ба сатҳ ва мақоми унсурҳои модели математикӣ, ба душвориҳо меоварад. Дар мақолаи мазкур таҳқиқот оид ба баъзе масъалаи амалишавии шинохтагирии овоз ва нутқ бо забони тоҷикӣ овардашуда, минбаъд барои коркарди пурраи ин масъала бо истифодаи моделҳои компютерӣ заминаи худро мегузорад.

Адабиёт:

1. У. А. Ли, Э. П. Нейбург, Т. Б. Мартин, Дж. Р. Уэлч, В. У. Зу, Р. М. Шварц, Дж. Е. Шуп, А. Р. Смит, М. Р. Самбур, Ф. Хейс-Роз, Г. Гудмэн, Р. Редди. Методы автоматического распознавания речи: В 2-х книгах. Пер. с англ. /Под ред. У. Ли. – М.: Мир, 2014 – Кн. 1. 328 с.
2. Дадобоев А. А. Компьютерные программы для обеспечения распознавания голоса и сегментации речи: Сборник статей XXV Международной научно-практической конференции, состоявшейся 28 ноября 2022 г. в г. Петрозаводске Российская Федерация МЦНП «Новая наука» 2022
3. Ermilov A. V. Speech Technologies in human computer interactions // International Journal of Modern Manufacturing Technologies. 2013. Vol. 4. P. 52-57.
4. Larochelle H., Erhan D., Courville D. An Empirical Evaluation of Deep Architectures on Problems with Many Factors of Variation // International Conference on Machine Learning. 2017.
5. Анализатор качественных показателей передачи речи, DSLA II - Digital Speech Level Analyser [Электронный ресурс] / УП "ОПАТОВ" // Режим доступа: http://www.Opatov.ru/content/view/125/64/lang_ru/
6. Аграновский А.В. Теоретические аспекты алгоритмов обработки и классификации речевых сигналов / Аграновский А.В., Леднов Д.А. // Москва, «Радио и связь», 2014
7. Бабин Д.Н. О перспективах создания системы автоматического распознавания слитной устной русской речи / Бабин Д.Н., Мазуренко И.Л., Холоденко.// Москва, 2018.

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

TJ	RU	EN
Дадобоев Акмал Анварҷонович доктранти (PhD) кафедраи технологияҳои иттилоотию коммуникатсионӣ ва барномасозӣ ДДХБСТ	Дадобоев Акмал Анварҷонович докторант (PhD) кафедры информационно- коммуникационных технологий и программирования ТГУПБП	Dadobaev Akmal Anvarjonovich doctoral student (PhD) of the department of information and communication technologies and programming of the TSULBP
ДДХБСТ	ТГУПБП	TSULBP
akmal_dadoboev@mail.ru		

УДК 81'322::811.222.8::519.25

О ВЛИЯНИИ ПОРЯДКА СИМВОЛЬНЫХ ТРИГРАММ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЯЗЫКА ПРОИЗВЕДЕНИЯ

Косимов А.А.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

На примере модельной коллекции из 10 текстов на пяти языках с использованием кириллической графики, количественные описания произведений которой основываются на различных вариантах упорядочения буквенных триграмм, выявляются особенности применения γ -классификатора при распознавании языка текста.

Ключевые слова: текст, язык, кириллическая графика, алфавит, частотность триграмма, упорядочения, цифровой портрет текста, гипотеза однородности, γ -классификатор, машинное обучение, распознавание языков, тестирование классификатора, статистика, оценка эффективности.

ОИДИ ТАЪСИРИ ТАРТИБИ ТРИГРАММАИ ҲАРФӢ БАРОИ МУАЙЯНКУНИИ ЗАБОНИ АСАР

Косимов А.А.

Дар мисоли амсилаи маҷмӯъ, тавсифи микдории асарҳо, ки дар вариантҳои гуногун ба тартиб овардашудаи триграммаи ҳарфӣ асос ёфтаанд, хусусиятҳои истифодаи γ -таснифкунанда ҳангоми шинохтӣ забони матн ошкор гардид.

Калимаҳои калидӣ: матн, забон, ҳуруфоти кириллӣ, алифбо, чандомадӣ триграмма, батартибаварӣ, симои рақамии матн, фарзияти яқчинсағӣ, γ -таснифгар, омӯзиши мошинӣ, шинохтӣ забон, тестиронии таснифгар, омор, баҳодихии самаранокӣ.

ON THE INFLUENCE OF THE ORDER OF SYMBOL TRIGRAMS ON THE DETERMINATION OF THE LANGUAGE OF A WORK

Kosimov A.A.

On the example of a model collection of 10 texts in five languages using Cyrillic graphics, quantitative descriptions of works of which are based on various ordering options for alphabetic trigrams, the features of using the γ -classifier in recognizing the language of a text based on the frequency of common Cyrillic alphabetic trigrams letters are revealed.

Key words: text, language, Cyrillic graphics, alphabet, trigram frequency, orderings, digital portrait of text, homogeneity hypothesis, γ -classifier, learning, language recognition, classifier testing, statistics, performance evaluation.

Введение. Согласно Рудману [1] современный исследователь может использовать около тысячи разнообразных признаков текста и каждому сопоставлять свой определенный цифровой портрет, формирующий количественный образ текста. В дальнейшем нас будут интересовать специфические широко используемые в γ -классификаторах [2-8] портреты на основе распределения частотностей элементов текста.

Поясним некоторые понятия, используемые в статье [5].

Определение 1. Алфавит – упорядоченное множество элементов текста.

Примерами элементов текста могут служить буквы алфавита естественного языка, буквенные N -граммы и слоги, упорядоченные по алфавиту, длины слов и предложений, упорядоченные по возрастанию или убыванию длин, и т.д.

Определение 2. Цифровым портретом (ЦП) текста назовём распределение частотности элементов алфавита.

Примерами ЦП текста являются распределения частотностей символьных, буквенных и словоформных N -грамм, длин слов и предложений и т.д.

В настоящей статье на примерах модельных коллекций текстов устанавливаются особенности ЦП и γ -классификатора в зависимости от упорядочения алфавитных элементов. Следует отметить, что ранее аналогичный вопрос изучался именно для символьных (буквенных) униграмм, биграмм и триграмм с учетом пробела [8]. В предыдущих исследованиях из огромного количества всевозможных вариантов упорядоченного расположения элементов текста были рассмотрены только четыре: два из них – связанных с алфавитным порядком, и два других – с учётом частотности элементов. Существенным моментом в сравнении с нашим предыдущим исследованием является изучение вопроса с учётом всех допустимых вариантов для автоматического определения языка.

1. Состав модельной коллекции текстов S для исследований

В приводимом далее списке элементов коллекции S указываются имя автора, название его сочинения на родном языке:

на монгольском языке: “Надаар тоглосон хайр (Жүжгийн зохиол)” и “Театр”;

на русском языке: М.А.Шолохов “Судьба человека” и Ф.А.Абрамов “Алька”;

на таджикском языке: С.Айни “Аҳмади Девбанд” и С.Турсун “Повести Камони Рустам”;

на узбекском языке: А.Ирисов “А.Сино. Ҳайй ибн Яқзон (фалсафий қисса)” и З.М.Бобур “Маҳрами асрор топмадим”;

на украинском языке: В.Л.Кашин “Готується вбивство” и В.Л.Кашин “День народження”.

Таким образом, модельная коллекция составлена из 5 языков, от каждого языка по 2 произведения. Особенность коллекции в том, что в ней все тексты представлены в кириллической графике с использованием специфических символов θ, γ – в монгольском, $\mathfrak{f}, \mathfrak{y}, \mathfrak{x}, \mathfrak{c}$ – в таджикском, $\mathfrak{f}, \mathfrak{k}, \mathfrak{y}, \mathfrak{x}$ – в узбекском и $\mathfrak{r}, \mathfrak{e}, \mathfrak{i}, \mathfrak{i}$ – в украинском языках.

Из 33 букв кириллицы современного русского языка общими для всех текстов являются 26, именно: а, б, в, г, д, е, ж, з, и, й, к, л, м, н, о, п, р, с, т, у, ф, х, ч, ш, ю, я.

2. Примеры текстовых элементов и их алфавитов. При изложении данного вопроса ограничимся рассмотрением простейших случаев, когда в качестве элементов текста выбираются буквенные триграммы.

Для униграмм естественных языков существующие алфавиты уже являются отсортированными в определенном порядке конечными множествами букв. Лексикографический порядок, аналогичный алфавитной сортировке, алфавитизирует также N -граммы ($n \geq 2$) и более сложные буквенно-символьные комбинации. Однако в дополнение к сказанному отметим, что такие комбинации, упорядоченные каким-либо другим способом, будут также называться алфавитными элементами текста. Как будет отмечено ниже в п.4, расстояние между цифровыми портретами текстов зависит от порядка элементов алфавита, и поэтому неясно, какому из допустимых алфавитов следует отдать предпочтение. Поскольку общий алфавит состоит из 26 букв, трехбуквенные комбинации которых определяют множество различных триграмм в количестве $17576 = 26^3$, то множество различных упорядочений элементов будет равно $17576! \approx 6.78 \cdot 10^{66974}$. Общее количество упорядочений алфавитных элементов называется генеральной совокупностью. Количество упорядочений очень много и их рассмотрение достаточно трудоёмко, поэтому случайным образом выбираются 100 упорядочений для получения результатов, а 10 – для тестирования. Если выбранные 10 случаев упорядочений для тестирования совпали (эффективность и гамма) со 100 случаями упорядочениями, то по выборке можно сделать выводы о свойствах всей генеральной совокупности, то есть она должна быть представительной (репрезентативной).

3. Цифровой портрет текстов и расстояние между ними. После выбора фиксированного алфавита цифровой портрет текста T удобно представлять в табличной форме:

$$\begin{array}{l} \bar{N} : \quad 1 \quad 2 \quad \dots \quad m \\ P : \quad p_1 \quad p_2 \quad \dots \quad p_m, \end{array} \quad (1)$$

в которой m – число элементов алфавита, строка \bar{N} указывает номера упорядоченных элементов алфавита, а строка P – их относительные частоты встречаемости в T , причём

$$\sum_{k=1}^m p_k = 1.$$

Цифровой портрет можно задавать также дискретной функцией

$$F(s) = \sum_{k=1}^s p_k \quad (s = 1, \dots, m),$$

характеризующей распределение в тексте частот встречаемости элементов алфавита.

Определение 3. Расстоянием между двумя текстами называется расстояние между их цифровыми портретами, отнесенными к единому алфавиту.

Пусть T_1, T_2 – произвольная пара текстов из коллекции \mathbb{T} и

$$F^{(\alpha)}(s) = \sum_{k=1}^s p_k^{(\alpha)} \quad (2)$$

соответствующие им дискретные функции, $\alpha = 1, 2$ и $s = 1, \dots, m$.

Определение 4. Расстоянием между текстами T_1 и T_2 называется положительное число $\rho(T_1, T_2)$, определяемое по формуле

$$\rho(T_1, T_2) = \sqrt{m/2} \max_s |F^{(1)}(s) - F^{(2)}(s)|, \quad (3)$$

то есть расстояние между двумя текстами вычисляется как максимальное расстояние по оси ординат между их дискретными функциями $F^{(1)}(s)$ и $F^{(2)}(s)$, помноженное на весовой коэффициент $\sqrt{m/2}$.

Замечание. Условие $\rho(T_1, T_2) = 0$ означает тождество цифровых портретов текстов, то есть $\text{ЦП}T_1 = \text{ЦП}T_2$, но не $T_1 = T_2$, то есть идентичность текстов.

4. Обработка данных коллекционного материала, представленного в п.1, состояла из 3 этапов.

Этап 1. Использование для всех произведений коллекции буквенных триграмм. Множества триграмм в зависимости от упорядочения своих элементов рассматриваются в 100 случайным образом выбранных вариантах.

Этап 2. Для каждого из 100 вариантов упорядочения триграмм путём автоматической обработки формируются в табличном виде (1) цифровые портреты всех произведений коллекции, и затем по формулам (2) и (3) вычисляются расстояния между парами текстов на различном языке. Из-за большого количества расстояний (таковых $9000 = 2 \times 100 \times 45$) мы не приводим итоговых результатов, однако обращаем внимание на тот факт, что расстояния, вычисляемые между любыми двумя текстами для различных вариантов расположения алфавитных элементов, оказываются в общем случае различными. В этом можно убедиться на простых примерах.

Этап 3. Настройка γ -классификатора – алгоритма, зависящего от одного вещественного параметра γ и устанавливающего в пределах модельной коллекции соответствие между текстами и их языками. Сущность настройки заключается в определении такого значения γ , при котором произведения одного языка “ γ -однородны”, а разных языков – “ γ -неоднородны”. Однородность всех текстов одного языка в рамках математической модели означает справедливость неравенства

$$\rho(T_1, T_2) \leq \gamma, \tag{4}$$

а неоднородность любых двух текстов разных языков – справедливость неравенства

$$\rho(T_1, T_2) > \gamma. \tag{5}$$

Ошибки в настройке γ -классификатора выявляются в случае, когда для каких-то пар текстов одного и того же языка вместо неравенства (4) имеет место неравенство (5), а также в случае, когда какие-то два произведения двух различных языков удовлетворяют неравенству (4) вместо того, чтобы выполнялось неравенство (5).

Суммарное количество $\tau = \tau(\gamma)$ допущенных ошибок одновременно в двух случаях позволяет подсчитать величину π эффективности γ -классификатора при распознавании языков текста по формуле

$$\pi = 1 - \tau(\gamma)/L, \tag{6}$$

где $L = 45$ – число взаимных расстояний между всеми парами текстов из коллекции **C**. Детальное описание алгоритма для нахождения оптимального значения γ , при котором π принимает максимальное значение, содержится в статьях [2-5].

Итоги применения трёх этапов автоматической обработки модельной коллекции текстов показаны в таблице 1.

Таблица 1.

Значения π и γ в зависимости от 100 случайно выбранных упорядочений алфавитных элементов

Элементы текста	Число элементов алфавита	π	Частота π	γ
триграммы	17576	0.87	1	[0.7006; 2.6488]
		0.89	7	
		0.91	27	
		0.93	46	
		0.96	15	
		0.98	4	

В этой таблице и таблице 2 в 1-м столбце показаны элементы текста, во 2-м столбце – число элементов алфавита, в 3-м столбце – эффективность, полученная во время выборки упорядочения алфавитных элементов. Затем, в 4-м и 5-м столбцах отмечают частоту встречаемости эффективности π в выборке и оптимальное значение γ . Сумма столбцов частоты встречаемости эффективности π в зависимости от выбора элемента текста равна 100, это количество выборки. Значение эффективности π принимается в диапазоне от 87% до 98%, а γ оптимальный, также достаточно близкий.

5. Тестирование классификатора

После того, как за счёт выбора 100 случайным образом упорядоченных элементов алфавита определены эффективность π и оптимальное значение γ , возникает естественный вопрос, а каковы будут результаты уже других 10 выборов, случайным образом упорядочений алфавитных элементов, соответствует ли значение π и γ .

Для тестирования классификатора выбраны случайным образом 10 упорядочений алфавитных элементов. Каждое упорядочение алфавита также, как это было сделано для 100 выборов. Результаты показаны в таблице 2.

Таблица 2 - Значения π и γ в зависимости от 10 случайно выбранных упорядочений алфавитных элементов

Элементы текста	Число элементов алфавита	π	Частота π	γ
триграммы	17576	0.87	0	[0.6541; 1.8969]
		0.89	1	
		0.91	2	
		0.93	6	
		0.96	1	
		0.98	0	

Полученный результат показывает, что совпали значения π и γ .

6. Заключение. Из представленных результатов вычислений получаем следующие выводы:

1. Символьные триграммы являются вполне приемлемыми количественными характеристиками для решения проблемы идентификации языков текстов.
2. γ -классификатор показал высокий уровень идентификации языков от 87% до 98%.
3. По мере увеличения числа случайно выбранных упорядочений алфавита повышается эффективность идентификации.

Из огромного количества возможных вариантов упорядочения расположения элементов текста были рассмотрены только 110, из которых 100 – для получения результатов, 10 – для тестирования результатов. Другие допустимые варианты можно не рассматривать, потому что результаты 10 случайно выбранных упорядочений алфавита для тестирования совпали с результатами 100 упорядочений.

Таким образом, математическая триада в составе цифрового портрета текстов, представляемых распределениями частотности триграмм, формул (1) – (3) для вычисления расстояний между текстами и алгоритма для выявления однородных текстов оказалась приемлемой для эффективного решения поставленной задачи.

Авторы выражают уверенность в том, что дальнейшее увеличение объема исходной коллекции текстов не станет препятствием для успешного применения γ -классификатора не только для распознавания языков, но также и для самых разнообразных однородностей текстовых документов.

Литература

1. Rudman, J. The state of authorship attribution studies: Some problems and solutions. Computers and the Humanities. 1998. Vol. 31. Pp. 351-365.
2. Усманов З.Д. Классификатор дискретных случайных величин. ДАН РТ. 2017. т.60. № 7-8. С. 291-300.
3. Усманов З.Д. Алгоритм настройки кластеризатора дискретных случайных величин. ДАН РТ. 2017. т.60. № 9. С. 392-397.
4. Усманов З.Д. N-граммы в распознавании однородных текстов. Материалы 20 научно-практического семинара "Новые информационные технологии в автоматизированных системах". Москва 2017. № 20. С. 52-54.
5. Усманов З.Д. Оценка эффективности применения γ -классификатора для атрибуции печатного текста. ДАН РТ. 2020. т.63. № 3-4. С. 172-179.
6. Усманов З.Д. Особенности применения γ -классификатора для распознавания однородных объектов. Вестник Филиала Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в городе Душанбе. 2021. № 1 (17). С. 20-22.
7. Усманов З.Д. Обзор результатов по применению гамма-классификатора // Известия Национальной академии наук Таджикистана. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2021. № 3 (184). С. 62-73.
8. Усманов З.Д., Косимов А.А. О влиянии цифрового портрета текста на распознавание автора произведения. Известия АН РТ, Отделение физ.-мат., хим., геол. и техн. наук. 2020. № 3 (180). С.36-42.

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

TJ	RU	EN
Қосимов Абдунаби Абдурауфович	Косимов Абдунаби Абдурауфович	Kosimov Abdunabi Abduraufovich
номзади илмҳои техникӣ	кандидат технических наук	candidate of technical sciences
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
abdunabi_kbtut@mail.ru		
(+992) 928-43-64-53		

УДК 003.26:004.056.55

ДАР БОРАИ ЯК ТАРЗИ БАДАЛСОЗИИ ОБЪЕКТ БО ИСТИФОДАИ КАЛИДИ ДУКАРАТА Гафуров М.Х.

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ

Дар замони муосир ҳифзи объектҳои матнии кушода аз дастрасии беиҷозат, ки дар шабакаҳои гуногун гардиш доранд ё дар маҳзанҳои системаҳои иттилоотӣ нигоҳ дошта мешаванд, яке аз масъалаҳои аввалиндараҷа ба ҳисоб меравад. Дар ҳақиқат, бо ҳар гуна роҳ шахсон ё гурӯҳҳои манфиатдори ҷиноятпеша объектҳои матниро аз шабакаҳо, ҳомили иттилоот ё аз маҳзанҳои системаҳои иттилоотӣ дастрас мекунанд, ки дар натиҷа иттилооти номбурда ба манфиати онҳо ба қор бурда мешавад. Дар айни ҳол дар системаҳои иттилоотӣ барномаҳои махсусгардонидашудаи ҳифзи объектҳои иттилоотӣ бо усулҳои гуногуни бадалсозии объекти кушода ба объекти пушида ё баръакс мавҷуданд, ки шахсон ё гурӯҳҳои манфиатдор бо дастрас кардан, азхуд кардан ва истифодаи онҳо объекти матни пушидаро бо тезӣ ба объекти кушода мубаддал карда, аз мазмуни он огоҳ мегарданд. Ҷиҳати пешгирӣ ва ҳифз кардани объекти кушода талаб карда мешавад, ки усулҳои нави бадалсозӣ бо устувории баланд пешниҳод карда шавад. Дар мақолаи мазкур тарзи сохтани алифбои бадалсозӣ, сохтан ва истифодаи калиди дукарата, ки дорои устувории баланди объекти пушида мегардад мавриди баррасӣ қарор гирифтааст.

Калидвожаҳо: усул, объект, алифбо, бадалсозӣ, бадалкунӣ, аксбадалкунӣ, маҷмӯъ, аломат, калид, вариант, устуворӣ.

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ ШИФРОВАНИЯ ОБЪЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВОЙНОГО КЛЮЧА

Гафуров М.Х.

В настоящее время одной из первостепенных задач считается защита от несанкционированного доступа открытых текстовых объектов, которые циркулируют в различных сетях или хранятся в базах данных информационных систем. Фактически любым способом лица или группы, представляющие преступный интерес, получают текстовые объекты из сетей, носителей информации или из баз данных информационных систем, в результате чего указанная информация используется в их интересах. В настоящее время в информационных системах существуют специализированные программы защиты информационных объектов с различными способами шифрования открытого объекта в закрытый или, наоборот, оповещающие о его содержании. Для предотвращения и защиты открытого объекта требуется предложить новые методы шифрования с высокой устойчивостью закрытого объекта. В данной статье рассматривается метод создания алфавита шифрования, создания и использования двойного ключа, обладающего высокой устойчивостью закрытого объекта.

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

ABOUT ONE METHOD OF OBJECT ENCRYPTION USING A DUAL KEY Gafurov M.Kh.

Currently, one of the primary tasks is the protection against unauthorized access of open text objects that circulate in various networks or are stored in databases of information systems. In fact, in any way, persons or groups of criminal interest receive text objects from networks, information carriers or from databases of information systems, as a result of which the specified information is used in their interests. Currently, in information systems, there are specialized programs for protecting information objects with various ways of encrypting an open object into a closed one or vice versa, announcing its content. To prevent and protect an open object, it is required to propose new encryption methods with high stability of a closed object. This article discusses a method for creating an encryption alphabet, creating and using a double key that has a high stability of a closed object.

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

Агар матни додашудаи кушодаро чун объект G ва ҳамаи аломатҳои дар он бударо маҷмӯи $M = \{x_i, i = \overline{1, n}; x_i \in G\}$ қабул кунем, пас маҷмӯи мазкур алифбои хусусии васеъкардашудаи бадалсозӣ [1, 4] мебошад.

1. Тарзи сохтани маҷмӯи алифбои хусусии васеъкардашудаи бадалсозӣ дар [2] дида баромада шуда, вариантҳои гуногуни он пешниҳод карда шудааст. Дар мисоли объекти кушодаи зерин онро татбиқ мекунем.

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

Абр омаду боз бар сари сабза гирист,
Бе бодаи арғувон намебояд зист.
Ин сабза, ки имрӯз тамошоғаҳи мост,
То сабзаи хоки мо тамошоғаҳи кист?

Пас маҷмӯи аломатҳои алифбои хусусии васеъкардашудаи бадалсозии M барои объекти додашуда G чунин намудро мегардад:

$$M = \{a, b, p, o, m, d, y, z, c, u, g, t, e, f, v, n, j, k, \bar{y}, sh, x, x', ', -, ?\} \quad (1)$$

Алифбои сохташуда яке аз вариантҳои пайдарпай овардашудаи аломатҳои алифбоии васеъкардашудаи бадалсозӣ барои объекти дода шуда (ё объекте, ки бо истифода аз ин аломатҳо сохта мешаванд) мебошад. Агар ҳамаи вариантҳои пайдарпай овардашудаи аломатҳои алифбоии васеъкардашудаи бадалсозиро барои объекти дода шуда созем, ки дар (1) варианти аввал оварда шудаанду аз 22 аломатҳои ҳарфӣ (алифбой) ва 4 аломатҳои имлоӣ иборат мебошанд, миқдори умумии онҳо ба $26! \approx 0.4 \cdot 10^{27}$ ($26! = 403\ 291\ 461\ 126\ 605\ 635\ 584\ 000\ 000$) мебошад.

Тарзи сохтани вариантҳои алифбои беназири (уникалии) бадалсозии объекти додашудаи кушода, ки дар онҳо ҳамаи символҳо мавқеи пешинашонро бо муқоиса ба варианти аввалаи додашуда иваз кардаанд ва муайян кардани миқдори онҳо дар [1, 4] оварда шудааст.

Барои бадалсозии объекти кушодаи **G**, усули соддатарини симметрии бадалсозии Сезарро, ки дар [2] мавриди тадқиқот қарор гирифтааст, истифода мекунем. Маҷмӯи аломатҳои дар алифбои хусусии васеъкардашудаи бадалсозӣ **M** бударо пайдарпай рақамгузорӣ мекунем (дар аксарияти усулҳои бадалсозӣ низ, ин тарзи рақамгузориро истифода мекунанд), ки он дар таблитсаи 1 оварда шудааст.

2. Акнун, калиди бадалсозии ихтиёрии яқум **k1**-ро дар ҳудуди $-n < k1 < n$ ва $k1 \neq 0$, ки дар инҷо **n** - миқдори умумии аломатҳои алифбои васеъкардашудаи бадалсозии **M** мебошад (яъне $n=26$), интиҳоб мекунем.

Бигзор калиди бадалсозии ихтиёрии яқум **k1 = 4** бошад.

3. Аломатҳоро дар объекти бадалшуда бо баназардошти ҷадвали 1 ва истифода аз формалаи зерин ҳисоб мекунем:

Ҷадвали 1 - Аломатҳои дар объект бадалшаванда

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>p</i>	<i>o</i>	<i>m</i>	<i>d</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>c</i>	<i>u</i>	<i>r</i>	<i>t</i>	<i>e</i>
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
<i>g</i>	<i>v</i>	<i>n</i>	<i>я</i>	<i>к</i>	<i>ӯ</i>	<i>ш</i>	<i>ҳ</i>	<i>x</i>	,	.	-	?

$$y_i = x_i + k1(modn), \quad (2)$$

дар инҷо x_i – аломатҳои объекти додашуда ва рақами ҷойгиршавии он дар алифбои бадалсозӣ, y_i – аломатҳои объекти бадалшуда ва рақами ҷойгиршавии он дар алифбои бадалсозӣ,

k1 – калиди ихтиёрий интиҳобшудаи яқум ва **n** – даври алифбои бадалсозӣ (миқдори символҳо дар алифбои хусусии васеъкардашудаи бадалсозӣ **M**) буда, **modn** – ифодаи математикӣ мебошанд, ки ҳангоми аз ҳудуди муайян гардида (дар ҳисобкунӣ аз рӯи формулаи (2)) баромадан, агар $k1 < -n$ бошад ба қимати ҳосилшуда қимати **n**-ро ҳамроҳ ё дар ҳолати $k1 > n$ аз қимати ҳосилшуда қимати **n**-ро кам мекунанд.

Ҳамин тариқ объекти бадалшуда, ки онро бо **G1** ишора мекунем ва он аз рӯи формулаи (2) муайян карда шудааст, пас аз ҳисобкунӣ ҳама ба охир расонидан намуди зеринро мегирад:

Мдурзсмигрдзтрдмуремуғремдтмрвғуғена
 Дярдзимғрмукгўзшршмсьдзҳиртғенб
 Ғшремдтмархғрғсу,трнмсз.звм-ғрсзена
 Нзремдтмғр?зхғрсзрнмсз.звм-ғрхғено

Дар натиҷа объекти (матни) бадалшудае ҳосил кардем, ки хонданашаванда ва бемаъно гардидааст.

4. Барои баргардонидани объекти бадалшуда **G1** ба объекти аввалаи **G** (аксбадалкунии қонунӣ), аксбадалкунанда бояд алифбои бадалсозии пайдарпай рақамгузорӣ кардашуда, калид ва усули бадалкуниро дастрас кунад.

Яъне, барои аксбадалкунии қонунӣ (легалӣ, «расшифрование») дар объекти бадалшуда формулаи зерин истифода карда мешавад:

$$x_i = y_i - k1(modn) \quad (3)$$

5. Барои баланд бардоштани устувории объекти бадалшуда дар чараёни бадалсозӣ калиди дукаратаро истифода кардан мувофиқи мақсад мебошад. Яъне, агар **M**-ро алифбои васеъкардашудаи бадалсозӣ ва калиди ихтиёрии интиҳобшудаи **k1**-ро, ки дар чараёни бадалкунии дар боло овардашуда, ҳамчун калиди аввалаи бадалкунии объекти додашудаи кушодаи **G** ҳисоб кунем, пас калиди дуҷуми ихтиёрий интиҳобшавандаи **k2**-ро вобаста ба алифбои васеъкардашудаи объекти бадалшудаи **G1** чунин месозанд.

А) Вобаста ба миқдори аломатҳои маҷмӯи **M1**, ки он аз аломатҳои объекти бадалшудаи **G1** иборат буда, намуди зеринро дорад:

$$M1 = \{m, \delta, y, p, z, c, u, e, t, e, f, v, a, y, k, \bar{y}, \text{ш}, \text{х}, \text{б}, \text{х}, ', ;, \text{н}, ?, -, o\}, \quad (1.1)$$

ва он аз 26 аломатҳо иборат мебошад, калиди бадалсозии дуҷум **k2**-ро чунин месозанд. Барои ҳар як аломатҳои дар **M1** буда, як адади дурақамаи ихтиёрии такрорнашавандаро (агар миқдори аломатҳо зиёда аз 100 бошад – адади серақама, зиёда аз 1000 бошад - чоррақама, ...) интихоб мекунамд, ки он маҷмӯи ададҳо ташкил медиҳад. Мисол, он чунин намудро дошта бошад:

$$\overline{M1} = \{67, 79, 33, 27, 63, 22, 08, 53, 85, 72, 17, 03, 98, 15, 36, 47, 55, 78, 05, 87, 95, 14, 94, 39, 25, 45\} \quad (1.2)$$

Маҷмӯи ададҳои дурақамаи дар (1.2) ихтиёрӣ интихобшударо истифода карда (миқдорашон ба миқдори аъзоҳои маҷмӯи **M1** баробар мебошад), калиди бадалсозии дуҷуми **k2** –ро, ки тарзи сохтани он ба тарзи сохтани калиди дар [3] оварда шуда монанд мебошад, месозем: Акнун барои бо калиди **k2** бадалсозӣ кардани объекти бадалшудаи **G1** аломатҳои дар он бударо ба ададҳои дурақамаи ба онҳо мувофиқ аз ҷадвали 2 иваз карда, объекти бадалшудаи рақамиро ҳосил мекунамд, ки онро бо **G2** ишора мекунем. Яъне,

6779332763226708532779638527796733277267172772677985672703173317729498
 79152779630867172767333653476355275567221579637808278517729405
 1755277267798567982787172717223395852794672263146303672517272263729498
 94632772677985671727396387172722632794672263146303672517278717729445

Ҷадвали 2 – Рамазҳои додашуда

<i>m</i>	<i>δ</i>	<i>y</i>	<i>p</i>	<i>z</i>	<i>c</i>	<i>u</i>	<i>e</i>	<i>t</i>	<i>e</i>	<i>z</i>	<i>v</i>	<i>a</i>
67	79	33	27	63	22	08	53	85	72	17	03	98
<i>я</i>	<i>к</i>	<i>ȳ</i>	<i>ш</i>	<i>ҳ</i>	<i>б</i>	<i>х</i>	<i>,</i>	<i>.</i>	<i>н</i>	<i>?</i>	<i>˘</i>	<i>o</i>
15	36	47	55	78	05	87	95	14	94	39	25	45

Барои аксбадалкунии объекти дуҷуми бадалшудаи **G2** онро аз аввал ба дурақамаҳо ҷудо карда, пас калиди бадалсозии **k2**-ро истифода карда, дурақамаҳоро ба аломатҳои ба онҳо мувофиқ аз таблитсаи 2 иваз мекунамд, ки дар натиҷа объекти пешинаи бадалшудаи **G1** ҳосил мегардад.

Устувории объекти дукарат бадалшудаи **G2** нисбат ба объекти як маротиба бадалшудаи **G1** ду маротиба меафзояд. Дар ҳақиқат, агар эҳтимолияти кушодани объекти як маротиба бадалшудаи **G1** ба $26! \approx 0.4 \cdot 10^{-27}$ баробар бошад, пас эҳтимолияти кушодани объекти ду маротиба бадалшудаи **G2** ба $(26!)^2 \approx 0.16 \cdot 10^{-54}$ баробар мегардад. Яъне, ҷойивазкунии ададҳои дурақамаи дар калиди ихтиёрии дуҷуми **k2** овардашуда низ ба $26! \approx 0.4 \cdot 10^{-27}$ баробар мебошанд.

Қайд кардан зарур аст, ки агар дарозии (ҳаҷми) объекти бадалшудаи яқум **G1** ба дарозии объекти кушодаи додашудаи **G** баробар бошад, пас дарозии объекти бадалшудаи **G2** нисбат ба дарозии объекти бадалшудаи **G1** ва объекти додашудаи кушодаи **G** ду (дар дурақама ду, дар серақама се, ...) маротиба зиёд гардидааст.

Б) Барои бартараф кардани камбудии дар боло қайд гардида, калиди ихтиёрии дуҷуми **k2**-ро аз истифода алифбои бадалсозии **M2** месозанд, ки аъзоҳояш аз аломатҳои ҳарфӣ, ададҳои яқрақама, аломатҳои имлоӣ ва махсус, ки дар алифбои бадалсозии сохташудаи **M1** дохил намебошанду ихтиёрӣ ба он дохил карда шудаанд. Дар ҳолати ҳаҷман калон будани объекти кушодаи додашуда, ки ба миқдоран зиёд гардидани аъзоёни маҷмӯи алифбои хусусии васеъкардашудаи бадалсозӣ **M2**, ки барои сохтани калиди ихтиёрии дуҷуми **k2** зарур аст, аз аломатҳои коди ASCII ё Unicode истифода кардан имконпазир мебошад.

Бигузур алифбои бадалсозии дуҷум **M2** чунин сохта шуда бошад:

$$M2 = \{q, w, r, t, i, \&, s, d, f, g, h, j, k, l, ;, z, v, b, \$, \%, *, ", \#, +, !, @\} \quad (1.3)$$

Яъне, яке аз вариантҳои калиди бадалсозии дуҷум **k2** вобаста ба аломатҳои маҷмӯҳои **M1** ва **M2** чунин намудро мегардад, ки дар таблитсаи 3 оварда шудааст:

Ҷадвали 3 - Маҷмӯҳои **M1** ва **M2**

<i>m</i>	<i>δ</i>	<i>y</i>	<i>p</i>	<i>z</i>	<i>c</i>	<i>u</i>	<i>e</i>	<i>t</i>	<i>e</i>	<i>z</i>	<i>v</i>	<i>a</i>
<i>i</i>	<i>&</i>	<i>s</i>	<i>r</i>	<i>d</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>j</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>;</i>	<i>q</i>
<i>я</i>	<i>к</i>	<i>ȳ</i>	<i>ш</i>	<i>ҳ</i>	<i>б</i>	<i>х</i>	<i>,</i>	<i>.</i>	<i>н</i>	<i>?</i>	<i>˘</i>	<i>o</i>
<i>v</i>	<i>b</i>	<i>\$</i>	<i>%</i>	<i>*</i>	<i>w</i>	<i>“</i>	<i>#</i>	<i>+</i>	<i>z</i>	<i>@</i>	<i>!</i>	<i>t</i>

Пас, барои бо калиди дуҷуми **k2** бадалсозӣ кардани объекти бадалшудаи **G1** аломатҳои дар он буда **M1**-ро (аломатҳои дар (1.1) буда) ба аломатҳои ба онҳо мувофиқи алифбои бадалсозии

дуюми **M2** (аломатҳои дар (1.3) буда), ки дар таблитсаи 3 оварда шудаанд иваз карда, объекти бадалшудаи **G3**–ро, ки аломатҳои аз аломатҳои дар забони объекти додашудаи кушодаи **G** фарқ мекунад, ҳосил мекунад. Яъне,

*l&srdfighr&djr&isrkislrki&jir;lslkzq
&vr&dgilrisbh\$d%r%ifv&d*grjlkzw
L%rki&jqr"lrfs#jrzifd+d;illrfdkzq
Zdrki&jilr@d"lrfdrzifd+d;illr"lkzt*

Барои аксбадалкунии объекти ҳосилшудаи **G3** ҳар як аломатҳои дар он бударо бо истифода аз калиди сохташудаи бадалсозии **k2**, тибқи таблитсаи 3 ба аломатҳои ба онҳо мувофиқ иваз мекунад, ки дар натиҷа объекти пешинаи бадалшудаи **G1** ҳосил мегардад.

Устувории объекти дукарат бадалшудаи **G3** ба устувории объекти бадалшудаи **G2** баробар буда, дарозиаш (ҳаҷмаш) ба дарозии объекти кушодаи додашудаи **G** баробар аст.

Хулоса

1. Чи тавре, ки дида мешавад дарозии (ҳаҷми) объекти бадалшудаи якум **G1** ба дарозии объекти кушодаи додашудаи **G** баробар мебошад;

2. Ҷарайёни бадалкуниро таҳлил карда, бо осонӣ мушоҳида кардан мумкин аст, ки миқдори аломатҳои дар объекти бадалшудаи ихтиёрии **G1** ба миқдори аломатҳои объекти кушодаи додашуда ба он мувофиқи **G** баробар ё аз он кам шуда метавонад ва онҳо аз маҷмӯи аломатҳои алифбои васеъкардашудаи бадалсозии **M** мебошанд.

3. Камбудии тарзи дукарат бадалкунии объекти кушодаи додашуда бо истифодаи калиди ихтиёрии дуюми **k2**, ки дар он ададҳои дурақама (бисёррақама) истифода мешаванд дар он аст, ки дарозии (ҳаҷми) объекти бадалшудаи **G2** нисбат ба дарозии объекти бадалшудаи **G1**, ки дарозиаш ба дарозии объекти додашудаи кушодаи **G** баробар мебошад, ду (дар дурақама ду, дар серақама се, ...) маротиба зиёд мегардад.

4. Тарзи бадалсозии объекти матнии додашудаи кушода бо истифода аз калиди дукарата, барои ҳамаи усулҳои бадалсозӣ имконпазир буда, устувории объекти бадалшударо баланд мегардонад.

Адабиёт:

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

2. Гафуров М.Х. Модернизация метода Цезаря при шифровании объекта.//Актуальные проблемы и тенденции развития: сборник материалов Международной научно-практической конференции. Уфа, 16–17 мая 2019 года. – Уфа: Уфимский ЮИ МВД России, 2019. – С. 57-64.

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

4. Гафуров М.Х., Косимов А.А. Тарзи сохтани алифбои уникалии бадалсозӣ.//Вестник ПИТТУ имени академика М.Осими. Ходжент. – 2022. -№ 1(22). – С. 16-22.

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

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

DDoS-АТАКИ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ НИХ

А.Ш. Назаров, И.Т. Ли

ТТУ им. акад. М.С. Осими, г. Душанбе, Таджикистан

В статье рассматривается хакерская атака типа «Распределенный отказ в обслуживании» (DDoS-атака). Приводятся причины и классификация DDoS-атак и основные методы защиты от подобных атак.

Ключевые слова: атака, отказ, взлом, конкуренция, флуд, пакет, протоколы, ресурсы, уязвимость, домены.

DDoS –ҲУЧУМҶО ВА ВОСИТАҶОИ ҲИМОЯ АЗ ОНҶО

А.Ш. Назаров, И.Т. Ли,

Дар мақолаи мазкур ҳуҷуми ҳакерии намуди радқунии пароканда дар хизматрасонӣ (DDoS-ҳуҷумҳо) дида баромад шуда аст. Дар қори мазкур сабабҳо, таснифоти DDoS-ҳуҷумҳо ва усулҳои асосии ҳимоя аз ин гуна ҳуҷумҳо оварда шудааст

Калимаҳои калидӣ: ҳуҷумҳо, радқунӣ, воридишавӣ, рақобат, флуд, пакет, протокол, захираҳо, осебназирӣ, домен

DDoS ATTACKS AND MEANS OF DEFENSE AGAINST THEM

A.Sh. Nazarov, I.T. Lee, D.K. Davlatov

This article discusses a distributed denial of service (DDoS) attack. The reasons, classification of DDoS attacks and the main methods of protection against such attacks are given.

Keywords: attack, refusal, hacking, competition, flooding, packet, protocols, resources, vulnerability, domains.

Введение

В современных условиях развития характерной чертой является стремительное применение и внедрение информационно-коммуникационных технологий во всех сферах экономической деятельности. К одним из основных элементов этой технологии относится применение глобальной сети Internet. Применение таких технологий порождает 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. Мы рассматриваем характерные особенности DDoS-атак.

Исследование задачи

DDoS(Distributed Denial of Service attack) – атака или атака «Распределенный отказ в обслуживании» - это хакерская атака, способная полностью или частично вывести из строя интернет-ресурс. Основная задача DDoS-атаки – это отказ в обслуживании пользователей сети компании или правительственной организации. В большинстве случаев злоумышленники используют зараженные вредоносными программами компьютеры, которые называются «компьютерами – зомби» (Рис.1). Сеть из таких компьютеров называется ботнет (BOTNET). С помощью этих компьютеров осуществляется распределенная DDoS-атака.

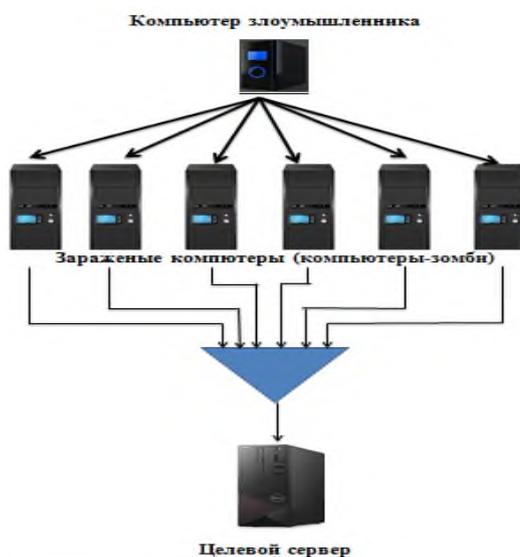


Рисунок 1 - Схема DDoS-атаки.

Слово «распределенная» означает, что запросы идут одновременно от большого количества компьютеров. Большинство серверов может обработать миллионы запросов, но если направить миллиарды и даже триллионы обращений (запросов) из разных мест планеты, то сервер зависнет и перестанет работать.

При DDoS-атаке происходят массовые запросы к серверу, что делает его недоступным для других пользователей. Такие атаки чаще всего используются тогда, когда взломать сервер не получается. Основными причинами DDoS-атаки являются личная неприязнь, конкуренция, мошенничество, политические мотивы, вымогательство, развлечение и т.д.

К классам DDoS-атак относятся:

- DNS амплификация, ICMP флуд, UDP флуд и др. Эти атаки направлены на переполнение канала связи различными типами флуда. Целью флуда является создание мощного потока запросов(пакетов данных), который занимает всю полосу трафика ресурса компьютера жертвы.

DNS – амплификация использует спецификацию работы DNS служб в сети. В данном случае злоумышленник формирует запрос, а DNS – сервер возвращает как можно больше данных.

ICMP флуд – на сервер посылается большое количество поддельных ICMP- пакетов с целью заполнения канала и перегрузки сервера.

UDP флуд – на сервер посылается большое количество UDP пакетов от широкого диапазона IP – адресов. В результате чего сервер переполняется поддельными UDP – пакетами.

- ACK/PUSH, ACK флуд, SYN флуд, TCP null/Ip null атака, Ping of death. Перечисленные атаки используют уязвимость сетки сетевых протоколов.

ACK/PUSH ACK флуд – сервер принимает фальсифицированные ACK пакеты, которые не существуют в списке соединений сервера. В результате чего сервер тратит все системные ресурсы для определения принадлежности поддельных пакетов.

SYN – флуд (-SYN Flood) – сервер с большой скоростью получает поддельные SYN – запросы, содержащие поддельный IP-адрес источника. В результате данной атаки падает производительность сервера, которая приведет к отказу в работе.

TCP null/IP null атака – сервер получает пакеты с нулевым значением в поле флагов заголовки TCP (URG, ACK, PSH, SYN, FIN).

Ping смерти (Ping of Death) – злоумышленник отправляет неправильно сформулированные или пакеты большого размера более 65535 байт с помощью команды пинг. Компьютеры не могут обрабатывать большие пакеты и зависают при их получении.

- HTTP флуд, SlowLoris, Ping флуд и т.д. Эти атаки менее распространены и называются атаками уровня приложения или прикладного уровня.

HTTP флуд – компьютеры бот генерируют большое количество запросов к серверу, которые приводят к перезагрузке веб сервера и его недоступности.

Атаки, фиговитированные HTTP пакетами, когда компьютеры бот-ы устанавливают корректные соединения с веб-сервером и разделяют их на мелкие части http – пакеты, передавая их очень медленно, которые позволяют тайм-аут сервера.

Атаки медленными сессиями. TCP – сессия устанавливается между ботом и сервером. Пустая сессия расходует ресурсы сервера, которые выделяют для обработки открытой сессии.

Самое большое количество DDoS-атак по данным системы активного анализа уровня угроз NETSCOUT Threat Intelligence было во время пандемии в первой половине 2020 г. т.е. 4,83 миллиона DDoS-атак (на 15% больше, чем в 2019 году). Частота этих атак в период с марта по июнь увеличилось на 25 % [1].

Распространение вируса COVID-19 по всему миру, а также карантин, в условиях которого оказались страны, заметно сказались на характере DDoS-атак и их распределении по различным индустриям. Наиболее атакуемыми сферами бизнеса оказались электронная коммерция, образование, игровые сервисы и букмекерские конторы, продемонстрировав однозначный рост атак на уровне выше среднего.

В отчете Qrator Labs сообщается, что с 2020 года в условиях пандемии выросла популярность специальных сервисов для организации DDoS-атак, так называемых бутеров (booters). Владельцы таких сервисов, как правило, принимают оплату кредитной картой и могут организовать атаку на любой IP, установленный в качестве их цели. Теперь терабитные скорости стали доступны через "бутеры", а потому динамичность атак возросла, а время проведения - сократилось.

В первом квартале 2022 года почти 1 млн. устройств, во втором квартале 84000 устройств и в третьем квартале 115000 устройств столкнулись с источником атак. Несмотря на небольшой спад DDoS-атак во втором и третьем квартале 2022 года, их интенсивность в десятки раз превышает показатели 2021 года.

Многолетние опыты противодействия DDoS-атакам и другим киберугрозам имеет «Лаборатория Касперского». Эксперты компании отслеживают с помощью системы Kaspersky DDoS

Intelligence и осуществляют перехват и анализ команд, поступающих через боты к серверу. Система Kaspersky DDoS Intelligence во втором квартале 2022 года зарегистрировала 78558 DDoS-атак. От общего числа 74960 (95,42%) составили очень короткие атаки, 49122 (62,53%) составили атаки типа UDP флуд.

По данным «Лаборатории Касперского» география DDoS-атак во втором квартале 2022 имеет следующий вид[5]:

США – 45,96%; Китай – 7,67%; Германия – 6,47%; Франция – 4,60%; Канада – 3,57%; Великобритания – 3,51%; Бразилия – 3,20%; Нидерланды – 2,91%; Сингапур -2,90%; Гонконг -1,75%; другие – 17,92%.

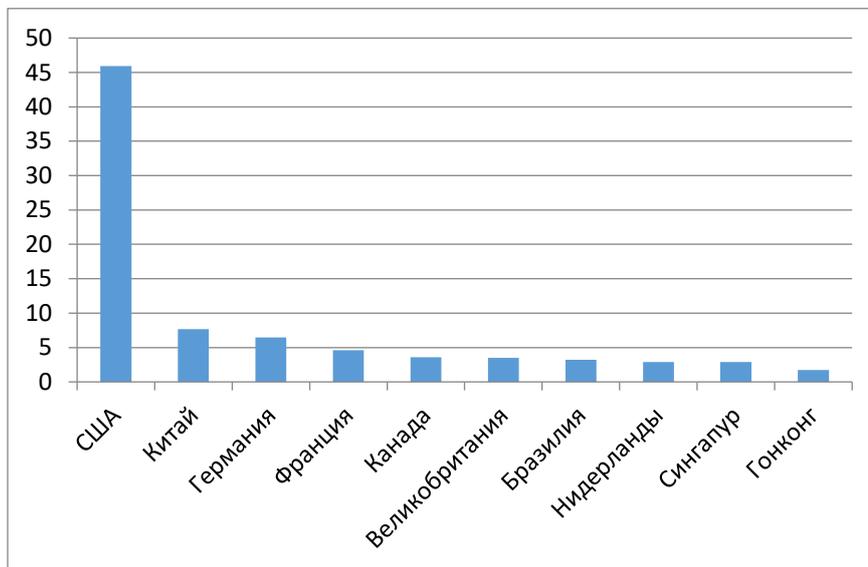


Рисунок 2 - География DDoS-атак

В целом, в состав из числа десятков стран, подвергающихся атакам, в тройку лидеров вошли США (45,95%), Китай (7,67%) и Германия (6,47%).

Длительность DDoS-атак во втором квартале 2022 года значительно сократилась. Долгосрочные атаки (от 20 часов и выше) составили немного более 7%, среднесрочные атаки (от 5 до 19 часов) 4,28% и краткосрочные атаки (до 4 часов) составили 74,12% от общей продолжительности. Средняя продолжительность атак составила примерно 14.45 минут. Распределение DDOS-атак по типам согласно данным «Лаборатории Касперского» приведено в таблице 1 и диаграмма 2.

Таблица 1 - Распределение DDoS-атак по типам

Класс DDOS-атак	UDP-флуд	SYN-флуд	TOP-флуд	HTTP-флуд	GRE-флуд
Количество DDOS-атак (%)	62,53	20,25	11,40	2,43	3,39

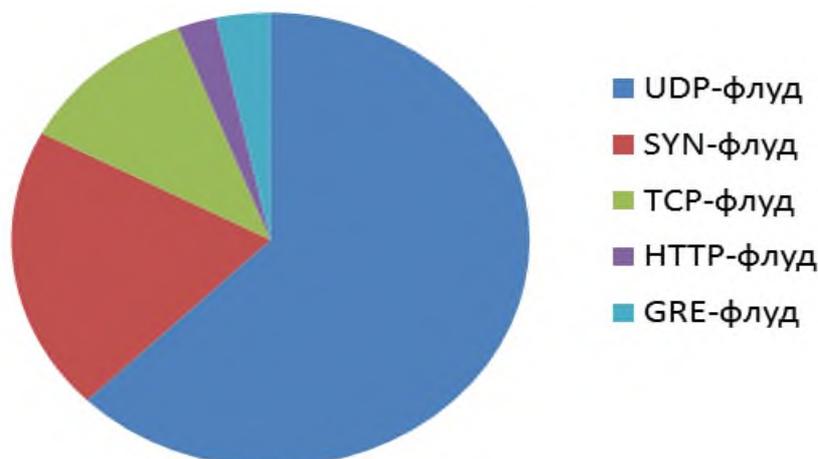


Рисунок 1 - Диаграмма распределения DDoS-атака по типам

В связи с военной операцией на Украине хакеры начали масштабную DDoS-атаку над платежной системой «Мир» с целью вызвать перебои в прохождении платежей и обслуживании карт. Банковская карта на базе платежной системы «Мир» работает и в Республике Таджикистан. Число DDoS-атак на российские банки в 2022 году выросло более чем в 20 раз. С началом конфликта на Таджикско-Киргизской границе таджикские СМИ подверглись DDoS-атакам, чтобы заблокировать работу их ресурсов.

Наличие DDoS-атаки приводит к большим проблемам работы сервера. Поэтому возникает задача применения основных **методов защиты** от подобных атак.

Результаты исследования и обсуждения

В результате проведенного исследования и обсуждения для защиты от DDoS-атак необходимо использовать следующие методы защиты:

- Предотвращение. Суть метода заключается в том, что необходимо провести анализ и профилактику причин DDoS-атак. Если вовремя устранять причины этих атак, то в дальнейшем можно избежать возникновения таких ситуаций.
- Применение специализированных программных и аппаратных средств. Сейчас производятся аппаратно-программные комплексы, позволяющие защитить серверы от подобных атак.
- Фильтрация. Фильтрация входящего трафика с атакующих машин позволяет снизить уровень DDoS-атак.
- Устранение уязвимостей. Заключается в устранении ошибок в тех или иных системах.
- Мониторинг. Мониторинг позволяет по определенным критериям вычислить DDoS-атаку и принять соответствующие меры и т.д.

Заключение

Таким образом, исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что с каждым годом растет количество DDoS-атак. Злоумышленники атакуют крупный и средний бизнес, который приводит к большим финансовым потерям и снижению репутации клиента. Они придумывают новые методы и виды атак и тщательно изучают средства противодействия этим атакам. В связи с этим не существует универсальных методов защиты от DDoS-атак. Поэтому методы и средства защиты необходимо часто обновлять, и подход к защите от DDoS-атаки должен быть комплексный.

Литература:

1. Какие бывают DDoS-атаки и почему защищаться сложнее из года в год [электронный ресурс] URL:<http://www.orange-business.com> (Дата обращения 22.11.2022)]
2. Ли И.Т., Назаров А.Ш., Курбонов Н.М. Моделирование системы защиты информации от угроз/ А.Ш.Назаров, И.Т.Ли, Н.М.Курбонов// Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. Научный журнал. №1(45). Душанбе:, 2019. – с. 10-13
3. Мельников Д.А. Информационная безопасность открытых систем: -М.:ФЛИНТА, 2012 – 448 с.
4. DDoS – атаки. Причины возникновения, классификация и защита от DdoS-атак [электронный ресурс]. UR2:[http://efsol.vu/articles/ddos – attacks.html](http://efsol.vu/articles/ddos-attacks.html)(дата обращения 22.11.22)
5. Электронный ресурс URL:<https://media.kasperskycontenthub.com> (дата обращения 23.11.2022 г.).

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

TJ	RU	EN
Назаров Акбар Шарифович	Назаров Акбар Шарифович	Nazarov Akbar Sharifovich
номзади илмҳои иқтисодӣ, дотсент	кандидат экономических наук, доцент	Candidate of Economic sciences, Associate Professor
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
akbarnazarow@yandex.ru		
TJ	RU	EN
Ли Игорь Тхя-Дюнович	Ли Игорь Тхя-Дюнович	Lee Igor Tkhyu-Dyunovich
номзади илмҳои техникӣ, дотсент	кандидат технических наук, доцент	Candidate of technical sciences, Associate Professor
Донишгоҳи Русияву Тоҷикистон (Славянӣ)	Российско-Таджикский (Славянский) университет	Russian-Tajik (Slavonic) University
Leer1942@mail.ru		

УДК 004.005

МУҲИМИЯТИ ИНТИХОБИ ЗАБОНИ БАРНОМАСОЗӢ БАРОИ ПЕШБУРДИ ФАЪОЛИЯТИ КАСБӢ

С.Ш. Низомиддинов¹, А.Р. Саидвалиев², Ф.Ф. Сафаров³, Р.Ш. Умарализода⁴

^{1,2} ДДХ ба номи академик Б. Гафуров

³ Институти метематикаи ба номи А. Чураев-и АИЧТ

⁴ ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ

Дар мақолаи мазкур таҳлили забонҳои барномасозии муосири олами технологияҳои иттилоотӣ ва коммуникатсионӣ мавриди ҳаллу фасл қарор гирифта самтҳои афзалиятноки истифодаи ин забонҳо оварда шудааст. Инчунин роҳҳои интихоби оқилонаи забонҳои барномасозӣ ва тарзи самаранок истифодаи онҳо дар самти фаъолияти касбӣ пешниҳод шудааст. Панҷ забони муосири маъмултарин мавриди таҳлил қарор дода шуда бартарию камбудии ин забонҳо инъикос гардида бурди боҳти онҳо дар соҳаи барномасозӣ муайян карда шудааст.

Калимаҳои вожаҳо: *Забонҳои барномасозӣ, бартарӣ ва камбудии забонҳои барномасозӣ, фаъолияти касбӣ, замимаҳои серверӣ ва мизҷӣ, платформа, системаи оператсионӣ.*

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

С.Ш. Низомиддинов¹, А.Р. Саидвалиев², Ф.Ф. Сафаров³, Р.Ш. Умарализода⁴

Данная статья посвящена анализу современных языков программирования мира информационных и телекоммуникационных технологий и дает приоритетные направления в использовании этих языков. А также приведены способы разумного выбора языков программирования и эффективное использование этих языков в развитии профессиональной деятельности. Анализируются пять наиболее часто используемых современных языков, определяются преимущества и недостатки этих языков, а также определяются их перспективы в области программирования.

Ключевые слова: *Языки программирования, преимущества и недостатки языков программирования, профессиональная деятельность, серверные и клиентские приложения, платформа, операционная система.*

FEATURES OF THE SELECTION OF PROGRAMMING LANGUAGES FOR THE DEVELOPMENT OF PROFESSIONAL ACTIVITIES

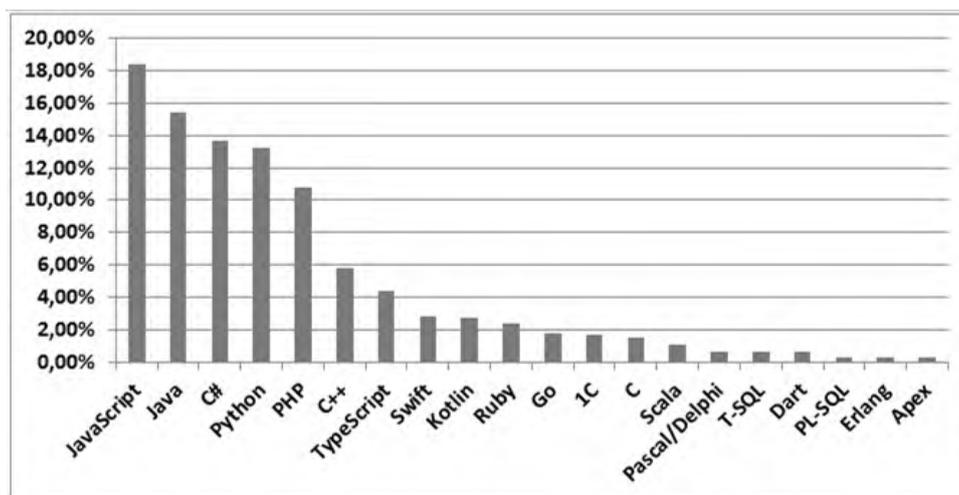
S.Sh. Nizomiddinov, A.R. Saidvaliev, F.F. Safarov³ R.Sh. Umaralizoda⁴

This article describes the analysis of modern programming languages of the world of information and telecommunication technologies and gives priority directions in the use of these languages. Also, it is given the ways of a reasonable choice of programming languages and effective use of these languages in the development of professional activity. The five most commonly used modern languages are analyzed, the advantages and disadvantages of these languages are identified, and their perspectives are determined in programming sphere.

Key words: *programming languages, advantages and disadvantages of programming languages, professional activity, server and client applications, platform, operating system.*

Сарсухан

Имруз муаммои интихоби забони барномасозӣ барои омӯзиш ва татбиқи лоиҳаи гуногун хеле муҳим арзёбӣ шуда, дар ин самт мутахассисон ва тадқиқотчиёни зиёд ақидаҳои мухталиф баён месозанд. Бо тараққиёти технологияҳои иттилоотӣ ва системаҳои муосири телекоммуникатсионӣ истифодаи барномаҳои амалии соҳавӣ ба яке омилҳои асосии пешбарандаи фаъолияти соҳаҳои гуногун мубаддал гардидааст. Дар ин радиф, назди барномасозон масъулияти қонеъ намудани истифодабарандагон бо барномаҳои амалии соҳавии босифат пайдо мегардад, ки интихоби забонҳои муосири барномасозӣ ва технологияҳои инноватсионии татбиқунандаи он муҳим арзёбӣ мешавад. Интихоби забони барномасозӣ бо якчанд омилҳо вобаста мебошад. Дар аввал тавозуни байни харчи вақт ва қувва барои омӯзишу дарки бартариҳои забони интихобшаванда лозим аст. Барномасоз бояд, муайян намояд, ки забони интихобнамудаи ӯ чӣ гуна оянда дорад. Дар аввали солҳои 2000-ум веб-коркардкунандагон дар чунин ақида буданд, ки забонҳои PHP ва Ruby on Rails – ин забонҳои беҳтарин аз ҷиҳати рушди таҳассусмандӣ мебошад. Имрӯз талаботи бозор дигаргун аст: дар соли 2019-2020 омӯзиши PHP ва Ruby on Rails ба мақсад мувофиқ нест [1]. Дар ин ҷо бо таҳлилҳои забонҳои муосири барномасозии маъмул якчанд забонҳоеро интихоб намудем, ки барои омӯзиш манфиатовар хоҳанд буд. Дар соли 2020 аз тарафи ҷамъияти барномасозони DOU натиҷаи пурсиши зиёда аз 10000 барномасозони собиқ давлатҳои иттиҳоди шӯравӣ ба таъб расонида шуд. Дар асоси ҷавоби онҳо рейтингҳои забонҳои барномасозӣ тартиб дода шуд, ки дар ин забонҳо имрӯз ҳар чӣ бештар барномаҳо талфиҷ мешаванд.



Расми 1 - Рейтинги забонҳои барномасозии муосир мувофиқи ҷамъияти барномасозони DOU дар соли 2020

Барои таҳлили пурра албатта ин миқдор нокифоя мебошад, вале ҳаминро бояд иқрор шуд, ки инъикоси ҳақиқии муҳимияти забони барномасозӣ дар ин ҳолат падида мешавад.

Барои чӣ барномасозон забони навро меомӯзанд? Дар бисёре ҳолатҳо барномасозон барои ҳамқадами замона ва соҳиби мавқеи хоса дар бозори меҳнат будан, забони навро меомӯзанд. Бе шаку шубҳа, дар сӯҳбат кордиханда меҳода донанд, ки номзади ба кор қабулшаванда ин ё он забонро дар кадом дараҷа медонанд. Бо таҳлили ҳар як забони мушаххас муайян намудан мумкин аст, ки кадом саволҳо бештар дар вақти сӯҳбат ҷангоми қабул ба кор дода мешаванд.

Гарчанде таҳлилҳо дар пурсишҳои ҷамъиятҳои барномасозон ва системаҳои ҷустуҷӯӣ-пурсишӣ асоснок шудаанд, дар он фарқият дида мешаванд. Якум, кӯшиш намудем он забонроеро номбар намоем, ки барои омӯзиш бештар манфиатовар мебошанд. Дуюм, дар ин ҷо забонҳои декларативӣ ва забонҳои сенарияи ҷилдхоро истисно намудем. Мо фақат бо забонҳои императивӣ маҳдуд шудем.

1) JavaScript. Мувофиқи таҳлилҳои ҷамъияти барномасозони DOU 18,4%-и барномасозон забони JavaScript-ро забони машҳуртарини барномасозӣ меҳисобанд. Имрӯз JavaScript дар ҳама самт истифода мешавад. JavaScript-фреймворкҳо (Angular, React ва Vue) аз тарафи мизоҷ барои он коркарди веб-замимаҳо дар асоси браузер истифода мешаванд. Берун аз ҳудуди браузер бо ёрии Node.js lets навиштани замимаҳои серверӣ бо ҳамон забоне, ки коди мизоҷӣ навишта мешаванд, имконпазир аст. Бо ёрии Node сохтани веб-хизматрасониҳо, идоракунии Интернет-маводҳо (IoT) имконпазир буда, бо таълими мошинӣ озмоиш гузаронидан мумкин аст. Бартарии муҳими JavaScript нисбати дигар забонҳо – ин дастгирии васеъ дар саноати таъминоти барномавӣ аз тарафи чунин IT-корпоратсияҳои бузург ба монанди Google, Facebook, Microsoft ва Amazon мебошад. Бартарии навбатии JavaScript – ин дарёфти осони маводи омӯзишӣ оид ба ин забон аст: маҷмӯи зиёди курсҳои пулакӣ ва ройгон, веб-сомонаҳо, китобҳо, видео ва блогҳои тематикӣ мавҷуд мебошад.

Муддати зиёди мавҷудияти худ JavaScript дар олами барномасозӣ назарногир буд. Не, ин забон то ҳол ба дараҷаи кофӣ маъмул нашудааст. Ба ҳамаи ин нигоҳ накарда, ҷамъияти JavaScript қувваи зиёдеро ба он равона намуданд, ки JavaScript аз забони скриптии браузерӣ ба забони муосири универсиалӣ мубаддал гардад. Бо мурури вақт қисми зиёди норасогиҳои JavaScript бартараф карда шуданд.

2) Java. Мувофиқи пурсишҳои DOU забони Java-ро 15,4% барномасозон – коркардкунандагон маъқул донистанд. Яке аз бартариҳои Java – ин машинаи виртуалии JVM мебошад. JVM имконияти бакорандозии дилхоҳ забонро дар дилхоҳ платформаи тачиҳизотӣ ё дастгоҳро фароҳам меорад. Java инчунин барои ҳалли масъалаҳои бо намуди маълумот ва идоракунии хотира алоқаманд коркард шуда кори барномасозонро осон намуд [3]. Java коркард ва татбиқи замимаҳоро дар системаҳои оператсионии гуногун сода менамояд: аз ҳамин сабаб, ширкатҳои азим Java-ро бештар истифода менамоянд. Ба шарофати донистани ин забон ба ҳайати коргарони ширкатҳои азим шомил шудан мумкин аст. Дар забони Java замимаҳо барои Android навишта мешаванд. Ҳиссаи Android дар бозор нисбати ҷамъи рақибон калон аст ва аз ҳамин сабаб, барномасозон Java-ро меомӯзанд. Истифодабарии JVM бештар ба назар мерасад: забонҳои нав сохта мешаванд ва забонҳои мавҷудбуда мутобиқ карда мешаванд. Экосистемаи Java бештар истифода мешавад. Scala, Closure ва Kotlin дар соҳаҳои мухталиф маъмул мебошанд [4].

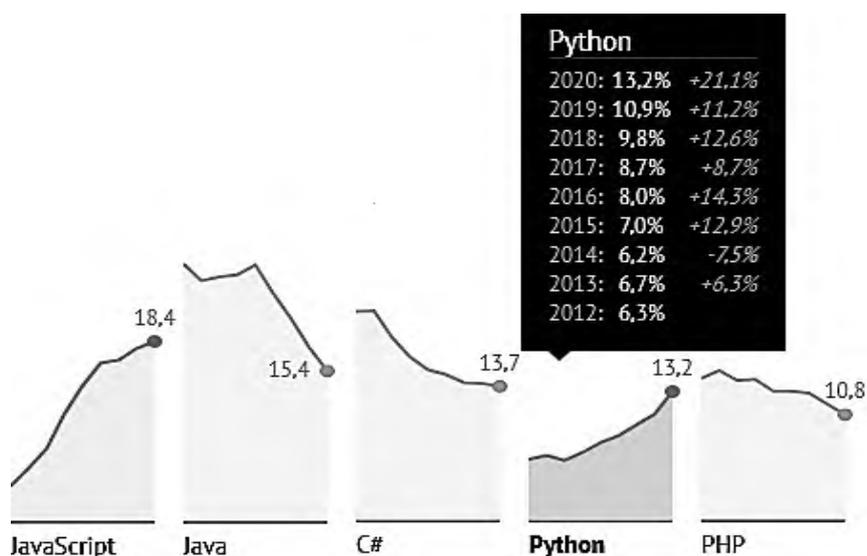
3) C#. Аз рӯи маълумотҳои DOU дар соли 2020, 13,7%-и барномасозон муҳлиси ашадии Microsoft C# мебошанд. На танҳо JavaScript балки Java низ аз C# пеш гузаштанд: аз сабаби аз тарафи бисёре аз барномасозон дӯст надоштани Microsoft нигоҳ накарда, забони сенарияҳо Bash-

ро 40,4%-и коркардкунандагон истифода мебаранд. Java то ҳол аз C# беҳтар аст, аммо дар оянда тағйирот дар назар аст. Java функционали навро суфт ворид месозад, дар он ҳолате, ки Microsoft бошиддат тараққӣ карда, имкониятҳои навро ба C# ҳамроҳ менамояд. Ҳамин тариқ, ширкат кӯшиши бартаарафкунии вобастагиро аз Windows роҳандозӣ намудааст. Бо ҳамин сабаб Microsoft ширкати Xamarin ва муҳити кроссплатформавии онро харидорӣ намуда ядроии бисёрплатформавии .NET-ро бароварда, ба Azure маблағгузорию идома медиҳад. Дар забони C# ширкати Microsoft ояндаи стратегияи нави тараққӣро мебинад ва кӯшиши зиёде ба харҷ медиҳад, то ин ки истифодабарии C# ҳам бо технологияҳои Microsoft ва ҳам стандартҳои саноатии кушод имконпазир бошад. Ба монанди Java, забон ва экосистемаи C# ҳам бузург мебошад.

4) Python. Мувофиқи пурсишҳои DOU, Python-ро 13,2%-и коркардкунандагон маъқул донистанд. Python бо он мароқангез мебошад, ки панҷ соли охир ӯ нисбати дигар забонҳои барномасозӣ бо суръати тез рушд намудааст. Python чунон машҳур гардид, ки дар бораи он маҷаллаи The Economist менависад, ки ин маҷалла ягон бор оид ба коркарди таъминоти барномавӣ мароқ зоҳир накарда буд. Яке аз сабабҳои машҳур гардидани Python – ин дар сода будани тартибдиҳии код нисбати дигар забонҳо мебошад: мисол, гузоштани нуқта вергул дар интиҳои оператор лозим нест. Аз ҳамин сабаб, Python-ро бештар дар муассисаҳои таълимӣ – на танҳо дар донишгоҳҳо, балки дар мактабҳои таҳсилоти ҳамагонӣ меомӯзанд. Ин забони аз ҳама машҳури таъиноти умумӣ буда, ба таълими мошинӣ ва дар илм оид ба маълумот (додашудаҳо) истифода мешавад. Дар ин соҳаҳо Python чунин самаранок истифода бурда мешавад, ки ба наздикӣ таклифи мутахҳидкунии дар ин соҳаҳо ва забони барномасозии R, забони илм оид ба маълумот таклиф карда шуд. Python ба дигар забонҳои барномасозӣ монанд буда, дар як вақт аз онҳо фарқияти кулӣ дорад.

5) PHP. Дар соҳаи коркарди веб то ҳол PHP машҳур аст. Ин забонро 10,8%-и барномасозон маъқул донистанд. Ба маҳдудиятҳо ва мавҷудияти дигар олотҳои коркард, PHP чун пештара аз тарафи веб-захираҳои азим, ба монанди Facebook ва Wikipedia истифода мешавад. Facebook то ҳатто Hack-ро сохт, ки наشريи модернизиронидашудаи забони PHP мебошад. PHP-ро платформаҳои бузург бо коди ибтидоии кушод ба монанди WordPress ва MediaWiki истифода менамоянд. Ин платформаҳои паҳншударин мебошанд ва PHP барои сохтани плагинҳо лозим аст. PHP дорои алтернативаи муосир ва бозкоркардшудаи Ruby мебошад. Платформаи веб – коркарди Ruby on Rails истифода мешавад ва аз тарафи коркардкунандагон дастгирӣ ёфтааст. Ин панҷгона бо тағйиротҳои ночиз дар рейтингҳои дигар системаҳои ҳушҷӯӣ – пурсишӣ тақрор мешаванд. Ҳаминро қайд намудан ба маврид аст, ки чаҳиши баланди забони Python аз дигар забонҳои барномасозӣ ба назар мерасад. Фарқияти ҷои аввал 18,4% ва панҷум 10,8% он қадар калон нест.

Қобили қабул аст, ки панҷ мавқеи аввала 71,5% бозорро ишғол менамоянд, ки бо рейтингҳои оҷонсиҳо ҷаҳонии коррелиатсияшаванда мебошанд. Назар ба соли 2019 JavaScript ва Python дар болоравӣ буда, рейтингҳои Java, C# ва PHP тадриҷан паст шудаанд.



Расми 2 - Афзоиш ва пастравии забонҳои барномасозии муосир

Махсусан забони Python босуръат пеш меравад. Миқдори барномасозоне, ки забони Python-ро ҳамчун забони асосии барномасозии худ қарор додаанд, нисбати соли 2019 ба 21,1% зиёд гардидааст. Дар умум, Python куллан дар ҳамаи ҷанбаҳо пешрав мебошад.

Ҳаминро қайд намудан мумкин аст, ки панҷ забони барномасозии дар боло зикршуда ин забонҳои таъиноти умумӣ мебошанд. Акнун мухтасар оид ба забонҳои махсусгардонидашудаи

махдуд сухан менамоем, ки дар соҳаҳои ҷудогона истифода мешаванд. Apple Swift диққати бисёре аз коркардкунандагонро ба худ ҷалб намудааст. Дар ибтидо Apple Swift ҳамчун забони нави универсиалии Apple бар ивази Objective-C сохта шуда буд. Дар забони Apple Swift замимаҳо барои iOS ва Mac навишта мешаванд. Бо умеде он, ки Swift забони серверӣ мегардад, Apple онро зери иҷозатнома бо коди ибтидоии кушод баровард, аммо ин тавр нашуд.

Дар соҳаҳои маҳдуд, мисол, дар барномасозии системавӣ чунин забонҳои ояндадор ба монанди Go аз Google ва Rust аз Mozilla мавҷуд мебошанд: ҳар ду забон барои сохтани системаҳои рақобатпазир пешбинӣ шудаанд. Дар соҳаи барномасозии функционалӣ Erlang ва алтернативаи муосири он Elixir, Clojure ва намуди муосири он Lisp мавҷуд мебошанд, ки дар JVM кор мекунад. Инчунин F# – забони функционалӣ мавҷуд мебошад, ки дар сатҳи .NET кор мекунад ва дорои маҷмӯи функсияҳои барқароршуда мебошад. Мо дар инҷо панҷ забонро мавриди таҳлил қарор додем, ки барномасозони ватанӣ дар он замимаҳои гуногунро барои соҳаҳои мухталиф коркард менамоянд.

Хулоса аз тамоюлҳои муосир забони беҳтарини таъиноти умумӣ – ин JavaScript мебошад, ки соҳаи истифодабарии он васеъ аст. Дар даҳ соли охир JavaScript хеле мукамал шуда ба забонҳои муосир ба монанди C# ва Lisp монанд гардидааст. Албатта, ин забон дорои камбудииҳо мебошад, аммо онҳо ночизанд.

Python ба он барномасозон беҳтар аст, ки ояндаи дурро ба назар мегиранд. Чӣ тавре, ки мо аллакай қайд намудем, ин забон ба мақсадҳои илмӣ ва таълимӣ истифода мешавад. Ин забон дар омӯзиши мошинӣ, интеллектӣ сунъӣ ва илм оид ба маълумот манфиатовар буда, пешқадам мебошад. Ҳангоми сохтани интерфейси истифодабаранда JavaScript нисбат ба Python дорои бартариҳои ҷиддӣ мебошад, аммо бо мурури вақт ин бартарӣ бартараф шуданаш мумкин аст. Яқум, стандарти Web Assembly имконият медиҳад, ки замима барои браузер дар забони дилхоҳи сатҳаш баланд навишта шавад. Дуюм, агар интерфейсҳои овозии истифодабаранда машҳур гарданд, интерфейсҳои графикӣ мавқеашонро аз даст медиҳанд. Дар ин самт Python дорои бартарӣ мебошад: дар Python ёрдамчиҳои овозии Amazon Echo навишта шудааст. Аз нуқтаи назари таҳассусмандӣ ва салоҳият зарурияти интихоб байни Java ва C# ба миён меояд. Ин забонҳо аз рӯи синтаксис, функсияҳо ва инфрасохтор ба ҳам чунон монанд мебошанд, ки интихоб аз рӯи ҳолати кунунӣ ва хоҳиш ба амал бароварда мешавад. Чӣ тавре, ки қайд карда шуд, Java нисбат ба C# дер боз мавҷуд буда, бештар маъмул мебошад. Аз дигар тараф, кӯшиши ширкати Microsoft оид ба табдил додани C# ба забони кроссплатформавӣ шояд амалӣ гардад ва C# забони мукамал барои оянда мегардад. Java забони Android боқӣ мемонад, аммо бо ёрии Xamarin аз ширкати Microsoft дар забони C# замимаҳоро барои Android, iOS ва Mac навиштан мумкин аст. Ҳаминро бояд қайд намуд, ки ҳангоми интихоби Java ё C# донишҷӯи функсияҳои ҷудогона муҳим нест. Муҳимаш он аст, ки барномасоз backend-замимаҳо ва кодҳои идиоматикиро навишта тавонад. Малакаи кор бо функсияҳои мушаххас дар вақти ҳалли масъалаҳои ҳақиқӣ ба назар гирифта мешавад. C ва C++ забонҳои таъиноти умумӣ ба ҳисоб мераванд, аммо дар амал онҳо дар соҳаҳои муайян истифода мешаванд: забони C ин барои системаҳо ва барномасозии системаҳои соझаванда, C++ бошад, барои замимаҳои ҳосилнокии баланди захираталаб.

Хулоса

Ҳангоми интихоби забон пеш аз ҳама, нозуқиҳои забонро бояд омӯخت, ки бо он барномасоз кор мекунад. Барои муваффақ шудан ба мақсадҳои гузошташуда беҳтар аст, ки барномасоз паҳлӯҳои мусбӣ манфии забони интихобкардашро дарк карда, муайян намояд, ки барои кадом категорияҳои масъалаҳои гузошташуда ин забон самаранок аст. Забонҳои Python, JavaScript, Java и C# ва PHP – ин гулчини забонҳои барномасозӣ ба ҳисоб мераванд. Ин забонҳоро меомӯзанд, дар ин забонҳо барнома менависанд ва онҳоро тавсия медиҳанд. Ҳар яки ин забонҳои барномасозиро барои омӯзиш ва истифодабарӣ тавсия додан мумкин аст. Агар дар бораи забонҳои оянда сухан намоем, яъне забонҳое, ки дар оянда метавонанд машҳур шаванд, забонҳои TypeScript, Kotlin, Rust ва Dart-ро қайд намудан мумкин аст. Ин забонҳоро барои забонҳои дуҷуми барномасозӣ истифода бурдан ба мақсад мувофиқ мебошад.

Литература:

1. Гавриков М.М. Теоретические основы разработки и реализации языков программирования / М.М. Гавриков, А.Н. Иванченко, Д.В. Гринченков. -М.: КноРус, 2014. -184 с.
2. Гергель В.П. Современные языки и технологии параллельного программирования / В.П. Гергель. -М.: Издательство МГУ, 2012. -408 с.
3. Хорев П.Б. Объектно-ориентированное программирование с примерами на C#. Учебное пособие / П.Б. Хорев. -М.: Форум, Инфра-М, 2016. -200 с.
4. Хорстманн Кей С. Java. Библиотека профессионала. Том 1/ Хорстманн Кей С. -М.: Вильямс, 2018-866 с.

5.С. Макконнелл. Совершенный код. Мастер-класс./ С. Макконнелл. - М.: Русская Редакция, Microsoft Press, 2017-452 с.

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ-AUTHORS BACKGROUND

TJ	RU	EN
Низомиддинов Сайфиддин Шарофидинович	Низомиддинов Сайфиддин Шарофидинович	Nizomiddinov Sayfiddin Sharofidinovich
Н.и.и., дотсент	К.э.н., доцент	Candidate of economics science, associate professor
МДТ ДДХ ба номи академик Б. Гафуров ш. Хучанд	ГОУ ХГУ имени академика Б. Гафурова	SEI KHGU named after academician B. Gafurov
nizomiddinov_s@mail.ru , Tel.: 92-710-1447		
TJ	RU	EN
Саидвалиев Аъзам Разоқович	Саидвалиев Аъзам Разоқович	Saidvaliev Azam Razokovich
Муаллими калон	Старший преподаватель	Senior lecturer
МДТ ДДХ ба номи академик Б. Гафуров ш. Хучанд	ГОУ ХГУ имени академика Б. Гафурова	SEI KHGU named after academician B. Gafurov
azam.saidvaliev@mail.ru , Tel.: 92-733-4546		
TJ	RU	EN
Сафаров Фируз Фузайлович	Сафаров Фируз Фузайлович	Safarov Firuz Fuzaylovich
Докторанти PhD	Докторант PhD	PhD student
Институти метематикаи ба номи А.Чураев-и АИЦТ	Институт математики им. А. Джураева АНРТ	Institute of mathematics named after A. Juraev of ASRT
ffsafarov@gmail.com , Tel.: 900-90-0340		
TJ	RU	EN
Умарализода Рачаб Шамс	Умарализода Раджаб Шамс	Umaralizoda Rajab Shams
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент	candidate of technical science, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени акад. М.С.Осими	TTU named after academician M.S.Osimi
rajab2000@yandex.ru , Tel.: 904-57-53-06		
Orcid: 0000-0002-1765-7573		

УДК 519.237.5

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ ДАШТИБЕД ОТ ИХ КИСЛОТНОЙ АКТИВАЦИИ

А.Б. Сохибов

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В данной статье рассматривается разработка математической модели зависимости удельной поверхности глинистых сорбентов месторождения Даштибед от кислотной активации серной кислотой. Данная цель достигается путем разработки математической модели активации природных сорбентов. Были рассмотрены различные аспекты активации природных сорбентов месторождений Республики Таджикистан. При выполнении математических расчетов использованы различные методы математического моделирования. Для определения значений между узловыми точками выполнены различные способы интерполяции данных. Показана, что в данном случае наилучший результат получен при кубической интерполяции. Математическая модель данной зависимости в виде полинома четвертой степени получена с помощью полиномиальной аппроксимации данных.

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

АМСИЛАСОЗИИ ВОБАСТАГИИ САТҶИ ХОСИ ЧАББАНДАҶОИ ТАБИИИ ДАШТИБЕД ВОБАСТА АЗ ФАЪОЛКУНИИ КИСЛОТАӢ

А.Б. СОҶИБОВ

Дар мақолаи мазкур коркарди амсилаи математикии вобастагии сатҳи хоси чаббандаҳои гилии кони Даштибед аз фаъолкунии кислотагии кислотаи сулфат. Мақсади гузошташударо бо роҳи коркарди амсилаи математикии фаъолкунии чаббандаҳои табиӣ ба даст овардан мумкин аст. Чихатҳои гуногуни фаъолкунии чаббандаҳои табиӣ конҳои Чумхурии Тоҷикистон дида баромада шудаанд. Ҳангоми иҷрои ҳисобкунии математикӣ тарзҳои гуногуни амсиласозии математикӣ истифода шудааст. Барои муайян намудани қиматҳои байни нуктаҳои гиреҳӣ тарзҳои гуногуни интерполятсияи додаҳо иҷро гардидааст. Дар ин ҳолат натиҷаҳои беҳтарин ҳангоми истифодаи интерполятсияи кубӣ ба даст оварда шудааст. Амсилаи математикии вобастагии пешниҳодшуда дар шакли полиноми дараҷаи чорум бо ёрии аппроксиматсияи полиномиалии додаҳо ҳосил шудааст.

Калимаҳои калидӣ: чаббандаҳои гилии табиӣ, амсилаи математикӣ, интерполятсия, аппроксиматсия, сатҳи хос, ковоқӣ, чаббии.

MODELING THE DEPENDENCE OF THE SPECIFIC SURFACE OF DASHTIBED NATURAL SORBENTS ON THEIR ACID ACTIVATION

A.B. Sohibov

This article discusses the development of a mathematical model for the dependence of the specific surface area of clay sorbents from the Dashtibed deposit on acid activation with sulfuric acid. This goal is achieved by developing a mathematical model for the activation of natural sorbents. Various aspects of activation of natural sorbents from deposits of the Republic of Tajikistan were considered. When performing mathematical calculations, various methods of mathematical modeling were used. To determine the values between the nodal points, various methods of data interpolation are performed. It is shown that in this case the best result was obtained with cubic interpolation. The mathematical model of this dependence in the form of a polynomial of the fourth degree was obtained using polynomial approximation of the data.

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

Введение

Анализ литературы по адсорбционным процессам показывает, что удельная поверхность глинистых сорбентов является одним из основных параметров, определяющих их адсорбционную активность. Естественно, чем больше объем удельной поверхности, тем выше адсорбционная активность сорбентов [2]. Удельная поверхность определяется как отношение поверхности к объему. Существуют различные способы активации природных глинистых сорбентов. Одним из основных способов активации является кислотная активация. Чаще всего для этой цели используют серную кислоту. Хотя можно использовать и другие виды кислот. Информация о величине удельной поверхности и других ее характеристиках позволяет выполнить прогноз об адсорбционной активности глинистых сорбентов. Активация сорбента связана с определенными затратами, вызванными расходом кислоты, необходимостью специального кислотостойкого оборудования и утилизации отходов процесса. В связи с этим прогнозирование адсорбционной активности сорбентов позволяет решить первоначальную задачу, что сокращает время и финансовые расходы исследователей. Адсорбция – универсальный метод, который даёт возможность отделить примесь от жидкой либо газовой среды [3, 4]. В результате отделяются вещества, при температурах кипения близких друг к другу, выделяются вещества в достаточном количестве из состава смеси. Такой широкий спектр

применения процесса обуславливает эффективное использование технологий адсорбции в различных областях промышленности. Известно, что регенерация отработанных промышленных масел с помощью природных сорбентов предусматривает использование бентонита, предварительно активированного серной кислотой. В данной работе рассматривается бентонитовая глина месторождения Даштибед. Интерес представляет зависимость удельной поверхности глинистых сорбентов от их кислотной активации. Поэтому в данной статье рассматривается разработка модели зависимости удельной поверхности глинистых сорбентов месторождения Даштибед от их кислотной активации.

Интерполяция данных.

В ходе исследования проведено большое количество экспериментов, в ходе которых были применены современные аналитические химико-физические методы, обусловившие хорошую воспроизводимость результатов. Экспериментальные данные зависимости удельной поверхности природных сорбентов Даштибед от их кислотной активации приведены в таблице 1 [1].

Таблица 1 - Зависимость удельной поверхности от кислотной активации

Сорбент активированный H ₂ SO ₄ , %	Удельная поверхность, м ² /г
0	65
5	154
10	242
15	264
20	205

В ходе экспериментов получено 5 значений данной зависимости. Получение большего числа значений достаточно затруднительно из-за сложности и трудоемкости экспериментов. Для определения большего числа значений можно выполнить интерполяцию данных. Существуют различные методы интерполяции функций [5]:

- ступенчатая;
- линейная;
- кубическая;
- кубическими сплайнами;
- периодических функций рядом Фурье.

Для решения поставленной задачи, используя полученные данные, составим векторы *x* и *y*.

Задачу интерполяции выполним в среде Matlab:

```
x = [0, 5, 10, 15, 20];
y = [65, 154, 242, 264, 205];
x1 = 0: 1: 20;
y1 = interp1(x, y, x1);
y2 = interp1(x, y, x1, 'nearest');
y3 = interp1(x, y, x1, 'cubic');
y4 = interp1(x, y, x1, 'spline');
plot (x1, y1, x1, y2, x1, y3, x1, y4), grid
plot (x1, y1, x1, y2, ' .', x1, y3, ' - -', x1, y4, ' :'), grid
set(gca, 'FontName', 'Arial Narrow', 'FontSize', 10),
legend('линейная', 'ступенчатая', 'кубическая', 'сплайновая', 2)
set(gca, 'FontName', 'Arial Narrow', 'FontSize', 12),
set(gcf, 'color', 'white')
title('Интерполяция функции ');
xlabel('x');
ylabel('y')
```

Получены следующие результаты в виде графика (Рисунок 1). Сравнивая все четыре вида интерполяции, можно сделать следующий вывод: наиболее точную интерполяцию дает кубическая интерполяция. С учетом полученных данных таблицу 1 можно представить в виде (Таблица 2).

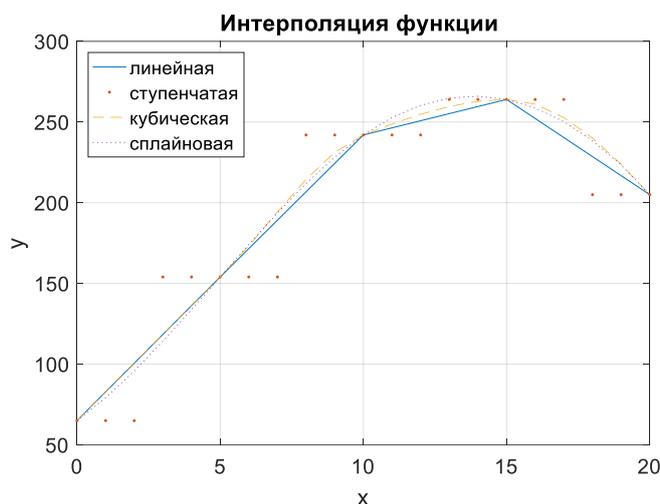


Рисунок 1 - Интерполяция функции

Таблица 2 - Зависимость удельной поверхности от кислотной активации

Сорбент активированный H ₂ SO ₄ , %	Удельная поверхность, м ² /Г
0	65
1	83
2	101
3	119
4	136
5	154
6	173
7	194
8	214
9	231
10	242
11	249
12	255
13	259
14	262
15	264
16	261
17	253
18	240
19	224
20	205

Разработка математической модели

По полученным данным таблицы 2, можно создать математическую модель зависимости удельной поверхности природных сорбентов Даштибед от кислотной активации. Для этого выполним полиномиальную аппроксимацию полученных данных. Необходимо выполнить следующие действия:

```
x = 0:20;
y = [65,83,101,119,136,154,173,194,214,231,242,249,255,259,262,
264,261,253,240,224,205];
polyfit(x,y,1)
polyfit(x,y,2)
polyfit(x,y,3)
polyfit(x,y,4)
```

Это означает, что заданную зависимость аппроксимировали прямой, квадратной параболой, кубической параболой и параболой четвертой степени. Получили следующие результаты:

$$y(x) = 8,6623x + 112,6147$$

$$y(x) = -1,0413x^2 + 29,4885x + 46,6652$$

$$y(x) = -0,0488x^3 + 0,4236x^2 + 18,0527x + 63,3648$$

$$y(x) = 0,0016x^4 - 0,1133x^3 + 1,24x^2 + 14,621x + 66,0429$$

Графическая интерпретация полученных функций показывает, что наиболее точную аппроксимацию дает полином четвертой степени (Рисунок 2). Это означает, что в качестве математической модели данной зависимости можно принять следующее уравнение:

$$y(x) = 0,0016x^4 - 0,1133x^3 + 1,24x^2 + 14,621x + 66,0429$$

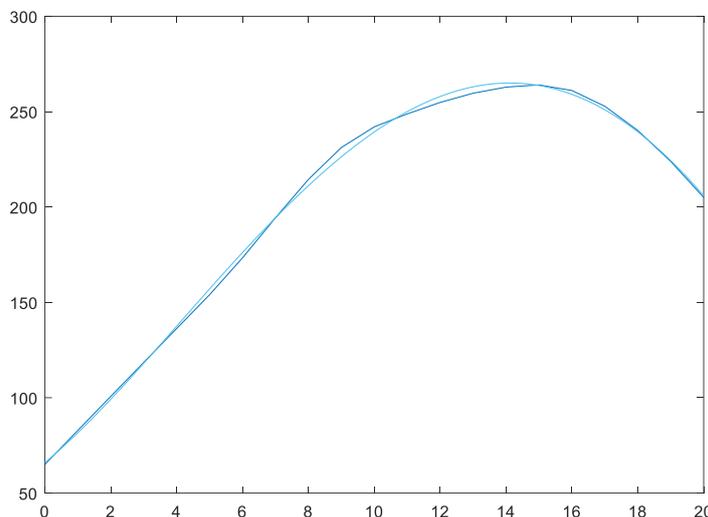


Рисунок 2 - Зависимость удельной поверхности от кислотной активации

Выводы:

В данной статье рассмотрены теоретические и методологические аспекты кислотной активации природных глинистых Даштибед Республики Таджикистан. При определении промежуточных значений использована интерполяция экспериментальных данных. Получена математическая модель зависимости удельной поверхности глинистых природных сорбентов от их кислотной активации. Данную модель можно будет использовать при прогнозировании адсорбционной активности глинистых природных сорбентов.

Литература:

1. Юнусов М.Ю. Физико-химические основы утилизации отработанных смазочных материалов: дисс. ... канд. техн. наук: 02.00.04 / – Душанбе: ТГУ, 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.
 Жоров Ю.М. Моделирование физико-химических процессов нефтепереработки и нефтехимии. – М.: Химия, 1978. – 376 с.
 4. 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 Avas Boboevich
н.и.т.	к.т.н.	Candidate of Technical Sciences
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi
absohibov@mail.ru		
0000-0003-1527-9991		

ТАҚСИМОТИ ЗАХИРАҲОИ ОБӢ ДАР ҲАВЗАИ ДАРӢХОИ БАЙНИСАРҲАДӢ БО ИСТИФОДАБАРИИ МОДЕЛСОЗИИ КОМПЮТЕРӢ

Мусинов А.С.

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Ҳолатҳои гуногуни тақсими захираҳои обӣ дар ҳавзаи дарёҳои байнисарҳадӣ, ки давлати соҳили боло барои истеҳсоли қувваи барқ ҳавасманданд ва давлатҳои поёноб барои обёрӣ ниёзмандаст бо истифодабарии моделсозии компютерӣ дар мавриди муҳокима қарор дода шудааст.

Масъалаи истифодаи моделсозии компютерӣ дар дарёҳои байнисарҳадӣ бо таҳияи модели обанборҳо дар шакли электронӣ сохта шуда, механизми тақсими обро дар минтақа тақозо мекунад, ки хусусиятҳои асосии аз обанборҳои дарёҳои Вахш ва Амударё гирифта шудааст.

Калимаҳои калидӣ: ҳавзаи байнисарҳадӣ, идоракунии, обанбор, тақсими об, минтақа, захираҳои обӣ, истифодаи захираҳои обӣ, мушкилот, моделсозӣ.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В БАССЕЙНЕ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Мусинов А.С.

С помощью компьютерного моделирования обсуждаются различные ситуации распределения водных ресурсов в бассейнах трансграничных рек, когда государства верхнего течения заинтересованы в производстве электроэнергии, а государства нижнего течения нуждаются в орошении.

Проблема использования компьютерного моделирования в трансграничных реках создается путем разработки модели водохранилища в электронном виде и требует наличия механизма водораспределения в регионе, основные характеристики которого берутся из водохранилищ реки Вахш и Амударья.

Ключевые слова: трансграничный, управление, водохранилище, водораспределение, регион, водные ресурсы, использование водных ресурсов, проблема, моделирование.

DISTRIBUTION OF WATER RESOURCES IN THE TRANSBOUNDARY RIVER BASIN USING COMPUTER SIMULATION

Musinov A.S.

Computer modeling is used to discuss various situations of water resource distribution in transboundary river basins, when the upstream states are interested in generating electricity, and the downstream states need irrigation.

The problem of using computer modeling in transboundary rivers is created by developing a reservoir model in electronic form and requires a mechanism for water distribution in the region, the main characteristics of which are taken from the reservoirs of the Vakhsh and Amudarya rivers.

Keywords: transboundary basin, management, reservoir, water distribution, region, water resources, use of water resources, problem, modeling.

Муқаддима

Тақрибан 40 дарсади аҳолии ҷаҳон дар ҳавзаҳои дарёҳои зиндагӣ мекунад, ки байни минтақаҳо тақсим мешаванд. Инҳо ҳавзаҳои байнисарҳадӣ мебошанд, ки қариб нисфи сатҳи заминро фаро гирифта, зиёда аз 60 фоизи тамоми ҷаҳонро таъмин мекунад. Тақсими об ва идоракунии ҳавзаи дарёҳои байнисарҳадӣ мушкилотест, ки бисёри моро ба ташвиш меорад ва боиси таҳқиқотҳои илмӣ гаштааст.

Дарёҳои байнисарҳадӣ дорои хусусияти байналмилалӣ мебошанд, ки аз қаламрави якҷанд давлатҳо мегузаранд, ки барои обёрии хоҷагии халқ ва истеҳсоли қувваи барқ истифода мешаванд. Речай ҳуқуқи дарёҳои байнисарҳадӣ, чун қоида, бо созишномаҳои байни минтақаҳо ва давлатҳо муқаррар карда мешаванд. Масъалаи истифодаи оби дарёҳои байнисарҳадӣ бо созишномаҳои байни давлатҳои ҳамсоя муайян ва танзим карда мешаванд.

Идоракунии обу энергетика барои иқтисодиёти тамоми давлатҳои Осиёи Марказӣ муҳим аст. Бесабаб нест, ки мушкилоти ин соҳа диққати аз ҳама бештарро ба худ ҷалб мекунад. Дар баробари ин, боиси ташвиш аст, ки ин мушкилот, ки дар миёнаҳои асри гузашта ба миён омада буданд, ки дар баҳши энергетикӣ далели ин, норасоии рӯзафзуни нерӯи барқ аст, ки дар зимистони солҳои 2007-2008 ба бӯҳрони ҷиддие оварда расонд, ки дар Тоҷикистон ва Қирғизистон давлатҳои, ки захираи асосии энергетикашон гидроэнергетика мебошад. Дар обёрӣ, ин норасоии об дар фасли тобистон, махсусан дар солҳои хушк (масалан, солҳои 2000 ва 2001), баъзан боиси фалокатбори об дар маҷрои қисми миёна ва поёни дарё гардид [3].

Масъалаҳои истифодаи захираҳои оби дарёҳои байнисарҳадӣ дар таҳқиқотҳои олимони хориҷӣ Авак-янова А.Б., Оуэн Г., Чабан А.Н., Кукушкин Н.С., Ерешко Ф.И., Горелов М.А., Балацкий О.Ф., Духовный В., Беличенко Ю.Л., Гареева А., Корытный Л.М., Львович М., Менкела Н., Морокова В.В., Viktor Dukhovny, Giordano M.A. ва дигарон, дида баромада шудааст [4].

Дар Тоҷикистон ҷанбаҳои муайяни беҳсозии истифодаи захираҳои обӣ ва энергетикӣ дарёҳои байнисарҳадӣ дар асарҳои Одинаева Ҳ.А. (Ҷанбаҳои экологӣ ва иқтисодии ҳамгироии обу

энергетикӣ ва идоракунии захираҳои оби байнисарҳадӣ дар минтақаҳои Осиёи Марказӣ), Аҳророва А.Д., Саидова Ш.Н. (Гидроэнергетика дар Тоҷикистон ва осебпазирии он ба тағйирёбии иқлим), Петров Г.Н., Ахмадова Х.М. (Истифодаи комплекси захираҳои обу энергия), ва Исайнов Ҳ. Р. (Масъалаҳои мелиоративӣ ва ирригационӣ(обёрӣ)), дида баромада шудааст.

Як қатор масъалаҳои моделсозӣ, махсусан бо истифода аз назарияи бозиҳо ва қарори қабули ҳал, ки вобаста ба истифодаи дурусти захираҳои оби байни минтақаҳои Осиёи Марказӣ дар асарҳои Наврӯзов С.Т., Усмонова З.Ҷ., Шомуродов З.Б. ва дигаронро қайд кардан лозим аст, ки таҳқиқоти ин олимони бештар ба асоснок кардани манфиатҳои миллии давлатҳои болооб дар тақсими захираҳои об нигаронида шудааст[5].

Мақсади умумӣ ва фарқияти идоракунии истифодаи об дар таҳқиқоти мазкур, ин тақсими захираҳои об дар ҳавзаи дарёҳои байнисарҳадӣ бо истифодабарии моделсозии компютерӣ мебошад. Он бояд ҳамчун комплекси воситаҳои барномавӣ ифода карда шавад, ки пайвасти натиҷаҳо ба даст оварда шаванд:

тақсими захираҳои об дар речаи кори барномаҳои компютерӣ;
идоракунии обанбор дар шароити низоъ ва ташкили эътилоф (образованиа коалиций);

танзими мавсимӣ ва ҳамкориҳои давлатҳо дар ҳавзаи дарёҳои байнисарҳадӣ;

моделсозии компютерӣ, ки идоракунии мавсимии обанборҳоро дар минтақа танзим мекунад ва талаботи гуногунро дар истифодаи захираҳои об бо дараҷаи муайяни мавҷудият дар шароити минтақаи Осиёи Марказӣ қонеъ мегардонад.

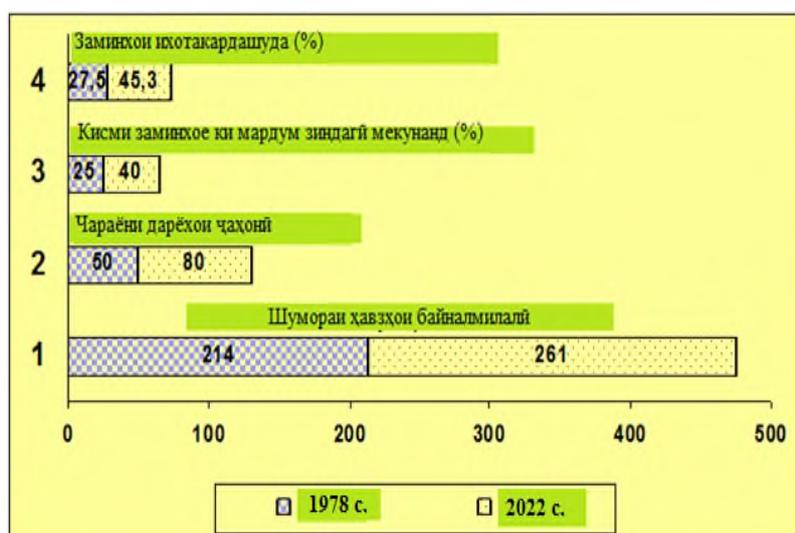
Ноил шудан ба ин ҳадафҳо ҳалли бисёр вазифаҳоро талаб мекунад: таъсиси системаи мониторингӣ, ташкили механизмҳои ҳуқуқию иқтисодӣ ва ҷустуҷӯи технологияҳои навин дар моделсозии компютерӣ мебошад.

Мушкилот ва таҳқиқот

Мушкилот ва идоракунии захираҳои об дар вақтҳои охир ба яке аз масъалаҳои мубрами ҷаҳон табдил ёфтааст. Ин хусусан ба минтақаҳои Осиёи Миёна, ки бо иқлими хушк ва истифода бурдани захираҳои об (пеш аз ҳама барои обёрӣ ва истеҳсоли қувваи барқ) хос аст, дахл дорад.

Дар маҷмуъ Осиёи Марказӣ захираҳои обу энергетикӣ доранд, вале онҳо дар байни минтақаҳо ниҳоят нобаробар тақсим шудаанд, ки ин зарурати ҳамкориҳои давлатҳои минтақаро дар истифодаи муштарак захираҳои обу энергетика муайян мекунад. Захираҳои об дар Осиёи Миёна ҳам барои обёрӣ ва ҳам барои тавлиди нерӯи барқ истифода мешаванд. Обёрӣ дар минтақа як соҳаи анъанавӣ буда, таърихи он беш аз ҳазорсола дорад ва имрӯз тамоми захираҳои обиро одилона тақсим ва идора кардан мумкин аст.

Зимнан, гидроэнергетика танҳо дар 50 соли охир дар Осиёи Марказӣ ба таври интенсифӣ инкишоф ёфт ва то имрӯз камтар аз 5 фоизи иқтисоди гидроэнергетикӣ дарёҳои минтақа азхуд карда шудааст. Дар баробари ин соли 1978, 214 ҳавзаи байналмиллалӣ мавҷуд буд; дар айни замон, 261-тои онҳо, ки сарҳадҳои ду ё якчанд давлатро убур мекунанд. Ин ҳавзаҳо 45,3% сатҳи Заминро фаро мегиранд, ки дар он 40% аҳолии олам зиндагӣ мекунад ва дар он 80% ҷараёни дарёи ҷаҳон ҷойгир аст [6]. Ин афзоиш асосан натиҷаи «Интернатионализатсия» - и ҳавзаҳои миллий, ки бо сабаби дигаргуниҳои сиёсӣ, аз қабилҳои пошхӯрии Иттиҳоди Шӯравӣ аст, мебошад (расми 1).



Расми 1 – Тасвири графикои истифодабарандагони ҳавзаҳои байналмиллалӣ дар ҷаҳон

Аз нуқтаи назари географӣ, тақсимоти оби обанбор, ин системаи калони динамикӣ дар шароити номуайян, амалкунандаро тасвир менамояд. Обҳои байнисарҳадӣ ҳама гуна обҳои мебошанд, ки байни ду ва зиёда давлатҳо мегузарад ё ҷойгир аст, ташкил мекунад.

Ҳавзаи дарё, ки дар расми 2 пешниҳод шудааст, аз тарафи маъмури давлатҳои А, В, С, D ва E қарор гирифта аст, ки дарёҳои байнисарҳадиро ташкил менамоянд [5-6].



Расми 2 – Харитаи ҷойгиришавии ҳавзаи дарёҳои байнисарҳадии ОМ

Дарёи байнисарҳадиро, ки аз ҳудуди давлатҳои наздизоҳили мегузарад, баррасӣ мекунем. Бигзор дар мамлақати соҳили боло, қувваи барқ истеҳсол кунад ва дар давлатҳои поёноб, барои обёрӣ истифода барад.

Ба модели обанбор талаботи обёрикуни гузошта мешавад, ки дар намуди ду шарт, обпартои максимали (ба пурраги, яъне дар натиҷаи ҳисобот аз рӯи қатори омӯзиш барои баҳодиҳии таъминот ҳиссаи интервалҳо, ки талаботи додшуда қонеъ гардонида шудаанд ва қабул карда шудааст, дида баромада мешавад. Дар доираи сол ду давраи фасл ба назар гирифта мешавад. Талаботи тавлиди нерӯи барқ дар давраи дуюм назар ба талаботи давраи аввал зиёд аст. Дар давраи аввал давлати соҳили болоӣ, дар обанбори худ захира кардани обро афзалтар медонад, то дар давраи дуюм истеҳсоли нерӯи барқи обӣ афзоиш ёбад. Ҳамин тавр, бигзор якчанд ҷамъбасти дар шумораи сол бо рамзи $K=1,2,\dots,n$ рақамгузорӣ карда шудаанд, дида баромада мешавад. Ҳар як сол ба T -интервалҳо бо рамзи ҷорӣ $t, t = 1,2,\dots,T$ ҷудо карда шудааст. Модели мувозинати обанбор бо баробарии нуқтаи гуногун дода шудааст [5].

$$\begin{cases} x_1^k(t+1) = x_1^k(t) + v_1^k(t) - u_1^k(t), \\ x_2^k(t+1) = x_2^k(t) + v_2^k(t) + u_1^k(t) - u_2^k(t), \\ x_3^k(t+1) = x_3^k(t) + v_3^k(t) + u_2^k(t) - w_1^k(t) - w_2^k(t) - u_3^k(t), \\ \begin{cases} x_i^{k+1}(1) = x_i^k(T), & i = \overline{1,3}, k = 1,2,\dots,n-1, \\ x_i^1(1) = x_i^+, & i = \overline{1,3}, \end{cases} \\ v_i^k(t) \geq 0, u_i^k(t) \geq 0, w_j^k(t) \geq 0, & i = \overline{1,3}, j = \overline{1,3}, t = 1,2,\dots,T, \\ \begin{cases} u_2^k(t) \geq w_1^k(t), \\ u_2^k(t) - w_1^k(t) + v_3^k(t) \geq w_2^k(t), \\ u_3^k(t) \geq w_3^k(t), \end{cases} \end{cases}$$

$$x_i^- \leq x_i^k(t) \leq x_i^+, \quad i = \overline{1,3},$$

ки дар инҷо

$x_i^k(t)$ - пур кардани обанбори i -ум то охири фосилаи t дар соли K -ум;

$v_i^k(t)$ - воридшавии об ба обанбори i -ум барои фосилаи t дар соли K -ум;

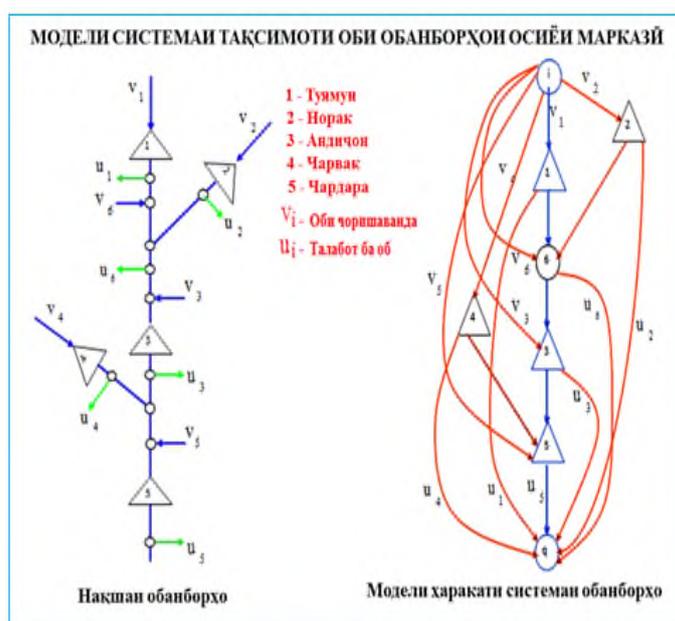
$u_i^k(t)$ - партофтани об аз обанбори i -ум барои фосилаи t дар соли K -ум;

$w_j^k(t)$ - суръати ҷараён барои қонеъ кардани эҳтиёҷоти обёрӣ дар қисмати j - ум барои фосилаи t ва соли K ҷудо карда шудааст;

x_i^+ - сатҳи максималӣ обанбор;

x_i^- - сатҳи минималӣ обанбор.

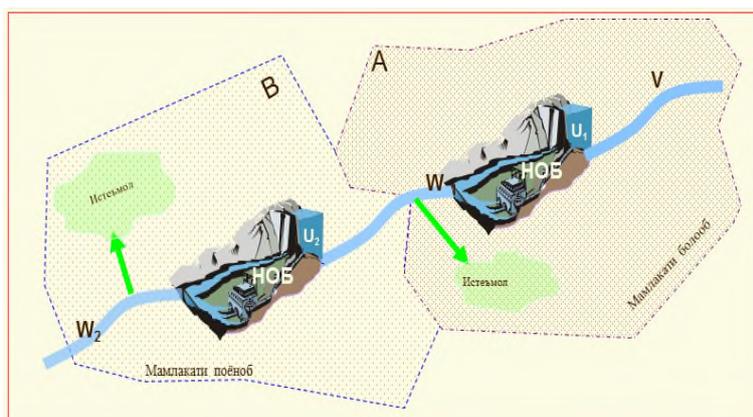
Ҳангоми таҳияи модели системаи тақсимоти оби обанборҳои байнисарҳадии Осиёи Марказӣ оид ба истифодаи оқилонаи обанборҳо яке аз омилҳои асосӣ мебошад, ки тавассути он тақсимоти об дар тӯли давраи муайян (мавсимҳо, моҳҳо ва солҳо) амалӣ карда мешаванд (Расми 3).



Расми 3 - Модели системаи тақсимоти оби обанборҳои байнисарҳадии ОМ

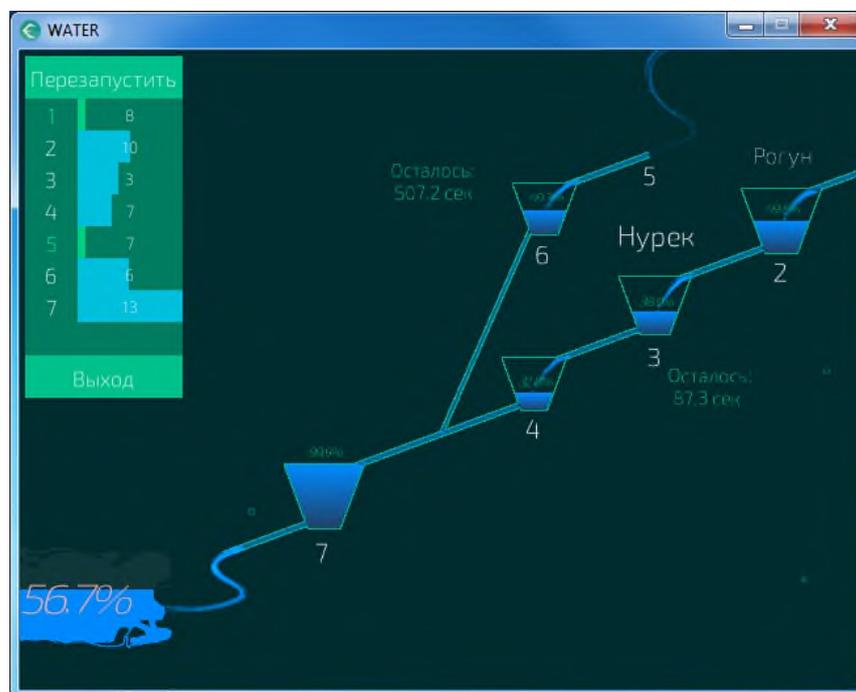
Бо кори муштараки обанборҳо дар тақсимот ва идоракунии, системаи худкори - иерархии идоракунии реҷаи онҳо таҳия мешавад. Ҳар як обанбор вазифаҳои муайяни танзимкунандаро иҷро мекунад, ки ин вобаста аз ҳолати кори обанборҳо мебошад (Расми 4).

Ҳадафи тақсимоти вазифаҳои танзимкунанда дар обанборҳо ба даст овардани самарангун ҳалли имконпазири фаъолияти онҳо, яъне қонеъ гардонидани талаботи истифодабарандагони алоҳидаи об ва истеъмолкунандагони об мебошад.



Расми 4 – Нақшаи тақсимоти оби обанборҳои ҳавзаи дарёҳои байнисарҳадӣ

Истифодабарии моделсозии компютерӣ ин тақсимоти об ва идоракунии қатори обанборҳои байнисарҳадии Осиёи Марказиро баррасӣ мекунад. Хусусиятҳои асосии аз обанборҳои дарёи Вахш ва Амударё гирифта шудааст (Расми 5). Қатори обанборҳо хоҷагии иқтисодии деҳотро бо об таъмин намуда нерӯи барқро истехсол мекунад. Он аз поёни обанбори дуюм, инчунин аз болооб ва обанбори сеюм идора карда мешавад. Ҳаҷми сатрҳои, ки дар ҳар як нуқтаи девор ва дар ҳар моҳи сол талаб мекунад, меъёри собит ва обёрӣ эътимоднокӣ (басомадӣ) барои қонеъ кардани он талаботе мебошад, ки дар амалияи тақсимот ва идоракунии ҳаҷми оби обанборҳо зикр шудаанд, ба назар мегирад.



Расми 5 – Тақсимоти захираҳои оби дар ҳавзаи дарёҳои байнисарҳадӣ бо истифодабарии моделсозии компютерӣ

Хулоса:

Таҳияи модели обанбор дар шакли электронӣ сохта шуда барои тақсимоти захираҳои оби дар ҳавзаи дарёҳои байнисарҳадӣ аҳмияти калон дорад. Истифодабаранда метавонад ба воситаи ин барномаи сохта шуда дар як муддати кӯтоҳ идоранамоиро новобаста аз он, ки вай мутахассиси ин соҳа аст ё не, идора намояд ё бо ивазнамоии параметрҳои обанбор идоранамоиро тағйир диҳад. Ин модел дар шакли электронӣ сохта шуда дар дохили худ ахбороти зиёдро ғунҷонда метавонад ва барои ҳалли оқилонаи масъалаи мазкур, татбиқи моделҳои математикӣ бо истифодабарии моделсозии компютерӣ мувофиқи мақсад аст.

Адабиёт:

1. Аҳророва А.Д., Саидова Ш.Н. Гидроэнергетика Таджикистана и ее уязвимость в условиях изменения климата // Политехнический Вестник. -Душанбе, 1(49) - 2020.
2. Ватель И.А., Ерешко Ф.И. Математика конфликта и сотрудничества. Знание, 1973.
3. Захираҳои интернетӣ, www.Google.com.tj
4. Мусинов А.С. Идоракунии захираҳои оби дарёҳои байни сарҳадӣ // Пайёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Душанбе-2020: «СИНО». № 3. ISSN 2413-5151. С.34-39.
5. Мусинов А.С., Асроров С.А. Ҳисоб ва қоидаҳои идоракунии қатори обанборҳои дарёҳои байнисарҳадӣ // Пайёми ДТТ. Душанбе-2022: № 2(49). 140-147с.
6. Мусинов А.С., Давлатбеква Ш., Тоирова М. Истифодаи оқилонаи захираҳои обию энергетикӣ // Маводи конференсияи илмӣ-амалии байналмилалӣ «Нақши

технологияҳои иттилоотии коммуникатсионӣ дар рушди инноватсионии ҚТ», 17-18 ноябри соли 2017. ДТТ. – Душанбе, 2017. С. 132 – 137.

7. Наврузов С.Т. Математические модели управления водными ресурсами трансграничных рек (на примере Центральной Азии). - Душанбе, 2010. Дониш, - 243с.

8. Наврузов С.Т., Шомуродов З.Б. Математическая модель функционирования водохозяйственного комплекса в речном бассейне // Известия АН РТ, №3, 2012- С.25-32.

9. Петров Г. Н., Норматов И. Ш. Конфликт интересов водопользователей в Центрально-Азиатском регионе и возможности его разрешения. Водные ресурсы, Москва, том 37, № 1, Январь-Февраль 2010, С. 113-122

10. Усманов З.Д., Наврузов С.Т. Оценка степени влияния водных ресурсов реки Вахш и реки Пяндж на разрешение конфликтных ситуаций в проблеме водodelения между странами Центральной Азии // Международная конференция по сокращению стихийных бедствий связанных с водой. - Душанбе, 2008. - С.121.

11. Шомуродов З.Б. Компьютерная система поддержки принятия решений по управлению каскадом водохранилищ на трансграничном бассейна (на примере Центральной Азии). //Вестник Таджикского национального университета. - Душанбе: «СИНО», 2012. - № 1/1(117). - С. 33-40.

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

TJ	RU	EN
Мушинов Абдуали Сайвалиевич	Мушинов Абдуали Сайвалиевич	Musinov Abduali Saivaliyevich
номзади илмҳои иқтисодӣ, дотсент	кандидат эконоиических наук, доцент	Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
E-mail: musinovabduali@ gmail.com		
Тел: (+992) 901-03-00-66		

УДК 004.055

ХАРАКТЕРИСТИКА МОНИТОРИНГА КЛИЕНТСКОЙ ЧАСТИ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Умарализода Р.Ш., Кабилов Ш.С., Косимов А.А.

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

В данной работе рассмотрены особенности мониторинга клиентской части мобильных приложений. Выделены основные параметры процесса передачи информации от конечного пользователя к специализированным системам мониторинга. Проанализированы возможности современных систем сбора, обработки и визуализации пользовательских данных. Разработана структура типового подхода мониторинга пользовательских данных для мобильных приложений. Для разработки структуры был использован принцип линейности поэтапного сбора и обработки информации. Проанализированы возможности прогнозирования основного долгосрочного сбора пользовательских данных. Сформирован список современных систем клиентского мониторинга, а также их возможности взаимодействия. Рассмотрены преимущества и недостатки этих систем.

Ключевые слова: мониторинг, мобильные приложения, обработка данных, клиентская часть.

ХУСУСИЯТҲОИ МОНИТОРИНГИ ҚИСМИ МИЗОҶИИ ЗАМИМАҶОИ МОБИЛӢ

Умарализода Р.Ш., Кабилов Ш.С., Қосимов А.А.

Дар ин мақола хусусиятҳои мониторинги қисми мизоҷи замимаҷои мобилӣ баррасӣ мешавад. Параметрҳои асосии раванди интиқоли иттилоот аз қорбари ниҳой ба системаҳои махсуси мониторинг таъкид шудаанд. Имкониятҳои системаҳои муосири чамъоварӣ, қоркард ва визуализатсияи маълумоти қорбарон таҳлил қарда мешавад. Сохтори равиши маълумии мониторинги маълумоти қорбарон барои замимаҷои мобилӣ таҳия шудааст. Барои таҳияи сохтор принципи хаттии чамъоварӣ ва қоркарди марҳилаи иттилоот истифода шудааст. Имкониятҳои пешгӯии чамъовари асосии дарозмуддати маълумоти истифодабарандагон таҳлил қарда мешавад. Рӯйхати системаҳои муосири мониторинги мизоҷӣ, инчунин имкониятҳои ҳамкори онҳо ташаккул ёфтааст. Афзалиятҳо ва камбудҳои ин системаҳо баррасӣ қарда мешавад.

Калимаҳои калидӣ: мониторинг, замимаҷои мобилӣ, қоркарди маълумот, қисми мизоҷӣ.

MONITORING FEATURES OF THE CLIENT PART OF MOBILE APPLICATIONS

Umaralizoda R.Sh., Kabilov Sh.S., Kosimov A.A.

This paper considers the features of monitoring the client part of mobile applications. The main parameters of the process of information transfer from the end user to specialized monitoring systems are highlighted. The possibilities of modern systems for collecting, processing and visualizing user data are analyzed. The structure of a standard approach to monitoring user data for mobile applications has been developed. The principle of linearity of step-by-step collection and processing of information was used to develop the structure. The possibilities of forecasting the main long-term collection of user data are analyzed. The list of modern systems of client monitoring, and also their possibilities of interaction is formed. The advantages and disadvantages of these systems are considered.

Keywords: monitoring, mobile applications, data processing, client part.

Введение

Количество мобильных приложений растет ежеминутно и важным моментом при использовании любого из них является возможность сбора информации о действиях пользователя. Современные компании, разрабатывающие мобильные приложения для любых сфер и отраслей для обеспечения высокого качества разработки, а также постоянной поддержки и улучшения в своих приложениях, должны полагаться не только на внутренние процессы разработки и тестирования приложений, но и на отзывы пользователей, на информацию, которую они могут получить от конечного клиента. Именно поэтому одним из важнейших элементов для современных мобильных приложений является возможность сбора, анализа, визуализации поступающей информации от конечных пользователей, а также возможность прогнозирования этих данных на основе сбора информации.

Актуальность исследования обусловлена отсутствием обобщенной системы методов, средств и процессов обработки и представления клиентской информации, объединяющей большинство систем мониторинга и предлагающей четкий подход и определенные этапы процесса мониторинга клиентской информации для мобильных приложений. На данный момент отсутствует бесплатная система, позволяющая обрабатывать большие потоки клиентских данных.

Целью статьи является совершенствование технологии обработки данных клиентов за счет разработки линейного метода сбора и обработки клиентских данных для мобильных приложений, а также применения подхода целевого мониторинга (targeting monitoring) во избежание создания над большими массивами данных.

Задачи:

Рассмотреть существующие системы сбора клиентской информации для мобильных приложений.

Определить основные параметры линейного метода мониторинга.

Предложить линейный метод сбора и обработки данных.

Сформулировать критерии целевого мониторинга

Предложить усовершенствование линейного метода сбора и обработки данных.

Анализ систем сбора клиентской информации

После создания приложения и запуска разработчикам необходимо убедиться, что будут достигнуты все поставленные задачи и обеспечено время безотказной работы. Для этого необходима платформа мониторинга, которая сможет отслеживать разные типы данных в одном месте. Существует несколько разновидностей мониторинга производительности приложений (APM – Application performance metrics):

открытие приложений – эта функция позволяет нанести на карту весь код, микросервисы и фрагменты программы;

аналитика временных рядов – предоставляет глубокую информацию о приложении, системах и инфраструктуре в течение длительного периода времени;

статистика пользователей в программе – это статистика игроков, активности, воспроизведенных часов и т.д.

Рассмотрим несколько распространенных систем мониторинга:

MetricFire – это инструмент мониторинга метрик временных рядов, построенный на открытых кодах Graphite, Prometheus и Grafana. MetricFire объединяет лучшие из этих проектов с открытым кодом в один простой в использовании SaaS. Пользователи MetricFire могут отправлять метрики временных рядов на платформу из любого источника и создавать специально разработанное решение для мониторинга, идеально соответствующее их технологиям. Существует также агент, который фиксирует все показатели и облегчает работу на начальных этапах. MetricFire лучше всего использовать для мониторинга серверных сервисов и платформ с точки зрения программы. Это означает, что MetricFire обычно извлекает метрики непосредственно из программы, в частности метрики, характеризующие интенсивность запросов, задержку обработки, время безотказной работы и общее использование программы.

Кроме того, MetricFire может осуществлять мониторинг баз данных Redis, Kubernetes, Docker, cAdvisor и CloudWatch а также извлекать пользовательские метрики непосредственно из приложения. Результаты мониторинга MetricFire могут быть отображены в едином дашборде системы Grafana. После размещения данных в Hosted Grafana появляется возможность создавать информационные панели, запрашивать данные и настраивать предупреждения о значениях определенных выделенных метрик. MetricFire достаточно легко может быть сконфигурирован для сбора информации об использовании того или иного приложения, например, о количестве одновременных подключений, количестве пользователей на каждом уровне в мобильной игре, количестве покупок в программе и любых других показателях, уникальных для того или иного приложения.

GameAnalytics – это инструмент мониторинга опыта работы в игре. Однако, поскольку он бесплатен, масштабирование этого инструмента требует большой работы от инженера. Базы данных, конвейеры и стратегия мониторинга должны быть полностью построены и руководствоваться инженерной командой. GameAnalytics – является бесплатным программным средством, которое в основном используется для мониторинга таких активностей пользователей в мобильных играх:

привлечение пользователей;

привлечение игроков;

монетизация, включая отслеживание первых покупок;

прогресс игрока через содержимое игры;

внутриигровые экономики и виртуальные ресурсы (например, золото, жизнь, всеобщий прогресс в игре);

отслеживание ошибок, возникающих как часть пользовательского опыта, например неэффективные действия кнопок.

Кроме того, GameAnalytics не является инструментом мониторинга низкоразных процессов в приложении или инструментом мониторинга Application Discovery, поэтому он не полезен для большей части мониторинга, необходимого для поддержки игры. Это средство невозможно использовать для мониторинга инфраструктуры, платформ и финансирующих приложение. Эту деятельность лучше делать с помощью таких инструментов как MetricFire и ScoutAPM.

Datadog – это универсальный инструмент мониторинга, который начинался как инструмент мониторинга инфраструктуры и расширялся в APM инструмент регистрации и трассировки. Datadog отлично подходит, если нужно следить за сервером. Она охватывает мониторинг инфраструктуры, мониторинг производительности приложений, управление журналами и мониторинг взаимодействия с пользователем. Datadog агрегирует данные по всему стеку с помощью более чем 400 интеграций для устранения неполадок, отправки оповещений и построения графиков. Ее можно

использовать в качестве единого источника для устранения неполадок, оптимизации производительности и совместной работы между командами. Стандартные аккаунты Datadog предоставляют определенное количество показателей, поэтому всегда можете контролировать основания. Специальные метрики из datadog взимаются в размере 5 долларов за каждые 100 метрик – для тех, кто контролирует 500 000 метрик на 10 серверах, это будет стоить 25 130 долларов США в месяц.

Параметры линейного мониторинга мобильных приложений

Обработка клиентской информации – это сложный и длительный процесс сбора, обработки, структуризации, анализа и визуализации. Большинство современных систем мониторинга могут справиться с этим процессом только в комплексном применении. Но если структурировать и отделить конкретные требования компании разработчика этот процесс можно минимизировать и делать не полностью, а только то, что необходимо на определенном этапе.

К примеру, если приложением пользуется 100 тысяч пользователей компании разработчику не нужно собирать данные обо всех, достаточно будет произвести срез данных для 10% на предмет возможных сбоев, охватив все типы пользователей. Для этого нужно сформировать наиболее типичные параметры (рис.1.).

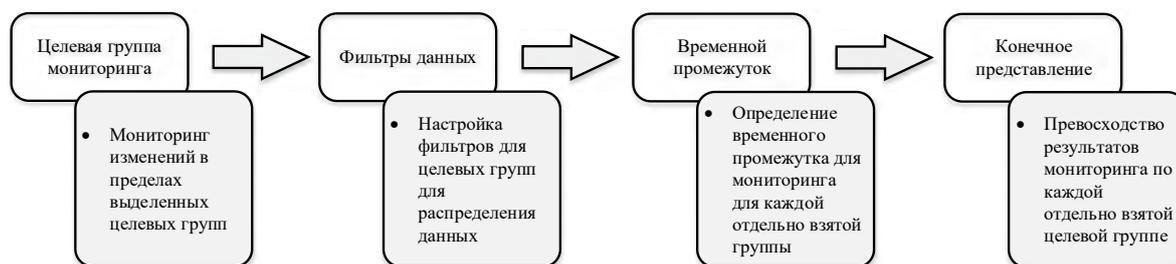


Рисунок 1 - Клиентский мониторинг

Главной целью линейного метода является представление необходимых данных на определенных этапах без прохождения к следующему этапу, а также и экономии ресурсов. Современные системы мониторинга получают данные в определенном виде, а далее, с помощью своих функций превращают их в удобный и понятный системе формат и таким образом, одни и те же данные постоянно проходят различные фильтры, что неэффективно с точки зрения использования ресурсов.

Метод линейности сбора и обработка данных мониторинга

Самих параметров мониторинга и сбора клиентской информации может быть множество и зависит исключительно от продукта. Но этапы обработки собранных данных остаются не изменяемым. Современные системы мониторинга могут работать параллельно с большим количеством данных, но главная проблема – это однотипность данных, то есть в одном потоке должны быть однотипные данные. Это означает, что для получения комплексного результата, состоящего из нескольких потоков данных, нужно пройти все этапы клиентского мониторинга и только в конечном цикле представления данных получить финальный результат, что достаточно неудобно и неэффективно в рамках использования ресурсов. Линейный метод позволяет брать «сырые» собранные данные из разных потоков и объединять их для получения понятного результата без прохождения всего цикла мониторинга. В BigData этот процесс называется декорированием потоков данных.

Декорирование – это процесс слияния двух или более конечных потоков данных, методами запроса их с места хранения (обычно это не реляционные или реляционные базы данных) и преобразование с помощью скриптов в понятную форму (методами Python или Bash, реже на других языках программирования). Следует понимать, что речь идет об опциональных решениях, которые поддерживаются большинством систем мониторинга, но не предоставляются ими в базовых версиях или предоставляются в рамках расширенной программы поддержки и стоят больших денег.

Поэтому большинство компаний используют базовые функции систем мониторинга, которые собирают простые потоки данных, сохраняя их на своих локальных или облачных хранилищах и выполняют преобразование и представление данных с помощью таких опциональных решений.

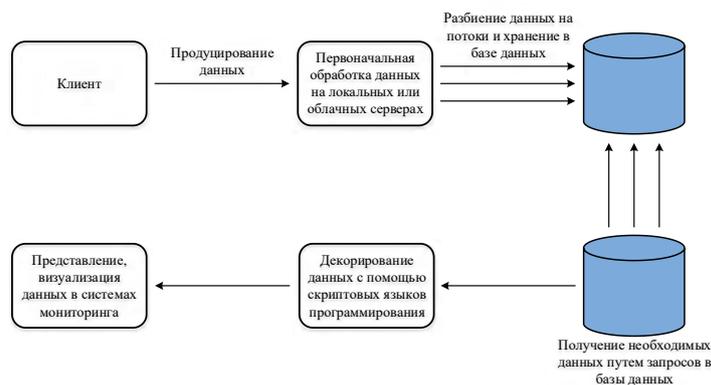


Рисунок 2 - Линейный метод сбора и обработки данных мониторинга

Критерии целевого мониторинга

Одной из главных задач процесса мониторинга является избегание хаотического хранения данных. Для этого следует понимать, какая информация нужна и для чего она будет использоваться. Конечно, большинство параметров зависит от продукта, разрабатываемого компанией. Но следует понимать базовые принципы разбиения аудитории и соответственно мониторинга целевых групп. Поэтому можно выделить следующие критерии:

- по заинтересованности (например, количество переходов по определенному товару в интернет-магазине);
- по запросам (сколько раз ваше приложение отображалось в поиске Apple Store или Google play);
- по странам и языкам (из каких стран и на каком языке пытались найти сайт, товар, приложение и т.д.);
- аудиторный (какая аудитория ищет продукт);
- цель по времени (в какое время суток больше всего поисковых запросов по вашему продукту);

гиперлокальный (применяется для тех, кто находится поблизости).

Сама технология целевого мониторинга работает следующим образом:

1. Собирается информация о пользователе с помощью cookie-файлов, которая хранится в профиле. На основании этой информации можно изучить потребности, интересы и пользовательские возможности.
2. Проводится анализ данных и выделяется целевая аудитория, которая может заинтересоваться услугами.
3. На третьем этапе все данные о группе автоматически записываются и издаются в виде диаграмм, графиков для удобства мониторинга информации.
4. На основе полученной статистики вносятся коррективы в приложение, веб-сайте или услуги, а также может разрабатываться реклама, индивидуальные планы для определенных групп пользователей и т.д.

Совершенствование линейного метода мониторинга клиентских данных

Опираясь на метод линейности сбора данных, а также некоторые базовые критерии целевого мониторинга существующий метод можно усовершенствовать, выполнив декорирование данных на более ранних этапах получения и упорядочения клиентских данных.

Обработка данных скриптивными языками программирования сразу после получения их от клиента дает ряд преимуществ:

1. Не нужно хранить все клиентские данные в облачных или физических хранилищах, что является очень дорогим.
2. Возможность проведения манипуляций из типов данных хранящихся только при необходимости (например, детального анализа определенных проблем).
3. Безопасность базы данных, поскольку количество запросов к ней уменьшается, так как данные декорируются еще на этапе их получения от пользователя.
4. Возможность использования нереляционных баз данных, что значительно ускоряет все дальнейшие процессы визуализации данных в системе мониторинга.

Конечно, существует и ряд недостатков:

1. Сложность реализации, поскольку процесс декорирования данных на первичных этапах требует высококвалифицированных разработчиков со знанием нескольких языков программирования.

2. Определенные данные о пользователе все же придется хранить в реляционной базе данных на долгий срок, потому что этого требуют законодательства многих стран.

3. Использование нереляционных баз данных является энергозависимым, поэтому потребуется дополнительный функционал для создания резервного копирования данных.

Выводы:

Рассмотрены существующие системы мониторинга клиентской части приложений, демонстрирующие отсутствие бесплатных универсальных решений.

Сформированы основные параметры для представления линейного метода процесса мониторинга клиентских данных, что позволило выявить некоторые недостатки.

Предложен линейный метод мониторинга и рассмотрены его аспекты для возможности его усовершенствования.

Представлены основные критерии целевого мониторинга данных для усовершенствования линейного метода.

Предложено усовершенствование линейного метода мониторинга и продемонстрированы его преимущества и недостатки.

Литература:

1. Appcenter documentation. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/en-us/appcenter>.

2. Costa Rica National University, Library Automation and Monitoring system /Jun 2018.

3. J.Joyce, K. Slind, G. Lomow, Brian W., «ACM Transactions on Computer Systems», Monitoring Distributed Systems. USA, March 2017.

4. Monitoring Distributed Systems. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://landing.google.com/sre/sre-book/chapters/monitoring-distributed-systems>.

5. А.Ф. Тузовский, Проектирование и разработка web-приложений: учеб. пособие для СПО / А.Ф. Тузовский. – М.: Издательство Юрайт, 2019.

6. В.П. Сурпин, «Информационные процессы», Мониторинг многокомпонентных систем: предметно-независимые модели и методы, том 11, № 3, с. 378–393. 2011.

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФОН- СВЕДЕНИЕ ОБ АВТОРАХ- INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
Умарализода Раҷаб Шамс	Умарализода Раджаб Шамс	Umaralizoda Rajab Shams
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент	candidate of technical science, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени акад. М.С.Осими	TTU named after academician M.S.Osimi
rajab2000@yandex.ru, Tel.: 904-57-5306		
TJ	RU	EN
Кабиллов Шавкат Саибджонович	Кабиллов Шавкат Саибджонович	Kabilov Shavkat Saibjonovich
н.и.т.	к.т.н.	candidate of technical science
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени акад. М.С.Осими	TTU named after academician M.S.Osimi
shavkab@mail.ru, Tel.: 918-62-7266		
TJ	RU	EN
Қосимов Абдунаби Абдурауфович	Косимов Абдунаби Абдурауфович	Kosimov Abdunabi Abduraufovich
н.и.т.	к.т.н.	candidate of technical science
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени акад. М.С.Осими	TTU named after academician M.S.Osimi
abdunabi_kbtut@mail.ru, Tel.: 918-79-0366		

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАТРАТ И ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ПЛАТЕЖЕЙ В СТРУКТУРЕ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

Умарзода У.Х., * Амонова Д.С., ** Байматова М.М., *** Абдуганиев А.М. ***

* Комитет архитектуры и строительства при ПРТ

** Российско-Таджикский (Славянский) университет

*** Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье рассмотрены основные затраты и обязательные платежи проектных организаций в строительной отрасли. Анализирован состав структуры себестоимости проектно-изыскательских работ. Исследованы взаимосвязи элементов затрат и обязательных платежей в структуре себестоимости проектных работ. Рассчитаны и обоснованы показатели с целью стабилизации фонда оплаты труда, а также для надлежащего осуществления финансового планирования организации в целом.

Ключевые слова: элементы затрат, обязательные платежи, структура стоимости работ, доля заработной платы, доход.

ТАҶҚИҚИ ВОБАСТАГИИ ҶУЗЪҲОИ ХАРОҶОТ ВА ПАРДОХТҲОИ ҲАТМӢ ДАР ТАРКИБИ АРЗИШИ ҚОРҶОИ ЛОИҲАКАШИЮ ҶУСТУҶӢ

Умарзода У.Х., * Амонова Д.С., ** Байматова М.М., *** Абдуганиев А.М. ***

Дар мақола хароҷоти асосӣ ва пардохтҳои ҳатмии ташкилотҳои лоиҳакашӣ дар соҳаи сохтмон баррасӣ карда мешаванд. Таркиби сохтори арзиши қорҳои лоиҳакашӣ ва ҷустуҷӯӣ таҳлил карда мешавад. Муносибатҳои байни унсурҳои хароҷот ва пардохтҳои ҳатмӣ дар сохтори арзиши қорҳои лоиҳакашӣ омӯхта шудаанд. Меъёрҳо ва нишондиҳандаҳо бо мақсади муътадил гардондани фонди музди меҳнат, таъмини устувории иқтисодии ташкилотҳои лоиҳакашӣ, инчунин дуруст ба роҳ мондани баплангирии молиявии тамоми ташкилот ҳисоб карда ва асоснок карда мешаванд.

Калимаҳои калидӣ: ҷузъҳои хароҷот, пардохтҳои ҳатмӣ, таркиби арзиши қорҳо, ҳиссаи музди меҳнат, даромад.

INVESTIGATION OF THE INTERRELATION OF THE ELEMENTS OF COSTS AND MANDATORY PAYMENTS IN THE STRUCTURE OF THE COST OF DESIGN AND SURVEY WORKS

Umarzoda U.Kh., Amonova D.S., Baimatova M.M., Abduganiyev A.M.

The article considers the main costs and obligatory payments of design organizations in the construction industry. The composition of the structure of the cost of design and survey work is analyzed. The interrelationships between the elements of costs and obligatory payments in the structure of the cost of design work have been studied. The norms and indicators are calculated and substantiated in order to stabilize the wage fund, ensure the economic sustainability of design organizations, as well as the proper implementation of financial planning of the organization as a whole.

Key words: cost elements, obligatory payments, cost structure of works, share of wages, income.

В современной экономике одним из практических результатов развития строительной отрасли страны является наличие всех видов строительных подрядных и проектных организаций. Производственный и проектный рынок строительной отрасли составляют государственные, частные, ООО и акционерные компании, которые отличаются между собой показателями объемов выполненных работ. Проектный рынок строительной отрасли РТ составляют 185 успешно функционирующих проектных организаций, отличающиеся между собой экономическими и производственными показателями. Нами проведено исследование экономических показателей выборочных проектных организаций, которое представлено в таблице 1.

Таблица 1. Экономические показатели проектных организаций по состоянию 2020-2021гг.(сомони)

Наименование основных показателей	ОАО «Шахрофар»		ГУП НИИ «СиА»		ГУП «Лоихакаш»		ЗАО «Корезлоиха»	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Объём выполненных работ	5693940	2668289	1317237	1794656	1100983	1261395	1029509	1102359
Себестоимость работ в том числе:	4429584	2420294	1435388	1961896	897306	992797	1023635	1097943
Амортизация	52040	217410	90404	105304	51712	53450		
Материалы	217985	68000	57212	56883	31154	41592	84824	96653
Оплата труда	1906711	1427478	883814	1072395	498565	542694	575735	583733
Прибыль	1264356	247995	-118151	-167240	203677	268598	5774	4416
Общее количество работающих	79	78	61	62	26	25	50	48
Средняя заработная плата в месяц	2033,44	2033,44	1609,86	1921,85	2130,62	2411,97	1279,41	1351,23

Источник: Составлено автором на основе отчетных данных строительных проектных организаций за 2020-2021 гг.

Как видно из таблицы 1, экономические показатели проектных организаций у рассматриваемых организаций неодинаковые и имеют большие отличия, естественно, отсюда и отличия в их экономическом и производственном положении. Среди анализируемых организаций ГУП НИИ СиА является неприбыльным.

Проведенное нами исследование показывает, что в настоящее время в Республике Таджикистан доля заработной платы от общей стоимости проектно-изыскательских работ организациями составляет в размере 25-60%. Размер доли заработной платы и накладных расходов определяется проектными организациями самостоятельно без анализа и обоснования, что влияет на их финансовое положение. Таким образом, одним из основных причин экономической неустойчивости является неправильное планирование структуры себестоимости по элементам затрат.

Знания зависимостей составляющих затрат и обязательных платежей в составе трудозатрат проекта становятся важными для финансового планирования проектных организаций. Академик В.С. Немчинов указывал, что именно структура себестоимости по элементам затрат позволяет провести необходимый экономический анализ издержек производства как по отдельным продуктам труда, так и по отраслям производства.

Решающим моментом договора (контракта) для заказчика и для подрядчика является цена договора, которая определяется на основании рациональных финансово-экономических условий. Для определения договорной цены строительного проекта заказчик ссылается на заранее рассчитанную смету, составленную проектировщиком при разработке проекта. При строительном производстве подрядчик в пакете тендерных предложений представляет заказчику свою оценку стоимости строительства, в которой показывает предполагаемые издержки производства и планируемую прибыль.

В крайне редких случаях заказчик и проектная организация сразу же находят приемлемое решение. В подавляющем большинстве случаев компромиссное решение появляется в результате достаточно напряженных переговоров и соответствующего обоснования проектировщиком вопросов ценообразования и формирования сметной стоимости.

Как правило, в проектной организации производственные затраты фиксируются в проектно-сметной документации по конкретному объекту строительства, определенному заказу на выполнение проектных работ.

Смета затрат на проектно-изыскательские работы представляет собой сводный план всех расходов предприятия за отчетный период. Она определяет общую сумму издержек на проектные работы по видам используемых ресурсов и другим направлениям расходов.

Руководящие документы по ценообразованию Республики Таджикистан устанавливают следующие элементы затрат и обязательных платежей в структуре себестоимости проектно-изыскательских работ:

- фонд оплаты труда основного производственного персонала (ФОТ);
- фонд социальной защиты населения (ФСЗН);
- накладные и общепроизводственные расходы (Нр);
- нормативная прибыль (Пн);
- налог на добавленную стоимость (НДС).

Эти показатели представлены в Методических рекомендациях по составу и учету затрат, включаемых в себестоимость проектной и изыскательской продукции, утвержденных Комитетом архитектуры и строительства Республики Таджикистан.

Затраты на оплату труда производственного персонала являются наиболее существенной статьей затрат на производство проектных работ, доля которых в себестоимости проектной продукции составляет от 30 до 50% в зависимости от трудоемкости выполняемых заказов. Система оплаты труда основывается на «Положении об оплате труда», разработанном руководством проектной организации.

В элементе «Затраты на оплату труда» отражаются суммы начисленной заработной платы работникам проектной организации за фактически выполненную работу исходя из сдельных расценок, тарифных ставок и должностных окладов в соответствии с принятыми в организации формами и системами оплаты труда.

Также к выплатам стимулирующего характера по системным положениям относятся премии за производственные результаты, вознаграждения по итогам работы за год, надбавки к тарифным ставкам и окладам за профессиональное мастерство, а также другие виды выплат, включаемые в соответствии с установленным порядком в фонд оплаты труда.

В элементе «Отчисления на социальные нужды» отражаются суммы, исчисленные в соответствии с нормами раздела XI, главы 46 Социальный налог, действующего Налогового Кодекса РТ, (Ахбори Маджлиси Оли Республики Таджикистан 2021г. №12, ч.1, ст.681, Закон Республики Таджикистан от 28 марта 2022 года, №1867), зачисляемые в Фонд социального страхования, отражаемые по элементу «Затраты на оплату труда»

Элемент «Накладные и общепроизводственные расходы» (Нр) состоит из нескольких частей. В данный элемент включаются суммы амортизаций:

- а) зданий и сооружений производственного и обслуживающего назначения;
- б) оборудования, машины, приборов и инструментов, автоматизированных устройств ЭВМ и программных средств, оборудования по размножению и печати документации и других средств проектно-производственного назначения;
- в) приборов лабораторного оборудования, используемых при производстве изысканий;
- г) нематериальных активов, принадлежащих организации.

Кроме того, проектные организации в составе материальных (производственных) затрат учитывают стоимость материалов, израсходованных в процессе выполнения проектных работ.

Элемент «Нормативная прибыль» рассчитывается в виде плановых накоплений в процентах от прямых затрат и накладных расходов - 8%.

В части «Налог на добавленную стоимость (НДС)» определяется разделом VIII «Налог на добавленную стоимость» главы 36, действующего Налогового Кодекса РТ, (Ахбори Маджлиси Оли Республики Таджикистан 2021г. №12, ч.1, ст.681, Закон Республики Таджикистан от 28 марта 2022 года, №1867).

Согласно методическим рекомендациям укрупненно формула определения себестоимости проектно-изыскательских работ выглядит следующим образом:

$$С_{\text{пи}} = \text{ФОТ} + \text{ФСЗН} + \text{Нр} + \text{Пн} + \text{НДС} \quad (1)$$

где:

- С_{пи} - себестоимость проектно-изыскательских работ;
- ФОТ- фонд оплаты труда основного производственного персонала;
- ФСЗН - фонд социальной защиты населения;
- Нр - накладные и общепроизводственные расходы;
- Пн - нормативная прибыль;
- НДС - налог на добавленную стоимость.

Обоснование и порядок определения значений элементов затрат и обязательных отчислений в структуре себестоимости проектно-изыскательских работ приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Перечень элементов затрат и обязательных отчислений в структуре себестоимости проектно-изыскательских работ

Наименование	Обоснование	Формула подсчета
Фонд оплаты труда основного производственного персонала (ФОТ)		ФОТ
Фонд социальной защиты населения (ФСЗН)	20% от ФОТ	ФОТ × 0,2
Накладные и общепроизводственные расходы (Нр)	N % ФОТ	ФОТ × (N %/100)
Итого		1,2 ФОТ + ФОТ × (N %/100)
Нормативная прибыль (Пн)	8%	[1,2 ФОТ + ФОТ × (N %/100)] × 0,08
Итого		[1,2 ФОТ + ФОТ × (N %/100)] + [1,2 ФОТ + ФОТ × (N %/100)] × 0,08
Налог на добавленную стоимость (НДС)	15%	[1,2 ФОТ + ФОТ × (N %/100)] + [1,2 ФОТ + ФОТ × (N %/100) × 0,08] × 0,15
Всего: $C_{\text{ши}} = \text{ФОТ} + \text{ФСЗН} + \text{Н}_p + \text{П}_n + \text{НДС}$		[1,2 ФОТ + ФОТ × (N %/100)] + [1,2 ФОТ + ФОТ × (N %/100) × 0,08] + [1,2 ФОТ + ФОТ × (N %/100)] × 0,15

Источник: составлено авторами

На основе приведенных формул в таблице 2 в зависимости от изменения показателя накладных расходов проектных организаций можно составить соответствующую упрощенную формулу определения себестоимости проектных работ и долю заработной платы основных производственных персоналов в структуре себестоимости проектных работ.

Доля заработной платы основных производственных персоналов в структуре себестоимости проектных работ в зависимости от изменения показателя накладных расходов проектных организаций (с учетом НДС-15%) представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 - График изменения доли заработной платы основных производственных персоналов в структуре себестоимости проектных работ.

На основе Налогового Кодекса РТ группы проектных организаций, имеющие больше 1 млн. сомони на счету годового оборота, выплачивают НДС, а группа проектных организаций, не имеющих такого показателя, выплачивает по упрощенной системе. Для проектных организаций, выплачивающих по упрощенной форме, нами разработаны показатели без учета НДС.

Доля заработной платы основных производственных персоналов в структуре себестоимости проектных работ в зависимости от изменений показателя накладных расходов проектных организаций (без НДС) приведена на рисунке 2.

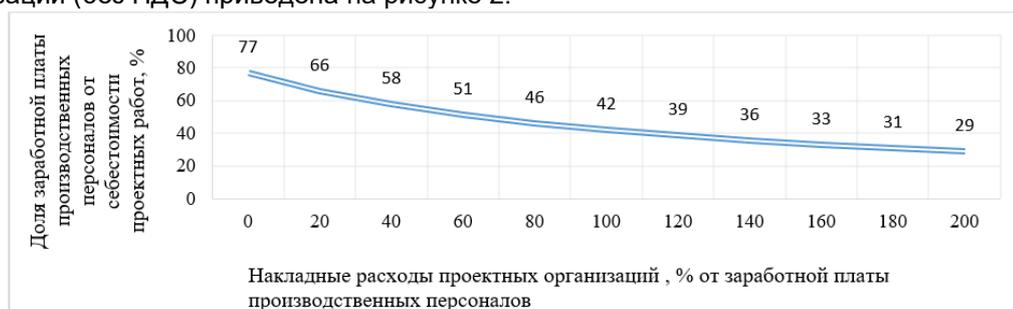


Рисунок 2 - График изменения доли заработной платы основных производственных персоналов в структуре себестоимости проектных работ.

При условии изменений показателей нами рассчитаны коэффициенты поправок показателя доли фонда оплаты труда основного персонала при изменении показателя ФСЗН.

Таблица 3 - Коэффициенты поправок показателя доли фонда оплаты труда основного персонала при изменении показателя ФСЗН.

№	Показатель накладных расходов (НР), N % ФОТ	Коэффициент поправки при показателе ФСЗН - 0% от ФОТ	Коэффициент поправки при показателе ФСЗН - 10% от ФОТ	Коэффициент поправки при показателе ФСЗН - 20% от ФОТ	Коэффициент поправки при показателе ФСЗН - 30% от ФОТ
1	0	1,2	1,09	1	0,92
2	20	1,16	1,07	1	0,93
3	40	1,15	1,07	1	0,95
4	60	1,12	1,05	1	0,94
5	80	1,12	1,06	1	0,96
6	100	1,09	1,04	1	0,95
7	120	1,08	1,03	1	0,95
8	140	1,08	1,04	1	0,96
9	160	1,07	1,03	1	0,96
10	180	1,07	1,03	1	0,96
11	200	1,07	1,04	1	0,98

Источник: составлено авторами

Примечание: Необходимо учесть, что значение НДС в расчетах принято на уровне 15%, а сметная прибыль 8%.

Таблица 4 - Коэффициенты поправок к итоговой формуле структуры себестоимости проектных работ при изменении показателя ФСЗН

№	Показатель накладных расходов (НР), N % ФОТ	Коэффициент поправки при показателе ФСЗН - 0% от ФОТ	Коэффициент поправки при показателе ФСЗН - 10% от ФОТ	Коэффициент поправки при показателе ФСЗН - 20% от ФОТ	Коэффициент поправки при показателе ФСЗН - 30% от ФОТ
1	0	0,83	1,05	1	1,25
2	20	0,86	1,07	1	1,23
3	40	0,88	1,08	1	1,22
4	60	0,89	1,09	1	1,21
5	80	0,9	1,09	1	1,21
6	100	0,91	1,10	1	1,20
7	120	0,92	1,10	1	1,20
8	140	0,92	1,11	1	1,19
9	160	0,93	1,11	1	1,19
10	180	0,93	1,11	1	1,19
11	200	0,94	1,11	1	1,19

Источник: составлено авторами

Примечание: Необходимо учесть, что значение НДС в расчетах принято на уровне 15%, а сметная прибыль - 8%.

Проведенный нами анализ свидетельствует о том, что экономическая нестабильность государственных проектных организаций обосновывается самостоятельным и неправильным установлением норм элементов затрат с учетом обязательных платежей, также занижением цены на проектные работы подрядными организациями, которые являются причиной финансовой неустойчивости, отсюда и несвоевременная выдача заработной платы, низкая доля прибыли, негативно влияющие на их функционирование.

Исследование зависимости составляющих затрат и обязательных платежей в составе себестоимости проектно-изыскательских работ проведено с целью составления справочных данных

для проектных организаций. Эти справочные данные необходимы для регулирования финансового положения проектных организаций.

Литература:

1. Байматова, М.М. Совершенствование организационно-экономического механизма оплаты и стимулирования труда работников строительных проектных организаций (на материалах Республики Таджикистан). Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. к.э.н. Душанбе 2023. – 23 с.

2. Стратегия развития строительной отрасли Республики Таджикистан на период до 2030г. Постановление Правительства РТ от 27.04.2022года, №203.

3. Методические указания по определению величины накладных расходов и сметной прибыли в строительстве. Руководящие документы системы нормативных документов в строительстве Республики Таджикистан. РДС РТ 81-217-2011., ГУП «Центр ценообразования в строительной отрасли» Агентства по строительству и архитектуре при Правительстве РТ.

4. Основные положения по составу и учету затрат, включаемых в себестоимость проектной и изыскательской продукции (работ, услуг) для строительства, утвержденных приказом Государственного комитета строительства и архитектуры РТ от 31 марта 2004 г. и согласованных с Министерством финансов РТ и Министерством экономики и торговли РТ;

5. Налоговый Кодекс Республики Таджикистан в новой редакции с учетом изменений и дополнений от 18.03.2022, №1867.

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ-AUTHORS' BACKGROUND

TJ	RU	EN
Умарзода Улугбек	Умарзода Улугбек	Umarzoda Ulugbek
Номзади илми техники	Кандидат технических наук	Candidate technical sciences
К М ва С назди Хукумати ҚТ	К А и С при Правительстве РТ	CA and C under Government of the RT
Ulugbek78@mail.ru +992931717776		
TJ	RU	EN
Амонова Дилбар Субхоновна	Амонова Дилбар Субхоновна	Amonova Dilbar Subhonovna
Доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор	Доктор экономических наук, профессор	Doctor of Economics, Professor
ДСТР	РТСУ	Russian-Tajik (Slavonic) University (RTSU)
dilbar_amonova@mail.ru +992918749494		
TJ	RU	EN
Байматова Манзура Менгатовна	Байматова Манзура Менгатовна	Baymatova Manzura Mengatovna
Муал.калон	Ст.преп	Senior lecture
ДТТ ба номи акад. М.С.Осими	ТТУ им. акад.М.С.Осими	TTU named after M.S.Osimi
Baymatova_2022@mail.r +(992) 935460040		
TJ	RU	EN
Абдуганиев Абдулмачид Махмасодикович	Абдуганиев Абдумаджид Махмасодикович	Abduganiev Abdulmajid Mahmasodiqovich.
Муал.калон	Ст.преп.	Senior lecture
ДТТ ба номи акад. М.С.Осими	ТТУ им.акад.М.С.Осими	TTU named after M.S.Osimi
040878@mail.ru +(992) 935470040		

УДК 331.522

РЕЗЕРВЫ РОСТА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ В ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

Мирзоева Н.Ш.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Для экономической стратегии республики характерен новый подход к использованию трудовых ресурсов. Именно в этой научной статье для решения рассматриваемой задачи автором изучены работы ведущих экономистов в области исследования эффективности использования трудовых ресурсов независимо от отраслевой принадлежности. В теоретическом и методологическом плане и особенно в политико-экономическом понимании рассматриваемая проблема для всех отраслей является однородной. При этом автор отмечает, что вышеизложенное не противоречит учету некоторой специфики каждой отрасли при изучении эффективности использования трудовых ресурсов. Этот взгляд характерен и транспортной отрасли.

В данной статье, основываясь на проведенных анализах и соображениях, автором сгруппируются основные направления экономии трудовых ресурсов в транспортных предприятиях. Установлено, что основной путь экономии трудовых ресурсов, имеющий неограниченный предел, это научно-технический прогресс, т.е. технические направления развития производства, что, в свою очередь, требует крупных капитальных вложений и времени в развитии транспортной отрасли.

Ключевые слова: резерв, ресурс, эффективность, труд, транспорт.

ЗАХИРАҶОИ АФЗОИШИ САМАРАИ ИСТИФОДАИ МАНБАЪҶОИ МЕҶНАТӢ ДАР СОҶАИ НАҚЛИЁТ

Мирзоева Н.Ш.

Ба стратегияи иқтисодии ҷумҳурӣ муносибати нав ба истифодаи захираҳои меҳнатӣ ҳос аст. Муаллиф маҳз дар ин мақолаи илмӣ бо мақсади ҳалли масъалаи баррасишаванда қори иқтисодчиёни пешқадамро дар соҳаи омӯхтани истифодаи самараноки захираҳои меҳнатӣ, сарфи назар аз тобиғати соҳавӣ, омӯхтааст. Аз ҷиҳати назариявӣ-методологӣ ва хусусан аз ҷиҳати сиёсӣ ва иқтисодӣ проблемаи муҳокимашаванда барои ҳамаи соҳаҳо яхсела аст. Дар баробари ин, муаллиф қайд менамояд, ки гуфтаҳои боло бо ҳолати ба назар гирифтани баъзе хусусиятҳои ҳар як соҳа ҳангоми омӯзиши истифодаи самараноки захираҳои меҳнатӣ муҳолиф нестанд. Ин нуқтаи назар ба соҳаи нақлиёт низ ҳос аст.

Дар ин мақола муаллиф дар асоси таҳлилу мулоҳизаҳои гузаронидашуда самтҳои асосии сарфаи захираҳои меҳнатиро дар корхонаҳои нақлиётӣ гурӯҳбандӣ кардааст. Муқаррар карда шудааст, ки роҳи асосии сарфаи захираҳои меҳнатӣ, ки ҳадди номаҳдуд дорад, пешрафти илмӣю техникаӣ аст. Яъне самтҳои техникаӣ рушди истеҳсолот, ки ин дар навбати худ барои рушди соҳаи нақлиёт маблағҳои қалони асосӣ ва вақтро талаб мекунад, ба ҳисоб меравад.

Калимаҳои калидӣ: захира, манбаъ, самараноки, меҳнат, нақлиёт.

RESERVES FOR GROWTH IN THE EFFICIENCY OF THE USE OF LABOR RESOURCES IN THE TRANSPORT INDUSTRY

Mirzoeva N.Sh.

The economic strategy of the republic is characterized by a new approach to the use of labor resources. It is in this scientific article that, in order to solve the problem under consideration, the author studied the work of leading economists in the field of studying the efficiency of the use of labor resources, regardless of industry affiliation. In theoretical and methodological terms, and especially in political and economic terms, the problem under consideration for all industries is homogeneous. At the same time, we note that the foregoing does not contradict taking into account some specifics of each industry when studying the efficiency of the use of labor resources. This view is also characteristic of the transport industry.

In this article, based on the analyzes and considerations carried out, the author groups the main directions of saving labor resources in transport enterprises. It has been established that the main way to save labor resources, which has an unlimited limit, is scientific and technological progress, i.e. technical directions for the development of production, which, in turn, requires large capital investments and time in the development of the transport industry.

Key words: reserve, resource, efficiency, labor, transport.

Введение. Для экономической стратегии республики характерен новый подход к использованию трудовых ресурсов. Необходимость в таком подходе продиктована тем, что роль интенсивных факторов в сфере труда резко возрастает, и это требует выработки новых решений как в научном плане, так и в главе практической реализации, – отличающихся от тех решений, которые сложились и формировались в условиях экстенсивного типа развития экономики.

Для решения рассматриваемой задачи автором изучены работы ведущих экономистов страны и дальнего и ближнего зарубежья [1,2,3,5] в области исследования эффективности использования трудовых ресурсов независимо от отраслевой принадлежности.

Последнее объясняется тем, что в теоретическом и методологическом плане и особенно в политико-экономическом понимании рассматриваемая проблема для всех отраслей является однородной. При этом отметим, что вышеизложенное не противоречит учету некоторой специфики

каждой отрасли при изучении эффективности использования трудовых ресурсов. Этот взгляд характерен и транспортной отрасли.

В вышеуказанных работах, не обращая особого внимания на содержание понятия «Эффективность использования трудовых ресурсов», отмечается целый ряд направлений повышения эффективности использования трудовых ресурсов, которые тоже относятся транспортной отрасли (табл. 1).

Таблица 1 - Основные направления повышения эффективности использования трудовых ресурсов в транспортной отрасли

№п/п	Наименование основных направлений
1.	Рост технической вооруженности труда транспортных предприятий
2.	Совершенствование организационной структуры аппарата управления на предприятии транспорта и форм управления в отрасли
3.	Концентрация и специализация производства на предприятиях транспорта
4.	Укрепление трудовой дисциплины в транспортных предприятиях
5.	Совершенствование нормирования труда в транспортных предприятиях
6.	Повышение коэффициента сменности работы транспортной техники в предприятиях транспорта
7.	Совершенствование планирования численности работников в транспортных предприятиях
8.	Улучшение использования рабочего времени в транспортных предприятиях
9.	Автоматизация и механизация производственных процессов основного и вспомогательного производства
10.	Повышение уровня стабильности транспортных кадров
11.	Совершенствование системы экономического стимулирования в транспортной отрасли
12.	Улучшение использования квалификации рабочих транспорта

Анализ данных таблицы 1 показывает, что перечисленные направления неоднородны как по сущности и содержанию, так и по назначению, т.е. не все они соответствуют сущности понятия «Эффективность использования живого труда» и «Эффективность затрат живого труда» и экономистами рассматриваются как тождественные, хотя, наш взгляд, они имеют существенно различные содержания.

Так, например, рост уровня технической вооруженности труда на предприятиях транспорта приводит к повышению уровня эффективности затрат живого труда не связан ни теоретической, ни аналитической закономерностью.

Эффективность затрат живого труда в транспортной отрасли означает отношение получаемого (полученного) за определенный период времени эффекта к затратам живого труда. В этой связи справедливо отмечается, что «...получение эффекта – национального дохода – зависит прежде всего от затрат живого труда. Именно он в той или иной мере, оснащенный средствами труда, создает продукт и выступает решающим фактором эффективности производства» [4,с.9].

Данное определение можно выразить в виде следующей формулы:

$$Э_{жт} = \frac{V+m}{V} \quad (1)$$

где, $Э_{жт}$ – эффективность затрат живого труда в транспортной отрасли;
 V – оплачиваемая часть рабочего времени, т.е. сумма заработной платы (затрат живого труда) в транспортной отрасли;
 m – величина прибавочного продукта (прибыль).

Как видно из формулы, для того чтобы имел место рост эффективности затрат живого труда, важно, в конечном счете, добиться относительно – на каждую единицу затрат живого труда (V) – увеличение эффекта ($V+m$).

При глубоком анализе соотношения $V + \frac{m}{V}$ можно заметить, что эффективность затрат живого труда в транспортной отрасли может увеличиваться в результате применения на производстве более совершенной производительной техники.

Об этом свидетельствует принцип построения на автомобильном транспорте сдельных расценок для оплаты труда водителей, когда с увеличением грузоподъемности автомобиля (с увеличением грузоподъемности пропорционально растет производительность автомобиля) уменьшается сдельная расценка за 1 тонну и 1 т км.

Здесь происходит экономия живого труда за счет увеличения в создаваемом товаре доли прошлого труда. На этом и основывается закон неуклонности роста производительности труда. Еще К. Марксом было отмечено, что «... повышение производительности труда заключается именно в том, что доля живого труда уменьшается, а доля прошлого труда увеличивается, но увеличивается так, чтобы общая сумма труда, заключающаяся в товаре, уменьшается; что, следовательно, количество живого труда уменьшается больше, чем увеличивается количество прошлого труда» [6, с.286].

В отличие от понятия «Эффективность использования живого труда» означает совокупность потенциальных возможностей предприятия при полном использовании наличных (занятых) трудовых ресурсов (в фазе потребления), которые из-за организационно-технических, социально-экономических, управленческих и других неполадок на производство при существующей системе хозяйствования не могут реализоваться.

К таким возможностям относятся повышение уровня эффективности использования рабочего времени работников транспорта, повышение уровня трудовой дисциплины, стабильности трудовых ресурсов, улучшение использования квалификации рабочих и т.д.

В настоящее время эти потенциальные возможности повышения эффективности использования трудовых ресурсов в силу отсутствия обобщенных количественных оценок при планировании не учитываются. Поэтому предприятия с одинаковым трудовым потенциалом используют наличные трудовые ресурсы с различной степенью эффективности.

Другие направления повышения эффективности использования трудовых ресурсов, указанные в таблице (совершенствование организационной структуры аппарата управления на предприятии транспорта и форм управления в отрасли, совершенствование нормирования труда в транспортных предприятиях, совершенствование планирования численности работников в транспортных предприятиях), являясь основными элементами хозяйственного механизма (они характеризуют производственные отношения на предприятии), выступают как факторы, способствующие достижению проектного уровня эффективности затрат живого труда, а также влияющие на эффективность использования живого труда в фазе потребления [4].

Таким образом, анализ сущности и содержания, указанный в таблице направления, показал, что часть из них характеризует эффективность затрат живого труда, т.е. с повышением их уровня повышается эффективность затрат живого труда, а не его использования, другая часть характеризует эффективность использования занятого (привлеченного) живого труда и третья часть указанных направлений является факторами, влияющими на эффективность его использования.

Следовательно, на наш взгляд, указанные в таблице направления было бы правильнее называть направлениями экономии трудовых ресурсов, поскольку во всех случаях происходит, в конечном счете, экономия рабочего на единицу создаваемой продукции.

Основываясь на вышеизложенных соображениях, нами были сгруппированы основные направления экономии трудовых ресурсов, указанных в схеме 1.

Из рисунка 1 не трудно установить, что основной путь экономии трудовых ресурсов, имеющий неограниченный предел, это научно-технический прогресс, т.е. технические направления развития производства, что, в свою очередь, требует крупных капитальных вложений и времени.

Это, несомненно, позволяет ускорить развитие экономики транспортного предприятия. Но это потребует немалого времени, а добиться повышения темпов роста мы должны немедленно, уже сегодня. Своеобразие состоит в том, чтобы перевооружение экономики транспортного предприятия на новой научно-технической базе осуществлять при одновременном наращивании темпов движения вперед.

Отсюда необходимость максимальной мобилизации всех наших резервов. И начать разумнее с тех, которые не требуют крупных затрат, но дают быстрый и ощутимый эффект. Речь идет о социально-психологических и организационно-экономических факторах, лучшем использовании созданного производственного потенциала, повышении действенности стимулирования труда, укреплении организованности и дисциплины, преодолении бесхозяйственности. «Резервы у нас под руками, при заинтересованности хозяйской распорядительности они сулят высокую отдачу» [7, с.52].



Рисунок 1 - Группировка основных направлений экономии трудовых ресурсов.

Вывод. Основываясь на проведенных анализах и соображениях, нами сгруппированы основные направления экономии трудовых ресурсов в транспортных предприятиях. Установлено, что основной путь экономии трудовых ресурсов, имеющий неограниченный предел, это научно-технический прогресс, т.е. технические направления развития производства, что, в свою очередь, требует крупных капитальных вложений и времени в развитие транспортной отрасли.

Литература

1. Андрукович П.Ф. Применение метода главных компонент в практических исследованиях. М., МГУ, 1973. – 122 с. 17-
2. Аррак А.О. Социально-экономическая эффективность пассажирских перевозок (на примере автомобильного транспорта). Таллин, 1982. – 200 с. 18-
3. Бабич В.П. Экономическая подготовка планирования научно-технического прогресса. Киев. Техника, 1977. – 200 с. 20-
4. Беленький М.Н. Экономика пассажирских перевозок. М. Транспорт, 1974. 25-
5. Бронштейн Я.Т. Перспективы развития транспорта Таджикской ССР. Душанбе. Ирфон, 1973. – 210 с. 24-
6. Маркс К., Энгельс Ф., Сочинения, 2-е издание, том 24. 1-
7. Маркс К., Энгельс Ф., Сочинения, том 2, с. 207. 4-
8. Яковенко Н.Ю., Здоровец Ю.И, Нежелченко Е.В., Ясенюк С.Н. Эффективность использования персонала. – Белгород: Изд-во БелГАУ им. В.Я. Горина, 2020. - 70 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ – МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФОН – AUTHORS BACKGROUND

RU	TJ	EN
Мирзоева Нисобегим Шоназаршоевна	Мирзоева Нисобегим Шоназаршоевна	Mirzoeva Nisobegim Shonazarshoevna
Кандидат экономических наук	Номзади илмҳои иқтисодӣ	Candidate of Economical Sciences
Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академика М.С. Осимӣ	Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
nisom@gmail.com		

УДК: 338.45:69

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Ахророва А.Д., Каримова З.М.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье рассматривается инновационное развитие производства строительных материалов в строительном комплексе. На начальном этапе исследования изучены важные шаги Республики Таджикистан в инновационном развитии. Для более полной характеристики рассматриваемого вопроса было изучено современное состояние строительного комплекса. Показано, что Таджикистан имеет широкие возможности по наращиванию объемов производства строительных материалов. На основе анализа выявлены тенденции производства отдельных видов строительных материалов. Уделено внимание инновационным технологиям в производстве строительных материалов в Таджикистане и их влияние на эффективность строительного комплекса.

Ключевые слова: *строительный комплекс, материалы, инновационное развитие, инновационная деятельность, факторы, технология, развитие, инвестиции, основной капитал.*

ТЕХНОЛОГИЯҶОИ ИННОВАТСИОНӢ ДАР ИСТЕҶСОЛИ МАВОДИ СОХТМОНӢ ВА ТАӢСИРИ ОНҶО БА САМАРАНОКИИ МАЧМААИ СОХТМОН

Ахророва А.Д., Каримова З.М.

Дар мақола рушди инноватсионии истеҳсоли маводи сохтмонӣ дар маҷмааи сохтмон дида баромада шудааст. Дар марҳилаи ибтидоии таҳқиқот қадамҳои муҳими Ҷумҳурии Тоҷикистон дар рушди инноватсионӣ омӯхта шудааст. Барои шарҳи муфассали масъалаи баррасишаванда ҳолати кунунии маҷмааи сохтмон омӯхта шудааст. Нишон дода шудааст, ки Тоҷикистон барои афзун намудани истеҳсоли маводи сохтмонӣ имконияти ваҷҳи дорад. Дар асоси таҳлил тамоюли истеҳсоли намудҳои алоҳидаи маводи сохтмонӣ ошкор карда шудааст. Ба технологияҳои инноватсионии истеҳсоли маводи сохтмонӣ дар Тоҷикистон ва таъсири онҳо ба самаранокии маҷмааи сохтмон таваҷҷӯҳи ҳоса зоҳир карда шудааст.

Каливожаҳо: *маҷмааи сохтмон, мавод, рушди инноватсионӣ, фаъолияти инноватсионӣ, омилҳо, технологияҳо, рушд, сармоягузорӣ, сармояи асосӣ.*

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE PRODUCTION OF BUILDING MATERIALS AND THEIR IMPACT ON EFFICIENCY BUILDING COMPLEX

Akhrova A.D., Karimova Z.M.

The article discusses the innovative development of the production of building materials in the building complex. At the initial stage of the study, important steps of the Republic of Tajikistan in innovative development were studied. For a more complete description of the issue under consideration, the current state of the building complex was studied. It is shown that Tajikistan has ample opportunities to increase the production of building materials. Based on the analysis, trends in the production of certain types of building materials were revealed. Attention is paid to innovative technologies in the production of building materials in Tajikistan and their impact on the efficiency of the building complex.

Key words: *building complex, materials, innovative development, innovative activity, factors, technology, development, investment, fixed capital.*

Введение

Строительный комплекс является межотраслевым хозяйственным комплексом, который представляет собой совокупность отраслей материального производства и проектно-изыскательских работ, обеспечивающих воспроизводство основных фондов. Главной задачей строительного комплекса является создание строительных объектов - от проектирования до ввода их в действие с необходимыми для этого строительной базой и производством специальных видов материальных ресурсов.

На сегодняшний день для обеспечения и снижения стоимости строительства, сокращения сроков, повышения качества и комфортности в эту сферу внедряют различные инновации. Именно инновационные технологии становятся определяющим фактором развития экономики страны. Инновация - нововведение в области техники, технологии, работ, услуг или управления, основанное на использовании достижений науки и передовой технологии, имеющее высокую производственную и общественную эффективность¹. Из определения можно сделать вывод, что инновация – это результат деятельности, получающей воплощение в виде новой технологии, услуги, продукции, создаваемые с целью получения какого-либо эффекта.

¹ Закон Республики Таджикистан «Об инновационной деятельности» от 2012 г., №4, ст. 272

Государственную политику в сфере строительного комплекса в Республике Таджикистан определяет Комитет по архитектуре и строительству при Правительстве Республики Таджикистан. Он является центральным органом исполнительной власти, осуществляющим деятельность по нормативно-правовому регулированию, оказанию государственных услуг и осуществлению государственного контроля в сфере архитектуры и строительства.

Анализ материалов и методов

Исследование основано на научно-теоретических работах, посвященных проблемам развития строительного комплекса и роли инновационных технологий в повышении его эффективности.

Существенный вклад в формирование и развитие теории инновационного развития внесли зарубежные ученые П.Ф. Друкер, А.Г. Гранберг, Н.Д. Кондратьев, К. Фримена, Й. Шумпетер и др.

Непосредственно вопросам осуществления инновационной деятельности в строительстве посвящены работы российских ученых А.Н. Асаула, Л.А. Каверзиной, А.А. Афанасьева, О.К. Бельского, Е.В. Родивоновой, Сайфуллиной С.Ф., и др.

Определенный вклад в исследование инновационной деятельности в различных отраслях экономики Республики Таджикистан внесли ученые Г.Д. Джурабаев, Д. Б. Кодирзода, С. Дж. Комилов, А. А. Тошпулотов, Т. Д. Низомова, И. С. Окилов, Н. Р. Тошматов, М. К. Файзуллоев и др.

Основные методы исследования: формально-логические, анализ статистической информации.

Основной раздел

На современном этапе развития мирового сообщества инновационная деятельность приобретает все большую значимость, оказывая влияние не только на экономическую, но и на социальную и политическую сферы жизни общества. Результаты выполненного исследования свидетельствуют о том, что инновационное развитие находится под воздействием ряда факторов.

Термин «фактор» в переводе с латинского означает причину - движущую силу какого-либо процесса, определяющую его характер или отдельные его черты [4].

Наибольшее распространение в трудах ученых получила классификация факторов на две группы. К первой группе отнесены факторы, стимулирующие разработку и внедрение инноваций, вторая группа включает факторы-барьеры, замедляющие реализацию инновационной деятельности. При этом «...и те, и другие факторы могут проявляться на разных уровнях: глобальном, макро-, мезо- и микроуровне» [12].

К глобальным факторам относятся общеэкономические условия, ситуация на мировых рынках научно-технической продукции, положение страны в Глобальном инновационном и других мировых рейтингах, научные достижения представителей национального академического сообщества, участие их в международных научных обменах, международных проектах и другие.

Факторы макроуровня характеризуют основные макроэкономические показатели страны, структуру и объем государственных затрат на образование, науку и НИОКР [12].

К факторам мезоуровня и микроуровня относятся, соответственно, условия и достижения региона и конкретных экономических субъектов в инновационной сфере [8, 206–212].

В Республике Таджикистан разработана нормативно-правовая база и программные документы, включающие: Закон РТ «О Технологическом парке»², Закон РТ «Об инновационной деятельности»³, Программу инновационного развития РТ на период до 2020 года⁴, Стратегию инновационного развития РТ на период до 2020 года⁵ и другие.

В нормативных актах и программных документах сформулированы цели и задачи, приоритеты государственной инновационной политики, предусмотрены инструменты ее реализации.

Инновационное развитие стран, находящихся на разных уровнях экономического развития, характеризуется глобальным индексом инноваций, который состоит из 81 индикатора. Этот индекс рассчитывается на основе среднего значения показателей двух групп. В первую группу входят имеющиеся ресурсы и условия для инновационной деятельности (Innovation Input) - институты, человеческий капитал и исследования, инфраструктура, внутренний рынок и уровень развития

²Закон Республики Таджикистан от 21.12.2010 № 629 «О Технологическом парке».

³Закон Республики Таджикистан от 16.04.2012 № 822 «Об инновационной деятельности».

⁴Постановление Правительства РТ от 30.04.2011 № 227 «Об утверждении Программы инновационного развития Республики Таджикистан на 2011–2020 годы».

⁵Постановление Правительства РТ от 30.05.2015 № 354 «О Стратегии инновационного развития Республики Таджикистан на период до 2020 года».

бизнеса. Ко второй группе относятся практические результаты, достигнутые в результате внедрения инноваций (Innovation Output) - развитие технологий и экономики знаний, а также результаты творческой деятельности. Глобальный индекс инноваций 2022 (ГИИ-2022) охватывает 132 страны. Инновационные ресурсы: институты, человеческий капитал и наука, инфраструктура, уровни развития рынка и бизнеса; результаты инноваций: развитие технологий и экономики знаний, результаты креативной деятельности.

Из 10 стран региона Центральной и Южной Азии Таджикистан занимает 9 место, опережая только Непал. Сравнительный анализ показывает, что в регионе Центральной и Южной Азии индикаторы Таджикистана выше среднего по региону только по двум показателям, а именно: «Институты» и «Человеческий капитал и наука». Возглавляют рейтинг в регионе Центральной и Южной Азии такие страны как Индия, Исламская Республика Иран и, впервые, Узбекистан (82-е место) и Пакистан (87-е место). Динамика инновационного рейтинга Таджикистана приведена на рис. 1.

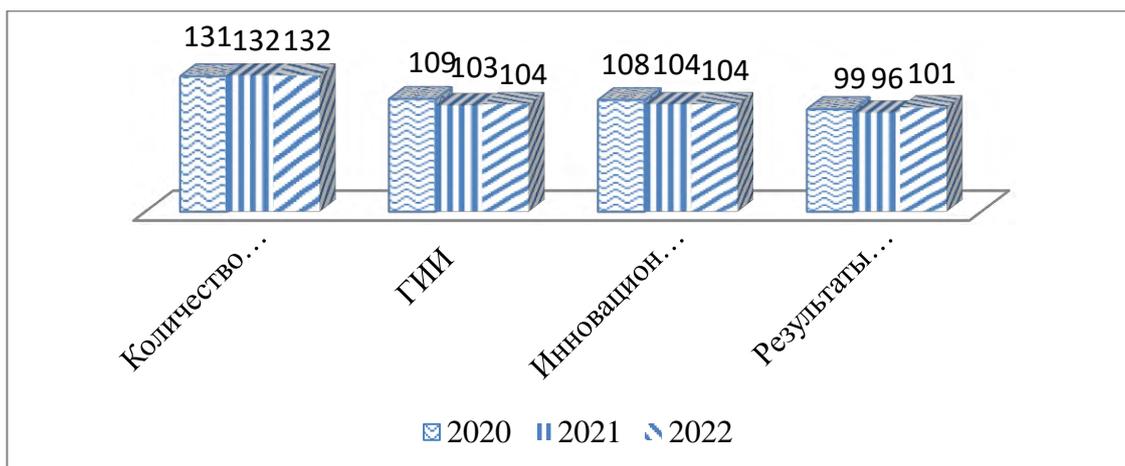


Рисунок 1 - Инновационный рейтинг Таджикистана в 2020-2022 гг.⁶

В соответствии с ГИИ-2022 (GII - Global Innovation Index 2022) Таджикистан занимает 104-е место среди 132 стран, переместившись с 103 позиции, которую занимал в 2021 году, в то время как Узбекистан и Казахстан заняли соответственно, 82 и 83 позиции, Кыргызстан – 94, Туркменистан не участвовал в оценке.

Необходимо отметить, что на результаты оценки инновационного рейтинга страны влияют доступность и достоверность большого объема исходных данных. В соответствии с этим статистический достоверный интервал рейтинга Таджикистана в ГИИ-2022 находится между 103 и 108 позициями. В 2022 году Таджикистан занял 104-е место по ресурсам в инновации, что соответствует уровню 2021 года, однако превысил на четыре позиции уровень 2020 года. По результатам инновационной деятельности Таджикистан занимает 101 место. Эта позиция ниже, чем в 2021 и 2020 годах соответственно на пять и две позиции. Среди 36 стран с уровнем дохода ниже среднего Таджикистан занимает 22-е место.

Как известно, существует выраженная связь между ВВП на душу населения и инновационной деятельностью (показатель ГИИ). Для Таджикистана этот показатель относительно благополучный и соответствуют ожиданиям для его уровня развития.

В табл.1 приведены индикаторы инновационной деятельности в Таджикистане. Относительно благополучными (в первой половине обследуемых стран) компонентами таджикской инновационной системы в блоке инновационных ресурсов являются предпринимательская среда (45) и образование (59).

Риски интенсификации инновационного развития в Таджикистане отражаются в показателях, ухудшающих позиции страны в общем рейтинге. К ним в блоке инновационных ресурсов относятся: приобретение знаний (128), информационно-коммуникационные технологии (123), инновационные связи (117), законодательная база (117), основная инфраструктура (114), научные исследования и разработки (111). В блоке «Результаты инноваций» слабые стороны связаны преимущественно с онлайн-креативностью (121), нематериальными активами (120) и распространением знаний (115).

⁶ Материалы: Global Innovation Index 2022 What is the future of innovationdriven growth? 15th Edition https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/2022/

Особого внимания заслуживает оценка эффективности инвестиций в инновации. В соответствии с Global Innovation Index 2022 в Таджикистане соотношение объема инновационной продукции и инвестиций в ее производство находится ниже среднего показателя в сравниваемых 132 странах.

Таблица 1 - Индикаторы инновационной деятельности в Таджикистане в 2022 г.

Блок: Инновационные ресурсы/рейтинг	1. Институты /91	Политическая обстановка /108	1.2 Законодательная база / 117	1.3 Предпринимательская среда /45
	2. Человеческий капитал и наука/85	2.1 Образование/59	2.2 Высшее образование / 88	2.3 Научные исследования и разработки/111
	3. Инфраструктура/ 121	3.1 Информационно-коммуникационные технологии/123	3.2 Основная инфраструктура / 114	3.3 Экологическая устойчивость/96
	4. Уровень развития рынка/ 94	4.1. Кредиты/86	4.2 Инвестиции/ 71	4.3 Торговля, диверсификация и масштабы рынка / 81
	5. Уровень развития бизнеса/128	5.1 Знания работников/113	5.2 Инновационные связи/117	5.3 Приобретение знаний /128
Блок: Результаты инноваций/рейтинг	6. Развитие технологий и экономики знаний/ 84	6.1 Создание знаний/ 53	6.2 Влияние знаний/ 89	6.3 Распространение знаний / 115
	7. Результаты креативной деятельности/116	7.1 Нематериальные активы/120	7.2 Креативные товары и услуги/ 77	7.3 Онлайн-креативность /121

Источник: составлено на основании Global Innovation Index 2022

Вышеизложенное позволяет сделать вывод о низком уровне инновационного развития таджикской экономики.

Следует отметить, что инновационное развитие экономики определяется не только инновационной активностью, но и инновационным потенциалом, характеризующимся совокупностью различных видов-ресурсов (финансовых, кадровых, научно-технических, организационно-управленческих, информационно-методических и др.). Данные табл.2 показывают, что среди четырех стран Центральной Азии Таджикистан имеет наименее благоприятные тенденции инновационного развития.

Таблица 2 - Рейтинг глобального инновационного индекса (ГИИ) 2022 года в странах Центральной Азии по позициям

Страна	Инновационные ресурсы										Результаты инноваций			
	Институты		Человеческий капитал и наука		Инфраструктура		Уровень развития рынка		Уровень развития бизнеса		Результаты в области знаний и технологий		Результаты творческой деятельности	
	2020	2022	2020	2022	2020	2022	2020	2022	2020	2022	2020	2022	2020	2022
Таджикистан	118	91	85	85	126	121	37	94	129	128	80	84	107	116
Казахстан	45	52	66	60	58	58	80	90	78	68	86	81	110	118
Узбекистан	94	63	72	65	72	74	24	60	123	74	77	80	113	102
Кыргызстан	95	113	70	63	87	86	52	51	107	107	102	92	120	121

Источник: составлено на основании Global Innovation Index 2022

Выявленные тенденции в инновационной деятельности Таджикистана характерны в определенной степени и для строительного бизнеса, который интенсивно развивается в последние годы. Доля строительного комплекса в ВВП РТ в 2021 году составила 8,1% (табл.3). В республике эффективно работает структурная цепочка строительного комплекса: проектные и строительные организации, производители строительных материалов. Характеристика субъектов строительного бизнеса характеризуется данными табл.3.

Таблица 3 - Сведения о деятельности строительного комплекса Республики Таджикистан за 2021 год

Показатели	Значение
Строительство в ВВП, %	8,1
Количество крупных строительных компаний	19
Количество малых строительных предприятий	173
Количество малых предприятий, занятых в производстве строительных материалов	1883
Доля занятого населения в строительстве РТ, %	3,9

Источник: [10, с.88].

По состоянию на 2021 год в стране зарегистрировано 3523 строительных организаций, в том числе действующих 2075 единиц, включая подрядные организации, проектно-изыскательские предприятия, проектные институты.

Важной сферой строительного бизнеса является производство строительных материалов. За последние годы промышленность строительных материалов развивалась достаточно высокими темпами (рис.2).

В рассматриваемом периоде производство цемента возросло в 15 раз [11, с.37].

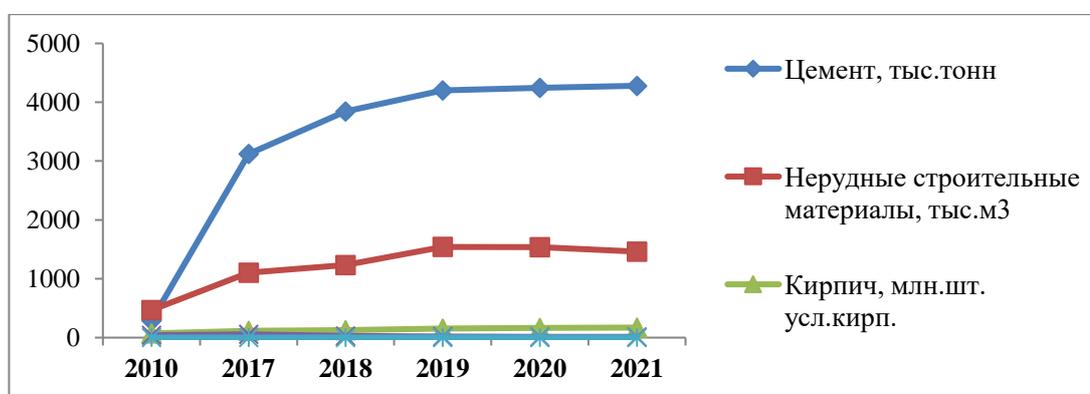


Рисунок 2 - Основные показатели производства строительных материалов

Источник [11, с.37]

Вместе с тем, как свидетельствуют данные рис. 3, несмотря на рост их производственных мощностей предприятий в сфере строительных материалов уровень их использования остается низким: по производству цемента он составляет лишь 79,6 %, сборных железобетонных конструкций – 2,9 % и стеновых материалов – 48,5 %.



Рисунок 3 - Динамика использования производственных мощностей предприятий строительных материалов, % (источник [10, с.262])

В 2021 г. был зафиксирован самый высокий процент роста производственных мощностей таких предприятий по производству цемента, как «Чжунгтсай Мохир Цемент» (28,8 %), «Хуаксин Гаюр Цемент» (27,4 %) и «Хуаксин Гаюр Сугд Цемент» (25,6 %). Производство цемента в Таджикистане осуществляется 13 заводами. Общий годовой выпуск цемента в республике

составляет более 4,7 млн тонн [9]. В Таджикистане в основном производится цемент высоких марок (400, 500 и 600 по британской шкале). Отечественные предприятия не только в полном объеме обеспечивают потребности республики, но и экспортируют цемент в Узбекистан, Афганистан и Кыргызстан. Объем экспорта цемента в общем объеме экспорта строительных материалов отечественными предприятиями составляет 96% [9].

Наращиванию объема и номенклатуры выпускаемой продукции строительной индустрией способствует наличие в Таджикистане огромных запасов строительного сырья (глины, гипса, песка, гравия, мрамора, известняка, гранита, габбро и др.), о чем свидетельствуют труды известных ученых Таджикистана, а также результаты многочисленных изысканий.

Инновационные строительные материалы играют большую роль в совершенствовании технологий строительства производственных и жилых зданий, снижают их капиталоемкость без ухудшения прочностных характеристик.

Проведенное анкетирование экспертов строительного бизнеса - ученых и практиков - показало, что в Таджикистане широко используются инновационные технологии сооружения зданий и инновационные строительные материалы.

Под технологией понимается совокупность методов, процессов и материалов, используемых в какой-либо деятельности, а также научное описание способов технического производства [3, с.162-164].

Инновационные технологии в строительстве являются драйвером развития строительной отрасли, позволяющим вывести процесс и экономику строительства на более высокий уровень. Внедрение новых технологий и инноваций решает задачу повышения эффективности строительства и устойчивости отрасли к возникающим вызовам. На конец 2022 года можно выделить ряд основных тенденций и инноваций, которые влияют на мировую строительную индустрию. Важнейшими из них являются:

«Строительство вне строительной площадки», позволяющее проектировать и изготавливать строительные элементы на заводе, а на площадке собирать быстровозводимые конструкции. Преимущества этой технологии очевидны: скорость, эффективность, широкое применение, разнообразие строений (ангары, склады, офисы, спортивные и торгово-развлекательные центры, жилые дома). В некоторых странах быстровозводимые конструкции занимают до 70% в общем объеме строительства.

«3D-печать в строительстве», позволяющая печатать на строительных принтерах здания и сборные элементы.

«Инновационные строительные материалы»

«Зеленое» строительство», которое объединяет разные типы экологической безопасности в строительстве на всех этапах — от проектирования до ввода в эксплуатацию.

Важными критериями оценки инновационных технологий являются упрощение и ускорение процесса строительства, снижение себестоимости строительства, увеличение жизненного цикла сооружаемых объектов; снижение их веса и комфортного микроклимата внутри, обеспечение энергосбережения и звукоизоляции. Главную роль во внедрении инноваций играют снижение затрат на строительство и экологическая безопасность, так как именно эти качества отличают современные технологии от прежних.

Описание некоторых инновационных технологий в строительстве приведено в табл. 5.

Достоинствами этих технологий являются сокращение периода строительства, высокое качество конечного продукта, облегчение веса, энергоэффективность, высокая прочность и сейсмоустойчивость. Эти преимущества в значительной мере обусловлены использованием инновационных строительных материалов. Описание некоторых из них представлено в табл. 6 [13].

Таблица 5 - Технологии возведения зданий, считающиеся в Таджикистане инновационными

Технология	Суть инновации
Сочетание сборных заводских конструкций с монолитным домостроением	Монолитный каркас в сочетании с использованием стеновых панелей и других заводских заготовок
Монолитно-каркасное строительство	Монолитный бетонный каркас с использованием съемной опалубки – создание единой, целой конструкции

Одной из инноваций в строительстве является композитная арматура, производство которой в настоящее время является высокорентабельным направлением для бизнеса.

Таблица 6 - Инновационные строительные материалы, использующиеся в строительстве

Материалы	Описание	Достоинство
-----------	----------	-------------

Углепластик	Полимерные композиционные материалы из переплетённых нитей углеродного волокна, расположенных в матрице из полимерных смол.	Высокая прочность, жёсткость, малая масса, часто прочнее стали, но гораздо легче.
Композитная арматура на основе стекловолокна или базальтового волокна	Композитный материал, представляющий собой отвердевшее в арматурном стержне стекловолокно или базальтовые волокна, связанные полимером	Высокая прочность на разрыв — в 2-3 раза прочнее стальных аналогов, в 6-9 раз легче арматуры из стали, не подвержена коррозии, устойчива к воде, имеет высокий показатель упругости, является диэлектриком, не подвержен воздействию электро-магнитных полей – в здании не будет помех для мобильной связи, отличается полной химической инертностью. Гарантированный срок службы 80 – 100 лет.
Фибра (стеклянная, базальтовая, полипропиленовая, стальная)	Фибра - универсальный армирующий компонент. Фибра используется: стеклянная - для отделочных и декоративных работ, базальтовая - для возведения жаростойких бетонных конструкций, полипропиленовая – добавка для бетона, применяется для сухой стяжки пола, монтажа стен и фундамента, стальная для бетона, неограниченные возможности в строительстве.	Повышает физико-механические свойства материалов. Базальтовая: при соединении с цементом они полностью в нем растворяются и повышают его прочность, негорючесть, не токсичность, устойчивость к агрессивным химическим веществам. Полипропиленовая повышает прочность бетона, не образует трещин и долговечна без снижения своих свойств и качеств. Стальная: повышает прочность сооружений, устойчивость к внешней среде, надежность и долговечность
Утепленные стеновые ЖБИ-панели	Трехслойная железобетонная конструкция с пенополистирольным утеплителем внутри	Ускоряют и удешевляют строительство за счет «встроенного» утепления

Неметаллическая арматура в настоящее время является конкурентоспособным строительным материалом на рынке и постепенно вытесняет металлическую продукцию во всех сферах строительного бизнеса. Этому способствуют такие свойства неметаллической арматуры, как радиопрозрачность – в здании не будет помех для мобильной связи, низкая теплопроводность в результате отсутствия мостиков холода в стенах зданий, отсутствие коррозии и стойкость к воздействию кислот и агрессивных сред и другие.

Арматура из стеклопластика активно используется в развитых странах мира, заменяя привычную металлическую арматуру. Необходимо отметить, что удельный вес арматуры в себестоимости строительства жилого дома составляет 15–20%. Пластика в одной тонне более чем в 10 раз больше по длине, чем железа, и к тому же пластик прочнее железа, и можно использовать более тонкую арматуру, чем расчетная величина. Учитывая ежегодный рост цен в среднем на 5-8% экономия от замены металлической арматуры на равнопрочную композитную арматуру составляет 10-30%.

Внедрение инновационных технологий и материалов в строительстве создает предпосылки для разработки и принятия нестандартных технических решений, включая архитектурные, позволяя снижать энергоёмкость жилых и производственных зданий и затраты по их эксплуатации, внося соответствующий вклад в обеспечение энергетической безопасности страны. Современные строительные материалы могут стать основой так называемых «умных домов», которые существенно улучшают качество жизни и повышают уровень общего комфорта людей.

На рисунке 3 представлены некоторые современные инновационные разработки, позволяющие вывести на новый качественный уровень строительную отрасль в Таджикистане.



Рисунок 3 - Современные технологии в строительстве

Стеклопластиковая арматура благодаря разработанным и внедренным стандартам широко используется в Европе, Америке и Японии, определяя порядок использования в промышленности энергоэффективных, недорогих и долговечных строительных композитных материалов. Несмотря на то, что стеклопластик был разработан давно, барьером в его использовании в строительном бизнесе стран СНГ явилось отсутствие единой стандартизации для строительных изделий с его применением. В настоящее время разработан и внедрен в практику восьми стран СНГ (Азербайджан, Армения, Беларусь, Киргизия, Молдова, Россия, Таджикистан и Узбекистан) межгосударственный стандарт ГОСТ 31938-2012, который устанавливает размеры выпускаемой арматуры и ее состав, физико-механические показатели и требования к внешнему виду, что обеспечивает единые требования к качеству арматуры и возможности ее применения для высотного строительства в этих странах.

Вместе с тем имеют место некоторые ограничения по использованию стеклопластиковой арматуры в строительном бизнесе. Так например, если к бетонным конструкциям предъявляются требования огнестойкости, использовать для них арматуру из стеклопластика нельзя, т.е. пользоваться стеклопластиковой арматурой можно только в тех строительных сферах, где высокотемпературный нагрев полностью исключен.

Внедрение инновационных технологий в строительстве позволит снизить себестоимость строительства, увеличить рентабельность строительного бизнеса, улучшить эксплуатационные характеристики зданий и сооружений, повысить их энергетическую эффективность. Вместе с тем особую актуальность в контексте землетрясения в Турции приобретают вопросы эффективности государственного надзора в сфере строительства, соответствия используемых строительных технологий и материалов экологической безопасности и сейсмостойчивости.

Заключение

Выполненное исследование показало, что инновационные технологии представляют собой нововведения, основанные на использовании достижений науки и передового опыта, обеспечивающие качественное повышение эффективности строительного комплекса. Инновационные технологии в производстве строительных материалов и возведении зданий позволяют ускорить и упростить процесс строительства, уменьшить стоимость строительства, снизить энергопотребление жилых и производственных зданий, увеличить их жизненный цикл.

Литература:

1. Асаул А.Н. Проблемы инновационного развития отечественной экономики // Экономическое возрождение России. 2009. № 4. С. 3—6.

- 2.Алексеева Т.Р. Лизинговые технологии в инновационном развитии строительного комплекса // Вестник МГСУ. 2014. № 5. С. 152—161.
- 3.Азгальдов Г. Г., Костин А. В. Интеллектуальная собственность, инновации и квалиметрия // Экономические стратегии, 2015. — № 2(60). — С.162-164.
- 4.Большая советская энциклопедия: [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. — 3-е изд. — М.: Советская энциклопедия, 1969-1978.
- 5.Клочкова А. В., Шукурова М. А. Способы адаптации инноваций в гидроэнергетике с учетом специфики стран на примере Республики Таджикистан. Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. 2020;(3):62–70. DOI: 10.17586/2310–1172–2020–13–3–62–70.
- 6.Каверзина Л. А. Анализ современного состояния строительного комплекса Республики Таджикистан / Л. А. Каверзина, З. М. Каримова // Проблемы социально-экономического развития Сибири. – 2018. – № 1(31). – С. 36–44.
- 7.Кошелев В.А. Особенности инновационно-инвестиционной деятельности в строительной отрасли // Экономика и управление. 2009. № 5. С. 191-194.
- 8.Мирзоева Е. Ш. Управление инновационно-инвестиционной деятельностью на стадиях жизненного цикла промышленного предприятия. Вестник Таджикского национального университета. Серия социально-экономических и общественных наук. 2019;(5–1):206–212.
- 9.Мильнер Б. З., ред. Инновационное развитие: Экономика, интеллектуальные ресурсы, управление знаниями. М.: ИНФРА-М; 2010. 624 с.
- 10.Статистический ежегодник 2022 // Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан. Душанбе, 2022. 414 с.
- 11.Статистический сборник: Строительство в Республике Таджикистан 2022 // Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан. Душанбе, 2022. 68 с.
- 12.Тошпулотов А. А. Роль государственных предприятий в инновационном развитии экономики Республики Таджикистан. Финансы: теория и практика. 2021;25(3):20-34. DOI: 10.26794/2587-5671-2021-25-3-20-34
- 13.Уськов В. В: Инновации в строительстве. Организация и управление. Учебно-практическое пособие //Инфра-Инженерия, 2016 г. С. 342.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ – МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФОН – AUTHORS BACKGROUND

RU	TJ	EN
Ахророва Алфия Дадахоновна	Ахророва Алфия Дадахоновна	Akhrorova Alfiya Dadakhonovna
Доктор экономических наук, профессор	Доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор	Doctor of Economics, Professor
Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академика М.С. Осимӣ	Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
aalpha@mail.ru		
RU	TJ	EN
Каримова Зарина Музафаровна	Каримова Зарина Музафаровна	Karimova Zarina Muzafarovna
Кандидат экономических наук	Номзади илмҳои иқтисодӣ	Candidate of Economic Sciences
Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академика М.С. Осимӣ	Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
z_karimova@mail.ru		

ИННОВАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ: НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ТЕОРИИ И МЕТОДОЛОГИИ

Камолзода Юсуф Олим

Таджикский национальный университет

В статье рассмотрены некоторые теоретические и методологические вопросы инновационной активности промышленных предприятий. На основе исследования теории и методологии инновационной активности сформулирована теоретическая и методологическая концепция, заключающаяся в обосновании необходимости уточнения показателей оценки и повышения инновационной активности промышленных предприятий в современных условиях.

Ключевые слова: инновации, инновационная активность, промышленность, промышленные предприятия, устойчивость, интенсивность, эффективность.

ФАЪОЛИЯТИ ИННОВАЦИОННИИ КОРХОНАҶОИ САНОАТӢ ДАР ШАРОИТИ ХОЗИРА: БАЪЗЕ МАСЪАЛАҶОИ НАЗАРИЯВӢ ВА МЕТОДОЛОГӢ

Камолзода Юсуф Олим

Дар мақола баъзе масъалаҳои назариявӣ ва методологияи фаъолнокии инноватсионии корхонаҳои саноатӣ баррасӣ шудааст. Дар асоси омӯзиши назария ва методологияи фаъолнокии инноватсионӣ концепсияи назариявӣ ва методологӣ мураттаб гардидааст, ки он аз асосноккунии зарурати муайян намудани нишондиҳандаҳои баҳодихӣ ва баландбардории фаъолнокии инноватсионии корхонаҳои саноатӣ дар шароити муосир иборат аст.

Калидвожаҳо: навоарӣ, фаъолиянокии инноватсионӣ, саноат, корхонаҳои саноатӣ, устуворӣ, шиддатнокӣ, самаранокӣ.

INNOVATIVE ACTIVITY OF INDUSTRIAL OF ENTERPRISES IN MODERN CONDITIONS: SOME ISSUES OF THEORY AND METHODOLOGY

Kamolzoda Yusuf Olim

The article deals with some theoretical and methodological issues of innovative activity of industrial enterprises. Based on the study of the theory and methodology of innovative activity, a theoretical and methodological concept was formulated, which consists in substantiating the need to clarify the indicators for assessing and increasing the innovative activity of industrial enterprises in modern conditions.

Key words: innovations, innovative activity, industry, industrial enterprises, sustainability, intensity, efficiency.

Введение

Развитие современной промышленности характеризуется уровнем и степенью инновационной активности хозяйствующих субъектов во всех сферах, особенно в промышленности. Инновационная активность на сегодняшний день – это индикатор устойчивого развития и фундаментальный фактор повышения конкурентоспособности национальной экономики развивающихся стран. Практика показывает, что при условии повышенной инновационной активности создается мощный потенциал для развития экономики, повышения социально-экономической устойчивости и наращивания экспортного потенциала страны. В связи с этим в условиях реализации политики ускоренной индустриализации необходимо создать условие для повышения инновационной активности промышленных предприятий и поиска путей обеспечения ее устойчивости.

Вопросы теории и методологии инновационной активности рассмотрены в многочисленных работах зарубежных и отечественных ученых и исследователей. Но, как показывает практика, с ускорением научно-технического и технологического развития факторы и условия, способствующие и влияющие на инновационную активность, усложняются и местами радикально изменяются. Исходя из этого, на каждом отдельном этапе формирования и развития инновационной деятельности необходимо применить соответствующие подходы и механизмы обеспечения и повышения инновационной активности промышленных предприятий.

Исследуя теоретические вопросы инновационной активности, Н.А. Загмулина отмечает, что под инновационной активностью можно понять интенсивность инновационной деятельности промышленного предприятия. По мнению автора, она характеризуется совокупностью показателей, к которым можно отнести показатель продукции, внедрение инноваций и инновационных ожиданий. С помощью данных показателей определяется степень эффективности и результативности использования инновационного потенциала промышленных предприятий [3].

По мнению ряда авторов, инновационная активность – это ключевой фактор, который обеспечивает конкурентное преимущество и устойчивое развитие современных промышленных предприятий. В проведенном ими исследовании доказано, что уровень инновационной активности промышленных предприятий зависит от интенсивности внедрения технологических инноваций.

Кроме того, на инновационную активность промышленных предприятий в основном оказывают влияние такие факторы как нормативно-правовая база, недостаточное информационное обеспечение, а также недостаток финансовых и инвестиционных ресурсов [1].

Анализ различных источников позволяет отметить, что инновационная активность понимается как интенсивность осуществления инновационной деятельности на основе существующих ресурсов и институциональной поддержки. В связи с этим в направлении повышения инновационной активности промышленных предприятий, особенно в условиях Республики Таджикистан, огромное значение имеет государственная инновационная политика. В данном направлении, по нашему мнению, необходимо применять различные комбинации прямой и косвенной поддержки инновационной деятельности, в том числе на основе разработки и реализации мер по стимулированию внедрения технологических инноваций и формирования системы управления инновационной деятельностью.

Важным методологическим вопросом в исследовании инновационной активности является спектр показателей, которые используются для ее определения. В данном контексте важным показателем является объем расходов на науку и исследования. Наряду с этим в различных странах используются такие показатели как корреляция технологических инноваций и торговли, соотношение экспорта и импорта. Существующие на сегодняшний день показатели разделяются на показатели, которые характеризуют инновационную активность и показатели, которые обеспечивают инновационную активность. В связи с этим правильный выбор отдельного или в сочетании показателей оценки инновационной активности позволяет провести правильную оценку интенсивности инновационной деятельности.

На практике инновационная активность промышленных предприятий также характеризуется показателями стратегического и тактического характера. К первой группе относятся такие показатели как качество инновационной стратегии, формирование, использование и мобилизация инновационного потенциала, а также обоснованность инновационной политики промышленного предприятия. Ко второй группе относятся такие показатели как своевременность реакции на рыночные изменения и степень адаптации инновационной деятельности предприятия к внешним вызовам. Данные показатели в свою очередь подразделяются на внутренние и внешние показатели [4].

Успех инновационной активности промышленных предприятий характеризуется в ее отношении к изменениям, так как в условиях рынка, создавая новые продукты на основе разработки и реализации инновационной программы, промышленные предприятия становятся наиболее успешными. Генерация основных факторов инновационной деятельности открывает новые возможности в стратегическом развитии промышленных предприятий, так как может принести предприятию больше стратегических преимуществ, поскольку новый продукт может стать источником конкурентного преимущества, улучшить корпоративный имидж, обеспечить возврат инвестиций и извлечь выгоду из результатов исследований и разработок, укрепить маркетинг/бренд и оказать благоприятное влияние на развитие человеческих ресурсов.

Инновационная активность промышленных предприятий определяется состоянием инновационной деятельности. На практике в большинстве промышленно развитых странах мира предприятие считается инновационным, если в нем реализуется хотя бы один инновационный проект. Инновационные предприятия могут организовать и осуществить инновационную деятельность самостоятельно или в сотрудничестве с другими предприятиями или государственными организациями. Инновационные предприятия также можно различать по типам внедряемых инноваций. Соответственно, существуют инновационные предприятия, внедрившие новые продукты или процессы, новые методы маркетинга или организационные изменения.

На основе проведенного исследования можно отметить, что инновационно активные предприятия – это предприятия, осуществляющие инновационную деятельность. Иными словами, предприятия, имевшие инновационную деятельность в рассматриваемый период, независимо от того, привела ли эта деятельность к реализации инноваций, считаются инновационно активными предприятиями. Существуют и другие способы определения и классификации инновационных предприятий в зависимости от потребностей исследования.

Дифференциация фирм по инновационности может использоваться для определения процента фирм, которые представляют каждый из четырех типов инноваций, или процента фирм, внедривших комбинированные инновации, такие как продуктовые инновации и инновации в маркетинге или процессные и организационные инновации. Классификация по инновационному статусу может содержать и другую информацию, например, данные об авторах инновации. Таким образом, можно определить, какие предприятия разработали инновацию самостоятельно, какие в сотрудничестве с другими предприятиями и/или исследовательскими организациями, а какие переняли уже готовые и апробированные инновационные решения.

Предприятия могут вести инновационную деятельность в наблюдаемый период без фактического внедрения инноваций. Вся деятельность, связанная с разработкой или внедрением инноваций, в том числе планируемая к внедрению в будущем является инновационной деятельностью. В рассматриваемый период инновационная деятельность может быть успешной и привести к успешному применению инновации. Предприятия без инновационной деятельности – это субъекты, которые вообще не ведут инновационной деятельности в наблюдаемом периоде. Когда на этих предприятиях проводятся исследования инновационности, они дают ответы лишь на ограниченное число исследовательских вопросов, связанных с причинами отсутствия инновационной активности, такими как: факторы затрудняют инновации, существует ли патентная защита и т. д.

По признакам инновационной деятельности предприятия можно сгруппировать в несколько категорий: от низкотехнологичных, технологических, способных самостоятельно проводить исследования, направленные на создание новых инноваций. Для целей статистического мониторинга в промышленно развитых странах мира предприятия в зависимости от инновационной активности можно разделить на три группы:

1. предприятия, внедряющие инновационные продукты и/или процессы (без инноваций в области организации и/или маркетинга);
2. предприятия, внедряющие инновации в организации и/или маркетинге (без инноваций в продуктах и/или процессах);
3. инновационные предприятия, разработавшие как продуктовые/процессные инновации, так и организационные/маркетинговые инновации.

В статье Рахмонова Дж.Р. промышленные предприятия по уровню инновационной активности разделены на предприятия с очень низкой, низкой, средней, высокой и очень высокой инновационной активностью. По мнению автора, для активизации инновационной деятельности необходимо создать отдельное структурное подразделение в форме отделов, подразделений или штатов, которые до сих пор не созданы на современных промышленных предприятиях Республики Таджикистан. Важным также признана квалифицированная управленческая команда, которая будет способствовать развитию инновационного процесса [7].

В развитых странах мира доля предприятий, разрабатывающих как продуктовые/процессные инновации, так и организационные/маркетинговые инновации, выше, чем в других менее инновационных странах. Промышленные предприятия представляют собой большую и весьма неоднородную группу предприятий по инновационному потенциалу, мотивам и результатам инновационной деятельности. Соответственно, предприятия можно разделить на четыре большие группы: инновационные лидеры, ведущие пользователи инноваций, потенциальные новаторы и неинновационные предприятия.

Инновационная активность промышленных предприятий также зависит от активности инфраструктурных компонентов инновационной деятельности, к которым относятся технопарки. По мнению Кодирова Ф.А., повышение инновационной активности университетских технопарков позволяет наращивать инновационный потенциал промышленных предприятий за счет укрепления связи науки и производства, а также развития системы коммерциализации результатов научно-исследовательских работ [5].

На основе вышеприведенного можно заключить, что повышение инновационной активности промышленных предприятий зависит от следующих факторов:

Капитальные ресурсы. С точки зрения доступа к ресурсам современные предприятия имеют относительно ограниченные возможности, доступ к источникам финансирования затруднен, они в большей степени зависят от небольшого количества продуктов или услуг. В силу ограниченности ресурсов, в первую очередь финансовых, промышленные предприятия Республики Таджикистан, как правило, имеют весьма ограниченные средства для осуществления ИР-деятельности, обновления ассортимента, тестирования различных моделей товаров и т.д.

Маркетинговые и технические ресурсы. Как и в случае с финансовыми ресурсами, промышленные предприятия обычно имеют в своем распоряжении недостаточные маркетинговые и технические ресурсы. Следствием этого является меньшее медийное и маркетинговое присутствие на рынке, что усложняет формирование узнаваемого бренда.

Качество управления. Менеджмент многих промышленных предприятий современного Таджикистана имеет ограниченные и недостаточные управленческие знания и навыки (недостаточная подготовка в области управления бизнесом, организация и управления инновационной деятельности, стандартов качества, бизнес-планирования, планирования и осуществления управленческой деятельности, и т. д.). Личностные характеристики руководителя значительно выражены особенно в небольших предприятиях, поскольку успех и выживание предприятия чаще всего зависит от способностей, знаний и инициативы собственника (управляющего).

Способность к инновациям. Существует большая разница в способности к инновациям как между малыми и крупными промышленными предприятиями. Общим для большинства малых и средних предприятий является то, что они сталкиваются с ограниченным капиталом и человеческими ресурсами, неразвитой деловой культурой, недостаточно профессиональным менеджментом, отсутствием опыта развития и подключения к различным бизнес-сетям и альянсам и т. д.

Инновационный процесс. Одной из основных характеристик промышленных предприятий является то, что в них процессы обычно менее формализованы и в большей степени применяются неформальная стратегия планирования и коммуникация по сравнению с крупными промышленными комплексами. Поэтому качество инновационного процесса существенно зависит от умения и видения менеджера (собственника) предприятий.

Организация деловых и инновационных процессов. Важной характеристикой промышленных предприятий является то, что они более гибкие и коллективно мотивированные, что позволяет им принимать решения быстрее, чем крупные промышленные комплексы.

Стратегия и планирование. Важность формального (стратегического) планирования менее выражена на современных промышленных предприятиях Республики Таджикистан. Многие предприятия избегают определения точных целей и четкого определения задач. В результате стратегическое планирование на промышленных предприятиях менее формализовано.

Таким образом, можно отметить, что из-за большого количества факторов, влияющих на инновационную активность промышленных предприятий, они должны найти эффективный способ управления ограниченными финансовыми, человеческими, маркетинговыми, инновационными и всеми другими ресурсами, чтобы быть инновационными и конкурентоспособными как на внутреннем, так и на внешнем рынке.

Литература:

1. Баяндурян, Г. Л. Экономические инструменты повышения инновационной активности промышленных предприятий региона / Г. Л. Баяндурян, Л. М. Осадчук, М. С. Осадчук // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. – 2010. – № 4. – С. 146-151.
2. Власичева, В. А. Институциональные барьеры для инновационной активности предприятий: сущность, виды, пути снижения / В. А. Власичева // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 5. – С. 223-226.
3. Заглумина, Н. А. Инновационная активность, инновационный потенциал, инновационный климат: взаимосвязи / Н. А. Заглумина // Инновации. – 2010. – № 11(145). – С. 45-48.
4. Клименко, Л. Е. К вопросу об управлении инновационной активностью в системе элементов деловой активности организации / Л. Е. Клименко // Вестник Белгородского университета потребительской кооперации. – 2009. – № 4-1(32). – С. 191-194.
5. Кодиров, Ф. А. Некоторые вопросы ускоренной индустриализации и инновационной активности университетских технопарков / Ф. А. Кодиров // Таджикистан и современный мир. – 2020. – № 4(72). – С. 160-172.
6. Кораблева, О. Н. Оценка инновационной активности стран на основе индексации и формирования рейтингов: проблемы и перспективы / О. Н. Кораблева, О. В. Калимуллина, В. Р. Магомедова // . – 2017. – № 6(100). – С. 27.
7. Рахронов, Д. Р. Оценка современного состояния инновационной активности предприятий пищевой промышленности Республики Таджикистан / Д. Р. Рахронов // Таджикистан: экономика и управление. – 2020. – № 1. – С. 89-96.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ – МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФ – AUTHORS BACKGROUND

RU	TJ	EN
Камолзода Юсуф Олим	Камолзода Юсуф Олим	Kamolzoda Yusuf Olim
PhD докторант	Докторанти PhD	PhD student
Таджикский национальный университет	Донишгоҳи миллии Тоҷикистон	Tajik National University
kamolzodayusuf1998@mail.ru		

УДК 338.465.4(575.3)

ПРОБЛЕМАҶОИ ТАЪМИН БО НЕРУИ БАҶҚ ДАР ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН ВА ДУРНАМОИ ИНКИШОФИ БОЗОРИ ХИЗМАТРАСОНИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКӢ

Чураева Ҷамила Ҳайдаркуловна

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ

Дар шароити кунунии афзоиши нархҳо ба карбогидридҳо барои Ҷумҳурии Тоҷикистон таъмини бехатарии энергетикӣ ва сарфаҷуии барқӣ чун мавзӯи сиёсӣ баромад мекунад. Дар Тоҷикистон сарчашмаҳои гуногуни энергия вучуд надорад, аммо давлат аз ҷиҳати захираҳои гидроэнергетикӣ, захираҳои обӣ ва потенциали ҷиддии манбаъҳои барқароршавандаи энергия бой мебошад.

Барои ҳалли мушкилоти таъмини пурраи босифати истеъмолкунандагон бо нури барқ зарурати баланд бардоштани сарфаҷуӣ, рушди бозори хизматрасонии электроэнергетикӣ чун унсури асосии рушди миллӣ ба миён меояд. Рушди бозори хизматрасонии электроэнергетикӣ дорой як қатор тамоюлҳо, аз ҷумла афзоиши талабот ба нури барқ, зиёд намудани истеҳсоли нури барқ барои қонеъ гардонидани талаботи дохилӣ ва баромад ба бозори берунии захираҳои барқӣ; рушди комплекси сӯзишворӣ-энергетикӣ; рушди ҳамкориҳои минтақавӣ дар соҳаи сӯзишворӣ-энергетикӣ; танзими муомилоти самаранокии энергетикӣ дар дохили минтақа, ки барои ба таври пурра истифода бурдани потенциали мавҷудаи энергетикӣ имкон медиҳад; истифодаи манбаъҳои барқароршавандаи энергия (МБЭ) ва воридкунии он ба тавозуни сӯзишворӣ-энергетикӣ кишвар бо мақсади рушди устувори энергетикӣ мебошад.

Дар мақолаи мазкур мушкилоти таъмин бо нури барқ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, мазмуни бозори хизматрасонии электроэнергетикӣ ва равандҳои инкишофи он, муайян намудани механизмҳои самаранокӣ, ташкилӣ, ҳуқуқӣ, молиявӣ ва техникӣ, ки барои бехтаргардонии фаъолият дар соҳаи электроэнергетика мусоидат менамоянд ва технологияҳои афзалиятнок барои оянда дида баромада шудаанд.

Калимаҳои калидӣ: электроэнергия, бозори хизматрасонӣ, манбаъҳои барқароршавандаи энергия, стратегия, рушд, иқтисодиёт, потенциал, захира.

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЕЙ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСЛУГ

Джураева Джамила Хайдаркуловна

В сложившихся условиях существенного роста цен на углеводороды политической темой для Республики Таджикистан становится обеспечение энергетической безопасности и энергоэффективности. В Таджикистане нет всего многообразия источников энергии, но страна обладает огромными гидроэнергетическими ресурсами, незначительными запасами углеводородного сырья и существенным потенциалом возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

Для реализации задач полного, качественного, гарантированного электроснабжения возникает необходимость повышения энергоэффективности, развития рынка по обеспечению электроэнергией как основного элемента национального развития. Развитие рынка услуг по обеспечению электроэнергией имеет следующие тенденции: увеличение спроса на электроэнергию; увеличение производства электроэнергии с целью удовлетворения внутреннего спроса и выхода на внешние рынки энергетических ресурсов; развитие топливно-энергетического комплекса; развитие регионального сотрудничества в топливно-энергетической отрасли; регулирование эффективного сотрудничества внутри региона, что дает возможность полного использования существующего энергетического потенциала; использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и его внедрения в топливно-энергетический баланс государства с целью устойчивого энергетического развития.

В данной статье рассмотрены вопросы энергообеспечения Республики Таджикистан, понятия рынка электроэнергетических услуг и направления его развития, определение эффективных, организационных, финансовых и технических механизмов, способствующих улучшению деятельности в электроэнергетической отрасли и выявление будущих перспектив.

Ключевые слова: электроэнергия, рынок услуг, возобновляемые источники энергии, стратегия, развитие, экономика, потенциал, ресурсы.

ELECTRICITY SUPPLY PROBLEMS IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN AND THE PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF THE MARKET OF ELECTRICAL POWER SERVICES

Juraeva Jamila Khaidarkulovna

At this conjuncture essential increase in prices for hydrocarbons, ensuring energy security and energy efficiency becomes a political subject for Republic of Tajikistan. In Tajikistan there is no all variety of power sources, but the country has huge hydroenergy resources, insignificant reserves of hydrocarbonic raw materials and essential potential of renewables/

For realization of tasks of the full, high-quality, guaranteed power supply, there is a need of increase in energy efficiency, development of the market in electricity supply as basic element of national development. Development of the market of services in electricity supply has the following tendencies: increase in demand for the electric power: increase in electricity generation for the purpose of satisfaction of domestic demand and entry into foreign markets of energy resources: fuel and energy complex development: development of regional cooperation in fuel power branch; regulation of the effective cooperation in the region that gives the chance of full use of renewables and its introduction in the fuel and energy balance of the state for the purpose of sustainable power development.

This article discusses the development of the market for services for the provision of electricity in the Republic of Tajikistan, the definition of effective, organizational, financial and technical mechanisms that contribute to the improvement of activities in the electric power industry and the identification of future prospects.

Key words: electricity, service market, renewable energy sources, strategy, development, economy, potential, resources.

Сарсухан

Дар иқтисодиёти давлат системаи энергетикӣ нақши муҳимро бозида, ба амалисозӣ ва рушди он таъсири назаррас дорад. Он фаъолияти тамоми соҳаҳои хоҷагии халқ ва нишондиҳандаҳои асосии молиявӣ-иқтисодии мамлакатро муайян менамояд. Аз ин рӯ, ба рушд ва самаранокии амалисозии он аҳамияти ҷиддӣ додан лозим аст. Ҷумҳурии Тоҷикистон захираҳои бузурги энергетикӣ дорад ва соҳаи энергетика аз соҳаҳои афзалиятноки иқтисодиёт ба ҳисоб меравад. Дар амалисозӣ ва рушди хоҷагии халқи кишвари мо дараҷаи таъминот ва сифати хизматрасонӣ бо нуруи барқ нақши асосиро мебозад, ки аз он сатҳи рушди системаи энергетикӣ мамлакат ва дар умум, суръати рушди иқтисодии давлат вобаста аст.

Гузоштани масъала

Амалишавӣ ва рушди бозори хизматрасонии электроэнергетикӣ пеш аз ҳама барои он зарур аст, ки омили энергетикӣ дар қатори омилҳои иҷтимоӣ асоси ҳастии тамоми иқтисодиёт буда, ҷузъи муҳими консепсияи рушди устувори ҳамаи давлатҳои муосир шуморида шудааст. Айни ҳол ташаккули бозори хизматрасонии энергетикӣ дар Тоҷикистон идома дошта, аз ин сабаб муҳим аст, ки махсусан тадқиқи тамоюл ва дурнамои рушди ин бозор дуруст ба роҳ монда шавад. Рушди бомуваффақияти бозори хизматрасонии энергетикӣ, ҳаҷм ва миқёси он дар сатҳи назаррас инчунин аз механизми такмилдиҳӣ ва миқёси таъсири давлат низ вобаста мебошад. Ҳоло натиҷаҳои амалишавии субъектҳои хоҷагидор, чун агенти иқтисодӣ, аз бисёр ҷиҳат аз бозори бозътимод, босифат ва устувори хизматрасонии электроэнергетикӣ вобастагӣ дорад.

Пайваста бар ин имрӯз таҳлилу баҳодиҳии ҳолат ва тамоюли рушди ин бозор хеле зарур аст, зеро ба ошкоркунии самтҳои дурнамои рушди он мусоидат карда, татбиқи нисбатан пурраи чорабиниҳои амалисозӣ ва рушди онро аниқ менамояд. Ин амалҳо мубрамай ва саривақтии тадқиқоти мазкурро барои татбиқи бартариҳои бозори хизматрасонии энергетикӣ дар сатҳи милли ва байналмилалӣ муайян мекунад.

Назария

Соҳаи хизматрасонӣ дар ҷаҳони муосир бахши нисбатан рушдбанда мебошад. Ин соҳа аз дигар соҳаҳо бо тағйироти доимӣ ба мазмуни навгонии инноватсионӣ дар давраи рушди муосир фарқ мекунад. Баробари ин ширкат ва намудҳои нави хизматрасонӣ пайдо мешаванд. Ин бо татбиқи технологияҳои нави муосир бо шарофати болобарии назарраси сифат ва суръати хизматрасонӣ маънидод мегардад.

Омили асосии рушди устувори потенциали иҷтимоӣ-иқтисодии ҳар мамлакат хизматрасонии электроэнергетикӣ, сифат ва эътимодияти таъмини он мебошад.

Дар ҳамаи марҳилаҳои истеҳсолоти ҷамъиятӣ хизматрасониҳои электроэнергетикӣ заруранд. Умуман энергетика он заминаест, ки барои фаъолияти саноат ва таъмини бемамониати кори инфрасохтор шароит муҳайё мекунад. Тамоми соҳаи хизматрасонӣ мустақиман аз мавҷудияти захираҳои энергетикӣ вобастаанд. Ҳаёти инсонӣ муосирро бе таъмини нуруи барқ тасаввур карда намешавад, аз ин рӯ мувофиқи имкон ба миқдори кофӣ ба даст овардани он аз қобилияти ҷамъият ва давлат барои зистан вобаста аст [2, с.3]⁷.

Нуруи барқ чун захира аз марҳилаҳои энергияи механикӣ, гармӣ ва равшанӣ пай дар пай мегузарад. Нуруи барқро захира карда намешавад. Дар ҷараёни тақсими нуруи барқ ба истеъмолкунанда ҳаракати сӯйитафоҳуми истеъмолкунанда ва истеҳсолкунанда ба амал меояд, ҳамин тарик хизматрасонӣ рӯй медиҳад. Олимони ҷаҳон мафҳуми “хизматрасонӣ”-ро ба таври гуногун тафсир менамоянд: “Хизматрасонӣ намуди фаъолиятест, ки ба қонеъгардонии талабот бо роҳи пешниҳоди манфиатҳои хусусиятҳои моддӣ ва ғайримоддидошта (вобаста аз талабот) мусоидат менамояд” [3, с.]⁸. Баъдан “Хизматрасонии электроэнергетикӣ” фаъолияти хоҷагидорӣ дар соҳаи истеҳсол, тақсим ва истеъмоли захираҳои энергетикӣ, ки бо он субъектҳои фаъолияти хоҷагидорӣ таъмин мегарданд, ба ҳисоб меравад (расми 1.).

⁷ Рогалев Н.Д., Зубкова А.Г., Мастерова И.В. Иқтисодиёти энергетика: васоити таълим /Н.Д. Рогалев, А.Г. Зубкова, И.В. Мастерова// М.: МЭИ, 2005. - 288 с.

⁸ Свириденко Ю.П., Попова А.Ю., Александрова А.Ю., Бгатов А.П. ва диг. Соҳаи хизматрасонӣ: хусусиятҳои рушд, самт ва усулҳои тадқиқот. Монографияи коллективона / Ю.П.Свириденко, А.Ю.Попова, А.Ю., Александрова, А.П. Богатов// М., 2001. -360 с.



Расми 1 - Схеми фаъолияти бозори хизматрасонию электроэнергетикӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон.

Ҳамин тариқ, бозори хизматрасонӣ бо неруи барқ гуфта, муносибатҳои иқтисодиро доир ба татбиқи хизматрасониҳо дар соҳаи истеҳсолот, тақсим ва истеъмоли захираҳои энергетикӣ бо иштироки истеъмоли ниҳоии истеъмолкунандагони захираҳои энергетикӣ фаҳмидан мумкин аст.

Барои ташаккули бозори хизматрасонии электроэнергетикӣ созиш додани фазои рақобатнокӣ, ки ҳамбастагии неру ва омилҳои бозорро дар бар гирифта, амалишавии субъектҳои хоҷагидорӣ, инчунин муносибатҳои ин субъектҳоро дар раванди рақобат муайян менамояд, зарур аст. Фазои рақобатнокӣ бо намуди рақобат, сохтори институтсионалии бозор, хусусияти танзими давлатии он муайян карда мешавад.

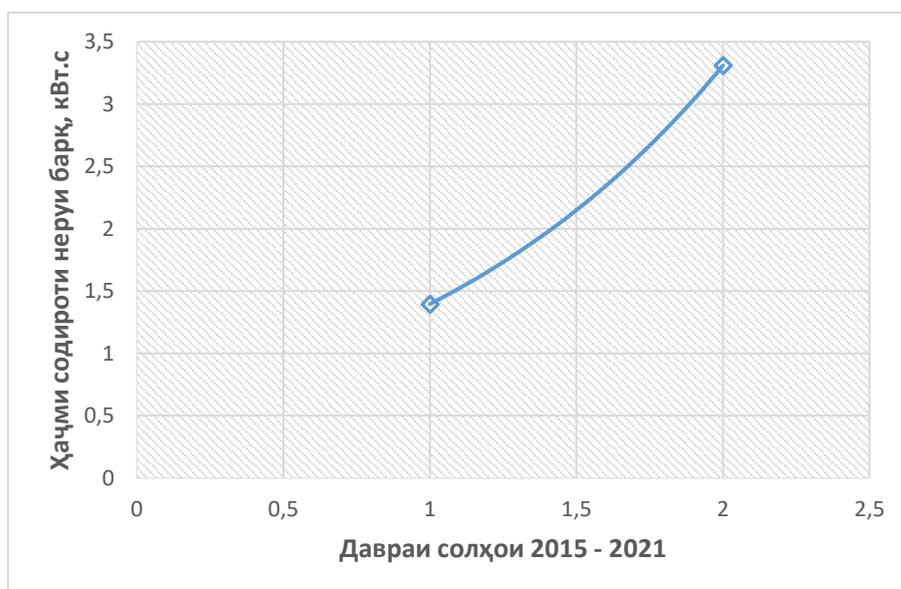
Мавҷуд набудани муносибатҳои рақобатнокӣ дар электроэнергетикаи Тоҷикистон сабаби қафомонии техникӣ ва иқтисодии соҳа, рушди пасти инноватсионӣ гардид. Аз ин рӯ, барои ташаккули бозори хизматрасонии энергетикӣ рақобатпазир ба ҳисоб гирифтани таҷрибаҳои хориҷии рушди ин бозор, ки имкони ба таври назаррас баланд бардоштани самаранокии амалишавӣ ва рушди бозори хизматрасонии энергетикӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон медиҳад, муҳим аст. Истифодаи баъзе аз унсурҳои таҷрибаи хориҷии рушди бозори хизматрасонии энергетикӣ дар Тоҷикистон мумкин аст. Масалан, татбиқи сиёсати нархгузорӣ ва таъмини талаботи қобили пардохт барои рушди устувор ва амалишавии самаранокии бозори энергетикӣ, тиҷоратикунонии соҳаи энергетика, имкони воридшавии сармояи хусусӣ ба электроэнергетика ва ғайраҳо мутлақо зарур мебошад. Бозори хизматрасонии энергетикӣ миллӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон пас аз пошхӯрии Иттиҳоди Шӯравӣ ва ба даст овардани истиқлолият ташаккул ёфт (ҷадвали 1). Айни ҳол бозори энергетикӣ ҷумҳурӣ аз истоғҳои барқӣ бо тавоноии беш аз 4,4 миллион киловатт, 60 ҳазор километр хатти барқ, садҳо зеристгоҳ, даҳҳо ҳазор нуқтаҳои трансформаторӣ иборат аст.

Ҷадвали 1 - Таҳлили бозори хизматрасонии электроэнергетикӣ*

№	Номгӯи фаъолият	Солҳо							
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	21/15, %
1.	Истеҳсоли неруи барқ, (млрд.кВт.с)	17,16	17,23	18,14	19,74	20,67	19,77	20,62	120
2.	Истеъмоли неруи барқ, (млрд.кВт.с)	13,16	13,16	13,95	16,83	15,14	15,42	13,83	105
3.	Содирот, (млрд.кВт.с)	1,396	1,428	1,421	2,945	3,175	1,870	3,31	237
4.	Воридот, (млрд.кВт.с)	0,063	0,103	0,110	0,559	0,281	0,379	0,88	1397
5.	Талафот дар шабакаҳо (млн.кВт.с)	2670	2746	2884	2878	2429	2549	4071	152,4

*Сарчашма: Саноати Ҷумҳурии Тоҷикистон. Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, соли 2022, саҳ. 25

Аз таҳлилҳо маълум мешавад, ки бозори хизматрасонии электроэнергетикӣ рушд ёфта истодааст: истеҳсоли неруи барқ дар соли 2021 нисбат ба 2015 ба андозаи 20% зиёд шуда, натиҷаи воридоти иқтидори нави барқӣ мебошад. Содироти барқ дар солҳои таҳлилшуда 1 911 млн кВт.с. зиёд шуда, ҳаҷми даромади иловагии буҷети миллӣ аст (расми 2.).



Расми 2 - Афзоиши ҳаҷми содироти неруи барқ дар Тоҷикистон

Истифодаи неруи барқ дар соҳаи хизматрасонӣ ва дар аҳолии Тоҷикистон аз 2 маротиба афзудааст ва соли 2021 бошад, 5410 млн. кВтс.-ро ташкил дод. Аз рӯи андозаи мутлақи истеъмоли неруи барқ дар соҳаи хизматрасонӣ ва аҳолии Тоҷикистон аз дигар давлатҳои ИДМ (СНГ) то 40% қаро мемонад. Зеро дар сифати нишондиҳандаи ибтидоӣ барои таҳлили истеъмоли суръати шумораи аҳолии барномад мекунад. Аҳолии ҷумҳурӣ танҳо дар 10 соли охир 28% зиёд шуд. Дар шароити муосир соҳаи хизматрасонии Тоҷикистон бо суръати баланд афзоиш ёфта истодааст. Омилҳои асосии муайянкунандаи истифодаи зиёди неруи барқ афзоиши ҳаҷми маҳсулоти соҳаи хизматрасонӣ ва тағйироти сохторӣ мебошад. Тағйироти сохторӣ дар соҳаи хизматрасонӣ бо ҷараёни афзоиши теъдоди корхонаҳои аз ҷиҳати техникӣ таҷвизонидашуда, аз он ҷумла маҷмааҳои калони меҳмонӣ, марказҳои савдо, бонкҳо, қаҳвахона ва тарабхонаҳо муайян шудааст. Тағйироти имтифодаи маишии неруи барқ аз таносуби суръати даромади аҳолии ва арзиши неруи барқ, дастрасии сатҳи нави таъминоти рӯзгори хонавода бо дастгоҳҳои барқии маишӣ, шароитҳои ояндаи таъминот бо неруи барқ, гармӣ ва ғайра вобаста мебошад.

Талафоти неруи барқ дар солҳои таҳлилий бо сабаби фарсуда шудани хатҳои интиқол, трансформаторҳо ва ҳисобкунакҳои барқӣ ва аз он ҷумла, талафоти тиҷоратӣ 1401 млн.кВт.с. ё 52,4% зиёд шуд. Имрӯз яке аз самтҳои асосии стратегӣ дар энергетикаи ҷумҳурӣ масъалаи баландбардории самаранокии истифодаи энергия мегардад. Барои ин соли 2013 “Қонун дар бораи сарфаҷӯи ва самаранокии энергия” қабул шуд. Ин санади меъёрии ҳуқуқӣ таъмини ҳуқуқи сиёсати давлатро дар соҳаи сарфаи энергия дар асоси муттаҳидкунии манфиатҳои истеҳсолкунандагон, интиқолдиҳандагон ва истифодабарандагон пешбинӣ мекунад ва барои таъсиррасонӣ ба коркарди илмӣ, татбиқи технологияҳои босамар ва механизмҳои иттилоотӣ барои баландбардории самаранокии истифодаи захираҳои энергетикӣ пешбинӣ шудааст.

Талаботи афзояндаро ҳисоб гирифта, бо мақсади баландбардории сарфаи неруи барқ чорабиниҳои намоиши гуногун, ки технологияҳои муосири сарфаи барқро таълим мекунад, ба монанди гузаронидаи ярмаркаҳо, намоишгоҳҳо, ташкили семинарҳо, паҳнкунии зарурати сарфаи барқ дар ВАО, мукофотони истифодабарандагони технология, намоишгоҳ, семинар ва ғайраҳо гузаронида шуда истодааст. Бо мақсади истифодаи босамари неруи барқ аз ҷониби Ҳукумати ҷумҳурӣ Қарор дар бораи қатъ гардидани истифодаи тасфлампаҳо ва гузариш ба фурузонҳои каммасраф қабул шуд. Барои ҳалли масъалаҳои мавҷудаи фарсудаи хатҳои интиқол ва трансформаторҳо дар давраи солҳои 2015 – 2021 ҳаҷми истеҳсоли трансформаторҳои барқӣ (куввагӣ) – 3, кабели неруӣ барои шиддати то 1 кВт.с – 8,9 маротиба зиёд шуд.

Асоси сарфаи неруи барқ ва афзудани сарфаҷӯии барқӣ дар давлат аз баҳисобгирии захираҳои гуногуни энергетикӣ, аз он ҷумла, неруи барқ иборат аст. Яке аз усулҳои самаранокии ҳалли масъалаҳои нигоҳдории неруи барқ ташкили системаҳои автоматонидаи зеҳнии баҳисобгирии энергобарандаҳо аст. Ғайр аз ин, бе ташкили системаи лозимии баҳисобгирии тиҷоратии истеҳсол ва истеъмоли неруи барқ сохтани баланси неруи барқ дар ҳамаҷумла ва зинаҳои иқтисод, ҳисоб намудани талафоти ҳақиқии неруи барқ, муайян намудани нуқтаҳои локализатсияи талафҳо барои ташаққули амалҳои пасткунии онҳо ғайримкон аст.

Баҳисобгирии зеҳнии неруи барқ системаҳои автоматонидае мебошанд, ки барои истифодабарандагон ва ширкатҳои интиқолдиҳандаи неруи барқ назорат ва идоракунии истеъмоли

захираҳои барқро мувофиқи критерияҳои муқаррагардидаи оптимизатсияи самараи неруи барқ таъмин месозанд. Ин қоида мафҳуми системаи зеҳнии баҳисобгириро ба таври пурраи инъикос менамояд. Барои ин коркарди дастурҳои мувофиқи баҳисобгирии саҳви систематикӣ аз ҳисоби сифати пасти неруи барқ, баҳодиҳии саҳви тасодуфӣ ё систематикӣ баҳисобгирии талафҳои ҳақиқӣ ва техникӣ неруи барқ ва инчунин, баҳодиҳии талафҳои имконпазири тиҷоратӣ лозим аст. Танҳо иқдоми комплексӣ барои таъмини фаъолияти хатҳои барқ бо сатҳи максималии самаранокӣ имкон медиҳад. Яке аз усулҳои масъала воридоти системаи зеҳнии баҳисобгирии неруи барқ мебошад. Натиҷаҳои воридоти чунин система (биллинг)-ро аллакай мушоҳида намудан мумкин аст. Танҳо дар соли 2017 шумораи ба қайд гирифташудаи истифодабарандагон аз 1,3 млн. то 1,4 млн. зиёд шуд, ки ин дар навбати худ ба давлат даромади иловагӣ овардааст. Қарзи дебитории истифодабарандагон хеле паст шуда, пардохти моҳона то ба 80% афзоиш ёфт.

Инчунин неруи бузург барои пасткунии истифодаи неруи маишӣ бо баландкунии самараи барқӣ ва термомодернизатсияи биноҳо алоқаманд аст. Масалан, таҷрибаи беҳдошти гарминигӯдории як бинои чоршӯнаи зист дар ш. Душанбе имкони пасткунии истифодаи энергияи онро ба 28% медиҳад, аммо ин ҳоло ҳам кофӣ нест. Ба масъалаи самаранокӣ барқӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон бояд вақт, аҳамият ва воситаҳои бештарро барои ба даст овардани натиҷаҳои дилхоҳ ҷудо кард.

Ҳамин тавр, имрӯз ба рушди энергетика дар навбати аввал бо мақсади таъмини устувори энергетикӣ ба сохтмони НБО ва истифодаи МБЭ аҳамияти ҷиддӣ додан зарур аст.

Омили калидии дурнамои истифодаи МБЭ дар Тоҷикистон рушди технологияҳоест, ки бо самти спектри калон меояд. МБЭ гуфта, имрӯз бештар натиҷаи рушди технологиро мефаҳманд. Аммо дар давоми ҳазорсолаҳо, то даме ки инсоният истифодаи ангишт, нафт ва газро наомӯхта буд, маҳз ҳезум чун намуди анъанавии МБЭ амалан чун захираи энергетикӣ ягона ба ҳисоб мерафт. Имрӯз бо шарофати натиҷаҳои рушди илму техника намудҳои гуногуни МБЭ пайдо ва дастраси ҳамагон гардиданд, ки пеш аз ҳама неруи офтоб ва бод аст. Воҳурии истифодаи МБЭ бо бисёр технологияҳои инноватсионӣ ногузир аст. Истисно нест, ки дар ояндаи дарозмуддат МБЭ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон сарчашмаи асосии неруи барқ гашта метавонад. Аммо ба ин вақти ниҳоят зиёд меравад, дар даҳсолаҳои наздик дар тавозуни энергетикӣ Тоҷикистон МБЭ ҳиссаи рушдбандаро ишғол мекунанд, на калидӣ. Имрӯзҳо истифодаи сарчашмаҳои алтернативии энергия дар Тоҷикистон танҳо метавонанд мушкилоти хоҷагии манзилию коммуналӣ (ХМК)-ро ҳал кунанд. Лекин онро ҳам мо чун қадами хурд дар ғалабаи бузург бояд қабул кунем. Мисоли истифодаи неруи офтоб дар ХМК чунин шуда метавонад:

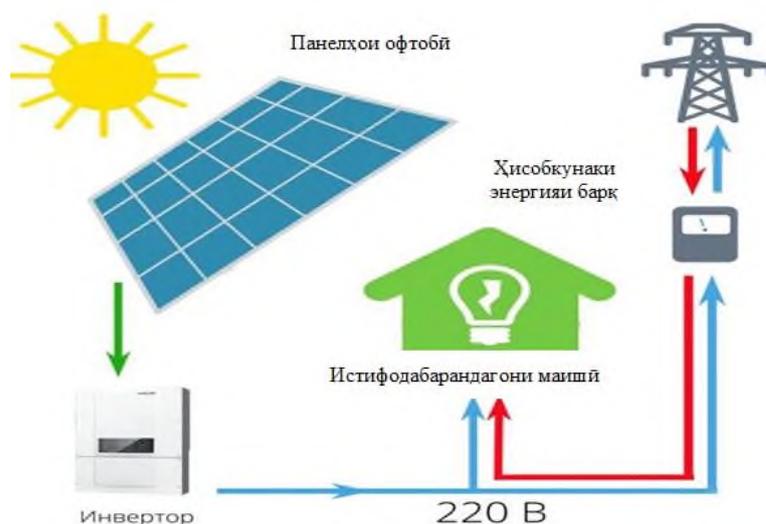
воридкунии истгоҳҳои фотоэлектрикӣ, ки аз он ҷумла вазифаҳои рӯйпӯши бом ва фасади биноҳоро бо мақсади коркарди неруи барқ барои равшании берунӣ ва дохилибиноӣ, сипари рекламавӣ ва навиштаҷот бо истифодаи якҷояи технологияҳои светодиодиҷро менамоянд;

истифодаи неруи офтоб барои равшании кӯчаю хиёбонҳо, роҳҳои автомобилгард, истгоҳҳои нақлиёти мусофирбар;

воридкунии гармии офтоб ба тавозуни гармии биноҳо тавассути сохтани гелиосистемаҳои барои гармкунии об дар системаи обтаъминкунии гарм ва термостатҳои ҳуҷравӣ;

кабудизоркунии рӯйпӯши боми биноҳо бо мақсади баланд бардоштани хусусиятҳои изолятсионии бомҳо ва камкунии хароҷоти хунук кардани биноҳо дар тобистон ва гармкунии он дар зимистон ва инчунин барои паст кардани сатҳи садои берунӣ ва ғ.

Сохтмони НБО-и хурд (яке аз намуди МБЭ) дар ноҳияҳои дурдаст ва баландкӯҳи Тоҷикистон, ки аз ҷиҳати иқтисодию техникӣ кашидани хатҳои интиқоли барқ (ХИБ) (линия электропередачи (ЛЭП)) аз шабакаи умумии барқӣ ғайрмақсаднок аст, ҳаёти аҳолии маҳаллиро хеле сабук мегардонад. Аммо масъалаи нархгузори мавҷудаи электроэнергия ба рушди ояндаи НБО-и хурд таъсири манфӣ мерасонад, зеро ин тарофа хароҷоти онҳоро рӯйпӯш намекунад. Ба ин масъала низ аҳамияти ҷиддӣ лозим аст. Аз ин рӯ, самаранокӣ НБО-и хурд имрӯзҳо маблағгузорино потенциалиро кам ҷалб мекунанд. Боз як камбудии НБО-и хурд дараҷаи пасти об дар дарёҳо дар фасли зимистон мебошад. Дараҷаи оби дарёҳо бефосила нест ва вобаста аз фасли сол паст ва баланд мешавад. Истифодаи неруи офтоб ва бод бешубҳа метавонад, масъалаҳои таъмини хоҷагӣҳо бо неруи барқ ҳал кунанд. Таҷрибаи хориҷӣ нишон медиҳад, ки хонаводаҳо тавассути дар манзилҳои худ воридкунии МБЭ дар намуди панелҳои офтобӣ ва осиеи бодӣ на танҳо талаботи худро ба неруи барқ дар давраҳои мушкил қонеъ мегардонанд, балки изофаи неруро ба хатҳои пайвастшудаи интиқол гузошта мефурӯшанд. Баъзе хоҷагӣҳо дар давраи норасой МБЭ-и худро истифода намуда, дар давраи изофагӣ неруи истеҳсолшударо ба давлат бармегардонад ва ҳамин тавр баробарҳисоб мешавад (расми 2.).



Расми 3 - Гардиши истеҳсол ва истифодаи нури барқ аз ҳисоби МБЭ.

Дар Тоҷикистон дар баъзе ҳолатҳо ин вариант варианти ягона мебошад. Аз ин лиҳоз, ба аҳолии ноҳияҳои дурдасти кишварамон дуруст фаҳмонидан лозим аст, ки сармоягузорӣ ба МБЭ сармоягузори дарозмуддат мебошад ва он худро самаранок мепӯшонанд.

Хулоса

Солҳои аввали истиқлолият ҳолати инвестициони ҷумҳурӣ аз ҳисоби ҷанги шаҳрвандӣ ва сатҳи баланди номуайяни ҳеле суҷуд буд. Лекин имрӯзҳо бо шарофати сиёсати оқилонаи Ҳукумат рейтингҳои инвестициони Тоҷикистон ба таври назаррас боло рафта истодааст ва бешубҳа дар ояндаи наздик боз ҳам боло меравад. Зеро дар Стратегияи миллии рушди Ҷумҳурии Тоҷикистон ба давраи то соли 2030 гуфта шудааст, ки: “Тоҷикистон соли 2030-юм давлати устуворона рушдкунандаи рақобатпазир, таъминкунандаи сатҳи сазовор ва босифати ҳаёти аҳоли, пешниҳодкунандаи имкониятҳои баробар барои татбиқи нури инсонӣ дар асоси баробархуқуқӣ, боадолатӣ ва эҳтироми шаъну шарафи инсон мегардад”. Воқеаҳои мавҷудаи ҷаҳон моҳияти устувори энергетикӣ инъикос мекунанд. Ҷумҳурии Тоҷикистон аз ҳисоби захираҳои оби ҳеле бой аст ва истифодаи дуруст ва оқилонаи он натиҷаи хуби рушди иқтисодӣ ва баланд бардоштани сатҳи зиндагии аҳоли шуда метавонад. Давлати мо аз ангишти сифати гуногун низ бой аст. Захираи ҳисобшудаи ангишти ҷумҳурӣ 714,14 млн. т., пешбинишуда бошад, 3703,4 млн. т.-ро ташкил медиҳад. Дар нақшаи стратегӣ ангишт метавонад, ки на танҳо ба сифати сӯзишворӣ, балки пеш аз ҳама чун ашёи хоми баландтехнологӣ вобастагии ҷумҳуриро аз воридоти газу маҳсулоти нафтӣ суҷуд кунад.

Ғайр аз ин, бешубҳа ба масъалаҳои сарфаҷӯӣ ва сарфакорӣ нури барқ аз ҳисоби воридкунии технологияҳои муосири каммасрафи нури дар аҳоли тарбия кардани фарҳанг ва маданияти истифодаи нури бисёр муҳим мебошад ва аҳамияти махсусро металабад.

Адабиёт:

1. Ахророва А.Д., Аманджанов Р.М., Доронкин К.А. Энергетика и проблемы устойчивого развития Таджикистана. Журнал Экономическая наука современной России. №4/ А.Д. Ахророва, Р.М. Аманджанов, К.А. Доронкин – М., 2003.- С.92-102.

2. Джураева Дж.Х. К вопросу о реструктуризации рынка энергетики Таджикистана: обзор зарубежного опыта// Высокие технологии и инновации в науке. Материалы международной научной конференции. Сборник избранных статей.: Изд.-во ГНИИ «НАЦРАЗВИТИЕ», СПб., 19 ноября 2018 г.- С.156-167.

3. Джураева Дж.Х. Развитие рынка услуг по обеспечению электроэнергией Республики Таджикистан и факторы на него влияющие// Ускоренная индустриализация – основной фактор развития Таджикистана. Материалы международной научно-практической конференция, г. Бохтар, 10 апреля 2019 г. – С. 45-52.

4. Материалы реализации проекта Стратегический план надлежащего управления сектора электроэнергетики//Ассоциация энергетиков Таджикистана. Душанбе: ООО Контраст, 2011.- 172 с.

5. Пашигоров В. А. Стратегия развития энергетики в политике обеспечения экономической безопасности России.//Автореферат дисс.кан.экон.наук: 08.00.05.// В.А. Пашигоров - Санкт-Петербург, 2015.- 20 с.

6. Рогалев Н.Д., Зубкова А.Г., Мастерова И.В. Иқтисодиёти энергетика: васоити таълим /Н.Д. Рогалев, А.Г. Зубкова, И.В. Мастерова// М.: МЭИ, 2005. - 288 с.

7. Саноати Ҷумҳурии Тоҷикистон. Агенсии омори назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, с.2022, саҳ.25.

8. Свириденко Ю.П., Попова А.Ю., Александрова А.Ю., Бгатов А.П. ва диг. Соҳаи хизматрасонӣ: хусусиятҳои рушд, самт ва усулҳои тадқиқот. Монографияи коллективона / Ю.П.Свириденко, А.Ю.Попова, А.Ю., Александрова, А.П. Бгатов// М., 2001. -360 с.

9. Таджикистан: экспресс-оценка и анализ пробелов// Отчет Министерства экономического развития и торговли Республики Таджикистан. – Душанбе, 2012. – 35 с.\

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ – МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФ – AUTHORS BACKGROUND

RU	TJ	EN
Джураева Джамила Хайдаркуловна	Ҷураева Ҷамила Хайдаркуловна	Juraeva Jamila Khaidarkulovna
Кандидат экономических наук	Номзади илмҳои иқтисодӣ	Candidate of Economic Sciences
Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi

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 IMRAD⁹ на таджикском, английском или русском языке:

ВВЕДЕНИЕ (Introduction)	Почему проведено исследование? Что было исследовано, или цель исследования, какие гипотезы проверены? Включает: актуальность темы исследования, обзор литературы по теме исследования, постановку проблемы исследования, формулирование цели и задач исследования.
МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ (MATERIALS AND METHODS)	Когда, где и как были проведены исследования? Какие материалы были использованы или кто был включен в выборку? Детально описывают методы и схему экспериментов/наблюдений, позволяющие воспроизвести их результаты, пользуясь только текстом статьи. Описывают материалы, приборы, оборудование и другие условия проведения экспериментов/наблюдений.
РЕЗУЛЬТАТЫ (RESULTS)	Какой ответ был найден. Верно ли была протестирована гипотеза? Представляют фактические результаты исследования (текст, таблицы, графики, диаграммы, уравнения, фотографии, рисунки).
ОБСУЖДЕНИЕ (DISCUSSION)	Что подразумевает ответ и почему это имеет значение? Как это вписывается в то, что нашли другие исследователи? Каковы перспективы для будущих исследований? Содержит интерпретацию полученных результатов исследования, включая: соответствие полученных результатов гипотезе исследования; ограничения исследования и обобщения его результатов; предложения по практическому применению; предложения по направлению будущих исследований.
ЗАКЛЮЧЕНИЕ (CONCLUSION)	Содержит краткие итоги разделов статьи без повторения формулировок, приведенных в них.
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК (REFERENCES)	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. п.3).
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	оформляется в конце статьи в следующем виде:

⁹ Данный термин составлен из первых букв английских слов: Introduction (Введение), Materials and Methods (Материалы и методы), Results (Результаты) Acknowledgements and Discussion (Обсуждение). Это самый распространенный стиль оформления научных статей, в том числе для журналов Scopus и Web of Science.

(AUTHORS' INFORMATION)

	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name			
Дараҷа ва унвони илмӣ, Степень и должность, Title ¹⁰			
Ташкилот, Организация, Organization			
e-mail			
ORCID ¹¹ Id			
Телефон			

<p>КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ (CONFLICT OF INTEREST)</p>	<p>Конфликт интересов — это любые отношения или сферы интересов, которые могли бы прямо или косвенно повлиять на вашу работу или сделать её предвзятой.</p> <p>Пример:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Конфликт интересов: Автор Х.Х.Х. Владеет акциями Компании Y, которая упомянута в статье. Автор Y.Y.Y. – член комитета XXXX. 2. Если конфликта интересов нет, авторы должны заявить: Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов. <p>Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи</p>
<p>ЗАЯВЛЕННЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ (AUTHOR CONTRIBUTIONS).</p>	<p>Публикуется для определения вклада каждого автора в исследование. Описание, как именно каждый автор участвовал в работе (предпочтительно), или сообщение о вкладах авторов в процентах или долях (менее желательно).</p> <p>Пример данного раздела:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Авторы A1, A2 и A3 придумали и разработали эксперимент, авторы A4 и A5 провели теоретические исследование. Авторы A1 и A6 участвовали в обработке данных. Авторы A1, A2 и A5 участвовали в написании текста статьи. Все авторы участвовали в обсуждении результатов. 2. Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации
<p>ДОПОЛНИТЕЛЬНО (по желанию автора)</p>	
<p>БЛАГОДАРНОСТИ (опционально) - ACKNOWLEDGEMENT (optional)</p>	<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>
<p>ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ (FUNDING)</p>	<p>Информация о грантах и любой другой финансовой поддержке исследований. Просим не использовать в этом разделе сокращенные названия институтов и спонсирующих организаций.</p>
<p>ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ (ADDITIONAL INFORMATION)</p>	<p>В этом разделе могут быть помещены: Нестандартные ссылки. Например, материалы, которые по каким-то причинам не могут быть опубликованы, но могут быть предоставлены авторами по запросу. Дополнительные ссылки на профили авторов (например, ORCID). Названия торговых марок на иностранных языках, которые необходимы для понимания статьи или ссылки на них.</p>

¹⁰ Title can be chosen from: master student, Phd candidate, assistant professor, senior lecture, associate professor, full professor

¹¹ ORCID или Open Researcher and Contributor ID (Открытый идентификатор исследователя и участника) — незапатентованный буквенно-цифровой код, который однозначно идентифицирует научных авторов. www.orcid.org.

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

5. Требования к оформлению статей

Рекомендуемый объем оригинальной статьи – до 10 страниц, обзора – до 15 страниц, включая рисунки, таблицы, библиографический список. В рубрику «Краткие сообщения» принимаются статьи объемом не более 3 страниц, включая 1 таблицу и 2 рисунка.

Рекомендации по набору и оформлению текста

Наименование	Требования	Примечания
Формат страницы	A4	
Параметры страницы и абзаца	отступы сверху и снизу - 2.5 см; слева и справа - 2 см; табуляция - 2 см;	ориентация - книжная
Редактор текста	Microsoft Office Word	
Шрифт	Times New Roman, 12 пунктов	
межстрочный интервал	Одинарный, выравнивание по ширине	Не использовать более одного пробела между словами, пробелы для выравнивания, автоматический запрет переносов, подчеркивания.
Единица измерения	Международная система единиц СИ	
Сокращения терминов и названий	В соответствии с ГОСТ 7.12-93.	должны быть сведены к минимуму
Формулы	Математические формулы следует набирать в формульном редакторе MathTypes Equation или MS Equation, греческие и русские буквы в формулах набирать прямым шрифтом (опция текст), латинские курсивом. Формулы и уравнения печатаются с новой строки и центрируются.	Обозначения величин и простые формулы в тексте и таблицах набирать как элементы текста (а не как объекты формульного редактора). Нумеровать следует только те формулы, на которые есть ссылки в последующем изложении. Нумерация формул сквозная. Повторение одних и тех же данных в тексте, таблицах и рисунках недопустимо
Таблицы	При создании таблиц рекомендуется использовать возможности MS Word (Таблица – Добавить таблицу) или MS Excel. Таблицы должны иметь порядковые номера, название и ссылку в тексте. Таблицу следует располагать в тексте после первого упоминания о ней. Интервал между строчками в таблице можно уменьшать до одинарного, размер шрифта – до 9 пунктов.	Внутри таблицы заголовки пишутся с заглавной буквы, подзаголовки – со строчной, если они составляют одно предложение с заголовком. Заголовки центрируются. Боковые – по центру или слева. Диагональное деление ячеек не рекомендуется. В пустой ячейке обязателен прочерк (тире –). Количество знаков после запятой (точность измерения) должно быть одинаковым.
Рисунки (иллюстрации, графики, диаграммы, схемы)	Должны иметь сквозную нумерацию, название и ссылку в тексте, которую следует располагать в тексте после первого упоминания о рисунке. Рисунки должны иметь расширение, совместимое с MS Word (*JPEG, *BIF, *TIFF (толщина линий не менее 3 пкс) Фотографии должны быть предельно четкими, с разрешением 300 dpi. Максимальный размер рисунка: ширина 150 мм, высота 245 мм. Каждый рисунок должен иметь подрисуночную подпись, в которой дается объяснение всех его элементов.	Заголовки таблиц и подрисуночные подписи должны быть по возможности лаконичными, а также точно отражающими смысл содержания таблиц и рисунков. Все буквенные обозначения на рисунках необходимо пояснить в основном или подрисуночном текстах. Все надписи на рисунках (наименования осей, цифры на осях, значки точек и комментарии к ним и проч.) должны быть выполнены достаточно крупно, одинаковым шрифтом, чтобы они легко читались при воспроизведении на печати. Наименования осей, единицы измерения

Наименование	Требования	Примечания
	Кривые на рисунках нумеруются арабскими цифрами и комментируются в подписях к рисункам.	физических величин и прочие надписи должны быть выполнены на русском языке. Не допускается наличие рамок вокруг и внутри графиков и диаграмм Каждый график, диаграмма или схема вставляется в текст как объект MS Excel.

Рукопись должна быть построена следующим образом:

Раздел	Содержание (пример)	Расположение
Индекс УДК ¹²	УДК 62.214.4; 621.791.05	в верхнем левом углу полужирными буквами
Заголовок	НАЗВАНИЕ СТАТЬИ (должен быть информативным и, по возможности, кратким) (на языке оригинала статьи)	В центре полужирными буквами
Авторы	Инициалы и фамилии авторов (на языке оригинала статьи)	В центре полужирными буквами
Организация	Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	В центре полужирными буквами
Реферат (аннотация)	Должен быть информативным и на языке оригинала статьи (таджикском, русском и английском), содержать 800-1200 печатных знаков (120-200 слов). Структура реферата: Введение. Материалы и методы исследования. Результаты исследования. Заключение.	Выровнять по ширине
Ключевые слова	5-6, разделены между собой « , ». (на языке оригинала статьи) Пример: энергосбережение, производство корунда, глинозем, энергопотребление, оптимизация	Выровнять по ширине
На двух других языках приводится: Заголовок Авторы Организация Реферат (аннотация)	перевод названия статьи, авторов ¹³ , организации ¹⁴ , заголовки и реферат ¹⁵ и ключевые слова ¹⁶ на двух других языках	
Статья согласно структуры	Согласно требованиям пункта 4 требования и условия предоставления статей в журнал "Политехнический вестник"	Выровнять по ширине

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

1. Сопроводительное письмо.

¹² Универсальная десятичная классификация (УДК) — система классификации информации, широко используется во всём мире для систематизации произведений науки, литературы и искусства, периодической печати, различных видов документов и организации картотек. Межгосударственный стандарт ГОСТ 7.90—2007. Пример: <https://www.teacode.com/online/udc/>

¹³ В английском переводе фамилии авторов статей представляются согласно системе транслитерации BSI (British Standard Institute). Стандарт BSI обычно применяется в случае, когда требуется корректная транслитерация букв, слов и предложений из кириллического алфавита в латинский в случае оформления библиографических списков с официальным статусом. Им пользуются для того, чтобы попасть в зарубежные базы данных.

¹⁴ Название организации в английском переводе должно соответствовать официальному, указанному на сайте организации. Непереводимые на английский язык наименования организаций даются в транслитерированном варианте.

¹⁵ Необходимо использовать правила написания организаций на английском языке: все значимые слова (кроме артиклей и предлогов) должны начинаться с прописной буквы. Совершенно не допускается написание одних смысловых слов с прописной буквы, других – со строчной.

¹⁶ В английском переводе ключевых слов не должно быть никаких транслитераций с русского языка, кроме непереводимых названий собственных имен, приборов и др. объектов, имеющих собственные названия; также не должен использоваться непереводимый сленг, известный только ограниченному кругу специалистов.

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

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

Нишонӣ: ш. Душанбе, хиёбони акад. Рачабовҳо, 10^А
Адрес: г. Душанбе, проспект акад. Раджабовых, 10^А

Ба чоп 28.03.2023 имзо шуд. Ба матбаа 05.04.2023 супорида шуд.
Чопи офсетӣ. Коғазӣ офсет. Андозаи 60x84 1/8
Адади нашр 50 нусха.

Матбааи Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ
ш. Душанбе, кӯчаи акад. Рачабовҳо, 10^А